

Red predavanja 2004./2005.

Other document types / Ostale vrste dokumenata

Publication year / Godina izdavanja: **2004**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:616336>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

**RED PREDAVANJA
2004./2005.**

Uredio:
Tihomir Marjanac

Zagreb, lipanj 2004.

Sadržaj

Uvod	4
1. Organizacija Prirodoslovno-matematičkog fakulteta	5
1.1. Uprava, odsjeci i zavodi	6
1.2. Voditelji godišta	9
1.3. Voditelji terenske nastave	10
1.4. Povjerenstvo za metodiku nastave	10
1.5. Povjerenstvo za nastavu	10
1.6. ECTS koordinatori	10
1.7. Odbor za izgradnju	10
2. Nastava na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu	11
2.1. Lokacije predavaonica	11
2.2. Kalendar nastave za akademsku godinu 2004./2005.	13
3. Pravila studiranja na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu	14
3.1. Izvod iz Statuta Prirodoslovno-matematičkog fakulteta	14
3.2. Diplomski rad	21
3.3. Bolognska deklaracija i ECTS	22
3.4. Diploma, Suplement i Appendix	23
4. Dodiplomski studiji	29
4.1. Nastavni planovi za akademsku godinu 2004./2005.	29
Matematički odjel	31
profesor matematike i fizike	33
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	36
raspored ispita	36
Fizički odsjek	37
profesor fizike	39
profesor fizike i informatike	42
profesor fizike i tehnike s informatikom	46
profesor fizike i kemije	49
diplomirani inženjer fizike	52
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	57
raspored ispita	59
Kemijski odsjek	61
profesor kemije	63
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	66
diplomirani inženjer kemije	68
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	71
raspored ispita	71
Biološki odsjek	75
profesor biologije i kemije	77
profesor biologije	80
diplomirani inženjer biologije, smjer ekologija	83
diplomirani inženjer biologije, smjer molekularna biologija	87
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	91
raspored ispita	92
Geološki odsjek	95
profesor geologije i geografije	97
diplomirani inženjer geologije	101
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	105
raspored ispita	106
Geografski odsjek	109
profesor geografije	111
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	114

profesor geografije i povijesti	115
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	119
raspored ispita	120
Geofizički odsjek	121
diplomirani inženjer fizike, usmjerenje geofizika	123
uvjeti prijelaza u višu godinu studija	125
raspored ispita	126
4.2. Kratki opisi kolegija s osnovnom literaturom	129
4.2.1. Zajednički program	129
4.2.2. Matematika	131
4.2.3. Fizika	142
4.2.4. Kemija	174
4.2.5. Biologija	193
4.2.6. Geologija	238
4.2.7. Geografija	259
4.2.8. Geofizika	272
5. Postdiplomski studiji	281
5.1. Nastavni planovi za akademsku godinu 2004./2005.	281
Pravila za izvođenje poslijediplomskog znanstvenog (magistarskog i doktorskog) studija na PMF-u	283
Fizički odsjek	287
Fizika elementarnih čestica	290
Nuklearna fizika	290
Atomska i molekularna fizika i astrofizika	291
Fizika čvrstog stanja	292
Biofizika	292
Medicinska fizika	293
Geofizika - fizika atmosfere i mora	294
Geofizika - fizika unutrašnjosti Zemlje	294
Opisi kolegija s osnovnom literaturom	295
Kemijski odsjek	317
Anorganska i strukturna kemija	318
Organska kemija	318
Biokemija	319
Fizikalna kemija	320
Analitička kemija	321
Opisi kolegija s osnovnom literaturom	321
Biološki osjek	347
Molekularna i stanična biologija	347
Ekologija	349
Fiziologija i imunologija	351
Biolška antropologija	352
Toksikologija	353
Opisi kolegija s osnovnom literaturom	354
Geološki odsjek	411
Regionalna geologija, Paleontologija i biostratigrafija,	414
Mineralogija i petrologija	
Opisi kolegija s osnovnom literaturom	415
Korisna adrese	427
Naputak za prijavu teme magistarskog rada	428
Naputak za prijavu teme doktorske disertacije	429
Geografski odsjek	431
Geografske osnove prostornog planiranja i uređenja	431

Uvod

Poveljom kralja Leopolda I. od 23.9.1669. godine bio je odobren trogodišnji visokoškolski studij na već postojećoj Isusovačkoj višoj školi u Zagrebu, na kojem su se s vremenom razvili studiji filozofije, prava i teologije.

Odlukom Hrvatskog sabora i potvrdom kralja i cara Franje Josipa I, 5.1.1874. stupio je na snagu Zakon o osnivanju Sveučilišta u Zagrebu. Na svečanom otvorenju Sveučilišta, 19.10.1874. ban Ivan Mažuranić imenovao je za rektora dr. Matiju Mesića. Taj datum znači početak organiziranog znanstveno-nastavnog rada na Sveučilištu u Zagrebu. Tada su bili formirani su Pravni, Mudroslovni (kasnije Filozofski) i Bogoslovni fakultet.

Na Prirodoslovno-matematičkom odjelu Mudroslovnog fakulteta započela je nastava iz grupe prirodoslovnih i matematičkih predmeta predavanjima profesora Gjura Pilara 21.4.1876, pa je 21. travanj proglašen DANOM PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA.

Uredbom Vlade NR Hrvatske, 8.6.1946. osnovan je Prirodoslovno-matematički fakultet na Sveučilištu u Zagrebu, izdvajanjem katedri i njihovog osoblja iz tadašnjeg Filozofskog fakulteta.

Današnji Prirodoslovno-matematički fakultet obuhvaća 7 odsjeka, 25 zavoda, 2 računalna centra, seizmološku službu, mareografsku postaju, 2 meteorološke postaje, službu točnog vremena i Botanički vrt.

U akademskoj godini 2003./2004. na Fakultetu je bilo upisano 3985 studenata. Na PMF-u danas radi 138 redovitih i izvanrednih profesora te docenata, 38 predavača, asistenata i stručnih suradnika, 113 znanstvenih novaka, 44 tehničara, veći broj pratećeg osoblja Botaničkog vrta, seizmološke službe, mareografske i meteorološke postaje, službe točnog vremena, te zajedničkih službi i dekanata. Među profesorima Prirodoslovno-matematičkog fakulteta ima značajan broj članova Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti i to 18 redovitih članova, 11 članova suradnika i 1 dopisni član.

Godine 1988. započeta je gradnja novih zgrada Prirodoslovno-matematičkog fakulteta na Horvatovcu. Do sada su završene zgrade Geofizike, Fizike i Kemije te zajednička zgrada Kemije i Biologije. Zgrade Biologije, Geologije, Geografije i Dekanata početak će se graditi tijekom akademske godine 2004./2005. godine.



1.

Organizacija Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Prirodoslovno-matematički fakultet obuhvaća 7 strukovnih odsjeka:

1. MATEMATIČKI ODSJEK
2. FIZIČKI ODSJEK
3. KEMIJSKI ODSJEK
4. BIOLOŠKI ODSJEK
5. GEOLOŠKI ODSJEK
6. GEOGRAFSKI ODSJEK
7. GEOFIZIČKI ODSJEK

Fakultetom upravlja DEKAN i FAKULTETSKO VIJEĆE. Uz Dekana poslovlma od posebne važnosti bave se prodekani (za nastavu, za međunarodnu suradnju i praćenje Bolognskog procesa, za financije, te za ulaganja) i pomoćnik dekana za izgradnju. Stručne poslove obavljaju dekanatske službe na čelu s glavnim tajnikom.

Odsjekom upravljaju PROČELNIK, VIJEĆE ODSJEKA i ODSJEČKI KOLEGIJ. Vijeće odsjeka čine svi redoviti profesori, izvanredni profesori i docenti, predstavnici nastavnika i suradnika izabраниh u nastavna i suradnička zvanja te predstavnici studenata.

U sastavu odsjeka djeluju zavodi, laboratoriji, knjižnice i grupe za znanstveno-istraživački rad.

Uredi za studente:

za **MATEMATIČKI ODSJEK**

Bijenička cesta 30 (tel : 4680328)

e-mail: referada@math.hr

za **FIZIČKI I GEOFIZIČKI ODSJEK**

Bijenička cesta 32 (tel.: 4680033)

e-mail: referada@phy.hr

za **KEMIJSKI, GEOLOŠKI I GEOGRAFSKI ODSJEK**

Ulica kralja Zvonimira 8 (tel.:4611203, 4606623)

e-mail: referada@dekanat.pmf.hr

za **BIOLOŠKI ODSJEK**

Rooseveltov trg 6 (tel.:4877737)

e-mail: referada@biol.pmf.hr

1.1. Uprava, odsjeci i zavodi

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET (PMF) - DEKANAT

URL= <http://www.pmf.hr>

Zagreb, Ulica kralja Zvonimira 8., Tel.: 4606666

Ured dekana: Tel. 4606624, Fax: 4611048

e-mail: dekanat@dekanat.pmf.hr

- Dekan: prof. dr. sc. Ivan Vicković (do 30.9.2004.)
prof. dr. sc. Dragutin Feletar (od 1.10.2004.)
- Prodekan za nastavu: prof. dr. sc. Tihomir Marjanac (do 30.9.2004.)
- Prodekan za financije: prof. dr. sc. Dragutin Feletar (do 30.9.2004.)
- Prodekan za međunarodnu suradnju i praćenje Bolognskog procesa prof. dr. sc. Denis Sunko (do 30.9.2004.)
- Prodekan za ulaganja prof. dr. sc. Branko Kaitner (do 30.9.2004.)
- Glavni tajnik: Dijana Košak, dipl. iur.
- Mentor za kadete: prof.dr.sc. Tihomir Marjanac

MATEMATIČKI ODSJEK

URL= <http://www.math.hr>

Zagreb, Bijenička cesta 30., tel.: 4605777, fax: 4680335

Čelnik: prof. dr. sc. Robert Manger

pomoćnik za nastavu: doc. dr. sc. Aleksandra Čizmešija

pomoćnik za znanost: prof. dr. sc. Zoran Vondraček

e-mail: referada@math.hr

Zavod za algebru i osnove matematike

Predstojnik: prof. dr. sc. Andrej Dujella

Zavod za matematičku analizu

Predstojnik: prof. dr. sc. Boris Guljaš

Zavod za teoriju vjerojatnosti i matematičku statistiku

Predstojnik: prof. dr. sc. Hrvoje Šikić

Zavod za geometriju

Predstojnik: prof. dr. sc. Vladimir Volenc

Zavod za primijenjenu matematiku

Predstojnik: prof. dr. sc. Zvonimir Tutek

Zavod za numeričku matematiku i matematičku informatiku

Predstojnik: prof. dr. sc. Vjeran Hari

Zavod za topologiju

Predstojnik: prof. dr. sc. Šime Ungar

Katedra za metodiku nastave matematike i informatike

Predstojnik: doc. dr. sc. Sanja Varošaneć

Računski centar

doc. dr. sc. Goranka Nogo

FIZIČKI ODSJEK

URL: <http://www.phy.hr>

Bijenička cesta 32., tel.: 4605555, fax: 4680336

Pročelnik: prof. dr. sc. Anđelka Tonejc

e-mail: procelnik@phy.hr

Zavod za teorijsku fiziku

v.d. Predstojnik: prof. dr. sc. Slobodan Brant

Fizički zavod

Predstojnik: prof. dr. sc. Antonije Dulčić

Zavod za povijest, sociologiju i filozofiju znanosti

v.d. Predstojnik: prof. dr. sc. Tihomir Vukelja

KEMIJSKI ODSJEK

URL= <http://www.chem.pmf.hr>

Marulićev trg 19., tel. 4895500, fax: 4829958

Pročelnik: prof. dr. sc. Nikola Kallay

Pomoćnik pročelnika za studentska pitanja: prof.dr.sc. Hrvoj Vančik

e-mail: ko@chem.pmf.hr

Zavod za organsku kemiju, Strossmayerov trg 14., tel.: 4819280

Predstojnik: prof. dr. sc. Srđanka Tomić-Pisarović

Fizičko-kemijski zavod, Marulićev trg 19., tel. 4895500

Predstojnik: prof. dr. sc. Vladimir Simeon

Zavod za opću i anorgansku kemiju, Ul. kralja Zvonimira 8., tel : 4606673

Predstojnik: prof. dr. sc. Branko Kaitner

Zavod za analitičku kemiju, Strossmayerov trg 14., tel.: 4819283

Predstojnik: prof. dr. sc. Zlatko Meić

Zavod za biokemiju, Strossmayerov trg 14., tel.: 4819281

Predstojnik: prof. dr. sc. Ivana Weygand-Đurašević

BIOLOŠKI ODSJEK

URL= <http://zg.biol.pmf.hr>

Rooseveltov trg 6. tel.: 4877700, fax: 4826260

Pročelnik: prof. dr. sc. Ivan Habdija

Pomoćnik pročelnika za studentska pitanja: prof.dr.sc. Biserka Primc-Habdija

e-mail: uredbo@zg.biol.pmf.hr

Botanički zavod, Marulićev trg 20/II., tel.: 4877709

Predstojnica: prof. dr. sc. Branka Pevalek-Kozlina

Zoolojski zavod, Rooseveltov trg 6., tel.: 4877719

Predstojnik: prof. dr. sc. Mladen Kerovec

Zavod za animalnu fiziologiju, Rooseveltov trg 6., tel.: 4877735

Predstojnik: prof. dr. sc. Ivan Bašić

Zavod za molekularnu biologiju, Rooseveltov trg 6., tel.: 4877734

Predstojnica: prof. dr. sc. Marijana Krsnik-Rasol

GEOLOŠKI ODSJEK

URL= <http://geol.gfz.hr>

Ulica kralja Zvonimira 8., tel.: 4606649, fax: 4884960

Pročelnik: prof. dr. sc. Mladen Juračić

Pomoćnik pročelnika za studentska pitanja: doc.dr.sc. Damir Bucković

e-mail: geol.odsjek@geol.pmf.hr

Geološko-paleontološki zavod, Ulica kralja Zvonimira 8., tel : 4606649

Predstojnik: prof. dr. sc Zlatan Bajraktarević

Mineraloško-petrografski zavod, Horvatovac b.b./II., Tel.: 4605960

Predstojnik: doc. dr. sc. Darko Tibljaš

GEOGRAFSKI ODSJEK

URL= <http://www.pmf.hr/geografija/index.html>

Marulićev trg 19., tel.: 4895400, fax: 4895440

Pročelnik: prof. dr. sc. Zoran Curić

e-mail: zoran.curic@zg.tel.hr

Zavod za socijalnu geografiju, Marulićev trg 19.

Predstojnik: prof. dr. sc. Ivo Nejašmić

Zavod za fizičku geografiju, Marulićev trg 19.

Predstojnik: doc. dr. sc. Danijel Orešić

Zavod za regionalnu geografiju i metodiku, Marulićev trg 19.

Predstojnik: prof. dr. sc. Borna Fürst-Bjeliš

GEOFIZIČKI ODSJEK

URL= <http://www.gfz.hr>

Horvatovac b.b., tel.: 4605900, fax: 4680331

Pročelnik: prof. dr. sc. Marijan Herak

e-mail: herak@irb.hr

Geofizički zavod "Andrija Mohorovičić", Horvatovac b.b.

Predstojnik: prof. dr. sc. Marijan Herak

Seizmološka služba, Horvatovac b.b., tel.: 4605900

Voditelj: mr. sc. Vlado Kuk

1.2. Voditelji godišta ili smjerova

MATEMATIČKI ODSJEK

I. god.	Doc. dr. sc. Dražen Adamović
II. god.	Prof. dr. sc. Andrej Dujella
III. i IV. god. (inž. profil)	Doc. dr. sc. Miljenko Huzak
III. i IV. god. (prof. profil)	Doc. dr. sc. Mladen Vuković

FIZIČKI ODSJEK

dipl. inž. fizike

I.	Prof. dr. sc. Damir Bosnar
II.	Doc. dr. sc. Miroslav Požek
III. i IV.	Prof. dr. sc. Ivo Batistić
	Doc. dr. sc. Antun Tonejc

prof. fizike i kemije

I. i II.	Doc. dr. sc. Marijan Mileković
III. i IV.	Prof. dr. sc. Antun Rubčić

KEMIJSKI ODSJEK

I.	Prof. dr.sc. Marina Cindrić
II.	Prof. dr. sc. Antonija Hergold- Brundić
III.	Doc. dr. sc. Astrid Gojmerac-Ivšić
IV.	Prof. dr. sc. Zora Popović

GEOLOŠKI ODSJEK

prof. geologije i geografije

I. i II.	Doc. dr. sc. Alan Moro
III. i IV.	Doc. dr. sc. Ervin Mrinjek

dipl. Inž.geologije

I. i II.	Doc. dr. sc. Dražen Balen
III. i IV.	Dr. sc. Vladimir Tomić

GEOFIZIČKI ODSJEK

III.	Doc. dr. sc. Anton Marki
IV.	Prof. dr. sc. Davorka Herak

prof. fizike i politehnike,

prof. fizike i tehnike s informatikom

sve	Doc. dr.sc. Krešo Zadro
-----	-------------------------

prof. fizike, prof. matematike i fizike

I. i II.	Doc. dr. sc. Selma Supek
III. i IV.	Prof. dr. sc. Antun Rubčić

prof. fizike i informatike

sve god.	Doc. dr. sc. Nenad Pavin
----------	--------------------------

BIOLOŠKI ODSJEK

prof. biologije

sve god.	Doc. dr. sc. Nada Oršolić
----------	---------------------------

prof. biologije i kemije

sve god.	Doc. dr. sc. Zlatko Liber
----------	---------------------------

dipl. ing. biologije (mol. biol.)

sve god.	Doc. dr. sc. Srećko Jelinić
----------	-----------------------------

dipl.ing. biologije (ekologija)

sve god.	Doc. dr. sc. Mladen Kučinić
----------	-----------------------------

GEOGRAFSKI ODSJEK

I.	Doc. dr. sc. Aleksandar Toskić
II.	Doc. dr. sc. Danijel Orešić
III.	Doc. dr. sc. Milan Ilić
IV.	Prof. dr. sc. Zoran Curić

1.3. Voditelji terenske nastave

BIOLOŠKI ODSJEK:	Doc. dr. sc. Zlatko Mihaljević
GEOLOŠKI ODSJEK:	Mr. sc. Dražen Kurtanjek
GEOGRAFSKI ODSJEK:	Prof. dr. sc. Andrija Bognar

1.4. Povjerenstvo za metodiku nastave

Doc dr. sc. Draganja Mrvoš-Sermek	Doc. dr. sc. Sanja Varošaneć
Dr. sc. Gorjana Jerbić Zorc	Doc. dr. sc. Ines Radanović
Prof. dr. sc. Zoran Curić	Mr. sc. Dražen Kurtanjek

1.5. Povjerenstvo za nastavu

Prof. dr. sc. Tomislav Cvitaš	Prof. dr. sc. Stanko Popović
Prof. dr. sc. Miljenko Marušić	Prof. dr. sc. Vladimir Paar
Prof. dr. sc. Mirjana Kalafatić	Prof. dr. sc. Hrvoj Vančik
Prof. dr. sc. Dubravka Matković-Čalogović	Dr. sc. Zvezdana Bencetić-Klaić
Prof. dr. sc. Zoran Curić	Doc. dr. sc. Vlasta Čosović
Prof. dr. sc. Anđelka Plenković-Moraj	

1.6. ECTS koordinatori

MATEMATIČKI ODJEL	Doc. dr. sc. Aleksandra Čižmešija
FIZIČKI ODSJEK	Prof. dr. sc. Dubravko Klabučar
KEMIJSKI ODSJEK	Prof. dr. sc. Hrvoj Vančik
BIOLOŠKI ODSJEK	Doc. dr. sc. Zlatko Liber
GEOLOŠKI ODSJEK	Prof. dr. sc. Ladislav Palinkaš
GEOGRAFSKI ODSJEK	Prof. dr. sc. Borna Fürst-Bjeliš
GEOFIZIČKI ODSJEK	Doc. dr. sc. Snježana Markušić

1.7. Odbor za izgradnju

Prof. dr. sc. Nikola Sarapa	Prof. dr. sc. Branko Kaitner
Prof. dr. sc. Nikola Kallay	Prof. dr. sc. Slobodan Brant
Prof. dr. sc. Jasenka Sremac	Prof. dr. sc. Biserka Nagy
Mr. sc. Ivo Allegretti	Prof. dr. sc. Zoran Curić

2.

Nastava na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu

Nastava na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu odvija se u velikom broju predavaonica koje se nalaze u našim zgradama koje se, nažalost, nalaze na raznim mjestima u gradu. Za bolje snalaženje pomoći će Vam ovaj popis predavaonica i njihovih adresa. Kako se po redu predavanja nastava u istom danu odvija na nekoliko lokacija, potrebno je planirati i vrijeme za putovanje iz jedne predavaonice u drugu.

2.1. Lokacije predavaonica

Broj na karti	Oznaka	Adresa odsjeka, zavoda ili predavaonice	Zgrada, odsjek
1	1	Bijenička cesta 30.	Matematika
	2	Bijenička cesta 32.	Fizika
2	GF1	Horvatovac bb (I. kat)	Geofizika
	GF2	Horvatovac bb (I. kat)	
	MPZ1	Horvatovac bb (II. kat)	Mineraloško-petrografski zavod
	MPZ2	Horvatovac bb (II. kat)	
	MPZ3	Horvatovac bb (II. kat)	
3	9	Rooseveltov trg 6 (I. kat)	Biologija
	10	Rooseveltov trg 6 (II. kat)	
	14	Rooseveltov trg 6 (priz. desno)	
	C	Rooseveltov trg 6 (III. kat)	
	MB1	Rooseveltov trg 6 (polukat)	
	MB2	Rooseveltov trg 6 (polukat)	
4	6	Marulićev trg 19 (II. kat)	Geografija
	7	Marulićev trg 19 (II. kat)	Fizičko-kemijski zavod
	FKZ	Marulićev trg 19 (II. kat)	
5	8	Marulićev trg 20 (II. kat)	Biologija
6	11	Strossmayerov trg 14 (prizemlje)	Kemija
	ZOKS	Strossmayerov trg 14 (I. kat)	
7	12	Ulica kralja Zvonimira 8 (prizemlje)	Zavod za opću i anorgansku kemiju
	S	Ulica kralja Zvonimira 8 (III. kat)	
	12A	Ulica kralja Zvonimira 8 (II. kat)	Geološko-paleontološki zavod
8	13	Savska cesta 77 (prizemlje, lijevo)	Metodika nastave kemije
	PA	Savska cesta 77 (prizemlje, desno)	
9	BV	Marulićev trg 9a (Botanički vrt)	Biologija

*Preseljenjem u nove zgrade na Horvatovcu predavaonice **MB1**, **MB2**, **FKZ**, **8**, **11**, **ZOKS**, **12**, **S**, **13** i **PA** bit će prenamjenjene, a nastava će se održavati u novim prostorijama na Horvatovcu 102a.*

Važno!

Osim nastave koja se održava u predavaonicama i laboratorijima, dio nastave se odvija i na terenu. Nastavno zaduženje kabinetske nastave izražava se brojem sati predavanja i vježbi ili seminara tjedno, a terenske nastave brojem sati godišnje. Tako 30 sati nastave odgovara trodnevnom boravku na terenu.

Za rad u praktikumima i laboratorijima studenti moraju nabaviti potreban osobni pribor i odjeću (kute), a za rad na terenu adekvatnu terensku obuću, odjeću i osobni pribor, o čemu će biti detaljno informirani od predmetnih nastavnika i asistenata.

Vrijeme održavanja nastave oglašava se na oglasnim pločama odsjeka i pripadajućih zavoda, gdje se ističe RED PREDAVANJA, odnosno raspored sati.

Upozoravamo studente da je pohađanje nastave obvezno i da se o njihovoj prisutnosti vodi evidencija. Nastavnik potpisom u indeksu potvrđuje da je student pohađao nastavu i ispunio svoje obveze predviđene planom i programom predmeta. Uskraćivanje potpisa pred studenta stavlja obvezu da sljedeće godine mora ponovo upisati i odslušati taj kolegij, odnosno ponovo izraditi sve vježbe i zadatke.

Terenska nastava se u pravilu održava krajem svibnja i početkom lipnja, premda pojedini nastavnici mogu pristupiti njenom izvođenju i u drugom, za sadržaj predmeta povoljnijem vremenu. Sudjelovanje u terenskoj nastavi je obvezno, a izostanci se moraju nadoknaditi sljedeće godine!

Za rješavanje svih nedoumica i upite, upućujemo studente da se jave svojem voditelju godišta kojeg trebaju upoznati s teškoćama i problemima na koje nailaze, i zatraže savjet, odnosno pokretanje nužnih postupaka da se eventualni problem riješi na vijeću matičnog odsjeka.

Red predavanja nalazi se na oglasnim pločama ODSJEKA, pojedinih ZAVODA i u UREDIMA ZA STUDENTE.

Sve obavijesti za studente oglašavaju se na oglasnim pločama ODSJEKA i ZAVODA, te u DEKANATU, a pojedini odsjeci ističu obavijesti i na svojim Web-stranicama.

Pravila studiranja određena su Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, Statutom sveučilišta u Zagrebu, Statutom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i Pravilnicima pojedinih odsjeka.

2.2. Kalendar nastave za akademsku godinu 2004./2005.

rok za upis u višu godinu		1.10.2004.
Izvanredni (dekanski) ispitni rok	1.10.2004.	8.10.2004.
nastava	11.10.2004. -	31.01.2005.
1. izvanredni ispitni rok	29.11.2004. -	3.12.2004.
božićni i novogodišnji blagdani	21.12.2004. -	6.01.2005.
zimski ispitni rok	1.02.2005. -	28.02.2005.
rok za ovjeru zimskog semestra i upis u ljetni semestar		28. 02. 2005.
nastava	1.03.2005. -	15.06.2005.
2. izvanredni ispitni rok	18.04.2005. -	22.04.2005.
terenska nastava (okvirni termin)	1.06.2005. -	14.06.2005.
ljetni ispitni rok	15.06.2005. -	15.07.2005.
jesenski ispitni rok	1.09.2005. -	30.09.2005.
rok za ovjeru ljetnog semestra i upis u višu godinu		30.09. 2005.
početak nastave u akad. god. 2005. / 2006.		3.10.2005.

Pozor!

Kalendar nastave je podložan promjeni ukoliko Sveučilište donese odgovarajuću odluku.

3.

Pravila studiranja na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu

3.1. Izvod iz Statuta Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

4. Studenti

Članak 83.

Status studenta stječe se upisom na studij, a dokazuje indeksom ili drugom studentskom ispravom.

Članak 84.

Student je dužan ispunjavati svoje akademske obveze određene nastavnim planom i programom studija koji je upisao, ovim Statutom i Pravilnikom o studiju.

Članak 85.

Pravo upisa na Fakultet u prvu godinu studija imaju pod jednakim uvjetima utvrđenim zakonom, svi pristupnici unutar broja utvrđenoga za upis redovitih studenata koji su završili srednju školu u trajanju od najmanje četiri godine.

Pravilnikom o studiju utvrđuje se koja srednja škola je odgovarajuća za upis na studij te uvjeti upisa za pristupnike koji nemaju odgovarajuću srednju školu iz stavka 1. ovoga članka.

Studenti se upisuju na Fakultet na temelju javnoga natječaja i obavljenoga razredbenoga (klasifikacijskoga) postupka, a prema kapacitetu Fakulteta.

Odluku o raspisivanju natječaja za upis studenata na Fakultet donosi Senat uz prethodno mišljenje Rektorskoga zbora i Ministarstva, uz suglasnost Fakulteta i odsjeka.

Članak 86.

Izbor između pristupnika obavlja se putem razredbenog (klasifikacijskog) postupka, a izuzetno, u slučaju nepopunjavanja broja mjesta za upis studenata odobrenih od strane Ministarstva znanosti i tehnologije, na temelju odluke vijeća odsjeka, izbor između pristupnika može se obaviti i bez provođenja razredbenog postupka samo na temelju uspjeha pristupnika u srednjoj školi.

Pristupnik stječe pravo upisa na Fakultet prema postignutim bodovima u razredbenome postupku.

Članak 87.

Student može samo jedanput ponovno upisati istu godinu studija uz potporu Ministarstva znanosti i tehnologije.

Status redovitog studenta, koji studira uz potporu Ministarstva ima student za vrijeme propisanoga trajanja studija, a najduže za vrijeme koje je za trećinu duže od propisanoga trajanja studija, odnosno do kraja školske godine u kojoj taj rok istječe.

Polaznik koji je izgubio status redovitog studenta iz prethodnoga stavka ovoga članka ima pravo završiti započeti studij uz osiguravanje naknade troškova studija prema posebnoj odluci koju donosi dekan na prijedlog Fakultetskog predmeta.

Ukupno trajanje studiranja ne može iznositi više od osam godina, u koje se vrijeme ne računa vrijeme mirovanja obveza redovitih studenata osim u izuzetnim slučajevima, a na temelju posebne odluke vijeća odsjeka.

Članak 88.

Student stječe pravo upisa u višu godinu studija ako je ispunio sve obveze utvrđene nastavnim planom i programom u skladu s ovim Statutom i Pravilnikom o studiju.

Studentu se može odobriti upis predmeta iz više godine studija u skladu s ovim Statutom, nastavnim planom i programom i Pravilnikom o studiju.

Pravilnik o studiju donosi dekan na prijedlog Fakultetskoga vijeća, u skladu sa Statutom Sveučilišta.

Članak 89.

Obveze redovitoga studenta miruju za vrijeme služenja vojnoga roka, za vrijeme trudnoće studentice i do godine dana starosti djeteta, za vrijeme duže bolesti te u drugim opravdanim slučajevima prekida studija.

Mirovanje obveza studentima iz prethodnoga stavka ovoga članka odobrava pročelnik odsjeka, temeljem pismene molbe studenta i vjerodostojne dokumentacije.

Članak 90.

Svaki student Fakulteta ima pravo na voditelja iz redova nastavnika i suradnika koji mu savjetom pomaže u studiju, a posebno u izboru predmeta.

Student ima pravo na odluku ili postupak kojim je nezadovoljan uložiti priziv dekanu Fakulteta.

Članak 91.

Uvjete za prijelaz s jednoga programa studija na drugi unutar Sveučilišta ili za prijelaz s drugoga visokoga učilišta za svaki pojedini slučaj određuje vijeće onog odsjeka koji izvodi studij na koji student prelazi, a na osnovi obrazložene molbe studenta.

Mogućnost prijelaza s jednoga programa studija na drugi unutar Fakulteta mogu ostvariti studenti prema uvjetima koje utvrđuje vijeće onoga odsjeka koji izvodi studij na koji student želi prijeći. O prijelazu s jednog programa studija na drugi unutar Fakulteta odlučuje pročelnik dotičnoga odsjeka na temelju obrazložene zamolbe studenta.

Članak 92.

Status studenta prestaje:

kad student završi studij

kad se ispiše s Fakulteta

kad se ne upiše u višu ili istu godinu studija

kad je isključen sa studija na temelju odluke u stegovnom postupku

kad ne završi studij u roku utvrđenom ovim Statutom

ako ne zadovolji uvjete studija propisane Statutom Sveučilišta, ovim Statutom i Pravilnikom o studiju

na druge načine utvrđene Pravilnikom o studiju

Studentu koji je izgubio status redovitog studenta jer se nije upisao u slijedeću školsku godinu može se odobriti nastavak studija uz plaćanje troškova studija prema odluci koju donosi dekan na prijedlog Fakultetskog predmeta.

Članak 93.

Studenti su dužni: čuvati ugled i dostojanstvo Sveučilišta i Fakulteta pridržavati se kodeksa ponašanja u akademskim i neakademskim pitanjima u skladu sa Statutom Sveučilišta, ovim Statutom i Pravilnikom o studiju

prisustvovati predavanjima, vježbama, seminarima i drugim vidovima nastave prema utvrđenim izvedbenim planovima i programima obaviti sve praktične vježbe, seminarske radove i terensku nastavu propisanu nastavnim planom i programom.

Članak 94.

U slučaju povrede kodeksa ponašanja protiv studenta se pokreće stegovni postupak.

Postupak i mjere određuje Sveučilište posebnim pravilnikom. Najmanja je izrečena mjera javna opomena, a najveća trajno isključenje sa Fakulteta.

5. Nastava

Članak 95.

Fakultet ustrojava i izvodi sveučilišne dodiplomske studije iz područja prirodnih znanosti.

Uz predmete struke ili struka, studij za obrazovanje nastavnika uključuje pedagoške i metodičke predmete.

U obrazovanju dvopredmetnih nastavnika Fakultet može surađivati i s drugim fakultetima. Studij za obrazovanje inženjera pojedinih struka osposobljava studenta za visokostručni rad i priprema ga za poslijediplomski studij.

Članak 96.

Nastavne planove dodiplomskih studija predlažu nadležna vijeća odsjeka, a donosi Fakultetsko vijeće.

Nastavne programe donosi sveučilišni Senat na prijedlog Fakultetskog vijeća. Fakultetsko vijeće utvrđuje nastavni program na temelju prijedloga vijeća odsjeka. Prijedloge programa dvopredmetnih studija podnose vijeća obaju nadležnih odsjeka.

Članak 97.

Prije početka svake akademske godine vijeće odsjeka imenuje studentske voditelje iz redova viših asistenata, docenata ili izvanrednih profesora, za svaki nastavni profil i za svaku godinu studija. Za nastavne profile s malim brojem upisanih studenata, vijeće odsjeka može imenovati jednog studentskog voditelja.

Studentski voditelj je dužan jedanput mjesečno održati sastanak sa studentima pojedine godine, a jedan sat svakoga tjedna stajati studentima na raspolaganju i raspraviti njihove probleme.

Za studente dvopredmetnih nastavničkih profila, voditelja dogovorno imenuju vijeća odsjeka obaju struka. Ako vijeća odsjeka ne postignu dogovor o imenovanju voditelja, o imenovanju voditelja odlučuje Fakultetsko vijeće.

Voditelji studenata obvezni su prisustvovati sjednicama vijeća odsjeka (jednoga, odnosno obaju) te izvještavati o svome radu i o studentskim problemima.

Članak 98.

Nastava na dodiplomskom studiju izvodi se u obliku predavanja, vježbi, seminara, praktikuma i terenske nastave.

Broj nastavnih sati određuje se semestralno i tjedno, a mora biti u skladu sa zakonom i sveučilišnim propisima. Ako se terenska nastava izvodi tijekom semestra, moraju se nadoknaditi propuštena predavanja i vježbe kako bi se iz svih predmeta ispunio predviđeni semestralni broj sati nastave.

Članak 99.

Nastavu izvode nositelji predmeta. Izvođenje nastave uključuje brigu oko nastavnog programa i sadržaja predmeta, organiziranje nastave, pripremu predavanja, održavanje seminara, održavanje vježba i terenske nastave te ispitivanje i ocjenjivanje studenata.

Izuzetno, u slučaju opravdane potrebe i nedostatka drugih mogućnosti, vijeće odsjeka može izvođenje nastave povjeriti na određeni kraći rok (jedan ili dva semestra) suradnicima i znanstvenim radnicima koji su za taj posao osposobljeni. Za nadzor i pomoć pri izvođenju nastave u takovim slučajevima određuje se jedan od iskusnijih nastavnika.

Članak 100.

Student se mora prvoga tjedna nastave u svakom semestru prijaviti i osobno predstaviti nastavniku svakoga predmeta. Nastavnik može od studenta tražiti ispunjavanje evidencijskoga lista za određeni kolegij.

Nastavnik potvrđuje prijavu potpisom u odgovarajuću rubriku indeksa.

Uredno pohađanje nastave potvrđuje se drugim potpisom nastavnika nakon završetka semestra i nakon provjere podataka o prisustvovanju nastavi. U pravilu se smatra da uredno pohađa nastavu student koji je izostao s manje od dvadeset posto sati nastave nekoga predmeta.

Članak 101.

Predavanja su oblik nastave kojim se izlaže gradivo i uvodi studente u proučavanje toga predmeta. Predavanja eksperimentalnih disciplina, posebice u prvoj godini studija, mogu biti popraćena izvođenjem pokusa.

Nastavnik može voditi evidenciju o pohađanju predavanja te uskratiti drugi potpis studentu koji nije uredno pohađao predavanja.

Članak 102.

Vježbe su oblik nastave u kojem asistent ili nastavnik s manjim skupinama studenata dopunjuje gradivo s predavanja te pridonosi razumijevanju i primjeni toga znanja rješavanjem zadataka ili na drugi prikladan način. U tome nastavnome obliku studenti su dužni aktivno sudjelovati.

O pohađanju vježba, kao i o uspjehu svakog pojedinog studenta, vodi se točna evidencija. Smatra se da je student uredno pohađao vježbe ako je izostao s manje od 20 posto nastave.

Članak 103.

Seminarski su radovi samostalne studentske obrade pojedinih tema iz tekuće znanstvene literature uz obvezatni pismeni i po nahodjenju nastavnika usmeni prikaz zadane teme.

Seminarski rad mora biti napisan hrvatskim književnim ili u dogovoru s nastavnikom, nekim svjetskim jezikom po uobičajenim pravilima pojedine struke. Ocjena seminarskoga rada unosi se u indeks.

Student je dužan održati ili predati barem dva seminarska rada tijekom studija. Svaki seminarski rad mora biti iz druge poddiscipline, a kod dvopredmetnih studija barem jedan mora biti iz discipline izvan glavnog studentova interesa. Seminar u četvrtoj godini može predstavljati uvod u diplomski rad ako se održi ili preda prije početka izrade diplomskog rada.

Seminarski se rad pohranjuje u studentskome dosjeu i ponovno razmatra prilikom polaganja diplomskoga ispita.

Članak 104.

Praktikumi i terenska nastava su nastavni oblik u kojemu studenti, pojedinačno ili u manjim skupinama, sami izvode mjerenja i praktične vježbe svojstvene određenoj disciplini ili kolegiju.

Za pristup u određeni praktikum mogu se nastavnim planom propisati uvjeti, kao što je položeni ispit iz značajnog predmeta prethodne godine, pismena provjera nužnoga predznanja ili oboje.

Student je dužan uspješno završiti sve predviđene praktične vježbe što mu se priznaje nastavničkim potpisom u indeks. U suprotnom u indeks mu se upisuje "mora ponovno upisati".

Nastavnim se planom određuje polaže li se na kraju praktikuma praktični ispit, teorijski pismeni ispit ili oboje. U konačnu ocjenu studentova rada u praktikumu ulaze neposredne ocjene pojedinih vježba s najmanje 50 posto, što se odnosi i na terensku nastavu.

Članak 105.

Po završetku semestralne nastave student je dužan ovjeriti semestar.

Ovjeravanjem semestra studentu se priznaje da je ispunio sve obveze protekloga semestra. Ako obveze iz bilo kojega predmeta nije ispunio, u indeks se unosi žig "treba ponovo upisati".

5.1. Ispiti

Članak 106.

Studentovo se znanje provjerava i ocjenjuje tijekom nastave, a konačna se ocjena utvrđuje na ispitu.

Tijekom nastave studentovo se znanje provjerava i ocjenjuje pismenim testovima ili kolokvijima u skladu s nastavnim planom.

Ako je ocjena na ispitu prolazna, kod konačne ocjene nastavnik uzima u obzir i ocjene tijekom nastave. Konačna ocjena unosi se u indeks i prijavnicu.

Članak 107.

Ispitni su rokovi redovni i izvanredni.

Redovni su ispitni rokovi zimski, ljetni i jesenski.

Redovni rokovi traju četiri tjedna unutar kojih svaki nastavnik daje dva ispitna termina u razmaku od barem 15 dana.

Izvanredni ispitni rokovi održavaju se u vremenu utvrđenom Redom predavanja, a traju pet dana s jednim ispitnim terminom za svaki ispit.

Točan raspored održavanja ispita za sve studentske godine i sve ispitne rokove objavljuje se na početku školske godine, a određuju ga studentski voditelji dogovorno.

Članak 108.

Ispitu iz pojedinog predmeta može pristupiti student koji ima nastavnikov potpis kojim se potvrđuje uredno pohađanje nastave.

Student prijavljuje polaganje ispita prijavnicom koju ovjerava u uredu za studente najkasnije osam dana prije početka ispitnoga roka.

Ako student ne može pristupiti prijavljenomu ispitu, dužan je objavit ispit najmanje 24 sata prije početka ispita. Ispit započinje uručenjem pismenoga testa studentu, odnosno postavljanjem prvoga pitanja na usmenome ispitu.

Članak 109.

Uspjeh na ispitu izražava se prolaznim ocjenama izvrstan (5), vrlo dobar (4), dobar (3), dovoljan (2) i neprolaznom ocjenom nedovoljan (1).

Prolazna se ocjena upisuje u indeks i prijavnicu, a neprolazna ocjena samo u prijavnicu.

Članak 110.

Ispiti mogu biti teorijski i praktični, a polažu se pismeno, usmeno, pismeno i usmeno ili izvedbom praktičnoga rada.

Pismeni ispiti traju najdulje tri sata.

Rezultati pismenoga ispita objavljuju se najkasnije tri radna dana nakon ispita, kada se objavljuje i raspored usmenih ispita, odnosno unošenja ocjena pismenoga ispita u indeks.

Student ima pravo uvida u svoj pismeni ispit.

Ispitivanje pojedinoga studenta na usmenome ispitu može trajati najduže jedan sat.

Usmeni su ispiti javni.

Članak 111.

Student koji nije zadovoljan postignutom ocjenom može u roku od 24 sata nakon priopćenja ocjene pismeno tražiti da se ispit ponovi pred povjerenstvom. Zahtjev za ponavljanje ispita mora biti obrazložen i podnosi se dekanu Fakulteta.

Dekan je, a u njegovoj odsutnosti prodekan za nastavu, dužan najkasnije u roku od 24 sata od primitka zahtjeva, ako ocjeni da je zahtjev osnovan, imenovati predsjednika i dva člana

povjerenstva, s time da jedan član povjerenstva mora biti iz drugoga nastavnoga predmeta izvan zavoda prvobitnoga ispitivača, a ispitivač s čijom ocjenom student nije bio zadovoljan ne može biti predsjednik. Kod studenata drugoga odsjeka treći član mora biti sa studentovoga matičnoga odsjeka.

Dekan, a u njegovoj odsutnosti prodekan za nastavu, određuje vrijeme polaganja ispita u roku od tri dana od podnošenja studentova zahtjeva.

Povjerenstvo će ponovo ocijeniti pismeni ispit ili će po potrebi provesti usmeni ispit, a odluku o ocjeni donosi većinom glasova. Na ocjenu nastavnčkoga povjerenstva ne može se ulagati žalba. Ocjenu u indeks unosi nositelj predmeta.

Članak 112.

Ispit se iz istoga predmeta može polagati najviše četiri puta. Četvrti se put ispit polaže pred nastavnčkim povjerenstvom koje se imenuje na način utvrđen u prethodnom članku ovoga Statuta. Taj se ispit polaže u redovitome ispitnome terminu.

Povjerenstvo ocjenjuje sve dijelove ispita (npr. pismeni, usmeni i praktični) i donosi zajedničku odluku o ocjeni. Na ocjenu nastavnčkog povjerenstva ne može se ulagati žalba. Prijavnicu potpisuju svi članovi povjerenstva. Ako je ocjena prolazna, u indeks je unosi predmetni nastavnik.

Student koji četvrti put nije položio ispit iz istog predmeta obvezan je u sljedećoj školskoj godini ponovo upisati taj predmet. Ako student i nakon ponovljenog upisa istoga predmeta ne položi ispit na način utvrđen u stavku 1. ovoga članka, gubi pravo studiranja na istom studiju.

5.2. Završetak studija

Članak 113.

Diplomski studij završava izradom diplomskoga rada i polaganjem diplomskoga ispita.

Članak 114.

Student prijavljuje temu diplomskoga rada u sedmom semestru studija. Prije prijave teme student se dužan posavjetovati sa studentskim voditeljem.

Temu diplomskoga rada odobrava vijeće odsjeka prema studentovoj pismenoj molbi i imenuje voditelja diplomskoga rada.

Vijeće odsjeka nastoji da raspored diplomanata među zavodima i nastavnicima bude ravnomjeran.

Voditelji su diplomskih radova nastavnici u znanstveno-nastavnim zvanjima. Izuzetno se vođenje diplomskoga rada može povjeriti znanstvenim djelatnicima. U slučaju kada je voditelj diplomskoga rada znanstveno-nastavni ili znanstveni djelatnik neke druge ustanove, imenuje se nastavnik u znanstveno-nastavnome zvanju sa Fakulteta kao suvoditelj. Voditeljima diplomskih radova mogu pomagati suradnici kao neposredni voditelji diplomskih radova.

Članak 115.

Diplomski rad u svim strukama u kojima je to moguće obuhvaća teorijski te eksperimentalni ili terenski istraživački rad. Opseg je toga rada oko tri mjeseca svakodnevnoga intenzivnoga istraživačkoga rada.

Rezultate svoga rada student piše u obliku diplomskoga rada. Diplomski rad mora biti napisan jasno i sažeto književnim hrvatskim jezikom ili iznimno po odobrenju vijeća odsjeka nekim svjetskim jezikom, te mora imati elemente i oblik znanstvenoga rada prema standardima pojedine struke.

Članak 116.

Pošto je položio sve propisane ispite i napisao diplomski rad, student podnosi molbu za ocjenu rada i polaganje diplomskog ispita.

Vijeće odsjeka, na prijedlog studentskoga voditelja, imenuje tročlano povjerenstvo za diplomski ispit. Isto povjerenstvo ocjenjuje i diplomski rad. Ako je ova ocjena prolazna student može pristupiti javnom diplomskom ispitu.

Diplomski ispit obuhvaća izlaganje diplomskog rada, obranu rada i ispitivanje gradiva iz struke. Za studente dvopredmetnih nastavničkih profila članove povjerenstva za diplomski ispit imenuju vijeća odsjeka obaju struka.

Članak 117.

Povjerenstva iz prethodnog članka ovog Statuta, nakon završenog izlaganja diplomskog rada i diplomskog ispita, ocjenjuju uspjeh na ispitu.

Ako student nije položio diplomski ispit, postupak se ponavlja u roku ne kraćem od mjesec dana pred povjerenstvom koje se povećava na pet članova. Kod dvopredmetnih nastavničkih studija broj članova povjerenstva povećava se po jednim nastavnikom iz svake struke.

Ukupna ocjena uspješnosti u studiranju određuje se prema srednjoj ocjeni ispita položenih tijekom studija, ocjeni diplomskoga rada i ocjeni diplomskoga ispita.

Članak 118.

Kandidatu koji je položio diplomski ispit izdaje se diploma ovjerena dekanovim potpisom i suhim žigom Fakulteta.

Diplome se uručuju na svečanoj promociji.

Članak 119.

Od izrade diplomskoga rada može se izuzeti izvrstan student koji je studirao četiri godine bez gubitka semestra, ako mu je prihvaćen samostalni znanstveni rad i ako prema Pravilniku o poslijediplomskome studiju odmah nastavlja taj studij.

Ovo je izvadak iz Statuta Prirodoslovno-matematičkog fakulteta koji je donesen i prihvaćen u lipnju 2003. godine. Neke odredbe biti će tijekom 2004. godine preformulirane u skladu s novim Statutom Sveučilišta i novim Zakonom o visokom obrazovanju i znanstvenoistraživačkoj djelatnosti.

3.2. Diplomski rad

Studenti odabiru temu ili područje diplomskog rada u sedmom semestru u dogovoru s potencijalnim mentorom, ili voditeljem godišta. Studenti predaju matičnom odsjeku Zamolbu za prihvrat teme diplomskog rada, koju razmatra Vijeće odsjeka. Teme diplomskih radova prihvaćaju se na sjednici Vijeća odsjeka, i tom se prilikom imenuje mentor odnosno voditelj. Voditelj diplomskog rada mora biti stalni ili naslovni nastavnik PMF-a u zvanju docenta ili višem. Ako se eksperimentalni dio diplomskog rada izvodi u laboratoriju ustanove izvan PMF-a, student također mora imati voditelja iz te institucije u zvanju stalnog ili naslovnog docenta ili znanstvenog suradnika ili u višem zvanju. Nakon odobrenja teme i imenovanja mentora, student je dužan u indeks upisati ime voditelja.

Studenti koji dio eksperimentalnog rada izvode na terenu, mogu od matičnog odsjeka dobiti pismenu potvrdu o upućivanju na teren. Ukoliko tema rada iziskuje odobrenja za pristup laboratorijima, bibliotekama, zaštićenim područjima ili Nacionalnim parkovima, u koje nije dozvoljen slobodan pristup, diplomandi moraju zatražiti potrebna odobrenja putem matičnog odsjeka. Diplomski rad mora biti napisan prema pravilima svake struke, a pisane upute mogu se dobiti na matičnim odsjecima i njihovim web-stranicama. Gotov diplomski rad predaje se matičnom odsjeku uz zamolbu za pokretanje postupka za ocjenu i obranu. Povjerenstvo za obranu bira vijeće odsjeka, a obrana može biti najranije 7 dana nakon imenovanja povjerenstva.

Diplomski ispit je javan, i oglašava se na odsječkim oglasnim pločama. O postavljenim pitanjima i postupku obrane diplomskog rada vodi se zapisnik. Nakon uspješne obrane i položenog diplomskog ispita student može dobiti privremenu potvrđnicu o diplomiranju, kojom ostvaruje sva stečena prava do izdavanja diplome.

Promocije:

Na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu promocije se održavaju 2. ili 3. petak u mjesecu s početkom u 17 sati, u zgradi Fizike, Bijenička cesta 32.



3.3. Bolognska deklaracija i ECTS

Približavanje europskim standardima u visokoškolskom obrazovanju

Jedan od glavnih ciljeva programa ERASMUS (European Union Action Scheme for Mobility of University Students) je promovirati priznavanje diploma unutar Europske Unije kako bi se omogućilo slobodno kretanje studenata među zemljama članicama. U okviru ovog programa, uveden je projekt ECTS (European Credit Transfer System) akademske godine 1989./1990. kao 6-godišnji pilot projekt u 145 visokoobrazovnih institucija.

Projekt je u međuvremenu prihvaćen u velikom broju europskih visokoškolskih institucija, a Sveučilište u Zagrebu ga je prihvatilo na sjednici Senata 1999. godine. Nakon što je Hrvatska 2001. pristupila Bolognskoj deklaraciji, ECTS bodovni sustav postaje instrument harmonizacije visokog školstva u Republici Hrvatskoj. Ovaj sustav nije samo bodovni sustav nego je to sustav prijenosa bodova, što omogućava studentima organizirano i na jednostavan način, odlazak na studij u trajanju od jednog ili dva semestra u neku instituciju sličnu onoj na kojoj već studira. To znači da se na temelju uzajamnog povjerenja srodnih institucija i dobre informiranosti, studentima na bazi reciprociteta omogućava upoznavanje vlastite struke, ali s aspekta nekog drugog visokog učilišta ili čak neke druge kulture u nekoj drugoj zemlji.

ECTS je decentralizirani sustav temeljen na načelima uzajamnog povjerenja među visokoškolskim ustanovama koje taj sustav prihvate. Da bi se osiguralo očekivano povjerenje, i olakšala mobilnost studenata i završenih stručnjaka, ustanovljeno je nekoliko pravila i dokumenata koje svaka participirajuća ustanova treba donijeti i poštivati. To su **informacijski paket** (Vodič za studente za pojedini studijski program), **trilateralni Ugovor o učenju** (podpisan od strane zainteresiranog studenta, matične visokoškolske institucije i institucije na kojoj će student gostovati), **Prijepis ocjena** (koji zajedno s Ugovorom o učenju omogućava brzo priznavanje postignutog obrazovanja), i **Suplement diplomi** (koji daje podpuni i nedvosmisleni uvid u postignutu razinu završenog obrazovanja).

Ključni element ECTS bodovnog sustava je koeficijent opterećenja studenta ili kraće "bod". To je broj koji pokazuje opterećenje studenta u jednom semestru, a ukupno opterećenje je izraženo s 30 bodova u jednom semestru. Naime, postavljeno je da svaki studijski program, bez obzira na vrlo visoku ili vrlo nisku kvalitetu, bude bodovan s 30 bodova u svakom semestru. Postignutih 30 bodova u jednom semestru znači da je student zadovoljio norme lokalnog visokog učilišta i studijskog programa kojega je upisao. Ovisno o kvaliteti pojedinog studijskog programa i samog studenta, omogućena je mobilnost tog studenta, tj. može mu se odobriti privremeni nastavak studija na nekom drugom visokom učilištu u zemlji ili inozemstvu. Bodovi uz pojedini kolegij pripisuju se studentu tek nakon što je uspješno položio ispit iz tog predmeta i zadovoljio sve zahtjeve koji su navedeni u Informacijskom paketu.

ECTS koordinator osigurava provođenje načela i mehanizama ECTS-a. Fakultetski povjerenik ECTS koordinatora, veza je između studenata i nastavnika na fakultetu, bavi se sasvim praktičnim aspektima provođenja ECTS-a i djeluje kao studentski savjetnik. On studentima pruža informacije o partnerskim institucijama, pomaže im ispuniti obrazac za prijavu studiranja na partnerskom visokom učilištu, objašnjava postupak akademskog priznavanja predmeta položenih na partnerskom visokom učilištu i pomaže razumijevanju ostalih dokumenata. Komunikacija između matične institucije i institucije domaćina koja prihvaća studenta, provodi se izključivo preko ECTS koordinatora uz pomoć fakultetskog povjerenika.

Rektorski zbor visokoškolskih institucija u Republici Hrvatskoj prihvatio je 2001. sve norme tog sustava kako bi u trenutku integracije naših sveučilišta i veleučilišta u ERASMUS program, bila omogućena dvosmjerna i reciprocitetna mobilnost studenata.

Za očekivati je da će nadležne državne i visokoškolske službe osigurati provođenje ERASMUS programa u okviru prilagođavanja naših zakona u svrhu pridruživanja Hrvatske Europskoj Uniji. Tek će na taj način u potpunosti biti mogući primjena ECTS bodovnog sustava koji se za sada provodi eksperimentalno na nekoliko studijskih programa na Sveučilištu u Zagrebu.

U svrhu približavanja europskim standardima u visokoškolskom obrazovanju, na PMF-u se kontinuirano vodi briga o suvremenosti studijskih programa. Stoga je Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu mogao i želio poslužiti kao probna ustanova, pa je već akad. god. 1999./2000. u svoj Red predavanja koji predstavlja početni oblik Informatičkog paketa uključio studijske programe s ECTS koeficijentima opterećenja. Na našem fakultetu već je 1998. razvijen Suplement diplomi koji olakšava završenim studentima priznavanje njihovih diploma u slučaju nastavka usavršavanja u inozemstvu. Također su razvijeni i ostali dokumenti relevantni za provođenje Bolognskog procesa.

U daljnjim nastojanjima oko usklađenosti s europskim standardima u visokoškolskom obrazovanju, PMF pregovara o suradnji s više sveučilišta, kako bi se omogućila recipročna mobilnost studenata u okvirima Bolognskog procesa. S obzirom da se Hrvatska opredijela za harmonizaciju visokog školstva, naši nastavnici su vrlo aktivni u Povjerenstvu za primjenu Bolognske deklaracije koje daje svoj doprinos Rektoratu Sveučilišta u Zagrebu, Rektorskom zboru, Nacionalnom vijeću za visoko obrazovanje i Ministarstvu za znanost i tehnologiju Republike Hrvatske.

3.4. Diploma, Suplement i Appendix

Diploma

Diploma je dokument kojeg završeni studenti dobivaju na svečanim promocijama na našem fakultetu, a potpisuje ju Dekan. Promocija je svečanost koja se održava više puta godišnje, pa je uobičajeno da završeni studenti budu pozvani na promociju nekoliko mjeseci nakon diplomiranja.

Međutim, do izdavanja diplome studentu se izdaje potvrđnica kojom se dokazuje da je uspješno završio studij, položio sve ispite i uspješno obranio diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet izdaje diplome na hrvatskom i na latinskom jeziku.

Diplome koje izdaje Prirodoslovno-matematički fakultet priznate su svuda u svijetu, i naši završeni studenti rado su prihvaćeni na stranim sveučilištima kada tamo požele nastaviti školovanje ili usavršavanje, ili pak potraže zaposlenje u struci.

U cilju lakšeg razumjevanja obrazovnog programa kojeg su svladali naši studenti, i izbjegavanja nestručnog prevođenja prijepisa ocjena na strani jezik, Prirodoslovno-matematički fakultet na zahtjev studenta izdaje dodatne dokumente koji se zovu Suplement i Appendix. Izdavanje Suplementa diplome predviđeno je Zakonom o visokim učilištima, i uobičajeno je na mnogim sveučilištima u Europi.

Suplement i Appendix diplome

Suplement diplome pisan je na engleskom jeziku, a potpisuje ga Dekan. Suplement je zamjena za engleski prijevod naše diplome, tako da naši studenti ne moraju tražiti prijevod svoje diplome. Suplement se na studentov zahtjev izdaje u uredu Dekana. Za pobliže informacije zainteresirani se trebaju javiti u ured Dekana.

UNIVERSITY OF ZAGREB



FACULTY OF SCIENCE

The Degree of

CHEMIAE INGENIARIUS DIPLOMATE PROBATUS
(DIPLOMIрани INŽENJER KEMIJE)

in Chemistry
was conferred upon

Miss Andreja Brodarac

Registration no. 5707

for final examination and successful defence of the Thesis entitled
Lectin Activity in Sera from Patients with Juvenile Arthritis
on the twenty-first day of June 2000, and for completion of the eight (8) semester study course in Chemistry,
and individual research work in duration of one (1) additional semester,
approved by the Senate of the University of Zagreb,
and is duly issued this Diploma Supplement.

Date: September 15, 2000
Supplement No. Cf+2000/08

stamp

Dean of Faculty of Science

see Appendix for Description of study programme
and Transcript of Records

Ivan Gušić, Ph.D., Professor of Geology

Primjer suplementa diplome

Uz Supplement, Prirodoslovno-matematički fakultet izdaje i Apendix, u kojem se nalaze sve relevantne informacije o studiju, našem bodovnom sustavu (ECTS), načinu ocjenjivanja, i prijepis svih položenih ispita i postignutih ocjena. Time je omogućeno prepoznavanje postignute kvalifikacije, a time i pošteno priznavanje dobivene diplome bilo gdje u svijetu.

Višegodišnje izdavanje Suplemenata i Apendixa, te povratne informacije naših završenih studenata, pokazalo je da su ti dokumenti bili prihvaćeni svugdje u svijetu kamo su putovali naši studenti i da su na osnovi njih bile ispravno prepoznate kvalifikacije postignute na našem studiju.

Diplomirani inženjeri naših struka, ekvivalentni su magistrima znanosti (Ms.) u zapadnom svijetu, a naši su magistri znanosti ekvivalentni tamošnjim doktorima znanosti (PhD). Suplementi i Apendix koje izdaje Prirodoslovno-matematički fakultet mnogim su našim studentima (diplomiranim inženjerima i profesorima) omogućili nastavak na željenom doktorskom studiju u inozemstvu.



Appendix to Diploma Supplement, CH-2000/08
for Miss Andreja Brodarac
Number of pages: 3

Appendix to Diploma Supplement

This Diploma Supplement as an element of the European Credit Transfer System, follows the model developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/CEPES. The purpose of this Supplement is to provide sufficient independent data to improve the international transparency and fair academic and professional recognition of diplomas issued by the University of Zagreb. It is designed to provide a description of the nature, level, context and status that were pursued and successfully completed by the individual to which this supplement is issued. It is free from any value judgement, equivalence statements or suggestions about recognition. The Faculty of Science recognises and applies the ECTS since 1999/2000 academic year.

First name: Andreja
Family name: Brodarac
Date of birth: August 26, 1974
Citizen number (JMBG): 2608974375007
Registration number: 5707
Registration date: July 16, 1993
Date of final examination and defence of Diploma Thesis: June 21, 2000
Degree obtained: **CHEMIAE INGENIARIUS DIPLOMATE PROBATUS,**
(DIPLOMIRANI INŽENJER KEMIJE)

Language of instruction/examination: Croatian
Level of qualification: University graduate programme leading to a Diploma on successful completion of a study programme of 240 ECTS credits.

Official length of programme: The curriculum is based upon 30 weeks per annum for 4 years (8 semesters) involving 3250 hours student committed workload for the study of chemistry, including only lectures and laboratories/seminars, but not including time for consultations with supervisors and exam preparation. Moreover, to the 8 semester programme additional individual research work as the base of written Diploma Thesis, the defence of the Thesis and Final Examination are expected to be completed before graduation.
Access requirements: Secondary School Diploma or International Baccalaureate Certificate with at least 24 points (both after 12 years of education) and a minimum score of Access Examination.

Mode of study: full time.

Programme requirements: The aims and objectives of the scheme are as follows:

- to develop students' knowledge of chemical science and their understanding of the basis of physical and life sciences,
- to provide students with the personal skills and professional perspective to enable them to be effective in various applications of chemistry,
- to prepare students for work in research laboratories, including hospital and public health laboratories, as well as in chemical, metallurgical and pharmaceutical companies. Laboratory skills, information retrieval and analysis, experiment planning, communication and team-work are developed and assessed within the course of study.

Grading scale, National compared to ECTS: ECTS credits introduced in academic year 1999/2000. The minimum pass mark for a course unit of the study programme in physics is 50%.

National	ECTS	Definition
5	A	excellent
4	B	very good
3	C/D	good
2	E	sufficient
1	F	fail
completed		the course makes part of the study programme, all requirements fulfilled without evaluation

Access to further study: Access to postgraduate study normally with GPA above 3.5

Further information sources:

- about national higher education system: University of Zagreb, Rector's office,
e-mail: office@rektorat.unizg.hr,
web pages: <http://www.unizg.hr>
- about the Faculty of Science and study programmes taught:
web pages: <http://www.pmf.hr>
- about student affairs: Faculty of Science, UI, kralja Zvonimira 6, 10002 Zagreb, Croatia,
Vice Dean, phone: ++385-1-4606624,
e-mail: nastava@dekanat.pmf.hr

Primjer Appendixa diplome, on sadrži i informacije o načinu ocjenjivanja, vidi i sljedeće stranice.

SVETIČIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF SCIENCE

Appendix to Diploma Supplement, Cri-2000/08
for Miss Andreja Brodarac
Number of pages: 3



Transcript of Records

No.	Course unit code	Title of the course unit	Duration of course unit (hours)		National/ECTS Grade
			Lectures	Laboratory / Seminar	
First year (1993/1994)					
1	3300	General chemistry	90	30	3/C,D
2	1923	Mathematics I	60	45	2/E
3	1924	Mathematics II	60	45	3/C,D
4	2165	Physics	120	60	3/C,D
5	2181	Physics laboratory	0	60	4/B
6	5201	Mineralogy	60	60	2/E
7	4001	Biology	60	30	4/B
8	0451	Physical training and health education I	0	60	completed
9	0030	English I	0	60	completed
First year (1994/1995)					
10	3204	Documentation and information science in chemistry	30	0	5/A
11	0431	Physical training and health education II	0	60	completed
12	0030	English II	0	60	4/B
Second year (1995/1996)					
13	3330	Inorganic chemistry	60	30	2/E
14	3320	General chemistry laboratory	0	120	4/B
15	3114	Organic chemistry	120	30	3/C,D
16	3206	Physical chemistry	90	60	3/C,D
17	3202	Mathematical methods in chemistry	30	15	3/C,D
18	3401	Analytical chemistry I	45	30	4/B
19	3403	Analytical chemistry laboratory I	0	60	5/A
20	3402	Analytical chemistry II	30	15	2/E
21	3404	Analytical chemistry laboratory II	0	60	5/A
Third year (1996/1997)					
22	3153	General biochemistry	90	30	4/B
23	3350	Inorganic chemistry laboratory	0	120	4/B
24	3116	Organic chemistry laboratory I	0	60	3/C,D
25	3119	Organic chemistry laboratory II	0	60	3/C,D
26	3241	Physical chemistry laboratory I	0	60	4/B
27	3243	Physical chemistry laboratory II	0	60	4/B
28	3218	Quantum chemistry	30	15	3/C,D
29	3361	Crystallochemistry	30	15	4/B
30	3405	Instrumental analytical methods I	30	15	3/C,D
31	3120	Chemistry of natural organic compounds	30	15	4/B
32	3230	Electrochemistry	30	15	4/B
33	3222	Chemical kinetics	30	15	5/A
34	3363	Solid state chemistry	30	15	5/A
35	3407	Instrumental analytical methods II	30	15	4/B

Appendix sadrži i prijepis ocjena svih položenih ispita.

SVETIČIŠTI U ZAGREBU
 PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
 UNIVERSITY OF ZAGREB
 FACULTY OF SCIENCE

Appendix to Diploma Supplement, CH-2000/08
 for Miss Andreja Brodarac
 Number of pages: 3



Fourth year (1997/1998)					
36	3157	Biochemistry laboratory	0	60	4/B
37	3203	Practical computing	0	60	4/B
38	3125	Enzymatic catalysis in organic chemistry	30	15	5/A
39	3163	Cellular biochemistry	30	15	5/A
40	3161	Physical biochemistry	30	15	5/A
41	3166	Biochemistry advanced laboratory	0	60	completed
42	4440	Molecular biophysics	60	0	2/E
43	4421	Molecular genetics	30	0	5/A
44	3171	Individual research project in biochemistry			5/A
Fourth year (1998/1999)					
45	3124	Photochemistry	30	15	5/A
46	3270	Molecular spectroscopy	30	15	3/C,D

Miss Andreja Brodarac made and defended the Diploma Thesis entitled **Lectin activity in sera from patients with juvenile arthritis** on the basis of her original, individual research project conducted in Department of Biochemistry and Molecular Biology at the Faculty of Pharmacy and Biochemistry under supervision of Prof. Mirna Flögel, Ph.D. The Thesis is written in Croatian, with summary in English, and archived in the Central Chemical Library of the University of Zagreb.

GPA (arithmetic average)	3.76
Final examination and defence of Diploma Thesis	5/A

Date: September 15, 2000

Dean of Faculty of Science

stamp

Kviri Gušić, Ph.D., Professor of Geology

U Appendixu se nalaze i podatci o obranjenom diplomskom radu, voditelju i ustanovi gdje je izrađen.

4.

Dodiplomski studiji

4.1. Nastavni planovi za akademsku godinu 2004./2005.

MATEMATIČKI ODJEL

<http://www.math.hr>
10000 Zagreb, Bijenička 30
Tel.: 385+1+4605777, Fax: 4680335
Čelnik: prof. dr. sc. Robert Manger
e-mail: referada@math.hr

Red predavanja za studentske programe

- profesor matematike
- profesor matematike i informatike
- diplomirani inženjer matematike

koji se predaju na Matematičkom odsjeku za akademsku godinu 2004./2005. moguće je pronaći u posebnoj publikaciji koju izdaje PMF – Matematički odjel.

USTROJSTVO ODSJEKA

Zavod za algebru i osnovne matematike, Bijenička str. 30

Zavod za matematičku analizu, Bijenička str. 30

Zavod za teoriju vjerojatnosti i matematičku statistiku, Bijenička str. 30

Zavod za geometriju, Bijenička 30

Zavod za primjenjenu matematiku, Bijenička 30

Zavod za numeričku matematiku i matematičku informatiku, Bijenička 30

Zavod za topologiju, Bijenička 30

Katedra za metodiku nastave matematike i informatike, Bijenička 30

Računski centar, Bijenička 30

KADROVI I STUDENTI

37 nastavnika

3 asistenata

35 znanstvena novaka

23 službenika

920 studenata

MATEMATIKA DANAS

Matematika je znanost tradicionalno povezana s tehničkim znanostima i fizikom, a u zadnje vrijeme matematika sve više prodire i u ekonomiju, medicinu i druge znanosti. Tome treba pridodati i nagli razvoj informatičkih tehnologija u koje je matematika uključena od samih početaka.

ZNANSTVENI RAD

Znanstveni rad na Matematičkom odjelu odvija se putem projekata i seminara. Znanstveno aktivni matematičari rješavaju konkretne, dane probleme ili se bave čistom, apstraktnom, matematikom. U tu svrhu, uz sudjelovanje u radu seminara i samostalni rad, vrlo je važno i sudjelovanje na raznim matematičkim kongresima, simpozijima i sl. Mnogi naši znanstvenici provedu i određeno vrijeme na znanstvenom usavršavanju na uglednim matematičkim institucijama u inozemstvu.

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- **Profesor matematike**, trajanje nastave: 4 g.
- **Profesor matematike i informatike**, trajanje nastave: 4 g.
- **Diplomirani inženjer matematike**
 - * smjer: teorijska matematika, trajanje nastave: 4 g.
 - * smjer: primjenjena matematika, trajanje nastave: 4 g.
 - * smjer: matematička statistika i računarstvo, trajanje nastave: 4 g
 - * smjer: računarstvo, trajanje nastave: 4 g
- **Profesor matematike i fizike**, trajanje nastave: 4 g. (u suradnji s Fizičkim odsjekom)

DIPLOMSKI RAD

Diplomski rad je samostalna obrada nekog znanstvenog ili stručnog problema koji se predaje u pismenom obliku. Tema diplomskog rada bira se vodeći računa o profilu i o smjeru studija, kao i o izbornim predmetima koje je student položio. Npr. tema diplomskog rada studenta koji završava studij na profilu dipl. ing. matematike, smjer računarstvo može biti "Primjena matematike u šifriranju". Usmeni diplomski ispit sastoji se od obrane diplomskog rada i provjere znanja iz predmeta koji su određeni prilikom odobravanja teme.

AKADEMSKA ZVANJA

1. Profesor matematike
Mathematicae professor
2. Profesor matematike i informatike
Mathematicae et informaticae professor
3. Diplomirani inženjer matematike (svi smjerovi)
Mathematicae ingeniarius diplomate probatus
4. Profesor matematike i fizike
Mathematicae et physicae professor

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Postdiplomski studij iz matematike uvodi polaznike u znanstveno-istraživački rad u matematici odnosno služi njihovom znanstvenom usavršavanju. U nastavnom planu zastupljene su i teorijska i primijenjena matematika, ali je studij jedinstven. Osobita pažnja poklanja se izboru seminarar putem kojeg se student uvodi u znanstveni rad (slušajući izlaganja drugih, kao i izlažući sam). Sadržaj magistarskog rada također se izlaže na seminaru, a u samom radu zahtijeva se originalan način obrade zadane teme te poznavanje literature i suvremenog stanja u danom znanstvenom području. Postdiplomski studij završava obranom magistarskog rada, čime student stječe stupanj magistra znanosti.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magistar znanosti, znanstveno polje matematika
Magister scientiarium ad mathematicam pertinentium
2. Doktor znanosti, znanstveno polje matematika
Doctor scientiarium ad mathematicam pertinentium

ZAPOŠLJAVANJE

Danas matematičari u Hrvatskoj djeluju u svim segmentima gospodarstva i znanosti. Zaposleni su u računskim centrima, osiguravajućim društvima, bankama, ... Mnogi su zaposleni i na različitim fakultetima budući da skoro svi studiji sadrže i matematičke kolegije. Kako je matematika obavezan predmet i u svim osnovnim i srednjim školama mnogi su matematičari zaposleni i u školama.

PROFESOR MATEMATIKE I FIZIKE

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	predavanja + vježbe				inter. bod.
			zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS	
B. Guljaš, H. Šikić, J. Tambača	12684	Matematička analiza 1	3+4	7	0+0	0	10
B. Guljaš, H. Šikić, J. Tambača	12686	Matematička analiza 2	0+0	0	3+4	7	10
N. Antičić, Ž. Milin Šipuš, J. Šiftar	12724	Linearna algebra 1	3+4	7	0+0	0	10
N. Antičić, Ž. Milin Šipuš, J. Šiftar	12725	Linearna algebra 2	0+0	0	3+4	6	10
D. Adamović, A. Dujella, B. Širola	12652	Elementarna matematika 1	2+2	5	0+0	0	6
D. Adamović, A. Dujella, B. Širola	12653	Elementarna matematika 2	0+0	0	2+2	4	6
S. Popović	12519	Osnove fizike 1	4+2	7	0+0		10
S. Popović	12520	Osnove fizike 2	0+0		4+2	7	10
M. Stubičar	12637	Praktikum iz fizike 1	0+0		0+4	2	5
K. Matešić	12742	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2	9
K. Fučkar, J. Vulić	12741	Tjelesna i zdravstv. kultura 1	0+2	1	0+2	1	0
		Strani jezik u struci	0+2		0+2	1	4
V. Arbanas	12737	Engleski jezik					
B. Šodec	12738	Njemački jezik					

Praktikum iz fizike 1 se upisuje prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 1.

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	predavanja + vježbe				inter. bod.
			zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS	
E. Marušić-Paloka		Matematička analiza 3	4+3		0+0	0	10
E. Marušić-Paloka		Matematička analiza 4	0+0		3+2	7	7
M. Polonijo	12524	Euklidski prostori	2+2	4	0+0		6
N. Antičić	12529	Diferencijalne jednačbe	3+2	5	0+0		7
V. Paar	12657	Klasična mehanika 1	2+1		0+0		5
V. Paar	12658	Klasična mehanika 2	0+0		2+1		5
A. Dulčić	12659	Osnove fizike 3	4+2	6	0+0		10
A. Dulčić	12660	Osnove fizike 4	0+0		4+2	10	10
M. Stubičar	12641	Praktikum iz fizike 2	0+4	2	0+0		5
G. Jerbić-Zorc, S. Pašić	12642	Praktikum iz fizike 3	0+0	0	0+4	3	5
R. Marinković	12817	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2	6
J. Vulić, K. Fučkar	12745	Tjelesna i zdravstvena kultura	0+2	1	0+2	1	0
		Strani jezik u struci	0+2	1	0+2	1	4

V. Arbanas	12740	Engleski jezik					
B. Šodec	12752	Njemački jezik					

Praktikum iz fizike 2 se upisuje prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 2.

Praktikum iz fizike 3 se upisuje prema redu predavanja a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 3.

III. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS	inter. bod.
Z. Vondraček	12591	Uvod u vjerojatnost i statistiku	3+2		0+0	0	8
G. Igaly	12592	Računarski praktikum	2+4	4	0+0		8
A. Čižmešija	12818	Metodika nastave matematike 1	2+4	5	2+4		18
I. Batistić	12873	Elektrodinamika	2+1		2+1	3	10
I. Batistić	12646	Uvod u statističku fiziku	2+0		0+0		4
I. Batistić	12718	Seminar iz uvoda u statističku fiziku	1+0	1	0+0	0	1
D. Klabučar	12874	Kvantna fizika i struktura materije	2+1		3+2	6	13
D. Veža	12665	Osnove elektronike	0+0		2+2		5
G. Jerbić-Zorc	12895	Praktikum eksperimentalne nastave fizike	0+4	2	0+4	3	10
V. Domović	12842	Didaktika	3+0	2	2+0	2	7
	12666	Filozofija znanosti	0+0		2+1		5
G. Jerbić-Zorc, S. Pašić	12719	Praktikum iz fizike 4 *	0+4	2	0+0	0	5

Izborni predmeti iz matematike:

Obvezno se upisuje jedan od sljedećih predmeta

V. Volenec	12601	Geometrijske strukture	0+0		2+2		
L. Čaklović	12606	Uvod u optimizaciju	2+2		0+0		
P. Pandžić	12602	Algebarske strukture	0+0		2+2		
Z. Vondraček	12551	Integral i mjera	0+0		2+2		

Neobvezni izborni kolegij

	12827	Tjelesna i zdravstvena kultura 3	0+2	0	0+2	0	0
--	-------	----------------------------------	-----	---	-----	---	---

* *Praktikum iz fizike 4 se upisuje prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 4.*

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.		inter. bod.
			ECTS		ECTS		
G. Muić	12584	Matematičke strukture	3+2	5	0+0		8
S. Varošaneć	12875	Metodika nastave matematike 2	2+2	4	2+2	4	12
S. Varošaneć	12788	Seminar iz metodike nastave matematike	0+2	1	0+2	1	6
Z. Šikić	12779	Povijest matematike	2+0	3	2+0		6
I. Batistić	13039	Osnove fizike čvrstog stanja	0+0		2+1	4	5
R. Krsnik	12796	Metodika nastave fizike	2+0		2+0		6
R. Krsnik	12797	Seminar iz metodike nastave fizike	2+0	2	2+0	1	6
R. Krsnik	12706	Metodička praksa iz fizike	0+0		0+4	2	6

Seminar: Obvezno se upisuje jedan od sljedeća dva seminarara

	12770	Seminar iz matematike	0+2		0+2		
A. Rubčić	12703	Seminar iz fizike	0+0		2+0		
		Diplomski rad *					

* upisuje se samo u 8. semestru

Izborni predmeti iz matematike: Obvezno se upisuje jedan od sljedećih predmeta

B. Basrak	12603	Vektorski prostori 1	2+2		0+0		6
M. Vuković	12600	Teorija skupova	2+2		0+0		6
Z. Čerin	12549	Metrički prostori	2+2		0+0		6
M. Vuković	12629	Matematička logika 1	2+2		0+0		6
Ž. Milin-Šipuš	12572	Uvod u diferencijalnu geometriju	0+0		3+2		6
D. Svrtan	12605	Konkretna matematika 1	2+2		0+0		6

Izborni predmeti iz fizike: obvezno biraju po dva od sljedećih predmeta u svakom semestru (6 i 6 sati, svaki od 4 ECTS boda)

G. Pichler	14194	Atomska fizika s optikom	2+1		0+0		5
T. Vukelja	12702	Povijest fizike	2+1		0+0		5
K. Zadro	14195	Fizika neuređenih sustava	0+0		2+1		5
D. Herak, A. Marki	13704	Fizika Zemlje i atmosfere	2+1		0+0		5
A. Hamzić	12717	Praktikum iz osnova elektronike	0+0		0+3		5
K. Pavlovski	12687	Astronomija i astrofizika	0+0		2+1		5
T. Vukelja	12705	Filozofija fizike	0+0		2+1		5
S. Supek	14196	Biofizika	2+1		0+0		5
D. Bosnar	14197	Osnove nuklearne fizike	0+0		2+1		5
K. Kumerički	14198	Osnove fizike elementarnih čestica	0+0		2+1		5

Neobavezan izborni kolegij

	12827	Tjelesna i zdravstvena kultura 4	0+2	0	0+2	0	
--	-------	----------------------------------	-----	---	-----	---	--

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIRANJA

UVJET ZA UPIS U II. GODINU: Barem 46 bodova iz matematičkih i fizikalnih predmeta (od ukupno 77).

UVJET ZA UPIS U III. GODINU: Svi položeni ispiti iz I. godine i barem 46 bodova iz matematičkih i fizikalnih predmeta II. godine studija.

UVJET ZA UPIS U IV. GODINU: Položeni svi predmeti iz prve dvije godine studija i barem 46 bodova iz matematičkih i fizičkih predmeta treće godine studija.

RASPORED ISPITA (ISPITNIH RAZREDA)

za akademsku godinu 2004./2005.

Satničar PMF-Matematičkog odjela: Mr. sc. Mario Krnić

Matematički predmeti navedeni u ovom Redu predavanja svrstani su u ispitne razrede A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 i D2, a njihov popis nalazi se u §5. Za vrijeme izvanrednih ispitnih rokova u prosincu i travnju nastava na Matematičkom odsjeku se održava samo za I. godinu.

Termini održavanja ispita bit će oglašeni naknadno.

FIZIČKI ODSJEK

<http://www.phy.hr/>

10000 Zagreb, Bijenička cesta 32

Tel.: 01+4605555, Fax: 01+4680336

Pročelnik: **prof. dr. sc. Anđelka Tonejc**

e-mail: procelnik@phy.hr

USTROJSTVO ODSJEKA

Fizički zavod, Zagreb, Bijenička cesta 32

Zavod za teorijsku fiziku, Zagreb, Bijenička cesta 32

Zavod za povijest, sociologiju i filozofiju znanosti, Zagreb, Bijenička cesta 32

KADROVI I STUDENTI

41 nastavnika

7 asistenata

22 znanstvenih novaka

5 tehničara

881 student

FIZIKA DANAS

Fizika je izazov za pametne mlade osobe, jer proučava svijet oko nas, od najsitnijih djelića tvari do najudaljenijeg kutka svemira. To je fundamentalna znanost o prirodi, te doprinosi razvoju drugih prirodnih znanosti i tehnologije. Fizika objašnjava zakonitosti pojava u prirodi, od međudjelovanja temeljnih čestica do međudjelovanja i tajni svemirskih tijela, proučava odnos tvari i energije. Studij fizike na PMF-u uključuje klasičnu fiziku, te kvantnu i relativističku fiziku, kao i razvoj suvremene nuklearne i atomske fizike, fizike čvrstog stanja, fizike temeljnih čestica, biofizike, astrofizike. Studij fizike nudi uzbuđenje suvremenih istraživanja strukture tvari od sastavnih čestica atomske jezgre do kozmološke razine.

ZNANSTVENI RAD

Znanstveni rad nastavnika i suradnika Fizičkoga odsjeka sastoji se od eksperimentalnog i teorijskog istraživanja u fizici čvrstoga stanja, u nuklearnoj fizici, u fizici elementarnih čestica, a bave se i filozofijom i poviješću znanosti te problemima nastave fizike u osnovnim i srednjim školama. Fizički odsjek raspolaže vrlo modernom znanstvenom opremom (200 kV elektronski mikroskop, roentgenski difraktometar, SQUID-supravodljivi kvantni interferencijski uređaj, mikrovalni most, središnje računalo povezano s radnim stanicama praktički u svakomu laboratoriju i nastavničkoj sobi, superbrzo računalo i drugo).

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- **Profesor fizike**, trajanje nastave: 4 godine
- **Profesor fizike i informatike**, trajanje nastave: 4 godine
- **Profesor fizike i tehnike s informatikom**, trajanje nastave: 4 godine
- **Profesor fizike i kemije**, trajanje nastave: 4 godine
- **Diplomirani inženjer fizike**, trajanje nastave: 4 godine

Poslijediplomski studij iz fizike (magistarski i doktorski studij). Nakon dvije godine nastave upisuje se znanstveni magisterij ili doktorski studij.

DIPLOMSKI RAD

Teme diplomskog rada odabiru se iz znanstvenih problema suvremene fizike. Apsolventi se neposredno uključuju u eksperimentalna i teorijska istraživanja u okviru projekata, na kojima djeluju nastavnici i suradnici Fizičkog odsjeka, a isto tako u suvremene tokove rasprava o nastavi fizike u školama.

AKADEMSKA ZVANJA

1. Profesor fizike
Physicae professor
2. Profesor fizike i informatike
Physicae et informaticae professor
3. Profesor fizike i tehnike s informatikom
Physicae et technicae cum informaticae professor
4. Profesor fizike i kemije
Physicae et chemiae professor
5. Diplomirani inženjer fizike
Physicae ingeniarius diplomate probatus

ZAPOŠLJAVANJE

Najbolji studenti fizike odabiru se kao znanstveni novaci u znanstveno-nastavnim i znanstvenim ustanovama. Diplomirani inženjeri fizike mogu biti istraživači u industrijskim istraživačkim i razvojnim laboratorijima, te raditi na razvoju novih tehnologija i kontroli proizvoda i procesa, zatim u bolnicama, gdje postoji potreba za medicinskom fizikom, te u drugim strukama, gdje pružaju specijalističke, a posebno informatičke usluge, na pr. modeliranje financijskih sustava. Profesori fizike rade u školama kao nastavnici, a uz pedagoško doškolovanje na Fizičkom odsjeku to mogu obavljati i diplomirani inženjeri fizike.

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Za studente koji se žele dalje usavršavati u znanstvenom radu pruža se mogućnost postdiplomskog studija i izrade doktorske disertacije na Fizičkom odsjeku ili drugim znanstvenim ustanovama. Postdiplomski studij traje do tri godine, izvodi se u okviru nekog od znanstvenih projekata i završava stjecanjem akademskoga zvanja magistra znanosti. Nastavu obavljaju odabrani nastavnici Fizičkog odsjeka i znanstvenici-fizičari iz drugih ustanova. Magistri fizičkih znanosti mogu nastaviti znanstveno usavršavanje izradom doktorske disertacije.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Fizika elementarnih čestica)
Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam particularis) pertinentium
2. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Nuklearna fizika)
Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam nuclearem) pertinentium
3. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Fizika čvrstog stanja)
Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam status solidi) pertinentium
4. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Atomska i molekularna fizika i astrofizika)
Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam atomicam et molecularem) pertinentium
5. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Biofizika)
Magister scientiarum naturalium ad physicam (biophysicam) pertinentium
6. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Medicinska fizika)
Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam medicam) pertinentium
7. Doktor prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika
Doctor scientiarum naturalium ad physicam pertinentium

PROFESOR FIZIKE

U svakom semestru potrebno je upisati kolegije koji donose 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.	
			ECTS		ECTS	
S. Popović	2103	Osnove fizike 1	4+2		0+0	0
S. Popović	2104	Seminar iz osnova fizike 1	1+0	1	0+0	
S. Popović	2107	Osnove fizike 2	0+0		4+2	7
S. Popović	2108	Seminar iz osnova fizike 2	0+0		1+0	1
M. Stubičar	2152	Praktikum iz fizike 1 #	0+0		0+4	4
M. Jurak	1211	Matematička analiza 1	2+3	7	0+0	
M. Jurak	1212	Matematička analiza 2	0+0		2+3	6
V. Hari	1213	Linearna algebra 1	2+3		0+0	
V. Hari	1214	Linearna algebra 2	0+0	0	2+3	6
I. Vicković	3305	Opća i anorganska kemija	3+1		0+0	0
D. Bosnar	2126	Računala i operativni sustavi	0+0		2+1	4
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1
V. Miroslavljević	0030	Engleski jezik 1	2+0	1	2+0	1

Praktikum iz fizike 1 upisuje se prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 1.

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija.*

II. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.	
			ECTS		ECTS	
A. Dulčić	2205	Osnove fizike 3	4+2		0+0	0
A. Dulčić	2209	Osnove fizike 4	0+0		4+2	
M. Stubičar	2263	Praktikum iz fizike 2 #	0+4	4	0+0	0
G. Jerbić-Zorc, S. Pašić	2264	Praktikum iz fizike 3 #	0+0	0	0+4	4
V. Paar	2252	Klasična mehanika u nastavi 1	2+1	4	0+0	0
V. Paar	2253	Klasična mehanika u nastavi 2	0+0		2+1	4
D. Bosnar	2227	Računalni praktikum	1+2		0+2	2
D. Adamović	1215	Matematičke metode fizike 1	3+2	6	0+0	
D. Adamović	1216	Matematičke metode fizike 2	0+0		3+2	6
V. Andrilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	1	2+0	2
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2		0+2	1
V. Miroslavljević	0031	Engleski jezik 2	2+0	1	2+0	1

Praktikum iz fizike 2 odnosno 3 upisuje se prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 2 odnosno 3.

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija.*

III. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Popović	2330	Odabrana poglavlja opće fizike	2+1	4	0+0	
G. Jerbić-Zorc, S. Pašić	2381	Praktikum iz fizike 4 #	0+4	4	0+0	0
S. Brant	2303	Elektrodinamika	2+1	4	2+1	4
I. Batistić	2317	Uvod u statističku fiziku	2+0		0+0	
I. Batistić	2318	Seminar iz uvoda u statističku fiziku	1+0	1	0+0	0
D. Klabučar	2305	Kvantna fizika i struktura materije	2+1	4	3+2	6
D. Klabučar	2322	Samostalni seminar iz strukture tvari	1+0	1	2+0	1
D. Veža	2307	Osnove elektronike	0+0	0	2+2	4
G. Jerbić-Zorc	2335	Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike	0+4	4	0+8	8
D. Kunstelj	2320	Eksperimentalne metode moderne fizike	2+1	3	2+1	3
M. Cindrić	0012	Didaktika	2+0		2+0	1
T. Vukelja	2398	Filozofija znanosti	0+0	0	2+1	

Praktikum iz fizike 4 se upisuje prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 4.

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija.*

IV. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
A. Tonejc	2407	Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja	2+1	4	2+1	4
M. Mileković	2409	Odabrana poglavlja nuklearne fizike i fizike čestica	2+1	4	2+1	4
A. Hamzić	2429	Praktikum iz osnova elektronike	0+0		0+3	
R. Krsnik	2417	Metodika nastave fizike	3+0		3+0	4
R. Krsnik	2418	Seminar iz metodike nastave fizike	3+0	2	3+0	2
R. Krsnik	2420	Metodička praksa iz fizike	0+0	0	0+4	4
A. Rubčić	2422	Uvod u diplomski rad iz fizike	0+0	0		1
	2421	Diplomski rad		2		2

Ispit se može polagati tek nakon položenog predmeta Osnove fizičke elektronike.

Izborni predmeti: upisati dva od sljedećih seminara

D. Veža	2428	Seminar iz osnova elektronike	3+0		0+0	0
A. Tonejc	2408	Seminar iz odabranih poglavlja fizike čvrstog stanja	3+0	3	0+0	0
M. Mileković	2410	Seminar iz odabranih poglavlja nuklearne fizike i fizike čestica	3+0	3	0+0	0

Izborni predmeti: u svakom semestru odabrati po dva od sljedećih predmeta:

G. Pichler	2430	Atomska fizika s optikom	2+1		0+0	
T. Vukelja	2400	Povijest fizike	2+1		0+0	0
S. Supek	2451	Biofizika	2+1		0+0	0
D. Herak, M. Pasarić	7032	Fizika Zemlje i atmosfere	2+1	3	0+0	0
K. Pavlovski	2313	Astronomija i astrofizika	0+0		2+1	
T. Vukelja	2402	Filozofija fizike	0+0		2+1	3
K. Zadro	2424	Fizika neuređenih sustava	0+0		2+1	3
V. Paar	2438	Metodika nastave kvantne fizike i teorija relativnosti	0+0	0	2+1	3

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*.

PROFESOR FIZIKE I INFORMATIKE

U svakom semestru potrebno je upisati kolegije koji donose 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
B. Širola	1231	Matematika 1	4+3		0+0	
B. Širola	1232	Matematika 2	0+0		4+2	
S. Popović	2103	Osnove fizike 1	4+2		0+0	
S. Popović	2104	Seminar iz osnova fizike 1	1+0	1	0+0	
S. Popović	2107	Osnove fizike 2	0+0		4+2	
S. Popović	2108	Seminar iz osnova fizike 2	0+0		1+0	1
N. Pavin	2105	Uvod u računarstvo	2+2		0+0	
R. Pezer	2106	Obrada teksta i proračunske tablice	0+2		0+0	
N. Pavin	2109	Osnove programiranja (Pascal)	0+0	0	2+2	4
H. Štefančić	2110	Uporaba kompjutorskih mreža (Internet)	0+0	0	0+1	1
L. Marušić	2126	Računala i operativni sustavi	0+0		2+1	
D. Babić	2111	Vjerojatnost i statistika	0+0		2+1	
B. Kovačević	0020	Kultura govorenja i pisanja 1	1+2		0+0	
B. Kovačević	0021	Kultura govorenja i pisanja 2	0+0		1+2	2
V. Miroslavljević	0030	Engleski jezik 1	2+0		2+0	2
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	

Izborni predmeti: U svakom semestru obvezno upisati jedan predmet s društveno-humanističkih studija.

FAKULTET POLITIČKIH ZNANOSTI

		Povijest civilizacija	2+2	1	2+2	1
		Opća politička geografija i geopolitika	2+2	1	2+2	
		Politički sistem Hrvatske 1	2+2	1	2+2	1
		Politički sistem Hrvatske 2	2+2	1	2+2	1

FILZOFSKI FAKULTET

		Teorija informacije i komunikacije	2+0	1		1
--	--	------------------------------------	-----	---	--	---

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*.

II. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
M. Huzak	1233	Matematika 3	3+2		0+0	
M. Huzak	1234	Matematika 4	0+0		3+2	
V. Paar	2252	Klasična mehanika u nastavi 1	2+1	5	0+0	
V. Paar	2253	Klasična mehanika u nastavi 2	0+0		2+1	
A. Dulčić	2205	Osnove fizike 3	4+2	6	0+0	0
A. Dulčić	2209	Osnove fizike 4	0+0		4+2	
M. Stubičar	2234	Praktikum iz osnova fizike 1	0+4		0+0	0
M. Stubičar	2235	Praktikum iz osnova fizike 2	0+0		0+4	
S. Ribarić	1223	Građa računala	2+2	4	0+0	
M. Planinić	1236	Strukture podataka i algoritmi	2+2	4	0+0	
L. Marušić	2201	Računalni praktikum 1	0+0		0+4	
D. Paar	2202	Statistička analiza i multimedijske prezentacije	0+0	0	1+2	3
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0		2+0	
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1

Praktikum iz osnova fizike 1, odnosno 2 upisuje se prema redu predavanja, a pohađa se tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 1 i 2.

Ponuđeni predmeti: vidi Uvjete prijelaza u više godine studija.

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Batistić	1224	Baze podataka	0+0		2+2	
L. Marušić	2301	Računalni praktikum 2	0+2	4	0+0	
I. Batistić	2317	Uvod u statističku fiziku	2+0		0+0	
I. Batistić	2318	Seminar iz uvoda u statističku fiziku	1+0	1	0+0	
S. Brant	2303	Elektrodinamika	2+1		2+1	
L. Budin	1225	Operacijski sustavi	2+2	4	0+0	
P. Prester	2302	Diferencijalne jednadžbe (dinamički sustavi)	0+0	0	1+2	4
M. Planinić	2304	Uporaba numeričkih metoda i praktikum - (fortran)	0+0	0	1+3	3
P. Pervan	2306	Uporaba računala u nastavi	0+0		0+2	
M. Cindrić	0012	Didaktika	2+0		2+0	
V. Andrić	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1		2+1	3

Izborni predmeti: U svakom semestru upisati po dva od sljedećih predmeta s pripadnim seminarom. U svakom semestru upisati izborne kolegije tako da zbroj njihovih ECTS bodova bude 4.

T. Vukelja	2400	Povijest fizike	2+1	2	0+0	0
T. Vukelja	2402	Filozofija fizike	0+0	0	2+1	2
	2404	Povijest informatike	2+0	2	2+0	2
Đ. Miljanić	2477	Energetika	0+0	0	2+0	1
Đ. Miljanić	2478	Seminar iz energetike	0+0	0	1+0	1

D. Veža	2307	Osnove elektronike	0+0		2+2	4
K. Pavlovski	2313	Astronomija i astrofizika	0+0		2+1	
S. Popović	2330	Odabrana poglavlja opće fizike	2+1	2	0+0	
S. Supek	2359	Osnove biofizike	2+0	1	2+0	2
S. Supek	2360	Seminar iz osnova biofizike	1+0	1	1+0	1
M. Vrtar	2475	Medicinska fizika	2+0	1	2+0	1
M. Vrtar	2476	Seminar iz medicinske fizike	1+0	1	1+0	1
D. Kunstelj	2320	Eksperimentalne metode moderne fizike	2+1	2	2+1	2
K. Furić	2361	Odabrana poglavlja optike	2+0	1	2+0	1
K. Furić	2362	Seminar iz odabranih poglavlja optike	1+0	1	1+0	
K. Kumerički	2308	Simbolički jezici (Mathematica)	1+2		0+0	
	2310	Uporaba računala u lingvistici	2+1	2	0+0	
B. Podobnik	2311	Programiranje slučajnih brojeva	0+0	0	1+2	2
R. Pezer	2312	Objektno orijentirano programiranje	0+0	0	1+2	2

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*.

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Klabučar	2305	Kvantna fizika i struktura materije	2+1	4	3+2	
R. Krsnik	2416	Metodika nastave fizike	2+0		2+0	
R. Krsnik	2419	Seminar iz metodike nastave fizike	2+0	1	2+0	1
A. Tonejc	2407	Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja	2+1	5	2+1	6
G. Jerbić-Zorc	2503	Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike	0+4	4	0+4	2
D. Androić	2504	Mreže računala	2+1	4	3+2	
G. Jerbić-Zorc	2501	Metodika nastave informatike	2+2		0+0	
G. Jerbić-Zorc	2502	Praktikum iz metodike nastave informatike	0+0	0	0+4	4
R. Pezer	2505	Korisnička sučelja	0+0		1+2	
V. Paar	2506	Interdisciplinarna primjena informatike i praktikum	0+0	0	1+2	3
	2421	Diplomski rad		2		2

Izborni predmeti: U zimskom semestru se upisuju dva izborna predmeta, a u ljetnom jedan, s pripadnim seminarima.

I. Picek	2497	Fizikalna kozmologija	2+0	1	0+0	
I. Picek	2498	Seminar iz fizikalne kozmologije	1+0		0+0	
M. Mileković	2409	Odabrana poglavlja nuklearne fizike i fizike čestica	2+1	2	2+1	2
A. Tonejc	2513	Fizika metala i slitina	2+1	2	0+0	
M. Požek	2514	Fizika poluvodiča	0+0		2+1	2
A. Ilakovac	2445	Odabrana poglavlja atomske i molekulske fizike	0+0	0	2+0	1

A. Ilakovac	2446	Seminar iz odabranih poglavlja atomske i molekulske fizike	0+0	0	1+0	1
A. Hamzić	2463	Niskotemperaturna fizika i supravodljivost	2+0	1	0+0	0
A. Hamzić	2464	Seminar iz niskotemperaturne fizike i supravodljivosti	1+0	1	0+0	0
G. Pichler	2467	Ekperimentalne metode atomske fizike	2+0	1	0+0	0
G. Pichler	2468	Seminar iz eksperimentalnih metoda atomske fizike	1+0	1	0+0	0
T. Vukelja	2401	Moderna fizika i filozofija	2+0	2	2+0	2
R. Pezer	2507	Programerska okruženja (VBA, vizuelni alati, udruživanje aplikacija)	1+2	2	0+0	0
	2508	Bioenergetika	2+1	2	0+0	
	2512	Neuronske mreže	2+1	2	0+0	0
	1228	Matematička teorija računalstva	2+2	2	2+2	2
A. Hamzić	2429	Praktikum iz osnova elektronike	0+0	0	0+3	
K. Zadro	2424	Fizika neuređenih sustava	0+0	0	2+1	2
	2511	Kompjutorske simulacije u medicini	0+0		1+2	2
	2509	Bioinformatika	0+0	0	1+2	2
	2510	Slučajni procesi u sustavima	0+0		3+1	2
	1229	Složenost algoritama	0+0		2+2	2
	1230	Kompjutorska grafika	0+0		2+2	2
	1235	Ekspertni sustavi	0+0		2+2	2

Ponuđeni predmeti: vidi Uvjete prijelaza u više godine studija.

PROFESOR FIZIKE I TEHNIKE S INFORMATIKOM

(obnovljeni smjer PROFESOR FIZIKE I POLITEHNIKE)

U svakom semestru potrebno je upisati kolegije koji donose 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Popović	2103	Osnove fizike 1	4+2		0+0	
S. Popović	2104	Seminar iz osnova fizike 1	1+0	1	0+0	
S. Popović	2107	Osnove fizike 2	0+0		4+2	
S. Popović	2108	Seminar iz osnova fizike 2	0+0		1+0	1
B. Širola	1231	Matematika 1	4+3		0+0	
B. Širola	1232	Matematika 2	0+0		4+2	7
Z. Herold	2801	Tehnička dokumentacija	2+2	4	2+2	
I. Vicković	3307	Opća i anorganska kemija	3+1	5	0+0	
Z. Mihaljević	4142	Opća ekologija	0+0		2+0	2
D. Bosnar	2126	Računala i operativni sustavi	0+0		2+1	
V. Andrilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
V. Mirosavljević	0030	Engleski jezik 1	2+0	1	2+0	1
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura	0+2	1	0+2	1

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*.

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
A. Dulčić	2205	Osnove fizike 3	4+2		0+0	
A. Dulčić	2209	Osnove fizike 4	0+0		4+2	
M. Stubičar	2232	Praktikum iz osnova fizike A #	1+4	5	0+0	
M. Stubičar	2233	Praktikum iz osnova fizike B #	0+0		1+4	5
M. Huzak	1233	Matematika 3	3+2	6	0+0	
M. Huzak	1234	Matematika 4	0+0		3+2	
M. Opalić	2802	Elementi i mehanizmi strojeva	2+1	4	2+2	
D. Bosnar	2227	Računalni praktikum	1+2		0+2	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija *	2+0	2	2+0	2
V. Mirosavljević	0031	Engleski jezik 2	2+0	1	2+0	
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1

Praktikum iz osnova fizike A odnosno B se upisuje prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 1 i 2, odnosno Osnova fizike 3.

* *Kolegij se ne upisuje ako ga je student odslušao u prethodnoj godini studija (prema starom studijskom programu).*

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*.

III. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Brant	2315	Teorijska fizika 1	2+0		2+0	
S. Brant	2316	Seminar iz teorijske fizike 1	0+1	1	0+1	1
I. Batistić	2309	Uvod u statističku fiziku	2+1	4	0+0	
G. Jerbić-Zorc	2334	Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike	0+4	4	0+4	4
D. Veža	2307	Osnove elektronike	0+0		2+2	4
H. Ivanković	2811	Osnove kemijskog inženjerstva	0+0	0	2+1	
M. Stubičar	2892	Materijali	2+1		0+0	0
I. Kušević	2805	Osnove elektrotehnike	3+1		0+0	0
I. Bošnjak	2816	Osnove tehnologije prometa	2+1		0+0	0
I. Bošnjak	2817	Osnove tehnologije telekomunikacija	0+0		2+1	
Đ. Miljanić	2477	Energetika	0+0	0	2+0	2
Đ. Miljanić	2478	Seminar iz energetike	0+0	0	0+1	1
	2821	Uvod u graditeljstvo	2+1		0+0	
D. Majetić	2807	Automatika	0+0	0	2+1	
N. Pavin	2109	Osnove programiranja (PASCAL)	0+0		2+2	4
D. Androić	2822	Računalne mreže	2+2	4	0+0	
M. Cindrić	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2

Ponuđeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*

IV. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Brant	2411	Teorijska fizika 2	2+0		2+0	
S. Brant	2412	Seminar iz teorijske fizike 2	0+1	1	0+1	1
I. Batistić	2405	Osnove fizike čvrstog stanja	0+0		2+1	4
D. Marjanović	2815	Konstruiranje pomoću računala	2+0		0+2	2
R. Krsnik	2416	Metodika nastave fizike	2+0		2+0	2
R. Krsnik	2419	Seminar iz metodike nastave fizike	2+0	2	2+0	2
G. Jerbić-Zorc	2897	Metodika nastave tehnike s informatikom	2+0	2	2+0	2
G. Jerbić-Zorc	2898	Seminar iz metodike nastave tehnike s informatikom	2+0	2	2+0	2
G. Jerbić-Zorc	2899	Praktikum iz metodike nastave tehnike s informatikom	0+4	3	0+4	3
	2421	Diplomski rad		2		2

Izborni predmeti: u svakom semestru odabrati po jedan predmet iz grupe A i po jedan iz grupe B

A) u svakom semestru odabrati po jedan od sljedećih predmeta

A. Tonejč	2513	Fizika metala i slitina	2+1	4	0+0	0
T. Vukelja	2400	Povijest fizike	2+1	4	0+0	0

D. Herak, M. Pasarić	7032	Fizika zemlje i atmosfere	2+1	4	0+0	0
G. Pichler	2430	Atomska fizika s optikom	2+1	4	0+0	
S. Supek	2451	Biofizika	2+1	4	0+0	0
M. Požek	2514	Fizika poluvodiča	0+0	4	2+1	
T. Vukelja	2402	Filozofija fizike	0+0		2+1	4
K. Zadro	2424	Fizike neuređenih sustava	0+0	0	2+1	4
K. Pavlovski	2313	Astronomija i astrofizika	0+0		2+1	
V. Paar	2438	Metodika nastave kvantne fizike i teorija relativnosti	0+0	0	2+1	4

B) u svakom semestru odabrati po jedan od sljedećih predmeta

	2824	Viši računalni praktikum	0+3	3	0+0	0
I. Kušević	2825	Računalo u pokusu	0+0	0	2+1	3
K. Zadro	2823	Povijest tehnike	2+1	3	0+0	0
A. Hamzić	2429	Praktikum iz osnova elektronike	0+0	0	0+3	3
J. Petrić	2809	Praktikum iz automatike	0+0	0	0+3	3

PROFESOR FIZIKE I KEMIJE

U svakom semestru potrebno je upisati kolegije koji donose 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Popović	2103	Osnove fizike 1	4+2	8	0+0	
S. Popović	2104	Seminar iz osnova fizike 1	1+0	1	0+0	
S. Popović	2107	Osnove fizike 2	0+0	0	4+2	
S. Popović	2108	Seminar iz osnova fizike 2	0+0	0	1+0	1
B. Kaitner	3301	Opća kemija	3+1	6	3+1	6
A. Hergold-Brundić	3318	Praktikum iz opće kemije	0+4	4	0+4	4
B. Širola	1231	Matematika 1	4+3	8	0+0	0
B. Širola	1232	Matematika 2	0+0		4+2	
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1
V. Miroslavljević	0030	Engleski jezik 1	2+0	2	2+0	2

Ponuđen predmet koji ulazi u strukturu studijskog programa profila profesor fizike i kemije u III. godini, a može se upisati već u I. ili II. godini (vidi Uvjete prijelaza u više godine studija)

K. Matešić	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
------------	------	----------------------------------	-----	---	-----	---

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
A. Dulčić	2205	Osnove fizike 3	4+2		0+0	
A. Dulčić	2209	Osnove fizike 4	0+0		4+2	6
M. Stubičar	2225	Praktikum iz osnova fizike 1 #	0+4		0+0	
M. Stubičar	2226	Praktikum iz osnova fizike 2 #	0+0		0+4	
N. Strukan	3331	Anorganska kemija	2+1	3	2+1	
A. Deljac	3112	Organska kemija	4+1	5	4+1	5
A. Gojmerac-Ivšić	3420	Analitička kemija	2+1	3	2+1	
A. Gojmerac-Ivšić	3422	Praktikum iz analitičke kemije	0+4		0+4	
M. Huzak	1233	Matematika 3	3+2	5	0+0	
M. Huzak	1234	Matematika 4	0+0	0	3+2	5
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1
V. Miroslavljević	0031	Engleski jezik 2	2+0	1	2+0	1

Praktikum iz osnova fizike I odnosno II upisuje se prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 1 i 2 odnosno Osnova fizike 3.

Ponuđeni predmeti: vidi Uvjete prijelaza u više godine studija.

III. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Brant	2315	Teorijska fizika 1	2+0		2+0	
S. Brant	2316	Seminar iz teorijske fizike 1	1+0	1	1+0	1
D. Veža	2307	Osnove elektronike	0+0		2+2	4
K. Pavlovski	2313	Astronomija i astrofizika	0+0	0	2+1	
N. Strukan	3351	Praktikum iz anorganske kemije	0+4		0+0	
A. Palković	3130	Praktikum iz organske kemije	0+4		0+0	
M. Flögel	3150	Biokemija	2+1		2+1	
T. Cvitaš	3207	Fizikalna kemija	4+3	7	4+3	6
N. Kallay	3236	Osnovni praktikum fizikalne kemije	0+0	0	0+4	
V. Andriilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1		2+1	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
M. Cindrić	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2

Izborni predmeti: upisuje se jedan kolegij u III. godini, a drugi u IV. godini.

T. Vukelja	2400	Povijest fizike	2+1	2	0+0	0
S. Paušek-Badžar	3389	Povijest kemije	2+0	2	0+0	0

IV. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Brant	2411	Teorijska fizika 2	2+0	2	2+0	2
S. Brant	2412	Seminar iz teorijske fizike 2	1+0	1	1+0	1
I. Batistić	2413	Uvod u statističku fiziku	2+1		0+0	0
A. Hamzić	2429	Praktikum iz osnova elektronike	0+0		0+3	
I. Batistić	2405	Osnove fizike čvrstog stanja	0+0		2+1	
I. Weygand	3152	Praktikum iz biokemije	0+0		0+4	
R. Krsnik	2416	Metodika nastave fizike	2+0	2	2+0	2
R. Krsnik	2419	Seminar iz metodike nastave fizike	2+0	2	2+0	1
G. Jerbić-Zorc	2334	Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike	0+4	4	0+4	3
D. Mrvoš-Sermek	3379	Metodika nastave kemije	2+2		2+2	
D. Mrvoš-Sermek	3384	Praktikum iz metodike nastave kemije	0+4		0+4	2
R. Krsnik	2415	Metodička praksa, 90 sati god.				

Ispit se može polagati tek nakon položenog predmeta Osnove fizičke elektronike.

Izborni predmeti: upisuje se jedan kolegij, koji nije odslušan u predhodnoj godini studija.

T. Vukelja	2400	Povijest fizike	2+1	2	0+0	0
H. Vančik	3389	Povijest i filozofija kemije	2+0	2	0+0	0

Izborni predmeti: upisuje se jedan od sljedećih programa ovisno o usmjerenju diplomskog rada. Upisuje se ime nastavnika-voditelja stručnog dijela diplomskog rada i ime nastavnika-voditelja metodičkog dijela diplomskog rada.

Usmjerenje: FIZIKA

A. Rubčić	2422	Uvod u diplomski rad iz fizike	0+0	0	1+0	1
A. Rubčić	2423	Seminar uz diplomski rad iz fizike	0+0	0	5+0	2
	2421	Diplomski rad		1		2

Usmjerenje: KEMIJA

	3136	Diplomski rad iz organske kemije	0+2	1	0+6	5
	3171	Diplomski rad iz biokemije	0+2	1	0+6	5
	3253	Diplomski rad iz fizikalne kemije	0+2	1	0+6	5
	3391	Diplomski rad iz anorganske kemije	0+2	1	0+6	5
	3412	Diplomski rad iz analitičke kemije	0+1	1	0+5	5

DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE

U svakom semestru potrebno je upisati kolegije koji donose 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
M. Furić	2141	Opća fizika 1	4+2	7	0+0	0
M. Furić	2144	Seminar iz opće fizike 1	1+0	1	0+0	
M. Furić	2143	Opća fizika 2	0+0		4+2	9
M. Furić	2145	Seminar iz opće fizike 2	0+0		1+0	
M. Požek	2151	Fizički praktikum 1 #	0+0		0+4	
M. Marušić	1241	Matematička analiza 1	3+2	5	0+0	
M. Marušić	1242	Matematička analiza 2	0+0	0	3+2	7
M. Primc	1243	Linearna algebra 1	3+2	6	0+0	
M. Primc	1244	Linearna algebra 2	0+0		3+2	
M. Požek	2146	Osnove teorije vjerojatnosti i matematička statistika	2+1	4	0+0	0
I. Vicković	3308	Opća i anorganska kemija	3+1		0+0	
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1
V. Miroslavljević	0030	Engleski jezik 1	2+0	1	2+0	1

Fizički praktikum 1 se upisuje prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Opće fizike 1.

Ponuđen predmet koji ulazi u strukturu studijskog programa profila dipl.inž. fizike u III. godini, a može se upisati već u I. ili II. godini (vidi Uvjete prijelaza u više godine)

I. Vicković	3324	Praktikum iz opće i anorganske kemije	0+0	0	0+4	2
-------------	------	---------------------------------------	-----	---	-----	---

II. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
E. Babić	2241	Opća fizika 3	4+2		0+0	0
E. Babić	2242	Seminar iz opće fizike 3	1+0	1	0+0	0
E. Babić	2243	Opća fizika 4	0+0	0	4+2	
E. Babić	2244	Seminar iz opće fizike 4	0+0		1+0	1
V. Paar	2245	Uvod u strukturu materije	2+0	2	2+0	2
V. Paar	2246	Seminar iz uvoda u strukturu materije	1+0	1	1+0	1
M. Požek	2261	Fizički praktikum 2 #	0+4		0+0	
G. Jerbić-Zorc, S. Pašić	2263	Fizički praktikum 3 #	0+0	0	0+4	3
A. Bjeliš	2247	Klasična mehanika 1	3+0	5	0+0	
A. Bjeliš	2248	Seminar iz klasične mehanike 1	2+0	1	0+0	
A. Bjeliš	2249	Klasična mehanika 2	0+0		3+0	
A. Bjeliš	2250	Seminar iz klasične mehanike 2	0+0		2+0	1
D. Sunko	2251	Matematičke metode fizike	3+2	7	3+2	7
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1

V. Miroslavljević	0031	Engleski jezik 2	2+0	1	2+0	1
-------------------	------	------------------	-----	---	-----	---

Fizički praktikum 2 odnosno 3 upisuje se prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Opće fizike 2 odnosno 3.

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
S. Pallua	2341	Klasična elektrodinamika	3+0	1	3+0	5
S. Pallua	2342	Seminar iz klasične elektrodinamike	2+0	1	2+0	1
M. Šunjčić	2343	Kvantna fizika	2+0	3	2+0	
M. Šunjčić	2344	Seminar iz kvantne fizike	1+0	1	1+0	1
D. Sunko	2345	Statistička fizika	2+0	3	2+0	4
P. Prester	2346	Seminar iz statističke fizike	0+1	1	0+1	1
A. Hamzić	2363	Mikroelektronika	3+0		0+0	
A. Hamzić	2364	Seminar iz mikroelektronike	2+0	2	0+0	
M. Rogina	1245	Numerička matematika, programiranje i statistika	2+1	3	2+1	3
G. Jerbić-Zorc, S. Pašić	2380	Fizički praktikum 4 #	0+4	3	0+0	0
A.M. Tonejc	2382	Fizički praktikum 5 #	0+0		0+4	
I. Vicković	3324	Praktikum iz opće i anorganske kemije	0+0	0	0+4	2
E. Babić	2349	Eksperimentalne tehnike u fizici	2+0	2	0+0	1
E. Babić	2350	Seminar iz eksperimentalnih tehnika u fizici	1+0	1	0+0	0
D. Babić	2351	Uvod u fiziku materijala	0+0		2+0	2
D. Babić	2352	Seminar iz uvoda u fiziku materijala	0+0		1+0	1

Fizički praktikum 4 odnosno 5 upisuje se prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Osnova fizike 4, odnosno Fizičkog praktikuma 4.

Izborni predmeti: u svakom semestru treba upisati izborne kolegije da zbroj njihovih ECTS bodova bude 4

K. Uzelac	2353	Ireverzibilni procesi	2+0	2	2+0	2
K. Uzelac	2354	Seminar iz ireverzibilnih procesa	1+0	1	1+0	1
K. Kumerički	2355	Simetrije u fizici	2+0	2	2+0	2
K. Kumerički	2356	Seminar iz simetrija u fizici	1+0	1	1+0	
N. Pavin	2357	Uvod u energetiku	2+0	2	2+0	2
N. Pavin	2358	Seminar iz uvoda u energetiku	1+0	1	1+0	1
K. Furić	2361	Odabrana poglavlja optike	2+0	2	2+0	2
K. Furić	2362	Seminar iz odabranih poglavlja optike	1+0	1	1+0	1
M. Šunjčić	2371	Samostalni seminar iz istraživanja u kvantnoj fizici	4+0	2	4+0	2
K. Pavlovski	2367	Uvod u astronomiju i astrofiziku	2+0	2	2+0	2
K. Pavlovski	2368	Seminar iz uvoda u astronomiju i astrofiziku	1+0	1	1+0	1
S. Supek	2359	Osnove biofizike	2+0	2	2+0	2
S. Supek	2360	Seminar iz osnova biofizike	1+0	1	1+0	

Ponudeni predmeti: vidi *Uvjete prijelaza u više godine studija*.

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem	ECTS	ljetni sem	ECTS
S. Barišić	2431	Fizika čvrstog stanja	2+0		2+0	4
S. Barišić	2432	Seminar iz fizike čvrstog stanja	1+0	1	1+0	1
D. Vretenar	2433	Nuklearna fizika	2+0		2+0	4
D. Vretenar	2434	Seminar iz nuklearne fizike	1+0	1	1+0	1
I. Picek	2435	Fizika elementarnih čestica	2+0	1	2+0	1
D. Horvat	2436	Seminar iz fizike elementarnih čestica	1+0	1	1+0	1
M. Furić	2437	Fizika eksperimentalnih metoda	2+0		2+0	
T. Vukelja	2401	Moderna fizika i filozofija	2+0	1	2+0	1
	2421	Diplomski rad		1		1

Izborni predmet: upisuje se jedan od praktikuma prema redu predavanja, a pohađa tek nakon položenog ispita iz Fizičkog praktikuma 5

K. Ilakovac	2492	Nuklearni praktikum	0+0	0	0+4	3
I. Kokanović	2493	Praktikum iz fizike čvrstog stanja	0+0	0	0+4	3
D. Veža	2494	Atomski praktikum	0+0	0	0+4	3
D. Bosnar	2515	Praktikum iz fizike elementarnih čestica	0+0	0	0+4	3
K. Pavlovski	2496	Astrofizički praktikum	0+0	0	0+4	3

IZBORNE GRUPE

Grupa I

Obvezni predmeti:

M. Šunjić, L. Marušić	2486	Samostalni seminar iz teorijske fizike	2+0	1	0+0	0
M. Šunjić, L. Marušić	2439	Specijalna poglavlja kvantne fizike	2+0	4	0+0	0
M. Šunjić, L. Marušić	2440	Seminar iz specijalnih poglavlja kvantne fizike	1+0	1	0+0	0

Izborni predmet: upisuje se jedan od seminara

S. Barišić, A. Tonejc	2487	Samostalni seminar iz istraživanja u fizici čvrstog stanja	4+0	1	4+0	1
D. Veža, L. Marušić	2488	Samostalni seminar iz istraživanja u atomskoj i molekularnoj fizici	4+0	1	4+0	1
D. Vretenar, D. Bosnar	2489	Samostalni seminar iz istraživanja u nuklearnoj fizici	4+0	1	4+0	1
I. Picek	2490	Samostalni seminar iz istraživanja u fizici čestica	4+0	1	4+0	1

Izborni predmeti: upisuje se jedan od predmeta s pripadnim seminarom

A. Ilakovac	2441	Relativistička kvantna fizika	3+0	2	0+0	
A. Ilakovac	2442	Seminar iz relativističke kvantne fizike	2+0	1	0+0	1
M. Šunjić, L. Marušić	2443	Kvantna statistička fizika	0+0		3+0	2
M. Šunjić, L. Marušić	2444	Seminar iz kvantne statističke fizike	0+0	1	2+0	1

Izborni predmeti: upisuje se još jedan od predmeta s pripadnim seminarom

A. Ilakovac	2445	Odabrana poglavlja atomske i molekulske fizike	0+0	0	2+0	2
A. Ilakovac	2446	Seminar iz odabranih poglavlja atomske i molekulske fizike	0+0	0	1+0	1
D. Vretenar	2447	Matematičko modeliranje	0+0		2+0	2
D. Vretenar	2448	Seminar iz matematičkog modeliranja	0+0	0	1+0	1
S. Pallua	2449	Astrofizika i kozmologija	0+0	0	2+0	2
S. Pallua	2450	Seminar iz astrofizike i kozmologije	0+0		1+0	1
V. Lopac	2453	Kvantna fizika konačnih sustava	0+0	0	2+0	2
V. Lopac	2454	Seminar iz kvantne fizike konačnih sustava	0+0	0	1+0	1
A. Bjeliš	2455	Nelinearne pojave u fizici	0+0		2+0	2
A. Bjeliš	2456	Seminar iz nelinearnih pojava u fizici	0+0		1+0	1
K. Zadro	2457	Fizika neuređenih sustava	0+0		2+0	2
K. Zadro	2458	Seminar iz fizike neuređenih sustava	0+0	0	1+0	1
K. Pavlovski	2481	Astrofizika 2 - Galaksije	0+0	0	2+0	2
K. Pavlovski	2482	Seminar iz astrofizike 2	0+0	0	1+0	1
I. Picek	2497	Fizikalna kozmologija	2+0	2	0+0	
I. Picek	2498	Seminar iz fizikalne kozmologije	1+0	1	0+0	

Grupa II**Obvezni predmeti:**

E. Babić	2485	Samostalni seminar iz eksperimentalne fizike	2+0	1	2+0	1
A. Hamzić	2491	Praktikum elektroničke instrumentacije	0+4	4	0+0	0

Izborni predmet: upisuje se jedan od seminara.

S. Barišić, A. Tonejc	2487	Samostalni seminar iz istraživanja u fizici čvrstog stanja	4+0	1	4+0	1
D. Veža, L. Marušić	2488	Samostalni seminar iz istraživanja u atomskoj i molekularnoj fizici	4+0	1	4+0	1
D. Vretenar, D. Bosnar	2489	Samostalni seminar iz istraživanja u nuklearnoj fizici	4+0	1	4+0	1
I. Picek	2490	Samostalni seminar iz istraživanja u fizici čestica	4+0	1	4+0	1

Izborni predmeti: upisuju se ukupno četiri predmeta s pripadnim seminarom ili tri predmeta s pripadnim seminarom i još jedan od izbornih praktikuma i to tako da u svakom semestru ukupan zbroj ECTS bodova svih upisanih predmeta bude najmanje 30

M. Šunjić, L. Marušić	2443	Kvantna statistička fizika	0+0	0	3+0	2
M. Šunjić, L. Marušić	2444	Seminar iz kvantne statističke fizike	0+0		2+0	1
A. Tonejc	2459	Fizika metala i slitina	2+0	2	0+0	
A. Tonejc	2460	Seminar iz fizike metala i slitina	1+0	1	0+0	
M. Požek	2461	Fizika poluvodiča	0+0		2+0	2
M. Požek	2462	Seminar iz fizike poluvodiča	0+0	0	1+0	1
A. Hamzić	2463	Niskotemperaturna fizika i supravodljivost	2+0	2	0+0	0

A. Hamzić	2464	Seminar iz niske temperature fizike i supravodljivosti	1+0	1	0+0	0
K. Zadro	2457	Fizika neuređenih sustava	0+0	0	2+0	2
K. Zadro	2458	Seminar iz fizike neuređenih sustava	0+0	0	1+0	1
G. Pichler	2467	Ekperimentalne metode atomske fizike	2+0	2	0+0	0
G. Pichler	2468	Seminar iz eksperimentalnih metoda atomske fizike	1+0	1	0+0	0
V. Ruždjak	2499	Fizika plazme	0+0	0	2+0	2
V. Ruždjak	2500	Seminar iz fizike plazme	0+0	0	1+0	1
D. Klabučar	2469	Elektromagnetski valovi i optika	2+0	2	0+0	
D. Klabučar	2470	Seminar iz elektromagnetskih valova i optike	1+0	1	0+0	0
A. Dulčić	2471	Fizika lasera	0+0	0	2+0	2
A. Dulčić	2472	Seminar iz fizike lasera	0+0		1+0	1
D. Bosnar	2473	Reaktorska fizika	2+0	2	2+0	2
D. Bosnar	2474	Seminar iz reaktorske fizike	1+0	1	1+0	1
M. Vrtar	2475	Medicinska fizika	2+0	1	2+0	2
M. Vrtar	2476	Seminar iz medicinske fizike	1+0	1	1+0	1
M. Vrtar	2495	Praktikum iz dozimetrije i medicinske fizike	0+2	1	0+0	0
K. Pavlovski	2479	Astrofizika 1 - Fizika zvijezda	2+0	2	0+0	
K. Pavlovski	2480	Seminar iz astrofizike 1	1+0	1	0+0	
K. Pavlovski	2481	Astrofizika 2 - Galaksije	0+0	0	2+0	2
K. Pavlovski	2482	Seminar iz Astrofizike 2	0+0		1+0	1
D. Veža	2465	Spektroskopija ioniziranih plinova	2+0	2	0+0	
D. Veža	2466	Seminar iz spektroskopije ioniziranih plinova	1+0	1	0+0	0
I. Picek	2497	Fizikalna kozmologija	2+0	2	0+0	
I. Picek	2498	Seminar iz fizikalne kozmologije	1+0	1	0+0	0
B. Vršnak, R. Brajša	2483	Fizika plazme i fizika Sunca	0+0	0	2+0	2
B. Vršnak, R. Brajša	2484	Seminar iz fizike plazme i fizike Sunca	0+0	0	1+0	1
S. Pallua	2449	Astrofizika i kozmologija	0+0	0	2+0	2
S. Pallua	2450	Seminar iz astrofizike i kozmologije	0+0	0	1+0	1
Đ. Miljanić	2477	Energija	0+0	0	2+0	1
Đ. Miljanić	2478	Seminar iz energetike	0+0		1+0	1
V. Knapp, M. Jurčević, D. Pevec	#	Gorivni ciklus i reaktorski materijali	3+1	2	0+0	0
D. Feretić, N. Cablina, N. Debrecin	#	Nuklearna energetska postrojenja	0+0	0	3+1	1
D. Feretić, Z. Pavlović, D. Pevec, N. Cablina	#	Sigurnost nuklearnih postrojenja	2+1	2	2+1	1

Nastava će se održavati na FER-u.

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA

PROFESORSKI SMJEROVI

ZA UPIS U II. GODINU: položeni ispiti iz:

2103	Osnove fizike 1	2107	Osnove fizike 2
------	-----------------	------	-----------------

i prikupiti iz ostalih predmeta I. godine

za smjer PROFESOR FIZIKE	18 bodova
za smjer PROFESOR FIZIKE I INFORMATIKE	21 bod
za smjer PROFESOR FIZIKE I TEHNIKE S INFORMATIKOM (obnovljeni smjer <i>PROFESOR FIZIKE I POLITEHNIKE</i>)	17 bodova
za smjer PROFESOR FIZIKE I KEMIJE	17 bodova

ZA UPIS U III. GODINU: položeni svi ispiti iz I. godine, te iz II. godine:

2205	Osnove fizike 3	2209	Osnove fizike 4
------	-----------------	------	-----------------

i prikupiti iz ostalih predmeta II. godine

za smjer PROFESOR FIZIKE	14 bodova
za smjer PROFESOR FIZIKE I INFORMATIKE	18 bodova
za smjer PROFESOR FIZIKE I TEHNIKE S INFORMATIKOM (obnovljeni smjer <i>PROFESOR FIZIKE I POLITEHNIKE</i>)	14 bodova
za smjer PROFESOR FIZIKE I KEMIJE	18 bodova

ZA UPIS U IV. GODINU: položeni svi ispiti iz II. godine i 30 bodova iz predmeta III. godine. Dodatno za upis pojedinih predmeta za smjer **PROFESOR FIZIKE I KEMIJE** potrebno je ispuniti sljedeće preduvjete:

Kod	Predmeti	Kod	Preduvjeti
3331	Anorganska kemija	3301	Opća kemija
		2103, 2107	Osnove fizike 1, 2
3112	Organska kemija	3301	Opća kemija
3207	Fizikalna kemija	3301	Opća kemija
		1231, 1232	Matematika 1, 2
		2103, 2107 2205, 2209	Osnove fizike 1, 2, 3, 4
3420	Analitička kemija	3301	Opća kemija
3422	Praktikum iz analit. kemije		
3150	Biokemija	3112	Organska kemija
		3207	Fizikalna kemija
3130, 3152 3236, 3351 3422	Kemijski praktikumi druge i viših godina	3301	Opća kemija
		3318	Praktikum iz opće kemije

Bodovi odslušanog predmeta I. godine 0030 boduje se tek kad ga se položi!

DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE**ZA UPIS U II. GODINU:** položeni sljedeći ispiti s I. godine:

2141	Opća fizika 1
2143	Opća fizika 2

1241	Matematička analiza 1
1242	Matematička analiza 2

te prikupiti još 10 bodova iz ostalih predmeta I. godine.

ZA UPIS U III. GODINU: položeni svi ispiti s I. godine i sljedeći predmeti s II. godine:

2241	Opća fizika 3
2242	Opća fizika 4

2251	Matematičke metode fizike
------	---------------------------

te prikupiti 12 bodova iz ostalih predmeta II. godine.

ZA UPIS U IV. GODINU: položeni svi ispiti s II. godine i sljedeća dva predmeta s III. godine:

obvezno	2343	Kvantna fizika
Jedan od predmeta	2341	Klasična elektrodinamika
	2345	Statistička fizika

te prikupiti 11 bodova iz ostalih predmeta III. godine.

PONUĐENI PREDMETI

Ponuđeni predmeti upisuju se na bilo kojem smjeru prema dogovoru s predmetnim nastavnikom, ali ne ulaze u strukturu studijskog programa fizike niti jednog profila:

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	<i>predavanja + vježbe</i>			
			<i>zimski sem.</i>	<i>ECTS</i>	<i>ljetni sem.</i>	<i>ECTS</i>
D. Adamović	1251	Elementarna matematika	2+2	2	0+0	0
N. Juretić, M. Pavlica, I. Bušić	4172	Uvod u biologiju	2+0	1	2+0	1
	0034	Njemački jezik 1	0+2	1	0+2	1
	0035	Njemački jezik 2	0+2	1	0+2	1
J. Vulić	0433	Tjelesna i zdravstvena kultura 3	0+2	1	0+2	1
J. Vulić	0434	Tjelesna i zdravstvena kultura 4	0+2	1	0+2	1

RASPORED ISPITA

za akademsku godinu 2004. / 2005.

Satiničar Fizičkog odsjeka: Boris Kožnjak, prof.

PONEDJELJAK	UTORAK	SRIJEDA	ČETVRTAK	PETAK	ISPITNI ROKOVI
29.11.	30.11.	1.12.	2.12.	3.12.	1. izvanredni
31.01.	1.02.	2.02.	3.02.	4.02.	zimski
14.02.	15.02.	16.02.	17.02.	18.02.	
18.04.	19.04.	20.04.	21.04.*	22.04.	2. izvanredni
20.06.	21.06.	22.06.*	23.06.	24.06.	ljetni
4.07.	5.07.	6.07.	7.07.	8.07.	
5.09.	6.09.	7.09.	8.09.	9.09.	jesenski
19.09.	20.09.	21.09.	22.09.	23.09.	

Termini se odnose na pismene ispite, odnosno na usmene ispite za kolegije kod kojih nema pismenih ispita.

* 21.4. i 22.06. - ispite prebaciti u druge dane u istom tjednu (praznici)

Kolegij	Profesor	Termin	Predavaonica
Osnove fizike	A. Dulčić	utorak 8.15 sati	F08
Osnove fizike	S. Popović	srijeda 12 sati	F08
Opća fizika	E. Babić	četvrtak 9 sati	F08 + F102
Opća fizika	M. Furić	utorak 11 sati	F08 + F102
Fizika za kemičare	K. Zadro	srijeda 9 sati	F08
Fizika za biologe	D. Kunstelj	ponedjeljak 15 sati	F102
Fizika za biologe	S. Popović	srijeda 15 sati	F224
Fizika za geologe	A.M. Tonejc	četvrtak 12 sati	F08
Osnove fizike za matematičare	A. Rubčić, D. Androić	srijeda 15 sati	F08 + F102
Osnove teorije vjerojatnosti i matematička statistika, Fizika poluvodiča	M. Požek	četvrtak 12 sati	F08
Elektronički predmeti	A. Hamzić D. Veža	petak 9 sati	F08
Klasična mehanika	A. Bjeliš	ponedjeljak 12.30 sati	F08
Fizika eksperimentalnih metoda Nuklearna fizika	M. Furić	prema dogovoru	F305
Vjerojatnost i statistika Uvod u fiziku materijala	D. Babić	ponedjeljak 12 sati	F102
Eksperimentalne tehnike u fizici	E. Babić	ponedjeljak 12 sati	F12
Eksperimentalne metode moderne fizike	D. Kunstelj	prema dogovoru	-
Odabrana poglavlja fizike čvrstog stanja	A. Tonejc	prema dogovoru	-
Metodike (svi predmeti)	R. Krsnik	četvrtak 12 sati	F110

Specijalna poglavlja kvantne fizike, Kvantna fizika Kvantna statistička fizika	M. Šunjić	ponedjeljak	14 sati	F25
Fizika čvrstog stanja	S. Barišić	srijeda	11 sati	F14
Metodika nastave tehnike	G. Jerbić-Zorc	prema dogovoru		-
Statistička fizika	D. K. Sunko	ponedjeljak	9 sati	F102
Matematičke metode fizike	D. K. Sunko	ponedjeljak	9 sati	F08
Relativistička kvantna fizika	A. Ilakovac	četvrtak	9 sati	F12
Uvod u strukturu materije Klasična mehanika	V. Paar	prema dogovoru		F418
Elektrodinamika	S. Brant	utorak	10 sati	F25
Klasična elektrodinamika	S. Pallua	srijeda	9 sati	F102
Nuklearna fizika	D. Vretenar S. Brant	srijeda	9 sati	F102
Kvantna fizika	D. Klabučar	utorak	9 sati	F13
Elektromagnetski valovi i optika	D. Klabučar	srijeda	10 sati	F12
Uvod u računarstvo Osnove programiranja (Pascal)	N. Pavin	petak	10 sati	F102
Uvod u energetiku	N. Pavin	prema dogovoru		F405
Reaktorska fizika	D. Bosnar	prema dogovoru		F319
Materijali	M. Stubičar	prema dogovoru		
Strani jezici; Društveni predmeti		prema dogovoru		
Osnove fizike čvrstog stanja	I. Batistić	petak	9 sati	F12
Baze podataka	I. Batistić	utorak	12 sati	F12
Uvod u statističku fiziku	I. Batistić	srijeda	10 sati	F12
Računalni praktikum 1	L. Marušić	utorak	13 sati	F26
Računala i operativni sustavi	L. Marušić	srijeda	10 sati	F26
Računalni praktikum 2	L. Marušić	srijeda	14 sati	F26

KEMIJSKI ODSJEK

<http://www.chem.pmf.hr/>

10.000 Zagreb, Marulićev trg 19

Tel.: 01+4895500, Fax: 01+4829958

Pročelnik: prof.dr.sc. Nikola Kallay

e-mail: ko@chem.pmf.hr

USTROJSTVO ODSJEKA

Fizičko-kemijski zavod, Marulićev trg 19

Zavod za analitičku kemiju, Strossmayerov trg 14

Zavod za biokemiju, Strossmayerov trg 14

Zavod za opću i anorgansku kemiju, Zvonimirova 8

Zavod za organsku kemiju, Strossmayerov trg 14

ZNANSTVENO-NASTAVNO OSOBLJE I STUDENTI

27 nastavnika

30 asistenata

21 znanstveni novak

600 studenata

KEMIJA DANAS

Kemija je jezgra moderne znanosti, tehnologije i medicine. Bez nje ne bismo znali sagraditi i održavati kuće, smanjiti onečišćenja, proučavati rast biljaka, razumjeti što uvjetuje dobru prehranu, tražiti nove izvore energije, ili razvijati nove lijekove. Mnoge znanstvene discipline nadovezuju se na kemiju i ona je danas temeljna u mnogim ozbiljnim znanstvenim istraživanjima.

ZNANSTVENI RAD

Istraživanja na Odsjeku obuhvaćaju biokemijska istraživanja prijenosa genetičke informacije, sinteze novih organskih i anorganskih spojeva, proučavanje molekularnih i kristalnih struktura metodama difrakcije rentgenskih zraka, ponašanje i strukture organskih molekula na temperaturama bliskim apsolutnoj nuli, biokatalizu u organskoj sintezi, reakcijske mehanizme, proučavanje koloidnih sustava i površinskih pojava, kvantno-kemijska i spektroskopska istraživanja te razvoj novih metoda kemometrike i kemijske analize. Studenti viših godina neposredno sudjeluju u tim istraživanjima.

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- **Profesor kemije**, trajanje nastave 4 godine
- **Diplomirani inženjer kemije**, trajanje nastave 4 godine
- **Profesor fizike i kemije**, trajanje nastave 4 godine (u suradnji s Fizičkim odsjekom.)
- **Profesor biologije i kemije**, trajanje nastave 4 godine (u suradnji s Biološkim odsjekom.)

DIPLOMSKI RAD

Izrada diplomskog rada uvijek je istraživački zadatak koji student gotovo samostalno rješava.

AKADEMSKA ZVANJA

1. Profesor kemije
Chemiae professor
2. Diplomirani inženjer kemije
Chemiae ingeniarius diplomate probatus

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Diplomiranim studentima omogućen je potdiplomski studij kemije koji traje do osam godina i završava stjecanjem akademskog stupnja magistra te doktora kemijskih znanosti. Nastavu na tom studiju obavljaju, osim nastavnika ovog fakulteta i stručnjaci iz drugih ustanova te iz inozemstva. Studij završava izradom magistarskog rada ili doktorske disertacije u okviru nekog od projekata na Kemijskom odsjeku. Smjerovi su postdiplomskog studija: Anorganska i strukturna kemija, Organska kemija, Fizikalna kemija, Analitička kemija te Biokemija. Magistrima kemijskih znanosti omogućena je izrada doktorske disertacije te stjecanje akademskog stupnja doktora znanosti. Najboljim završenim studentima također je omogućeno da tijekom izrade svojih magistarskih i doktorskih radova budu na Fakultetu zaposleni kao znanstveni novaci.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magistar prirodnih znanosti, polje: kemija (Analitička kemija)
Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiae analyticam) pertinentium
2. Magistar prirodnih znanosti, polje: kemija (Anorganska i strukturna kemija)
Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiae anorganicum et structuralem) pertinentium
3. Magistar prirodnih znanosti, polje: kemija (biokemija)
Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiae biochemiam) pertinentium
4. Magistar prirodnih znanosti, polje: kemija (Fizikalna kemija)
Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiae physicam) pertinentium
5. Magistar prirodnih znanosti, polje: kemija (Organska kemija)
Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiae organicam) pertinentium
6. Doktor znanosti, polje: kemija
Doctor scientiarum naturalium ad chemiam pertinentium

ZAPOŠLJAVANJE

Kemičari danas nalaze posao u najrazličitijim djelatnostima kao što su: temeljna i primijenjena istraživanja, nastava, laboratorijska ispitivanja, tehnologija, znanost o materijalima, farmaceutska, petrokemijska i prehrambena industrija, zdravstvo i drugo.

PROFESOR KEMIJE

Upisom predmeta iz grupe obveznih i izbornih predmeta student je dužan ostvariti 30 ECTS bodova semestralno, odnosno 60 godišnje kako u I., tako i u II. godini studija.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	<i>zimski sem.</i>		<i>ljetni sem.</i>		<i>ECTS</i>	
Z. Popović	3300	Opća kemija	3+2	6	3+2	6		
Z. Popović	3320	Praktikum iz opće kemije	0+4	3	0+4			
Z. Čerin	1311	Matematika 1	4+3	6	0+0	0		
Z. Čerin	1312	Matematika 2	0+0		4+3	6		
K. Zadro	2164	Fizika 1	4+2	6	0+0	0		
K. Zadro	2165	Fizika 2	0+0		4+2	6		
D. Tibljaš	5201	Mineralogija	2+2	4	2+2	4		
R. Erben, V. Besendorfer	4401	Biologija	2+1	3	2+1	3		
K. Fučkar, J. Vulić	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1		

Ponudeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa profesor kemije niti diplomirani inženjer kemije.

A. Marušić	0231	Sociologija znanosti	1+1	1	1+1	1		
D. Adamović	1251	Elementarna matematika	2+2	4	0+0	0		
	0030	Engleski jezik 1	0+2	1	0+2	1		
	0034	Njemački jezik 1	0+2	1	0+2	1		

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	<i>zimski sem.</i>		<i>ljetni sem.</i>		<i>ECTS</i>	
M. Cindrić	3330	Anorganska kemija	2+1	4	2+1	5		
I. Kokanović	2181	Praktikum iz fizike	0+4	2	0+0	0		
I. Bregovec	3114	Organska kemija	4+1	7	4+1	7		
VI. Simeon	3206	Fizikalna kemija	4+3	7	4+3	7		
D. Babić	3202	Matematičke metode u kemiji	2+1	2	0+0	0		
V. Tomišić	3203	Računalni praktikum	0+2	1	0+2	1		
Đ. Težak	3204	Dokumentacija i informatologija u kemiji	0+0	0	2+1	1		
A. Gojmerac-Ivšić	3401	Analička kemija 1	3+2	4	0+0	0		
A. Gojmerac-Ivšić	3403	Praktikum iz analitičke kemije 1	0+4	2	0+0			
Z. Meić	3402	Analička kemija 2	0+0		2+1	4		
A. Gojmerac-Ivšić	3404	Praktikum iz analitičke kemije 2	0+0	0	0+4	2		
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1		

Ponuđeni predmeti koji ulaze samo u strukturu studijskog programa profesor kemije za III. godinu.

V. Andrilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
	0031	Engleski jezik 2	0+2	2	0+2	2
	0035	Njemački jezik 2	0+2	2	0+2	2

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Weygand	3153	Opća biokemija	3+1	7	3+1	7
M. Cindrić	3350	Praktikum iz anorganske kemije	0+4	3	0+4	3
S. Tomić-Pisarović	3116	Praktikum iz organske kemije 1	0+4	3	0+0	0
H. Vančik	3119	Praktikum iz organske kemije 2	0+0	0	0+4	3
N. Kallay	3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1	0+4	3	0+0	0
N. Kallay	3243	Fizikalno-kemijski praktikum 2	0+0	0	0+4	3
V. Andrilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja \$	2+1	2	2+1	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija \$	2+0	2	2+0	2
F. Jelavić	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2

Predmeti označeni znakom \$ ne upisuju se ako ih je student odslušao u prethodnoj godini studija.

Izborni predmeti u III. i IV. godini studijskog programa za smjer profesor kemije. Student ovog smjera obvezno mora u III. godini studija slušati i do kraja studija položiti ispite iz **4 predmeta iz grupe izbornih predmeta za III. i IV. godinu studija, kako bi koeficijent opterećenja iznosio najmanje 30 bodova u svakom semestru. Upisani predmeti koji premašuju taj broj, uračunavaju se u opterećenje predviđeno za IV. godinu studija.**

VI. Simeon	3237	Kemijska termodinamika	2+1	4	0+0	
T. Živković	3218	Kvantna kemija	2+1	4	0+0	0
D.Matković-Čalogović	3363	Kemija čvrstog stanja	0+0		2+1	4
Z. Meić	3405	Instrumentne analitičke metode 1	2+1	4	0+0	
A. Deljac	3120	Kemija prirodnih organskih spojeva	2+1	4	0+0	
Z. Mihalić, H. Vančik	3117	Fizikalna organska kemija	0+0		3+1	4
D. Kovačević	3230	Elektrokemija	0+0		2+1	4
T. Cvitaš	3222	Kemijska kinetika	0+0		2+1	4
D.Matković-Čalogović	3361	Kristalokemija	2+1	4	0+0	
Z. Meić	3407	Instrumentne analitičke metode 2	0+0		2+1	4
Đ. Težak	3205	Pretraživanje znanstvenih informacijskih baza	0+2	1	0+0	0
B. Lenhard	4442	Genomika i računalna biologija	2+1	4	0+0	

Ponuđeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa smjerova profesor kemije i dipl. ing. kemije, a upisuju se u III. i IV. godini.

K. Fučkar, J. Vulić	0433	Tjelesna i zdravstvena kultura 3	0+2	1	0+2	1
K. Fučkar, J. Vulić	0434	Tjelesna i zdravstvena kultura 4	0+2	1	0+2	1

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	predavanja + vježbe			
			zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
H. Vančik	3389	Povijest i filozofija kemije	2+0	1	0+0	0
Ž. Kučan	3157	Praktikum iz biokemije	0+4	3	0+0	0
D. Mrvoš-Sermek	3380	Metodika nastave kemije	2+2	4	2+2	4
D. Mrvoš-Sermek	3382	Praktikum iz metodike nastave kemije	0+4	4	0+4	4
D. Mrvoš-Sermek	3383	Metodička praksa iz kemije, 90 sati/god.		0		4

Izborni predmeti

U dogovoru s voditeljem diplomskog rada student je dužan upisati i položiti ispite iz 4 predmeta iz grupe **izbornih predmeta III. i IV. godine studija** koje nije upisivao tijekom ranijih godina. Koeficijent opterećenja mora iznositi 30 ECTS bodova u svakom semestru. U koeficijent opterećenja mogu se uračunati i predmeti koje je student odslušao tijekom III. godine ako oni premašuju najmanji broj od 4 izborna predmeta upisana u III. godini studija.

Diplomski rad

Student bira područje diplomskog rada prema osobnom interesu. Nakon savjetovanja s voditeljem godišta, upisuje jedan od sljedećih predmeta:

	3137	Diplomski rad iz organske kemije	0+10	10	0+16	10
	3172	Diplomski rad iz biokemije	0+10	10	0+16	10
	3254	Diplomski rad iz fizikalne kemije	0+10	10	0+16	10
	3392	Diplomski rad iz anorganske kemije	0+10	10	0+16	10
	3432	Diplomski rad iz analitičke kemije	0+10	10	0+16	10

Nakon izbora područja diplomskog rada student je dužan javiti se izabranom voditelju diplomskog rada i dogovoriti se o temi. Voditelj mora biti stalni ili naslovni nastavnik PMF-a u znanstveno-nastavnom zvanju docent ili višem ili u znanstvenom zvanju znanstveni suradnik ili višem. Ako se eksperimentalni dio diplomskog rada izvodi u laboratoriju ustanove izvan PMF-a, student mora imati i voditelja iz te institucije u zvanju stalni ili naslovni docent ili znanstveni suradnik ili višem. Diplomski rad obvezno sadrži istraživački i metodički dio. Sadržaj metodičkog dijela diplomskog rada dogovara se s nastavnikom metodike nastave kemije. Teme diplomskih radova prihvaćaju se na sjednici Vijeća Kemijskog odsjeka.

Ponuđeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa smjera profesor kemije mogu se upisati s popisa izbornih predmeta za studijski program diplomirani inženjer kemije i s popisa ponuđenih predmeta uz III. godinu.

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA

ZA UPIS U II. GODINU: Polaganjem ispita iz grupe obveznih predmeta I. godine student je dužan ostvariti 36 ECTS bodova. Za upis pojedinih predmeta II. godine student je obavezan ispuniti sljedeće preduvjete:

Kôd Predmeti		Kôd Preduvjeti	
3330	Anorganska kemija	3300	Opća kemija
		2164	Fizika 1
		2165	Fizika 2
3114	Organska kemija	3300	Opća kemija
3206	Fizikalna kemija	1311	Matematika 1
		1312	Matematika 2
		2164	Fizika 1
		2165	Fizika 2
3202	Matematičke metode u kemiji	1311	Matematika 1
		1312	Matematika 2
3203	Praktikum na elektroničkom računalu	1311	Matematika 1
		1312	Matematika 2
3401	Analitička kemija 1	3300	Opća kemija
3402	Analitička kemija 2		
3403	Praktikum iz analitičke kemije 1		
3404	Praktikum iz analitičke kemije 2		

ZA UPIS U III. GODINU: Student je dužan položiti ispite iz svih obveznih predmeta I. godine te ostvariti 28 ECTS bodova polaganjem ispita iz grupe obveznih predmeta II. godine. Za upis pojedinih predmeta III. godine potrebno je ispuniti i sljedeće preduvjete:

Kôd Predmeti		Kôd Preduvjeti	
3153	Opća biokemija	3114	Organska kemija ili
		3206	Fizikalna kemija
3116	Praktikum iz organske kemije 1	3114	Organska kemija
3119	Praktikum iz organske kemije 2	3116	Praktikum iz organske kemije 1
3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1	3206	Fizikalna kemija
3243	Fizikalno-kemijski praktikum 2	3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1
3117	Fizikalna organska kemija	3114	Organska kemija
		3206	Fizikalna kemija
3120	Kemija prirodnih organskih spojeva	3114	Organska kemija
3237	Kemijska termodinamika	3206	Fizikalna kemija
3218	Kvantna kemija		
3230	Elektrokemija		
3222	Kemijska kinetika		
3361	Kristalokemija	3206	Fizikalna kemija
		5201	Mineralogija

3363	Kemija čvrstog stanja	3206	Fizikalna kemija
		3330	Anorganska kemija
3405	Instrumentalne analitičke metode 1	3401	Analitička kemija 1
		3403	Praktikum iz analitičke kemije 1
		3404	Praktikum iz analitičke kemije 2
		3206	Fizikalna kemija
		3402	Analitička kemija 2 (<i>odslušano</i>)
3407	Instrumentalne analitičke metode 2	3402	Analitička kemija 2
		3405	Instrumentalne analitičke metode 1 (<i>odslušano</i>)
	Genomika i računalna biologija	3153	Opća biokemija

ZA UPIS U IV. GODINU : Student je dužan položiti ispite iz svih obveznih predmeta II. godine te ostvariti 32 ECTS boda iz grupe obveznih predmeta III. godine. Za upis pojedinih predmeta IV. godine potrebno je ispuniti sljedeće preduvjete:

Kôd	Predmeti	Kôd	Preduvjeti
3382	Praktikum iz metodike nastave kemije	3350	Praktikum iz anorganske kemije
		3116	Praktikum iz organske kemije 1
		3119	Praktikum iz organske kemije 2
		3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1
		3243	Fizikalno-kemijski praktikum 2

DIPLOMIRANI INŽENJER KEMIJE

Upisom obveznih i izbornih predmeta student je dužan ostvariti 30 ECTS bodova semestralno, odnosno 60 godišnje kako u I., tako i u II. godini studija.

I. i II. godina

**Plan i program studija istovjetni su kao na struci
KEMIJA - PROFESOR KEMIJE**

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Weygand	3153	Opća biokemija	3+1	5	3+1	5
M. Cindrić	3350	Praktikum iz anorganske kemije	0+4	3	0+4	3
S. Tomić-Pisarović	3116	Praktikum iz organske kemije 1	0+4	3	0+0	0
H. Vančik	3119	Praktikum iz organske kemije 2	0+0	0	0+4	3
N. Kallay	3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1	0+4	3	0+0	0
N. Kallay	3243	Fizikalno-kemijski praktikum 2	0+0	0	0+4	3

Izborni predmeti

Student je obavezan upisati 8 od nabrojanih predmeta kako bi koeficijent opterećenja iznosio najmanje 30 ECTS bodova semestralno. Upisani predmeti koji prekoračuju taj broj pribrojiti će se koeficijent opterećenja IV. godine studija.

V. Simeon	3237	Kemijska termodinamika	2+1		0+0	0
T. Živković	3218	Kvantna kemija	2+1		0+0	0
D. Matković-Čalogović	3363	Kemija čvrstog stanja	0+0		2+1	4
Z. Meić	3405	Instrumentne analitičke metode 1	2+1	4	0+0	
A. Deljac	3120	Kemija prirodnih organskih spojeva	2+1	4	0+0	0
Z. Mihalić, H. Vančik	3117	Fizikalna organska kemija	0+0		3+1	4
V. Simeon	3230	Elektrokemija	0+0		2+1	4
T. Cvitaš	3222	Kemijska kinetika	0+0		2+1	4
D. Matković-Čalogović	3361	Kristalokemija	2+1	4	0+0	
Z. Meić	3407	Instrumentne analitičke metode 2	0+0	0	2+1	4
Đ. Težak	3205	Pretraživanje znanstvenih informacijskih baza	0+2	1	0+0	0

Ponuđeni predmeti izvan studijskog programa diplomirani inženjer kemije. Polaganje navedenih predmeta uvjet je za stjecanje zvanja nastavnika kemije u osnovnim i srednjim školama (jednako kao i profesor kemije). Diplomski rad, u tom slučaju, ne mora sadržavati metodički dio. Vrijeme i redoslijed upisa predmeta dogovara se s predmetnim nastavnikom tijekom III., odnosno IV. godine ili za trajanja apsolvetskog statusa. Istodobno trebaju biti ispunjeni i uvjeti upisa za smjer profesor kemije.

V. Andrić	0011	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
F. Jelavić	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2
D. Mrvoš-Sermek	3380	Metodika nastave kemije	2+2	4	2+2	4
D. Mrvoš-Sermek	3382	Praktikum iz metodike nastave kemije	0+4	3	0+4	4
D. Mrvoš-Sermek	3383	Metodička praksa iz kemije, 90 sati/god.		0		4

Ponuđeni predmeti izvan studijskog programa smjera diplomirani inženjer kemije mogu se upisati s popisa predmeta ponuđenih uz III. godinu smjera profesor kemije.

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Weygand	3157	Praktikum iz biokemije	0+4	3	0+0	0
H. Vančik	3389	Povijest i filozofija kemije	2+0	1	0+0	0

Izborni predmeti:

Student bira područje diplomskog rada prema osobnom interesu. Nakon savjetovanja s voditeljem godišta dužan je upisati jedan od sljedećih predmeta:

	3138	Diplomski rad iz organske kemije	0+11	10	0+17	14
	3173	Diplomski rad iz biokemije	0+11	10	0+17	14
	3255	Diplomski rad iz fizikalne kemije	0+11	10	0+17	14
	3399	Diplomski rad iz anorganske kemije	0+11	10	0+17	14
	3433	Diplomski rad iz analitičke kemije	0+11	10	0+17	14

U dogovoru s voditeljem diplomskog rada student treba upisati i položiti ispite iz grupe izbornih predmeta od kojih najviše dva mogu biti praktikumi. Koeficijent opterećenja u jednom semestru treba biti 30, odnosno ukupan zbroj ECTS bodova u četvrtoj godini treba iznositi najmanje 60. U taj iznos mogu se uračunati predmeti koje je student odslušao tijekom treće godine ako premašuju najmanji broj od 8 izbornih predmeta. Pojedinačnom odlukom Vijeća Kemijskog odsjeka u taj se iznos mogu ubrojiti i predmeti koje student sluša i polaže na drugim odsjecima PMF-a ili na nekom od fakulteta Sveučilišta.

Nakon izbora područja diplomskog rada student je dužan javiti se izabranom voditelju diplomskog rada i dogovoriti se o temi. Voditelj mora biti stalni ili naslovni nastavnik PMF-a u znanstveno-nastavnom zvanju docent ili višem ili u znanstvenom zvanju znanstveni suradnik ili višem. Ako se eksperimentalni dio diplomskog rada izvodi u laboratoriju ustanove izvan PMF-a, student mora imati i voditelja iz te institucije u zvanju stalni ili naslovni docent ili znanstveni suradnik ili višem. Teme diplomskih radova prihvaćaju se na sjednici Vijeća Kemijskog odsjeka.

izborni predmeti

A. Palković	3122	Viši praktikum iz organske kemije	0+4	4	0+0	
V. Šunjć	3123	Metode sinteze u organskoj kemiji	2+1	4	0+0	
H. Vančik	3124	Fotokemija	2+1	4	0+0	
S. Tomić-Pisarović	3125	Enzimaska kataliza u organskoj sintezi	2+1	4	0+0	
Z. Mihalić	3140	Računalna kemija	0+0		2+1	4
M. Flögel	3161	Fizikalna biokemija	0+0		2+1	4
K. Barišić	3163	Celularna biokemija	2+1	4	0+0	
Ž. Kučan	3166	Viši praktikum iz biokemije	0+0	0	0+4	4
N. Kallay	3234	Koloidna i međupovršinska kemija	2+1	4	0+0	
N. Kallay	3245	Fizikalno-kemijski praktikum 3	0+4	4	0+0	
B. Kovač	3270	Molekulska spektroskopija	2+1	4	0+0	
Z. Maksić	3271	Simetrija u kemiji	2+1	4	0+0	0
B. Kaitner	3364	Anorganski reakcijski mehanizmi	0+0		2+1	4
D. Matković-Čalogović	3365	Bioanorganska kemija	0+0	0	2+1	4
Z. Vekslj	3366	Struktura i svojstva polimera	2+1	4	0+0	
E. Meštrović	3367	Kemija materijala	2+1	4	0+0	

Z. Popović	3394	Kemija organometalnih spojeva	0+0		2+1	4
M. Cindrić	3395	Magnetokemija	2+0	4	0+0	0
I. Vicković	3396	Difrakcijske metode određivanja kristalnih struktura	2+1	4	0+0	0
	3398	Viši praktikum iz anorganske kemije	0+4	4	0+0	
V. Allegretti-Živčić	3406	Praktikum iz analitičke kemije 3	0+4	4	0+0	
V. Allegretti-Živčić	3408	Praktikum iz analitičke kemije 4	0+0		0+4	4
V. Vojković	3409	Radiometrijske metode	2+1	4	0+0	
P. Novak	3413	Spektroskopska strukturna analiza	2+1	4	0+0	
V. Delić	4079	Genetičko inženjerstvo u biotehnologiji	1+0	2	1+0	2
V. Delić	4080	Praktikum iz genetičkog inženjerstva u biotehnologiji	0+2	2	0+2	2
E. Salaj-Šmic	4133	Molekularna genetika	2+0	4	2+0	4
G. Pifat-Mrzljak	4440	Molekularna biofizika	2+0	4	2+0	4
G. Pifat-Mrzljak	4441	Praktikum iz molekularne biofizike	0+1	2	0+2	2
B. Lenhard	4442	Genomika i računalna biologija	2+1	4	0+0	

Uz kolegij 3398 *Viši praktikum iz anorganske kemije*, upisuju se ime nastavnika kod kojega je student upisao diplomski rad.

Za upis pojedinih predmeta iz ove grupe, potrebno je položiti sljedeće preduvjete:

Kód	Predmeti	Kód	Preduvjete
3122	Viši praktikum iz organske kemije	3116	Praktikum iz organske kemije 1
		3119	Praktikum iz organske kemije 2
3161	Fizikalna biokemija	3153	Opća biokemija
3166	Viši praktikum iz biokemije		
4079	Genetičko inženjerstvo u biotehnologiji		
4080	Praktikum iz genetičkog inženjerstva u biotehnologiji		
4133	Molekularna genetika		
4440	Molekularna biofizika		
4441	Praktikum iz molekularne biofizike		
4442	Genomika i računalna biologija		
3245	Fizikalno-kemijski praktikum 3	3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1
		3243	Fizikalno-kemijski praktikum 2
3367	Kemija materijala	3361	Kristalokemija
		5201	Mineralogija
		3363	Kemija čvrstog stanja
		3402	Analitička kemija 2
3408	Praktikum analitičke kemije 4	3406	Praktikum analitičke kemije 3

Ponudeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa smjera diplomirani inženjer kemije mogu se upisati s popisa predmeta ponuđenih uz III. godinu smjera profesor kemije.

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA

ZA UPIS U II. i III. GODINU
istovjetni su kao na struci
KEMIJA - PROFESOR KEMIJE

ZA UPIS U IV. GODINU: Pored položenih svih ispita iz II. godine student je dužan ostvariti još 24 ECTS bodova polaganjem ispita s III. godine. Za upis pojedinih predmeta IV. godine potrebno je ispuniti sljedeće preduvjete:

Kôd	Kolegij	Kôd	Preduvjeti
3123	Metode sinteze u organskoj kemiji	3114	Organska kemija
3122	Viši praktikum iz organske kemije	3116	Praktikum iz organske kemije 1
		3119	Praktikum iz organske kemije 2
3245	Fizikalno-kemijski praktikum 3	3241	Fizikalno-kemijski praktikum 1
		3243	Fizikalno-kemijski praktikum 2
3398	Viši praktikum iz anorganske kemije	3350	Praktikum iz anorganske kemije
3408	Praktikum analitičke kemije 4	3406	Praktikum iz analitičke kemije 3
3161	Fizikalna biokemija	3153	Opća biokemija
3166	Viši praktikum iz biokemije		
4440	Molekularna biofizika		
4441	Praktikum iz molekularne biofizike		
4079	Genetičko inženjerstvo u biotehnologiji		
4080	Praktikum iz genetičkog inženjerstva u biotehnologiji		
4133	Molekularna genetika		

RASPORED ISPITA

za akademsku godinu 2004. / 2005.

Satničar Kemijskog odsjeka: dr. sc. Antun Palković

Raspored ispita Kemijskog odsjeka odnosi se na studente smjera profesor kemije i diplomirani inženjer kemije te za studente smjerova profesor biologije i kemije i profesor fizike i kemije za kolegije koje su upisali na Kemijskom odsjeku PMF-a.

U danu određenom za održavanje ispita na pojedinom Zavodu (npr. ponedjeljak 5.09.2005. ZAVOD ZA OPČU I ANORGANSKU KEMIJU) održavaju se ispiti iz svih kolegija koje predaju nastavnici (i vanjski suradnici) tog Zavoda za sve smjerove studija. Svaki će Zavod, sukladno broju prijavljenih studenata odlučiti da li će se ispiti održati u jednom ili dva dana te objaviti raspored i vrijeme održavanja ispita pojedinog predmeta. Ispiti iz stranih jezika i ponuđenih predmeta (Sociologija znanosti, Psihologija odgoja i obrazovanja, Didaktika, Opća pedagogija) održavat će se prema dogovoru s predmetnim nastavnikom.

JESENSKI IZVANREDNI ISPITNI ROK**29. 11. – 03. 12. 2004.**

Datum	ZAVOD / ODSJEK
29. 11.	Zavod za analitičku kemiju
30. 11.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
	Matematički odsjek (Matematika)
1. 12.	Geološki odsjek (Mineralogija) u 14 sati
	Zavod za organsku kemiju
	Fizički odsjek (Fizika) u 9 sati (F08)
2. 12.	Fizičko-kemijski zavod
	Biološki odsjek (Biologija)
3. 12.	Zavod za biokemiju

PROLJETNI IZVANREDNI ISPITNI ROK**18. 04. – 22. 04. 2005.**

Datum	ZAVOD / ODSJEK
18. 04.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
19. 04.	Zavod za biokemiju
	Matematički odsjek (Matematika)
20. 04.	Fizičko-kemijski zavod
	Fizički odsjek (Fizika) u 9 sati (F08)
	Geološki odsjek (Mineralogija) u 14 sati
21. 04.	Zavod za analitičku kemiju
	Biološki odsjek (Biologija)
22. 04.	Zavod za organsku kemiju

ZIMSKI ISPITNI ROK**1. 02. – 28. 02. 2005.**

Datum	ZAVOD / ODSJEK
1. 02.	Zavod za organsku kemiju
2. 02.	Zavod za organsku kemiju
	Fizički odsjek (Fizika)
3. 02.	Fizičko-kemijski zavod
4. 02.	Fizičko-kemijski zavod
	Biološki odsjek (Biologija)
7. 02.	Zavod za analitičku kemiju
8. 02.	
9. 02.	Geološki odsjek (Mineralogija)
10. 02.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
11. 02.	
14. 02.	Zavod za biokemiju
15. 02.	
16. 02.	Zavod za organsku kemiju
17. 02.	
18. 02.	Fizičko-kemijski zavod
21. 02.	Zavod za analitičku kemiju
	Matematički odsjek (Matematika)
22. 02.	Zavod za analitičku kemiju
23. 02.	Geološki odsjek (Mineralogija)
24. 02.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
25. 02.	
28. 02.	Zavod za biokemiju

LJETNI ISPITNI ROK
13. 06. – 15. 07. 2005.
JESENSKI ISPITNI ROK
01. 09. – 28. 09. 2005.

Datum ZAVOD / ODSJEK

13.06.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
14.06.	
15.06.	Fizički odsjek (Fizika)
16.06.	Matematički odsjek (Matematika)
17.06.	
20.06.	Zavod za organsku kemiju
21.06.	
22.06.	Fizičko-kemijski zavod
	Geološki odsjek (Mineralogija)
23.06.	Fizičko-kemijski zavod
	Biološki odsjek (Biologija)
24.06.	Zavod za biokemiju
27.06.	Zavod za analitičku kemiju
28.06.	
29.06.	Matematički odsjek (Matematika) u 12 sati
30.06.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
1.07.	
4.07.	Zavod za organsku kemiju
5.07.	
6.07.	Fizički odsjek (Fizika) u 9 sati (F08)
7.07.	Fizičko-kemijski zavod
8.07.	
11.07.	Matematički odsjek (Matematika) u 12 sati
	Zavod za biokemiju
12.07.	Zavod za biokemiju
13.07.	Geološki odsjek (Mineralogija)
14.07.	Zavod za analitičku kemiju
	Biološki odsjek (Biologija)
15.07.	Zavod za analitičku kemiju

Datum ZAVOD / ODSJEK

1.09.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
	Biološki odsjek (Biologija)
2.09.	Matematički odsjek (Matematika)
5.09.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
6.09.	Zavod za biokemiju
7.09.	Zavod za biokemiju
	Fizički odsjek (Fizika)
8.09.	Fizičko-kemijski zavod
9.09.	
12.09.	Zavod za organsku kemiju
13.09.	
14.09.	Geološki odsjek (Mineralogija)
15.09.	Zavod za analitičku kemiju
16.09.	Matematički odsjek (Matematika)
19.09.	Zavod za opću i anorgansku kemiju
20.09.	
21.09.	Fizički odsjek (Fizika)
22.09.	Zavod za biokemiju
23.09.	
26.09.	Fizičko-kemijski zavod
27.09.	Zavod za organsku kemiju
28.09.	Zavod za organsku kemiju
	Geološki odsjek (Mineralogija)
29.09.	Zavod za analitičku kemiju
30.09.	

BIOLOŠKI ODSJEK

<http://zg.biol.pmf.hr>

10.000 Zagreb, Rooseveltov trg 6

Tel.: 01+4877700, Fax: 01+4826260

Pročelnik: prof. dr. sc. Ivan Habdija

e-mail: uredbo@zg.biol.pmf.hr

USTROJ ODSJEKA

Botanički zavod (s Botaničkim vrtom), Marulićev trg 20/II

Zooloگیjski zavod, Rooseveltov trg 6

Zavod za animalnu fiziologiju, Rooseveltov trg 6

Zavod za molekularnu biologiju, Rooseveltov trg 6

U sastavu odsjeka djeluju:

Katedra za metodiku nastave biologije

Katedra za tjelesnu i zdravstvenu kulturu PMF-a

Središnja biološka knjižnica

KADROVI I STUDENTI

46 nastavnika

8 asistenata

46 znanstvenih novaka

12 stručnih suradnika

18 tehničara

838 studenata

30 djelatnika Botaničkog vrta

BIOLOGIJA DANAS

Živimo u doba najuzbudljivijih bioloških otkrića kojima svakodnevno doznajemo nešto novo o strukturi i funkciji živih sustava. Iz pretežno deskriptivne znanosti, biologija se razvila u egzaktnu prirodnu znanost koja s jednakim interesom proučava živa bića u prirodnom okolišu, kao što planira i provodi eksperimente u laboratoriju. Polazeći od jedinke kao cjeline i stanice kao osnovne jedinice života, biolozi, zajedno sa znanstvenicima drugih područja prirodoslovlja, otkrivaju molekularni i submolekularni temelj života. Otkrivaju tajne nasljeđivanja i složene procese koji omogućuju da se genetički zapis ostvari u nekom od brojnih i neizmjerljivo raznolikih oblika života na Zemlji. Biolozi također istražuju one više integracijske cjeline poput organizama, populacija i životnih zajednica ekosustava. Zanima ih prilagodba živih bića na uvjete okoliša, njihovo ponašanje kao i evolucija od zajedničkog pretka.

ZNANSTVENI RAD

Istraživanja koja se provode u okviru više od dvadeset znanstvenih i istraživačkih projekata u zavodima Biološkog odsjeka vrlo su raznolika. Istražuje se raznoliki živi svijet na molekularnoj i staničnoj razini (molekularna biologija, genetika, imunologija, virologija, biologija stanice), na razini organizama, od mikroorganizama do biljaka i životinja (mikrobiologija, botanika, zoologija), a intenzivna su ekološka istraživanja biljaka i životinja koja uključuju terenski i laboratorijski rad. Cilj tih istraživanja su nove znanstvene spoznaje koje su temelj razvoja tehnologije i napretka našeg društva.

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- Profesor biologije, trajanje nastave 4 godine
- Profesor biologije i kemije, trajanje nastave 4 godine
- Diplomirani inženjer biologije
smjer: molekularna biologija, trajanje nastave 4 godine
smjer: ekologija, trajanje nastave 4 godine

AKADEMSKA ZVANJA

1. Profesor biologije
Biologiae professor
2. Profesor biologije i kemije
Biologiae et chemiae professor
3. Diplomirani inženjer biologije (smjer: molekularna biologija)
Biologiae ingeniarius diplomate probatus - sectione Biologiae molecularis
4. Diplomirani inženjer biologije (smjer: ekologija)
Biologiae ingeniarius diplomate probatus - sectione Oecologiae

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Uspješni studenti mogu po završetku studija upisati postdiplomski studij, koji traje tri godine. Nakon što položi ispite, izradi i obrani magistarski rad, pristupnik stječe znanstveni stupanj magistra. Nakon toga može nastaviti doktorski postdiplomski studij, tijekom kojeg se obavljaju znanstvena istraživanja koja će završiti doktorskom disertacijom. Istraživanja na postdiplomskom studiju odvijaju se u okviru određenog znanstvenog projekta pod vodstvom iskusnog znanstvenika. Doktorandi koji su objavili znanstvene radove te uspješno obranili doktorsku disertaciju stječu naslov doktora prirodnih znanosti, polje: Biologija.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Molekularna i stanična biologija)
Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Biologiam moleculareum et cellularem) pertinentium
2. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Ekologija)
Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Oecologiam) pertinentium
3. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Fiziologija i imunobiologija)
Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Physiologiam et Immunobiologiam) pertinentium
4. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Biološka antropologija)
Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Anthropologiam Biologicam) pertinentium
5. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Toksikologija)
Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Toxicologiam) pertinentium
6. Doktor prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija
Doctor scientiarum naturalium ad biologiam pertinentium

ZAPOŠLJAVANJE

Profesori biologije te biologije i kemije odgovorni su za obrazovanje i odgoj učenika osnovnih i srednjih škola. To je odgovoran i plemenit posao. Obrazovna i odgojna uloga od neprocjenjive su vrijednosti, jer samo dobro obrazovani ljudi, mogu postati, kad izađu iz školskih klupa slobodni, odgovorni, tolerantni i zadovoljni građani svoje domovine. Neki od izvrsnih studenata svih smjerova posvetit će se znanstveno-nastavnom radu na akademskoj razini. Diplomirani inženjeri biologije, smjera ekologija istražuju na terenu u prirodi i u laboratoriju. Neophodni su u raznim djelatnostima: građevinarstvu, industriji, urbanizmu, prostornom planiranju, energetici

te prometu. Svojim stručnim znanjem brinu o zaštiti prirode i očuvanju okoliša. Diplomirani inženjeri biologije smjera molekularna biologija osposobljeni su za znanstvena i primijenjena istraživanja te analize u području medicine, veterine, poljoprivrede, šumarstva, prehrambene, kemijske, farmaceutske industrije, biotehnologije i genetičkog inženjerstva.

PROFESOR BIOLOGIJE I KEMIJE

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
V. Besendorfer	4017	Biologija stanice	2+0		0+0	0
		Praktikum iz biologije stanice	0+3	5	0+0	
B. Mitić	4191	Uvod u botaniku	0+0	0	2+0	5
		Praktikum iz uvoda u botaniku	0+0		0+3	
R. Erben	4195	Uvod u zoologiju	2+0	5	0+0	0
		Praktikum iz uvoda u zoologiju	0+3		0+0	
D. Jalšovec	4003	Anatomija čovjeka	0+0		2+1	
B. Kaitner	3309	Opća kemija	3+1	4	3+1	4
A. Hergold-Brundić	3319	Praktikum iz opće kemije	0+4	4	0+4	4
P. Goldstein	1421	Matematika	2+1		2+1	
D. Kunstelj	2167	Fizika	2+2	4	2+2	4
		0010 Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	3	2+1	
K. Fučkar, J. Vulić	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1
R. Erben, B. Mitić	4187	Terenska nastava iz botanike i zoologije 60 sati/god.		1		3

Terenska nastava se upisuje i izvodi u dogovoru s voditeljima terenske nastave

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
	4049	Embriologija i histologija životinja	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz embriologije i histologije	0+2		0+0	
M. Pavlica	4083	Genetika	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz genetike	0+0		0+2	
M. Krajačić	4156	Osnove mikrobiologije	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz osnova mikrobiologije	0+0		0+2	
S. Jelenić	4158	Osnove molekularne biologije	2+1	2	0+0	0
A. Plenković-Moraj	4174	Biologija alga i gljiva	2+0	5	0+0	0
		Praktikum iz biologije alga i gljiva	0+3		0+0	
B. Primc-Habdija	4178	Biologija beskralježnjaka	0+0	0	2+0	5
		Praktikum iz beskralježnjaka	0+0		0+3	
N. Strukan	3332	Anorganska kemija	2+1	3	2+1	3

A. Deljac	3113	Organska kemija	4+1	4	4+1	4
V. Vojković	3421	Analitička kemija	2+1	3	2+1	3
V. Vojković	3423	Praktikum iz analitičke kemije	0+4	3	0+4	3
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
K. Fučkar, J. Vulić	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1
B. Primc-Habdija, A. Plenković-Moraj	4188	Terenska nastava iz botanike i zoologije 120 sati/god.		3		1

Terenska nastava se upisuje i izvodi u dogovoru s voditeljima terenske nastave

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Volf	4067	Animalna fiziologija	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz animalne fiziologije	0+2		0+2	
B. Pevalek-Kozlina	4077	Fiziologija bilja	2+0	4	2+0	5
		Praktikum iz fiziologije bilja	0+2		0+3	
Z. Liber	4176	Kormofita	0+0	0	2+0	5
		Praktikum iz kormofita	0+0		0+3	
M. Mrakovčić	4180	Biologija kralježnjaka	2+0	5	0+0	0
		Praktikum iz kralježnjaka	0+3		0+0	
I. Radanović	4402	Metodika nastave biologije	2+0	2	2+0	2
N. Strukan	3352	Praktikum iz anorganske kemije	0+4	3	0+0	0
	3151	Biokemija	2+1	2	2+1	2
T. Cvitaš	3208	Fizikalna kemija	4+2	4	4+2	4
N. Kallay	3235	Osnovni praktikum iz fizikalne kemije	0+0		0+4	
A. Palković	3129	Praktikum iz organske kemije	0+4	3	0+0	
I. Strugar	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2
M. Mrakovčić, Z. Liber	4189	Terenska nastava iz botanike i zoologije 120 sati/god.		1		3

Terenska nastava se upisuje i izvodi u dogovoru s voditeljima terenske nastave

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
Z. Mihaljević	4033	Ekologija životinja i zoogeografija	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz ekologije životinja i zoogeografije	0+2		0+2	
M. Kalafatić	4059	Evolucija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz evolucije	0+2		0+0	
V. Hršak	4088	Geobotanika i ekologija bilja	2+0	3	2+0	5
		Praktikum iz geobotanike i ekologije bilja	0+1		0+3	
M. Mrakovčić	4199	Zaštita prirode	2+1	2	0+0	0
I. Radanović	4403	Praktikum iz metodike nastave biologije	0+2	2	0+2	2
I. Radanović	4404	Seminar iz metodike nastave biologije	2+0	1	2+0	1

I. Radanović	4405	Metodička praksa iz biologije 60 sati/god.		4		0
I. Weygand-Đurašević	3182	Praktikum iz biokemije	0+0	0	0+4	3
S. Paušek-Baždar	3389	Povijest kemije	2+0	2	0+0	0
D. Mrvoš-Sermek	3381	Metodika nastave kemije	2+2		2+2	
D. Mrvoš-Sermek	3385	Praktikum iz metodike nastave kemije	0+4		0+4	
V. Hršak, Z. Mihaljević	4190	Terenska nastava iz ekologije 120 sati/god.		0		4

Terenska nastava se upisuje i izvodi u dogovoru s voditeljima terenske nastave

Izborni predmeti: upisuje se jedan od sljedećih programa ovisno o usmjerenju diplomskog rada. Upisuje se ime nastavnika-voditelja.

Usmjerenje: BIOLOGIJA

	4028	Diplomski rad	0+2	2	0+2	5
--	------	---------------	-----	---	-----	---

Usmjerenje: KEMIJA

	3139	Diplomski rad iz organske kemije	0+2	2	0+2	5
	3174	Diplomski rad iz biokemije	0+2	2	0+2	5
	3256	Diplomski rad iz fizikalne kemije	0+2	2	0+2	5
	3393	Diplomski rad iz anorganske kemije	0+2	2	0+2	5
	3434	Diplomski rad iz analitičke kemije	0+2	2	0+2	5

PROFESOR BIOLOGIJE

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta. Najviše 3 ECTS boda po semestru priznaje se za upis kolegija s drugog smjera studija biologije ili iz drugih prirodoslovnih struka.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
B. Mitić	4005	Anatomija bilja	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz anatomije bilja	0+2		0+0	
B. Stilinović	4007	Mikrobiologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz mikrobiologije	0+2		0+0	
M. Krsnik-Rasol	4018	Biologija stanice	2+0	5	2+0	3
		Praktikum iz biologije stanice	0+2		0+2	
B. Mitić	4135	Morfologija bilja	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz morfologije bilja	0+0		0+2	
R. Erben	4153	Opća zoologija	2+0	5	2+0	3
		Praktikum iz opće zoologije	0+2		0+2	
D. Mrvoš-Sermek	3302	Opća i anorganska kemija	2+1	4	2+1	
D. Mrvoš-Sermek	3323	Praktikum iz opće i anorganske kemije	0+0	0	0+4	4
S. Tomić	3109	Organska kemija	0+0		2+1	
P. Goldstein	1421	Matematika	2+1	2	2+1	2
L. Marušić	2166	Fizika	2+0	2	0+0	
	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1		2+1	
K. Fučkar, J. Vulić	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1
R. Erben, B. Mitić	4187	Terenska nastava iz botanike i zoologije 60 sati/god.		0		4

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Habdija	4009	Avertebrata	2+0	5	2+0	5
		Praktikum iz avertebrata	0+3		0+3	
G. Lacković-Venturin	4047	Histologija i embriologija životinja	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz histologije i embriologije životinja	0+2		0+0	
M. Pavlica	4084	Genetika	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz genetike	0+2		0+2	
S. Jelenić	4158	Osnove molekularne biologije	2+1	2	0+0	0
A. Plenković-Moraj	4186	Alge i gljive	1+0	3	1+0	3
		Praktikum iz alga i gljiva	0+2		0+2	
D. Jalšovec	4003	Anatomija čovjeka	0+0	0	2+1	3
M. Krajačić	4008	Virologija	0+0	0	2+0	3
		Praktikum iz virologije	0+0		0+1	
	3180	Biokemija	2+1	3	2+1	3

A. Palković	3162	Praktikum iz organske kemije i biokemije	0+4	3	0+0	0
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
K. Fučkar, J. Vulić	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1
I. Habdija, A. Plenković-Moraj	4188	Terenska nastava iz botanike i zoologije 120 sati/god.		0		4

Izborni predmeti:

B. Mitić	4211	Nomenklatura i determinacija biljaka	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz nomenklature i determinacije bilja	0+0		0+2	
N. Kallay	3213	Osnove fizikalne kemije	2+0	2	2+0	2
N. Kallay	3238	Osnovni praktikum iz fizikalne kemije	0+0	0	0+4	3
V. Vojković	3451	Analiitička kemija	2+1	3	2+1	3
V. Vojković	3453	Praktikum iz analitičke kemije	0+0	0	0+4	3
P. Goldstein	1421	Matematika *	2+1	2	2+1	2
M. Huzak	1433	Statistika *	2+1	3	0+0	0
Z. Bajraktarević	5105	Geologija s paleontologijom	2+2	4	0+0	0

* - preduvjet za upis predmeta Računalski praktikum na III godini i Software u biologiji na IV godini

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
Z. Tadić	4065	Animalna fiziologija	2+0	5	2+0	4
		Praktikum iz animalne fiziologije	0+2		0+2	
B. Pevalek-Kozlina	4075	Fiziologija bilja	2+0	4	2+0	5
		Praktikum iz fiziologije bilja	0+2		0+3	
Z. Liber	4104	Kormofita	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz kormofita	0+2		0+2	
M. Mrakovčić	4105	Vertebrata	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz vertebrata	0+2		0+2	
Z. Dolenc	4117	Metodika nastave biologije	2+0	2	2+0	2
I. Strugar	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2
Z. Liber, M. Mrakovčić	4189	Terenska nastava iz botanike i zoologije 120 sati/god.		2		2

Izborni predmeti

P. Rudan	4006	Antropologija	2+0	2	0+0	0
M. Kučinić	4051	Entomologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz entomologije	0+2		0+0	
I. Habdija	4061	Filogenija životinja	0+0	0	2+0	2
J. Balabanić	4062	Filozofija biologije	0+0	0	2+0	2
	4093	Hortikultura	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz horikulture	0+0		0+2	

B. Pevalek-Kozlina	4111	Bioaktivne tvari iz biljaka	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz bioaktivnih tvari iz biljaka	0+0		0+2	
A. Marinculić	4160	Parazitologija	2+2	4	0+0	0
M. Kalafatić	4407	Evolucija čovjeka	2+1	3	0+0	0
I. Radanović	4409	Aktivno učenje u nastavi biologije	0+0	0	2+1	3
J. Balabanić	4410	Povijest biologije	2+0	2	0+0	0
G. Igaly	1432	Računalski praktikum *	0+0	0	0+3	3

* samo ako je apsolviran predmet Statistika

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Ternjej	4034	Ekologija životinja i zoogeografija	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz ekologije i zoogeografije	0+2		0+2	
M. Kalafatić	4057	Evolucija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz evolucije	0+2		0+0	
V. Hršak	4086	Geobotanika i ekologija bilja	2+0	3	2+0	5
		Praktikum iz geobotanike i ekologije bilja	0+1		0+3	
A. Požar-Domac	4015	Biologija mora	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz biologije mora	0+0		0+2	
Z. Doleneć	4118	Praktikum iz metodike nastave biologije	0+2	2	0+2	2
Z. Doleneć	4119	Seminar iz metodike nastave biologije	2+0	1	2+0	1
Z. Doleneć	4120	Metodička praksa iz biologije 60 sati/god.		4		0
V. Hršak, I. Ternjej	4190	Terenska nastava iz ekologije 120 sati/god.				4
	4028	Diplomski rad	0+2	5	0+2	2

Izborni predmeti

S. Mišetić	4001	Akvakultura	0+0	0	2+0	3
		Praktikum iz akvakulture	0+0		0+1	
J. Topić	4038	Ugroženost i zaštita kopnenih staništa u Hrvatskoj	0+0	0	2+0	2
I. Habdija	4061	Filogenija životinja	0+0		2+0	2
J. Balabanić	4062	Filozofija biologije	0+0		2+0	2
I. Bašić	4097	Imunologija	1+0	3	1+0	3
		Praktikum iz imunologije	0+2		0+2	
I. Habdija	4109	Limnologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz limnologije	0+2		0+0	
V. Besendorfer, K. Brčić-Kostić	4164	Populacijska genetika	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz populacijske genetike	0+0		0+2	
T. Legović	4173	Software u biologiji *	0+2	2	0+0	
M. Mrakovčić	4199	Zaštita prirode	2+1		0+0	
J. Balabanić	4410	Povijest biologije	2+0	2	0+0	

* upis je moguć samo ako je apsolviran predmet Računalski praktikum

DIPLOMIRANI INŽENJER BIOLOGIJE

Smjer: ekologija

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta. Najviše 3 ECTS boda po semestru priznaje se za upis kolegija s drugog smjera studija biologije ili iz drugih prirodoslovnih struka.

I. godina			<i>predavanja + vježbe</i>			
<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
B. Mitić	4004	Anatomija bilja	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz anatomije bilja	0+2		0+0	
M. Krsnik-Rasol	4017	Biologija stanice	2+0	5	0+0	0
		Praktikum iz biologije stanice	0+3		0+0	
B. Stilinović	4125	Mikrobiologija	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz mikrobiologije	0+0		0+2	
B. Mitić	4136	Morfologija bilja	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz morfologije bilja	0+0		0+2	
R. Erben	4151	Opća zoologija	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz opće zoologije	0+2		0+2	
V. Vrdoljak	3310	Opća i anorganska kemija	2+1	4	2+1	
V. Vrdoljak	3325	Praktikum iz opće i anorg. kemije	0+0		0+4	4
H. Vančik	3108	Organska kemija	0+0		2+1	
M. Primc	1431	Matematika	2+1		2+1	3
I. Kokanović	2169	Fizika	2+2		0+0	
Z. Bajraktarević	5105	Geologija s paleontologijom	2+2	4	0+0	0
K. Fučkar, J. Vulić	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2		0+2	1
R. Erben, B. Mitić	4187	Terenska nastava iz botanike i zoologije 60 sati/god.		0		4

II. godina			<i>predavanja + vježbe</i>			
<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Habdija	4011	Avertebrata	2+0	5	2+0	5
		Praktikum iz avertebrata	0+3		0+3	
D. Papeš	4081	Genetika	2+0	5	2+0	4
		Praktikum iz genetike	0+2		0+2	
M. Kerovec	4143	Opća ekologija	2+0	2	0+0	0
N. Juretić	4149	Opća virologija	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz opće virologije	0+0		0+2	
S. Jelenić	4158	Osnove molekularne biologije	2+1	2	0+0	
D. Viličić	4184	Alge i gljive	1+0	3	1+0	3
		Praktikum iz alga i gljiva	0+2		0+2	
	3181	Biokemija	2+1		2+1	
A. Palković	3162	Praktikum iz organske kemije i biokemije	0+4	3	0+0	0

K. Fučkar, J. Vulić	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1
I. Habdija, D. Viličić	4188	Terenska nastava iz botanike i zoologije 120 sati/god.		0		4

Izborni predmeti

	4043	Embriologija životinja	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz embriologije životinja	0+2		0+0	
G. Lacković-Venturin	4091	Histologija životinja	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz histologije životinja	0+0		0+2	
A. Marinculić	4160	Parazitologija	2+2	4	0+0	
B. Mitić	4211	Nomenklatura i determinacija biljaka	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz nomenklature i determinacije biljaka	0+0		0+2	
N. Kallay	3214	Osnove fizikalne kemije	2+1		2+1	
M. Huzak	1433	Statistika *	2+1		0+0	0
G. Igaly	1432	Računalski praktikum *	0+0	0	0+3	

* označeni predmeti su preduvjeti za upis predmeta Modeliranje u ekologiji na III godini i Software u biologiji na IV godini

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Bašić, Z. Tadić	4069	Animalna fiziologija	2+0	4	2+0	5
		Praktikum iz animalne fiziologije	0+2		0+2	
I. Regula	4071	Fiziologija bilja	2+0	4	2+0	5
		Praktikum iz fiziologije bilja	0+2		0+3	
T. Nikolić	4103	Kormofita	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz kormofita	0+2		0+2	
M. Mrakovčić	4106	Vertebrata	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz vertebrata	0+2		0+2	
A. Požar-Domac	4013	Biološka oceanografija	4+0	6	0+0	0
		Praktikum iz oceanografije	0+2		0+0	
T. Nikolić, M. Mrakovčić, A. Požar-Domac	4189	Terenska nastava iz botanike i zoologije 120 sati/god.		0		4

Izborni predmeti

S. Mišetić	4001	Akvakultura	0+0	0	2+1	
I. Bašić	4030	Ekološka imunologija	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz ekološke imunologije	0+0		0+2	
I. Habdija	4061	Filogenija životinja	0+0		2+0	2
J. Balabanić	4062	Filozofija biologije	0+0		2+0	2
A. Požar-Domac	4090	Gospodarenje morem i zaštita	0+0	0	2+0	2
D. Viličić	4127	Mikrobiologija ekosustava	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz mikrobiologije ekosustava	0+2		0+0	

M. Kučinić	4166	Primijenjena entomologija	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz primjenjene entomologije	0+0		0+2	
N. Ljubešić	4193	Uvod u elektronsku mikroskopiju	0+0	0	1+2	3
G. Klobučar	4210	Biotestovi	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz biotestova	0+2		0+0	
T. Legović	4217	Modeliranje u ekologiji *	2+1	3	0+0	0
N. Kallay	3240	Osnovni praktikum fizikalne kemije	0+0	0	0+4	3
M. Ahel	3456	Analička kemija	2+1	3	2+1	3
A. Gojmerac-Ivšić	3455	Praktikum iz analitičke kemije	0+0	0	0+4	3
M. Juračić	5114	Geologija mora	2+1	3	0+0	0

* samo ako su apsolvirani predmeti Računalski praktikum i Statistika

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
M. Kerovec	4035	Ekologija životinja s bioceno- gijom	2+0	5	2+0	5
		Praktikum iz ekologije životinja s biocnologijom	0+3		0+3	
J. Topić	4037	Ekologija bilja	2+0	4	2+0	3
		Praktikum iz ekologije bilja	0+2		0+2	
O. Springer	4041	Ekotoksikologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz ekotoksikologije	0+2		0+0	
M. Kalafatić	4053	Evolucija	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz evolucije	0+0		0+2	
V. Hršak	4085	Geobotanika	0+0		2+0	2
M. Mrakovčić	4199	Zaštita prirode	2+1	3	0+0	0
I. Ternjej	4200	Zoogeografija	2+0	2	0+0	
M. Kerovec, J. Topić	4190	Terenska nastava iz ekologije 120 sati		0		4
	4028	Diplomski rad	0+2	2	0+2	

Izborni predmeti

B. Pevalek-Kozlina	4029	Ekofiziologija bilja	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz ekofiziologije bilja	0+0		0+2	
Z. Seletković	4032	Ekologija šuma	2+0	2	2+0	2
J. Topić	4038	Ugroženost i zaštita kopnenih staništa u Hrvatskoj	0+0	0	2+0	2
B. Primc-Habdija, D. Viličić	4039	Ekologija protista	2+0	3	0+0	0
		Praktikum iz ekologije protista	0+1		0+0	
B. Pevalek-Kozlina	4111	Bioaktivne tvari iz biljaka	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz bioaktivnih tvari iz biljaka	0+0		0+2	
F. Bašić	4163	Agroekologija	0+0	0	2+0	2
V. Besendorfer, K. Brčić-Kostić	4164	Populacijska genetika	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz populacijske genetike	0+0		0+2	

I. Habdija	4168	Primijenjena hidrobiologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz primjenjene hidrobiologije	0+2		0+0	
D. Volf, V. Garaj-Vrhovac	4170	Radiobiologija	2+0	3	0+0	0
		Praktikum iz radiobiologije	0+1		0+0	
T. Legović	4173	Software u biologiji *	0+2	2	0+0	
O. Springer	4209	Osnove patofiziologije	1+0	1	0+0	
M. Mrakovčić	4214	Ihtiologija slatkih voda	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz ihtiologije slatkih voda	0+0		0+2	
Z. Tadić	4312	Ponašanje životinja	0+0	0	2+0	3
		Praktikum iz ponašanja životinja	0+0		0+1	
J. Balabanić	4410	Povijest biologije	2+0	2	0+0	0
M. Juračić	5121	Geologija zaštite okoliša	2+0	2	0+0	0
J. Sremac	5140	Paleoekologija	0+0		2+1	

* upis je moguć samo ako je apsolviran predmet Modeliranje u ekologiji

DIPLOMIRANI INŽENJER BIOLOGIJE

Smjer: molekularna biologija

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta. Najviše 3 ECTS boda po semestru priznaje se za upis kolegija s drugog smjera studija biologije ili iz drugih prirodoslovnih struka.

I. godina			<i>predavanja + vježbe</i>			
<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
M. Krsnik-Rasol	4019	Biologija stanice	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz biologije stanice	0+2		0+2	
T. Nikolić	4021	Botanika	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz botanike	0+2		0+2	
M. Krajačić	4123	Mikrobiologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz mikrobiologije	0+2		0+0	
M. Kučinić	4203	Zoologija	2+0	4	2+0	4
		Praktikum iz zoologije	0+2		0+2	
K. Vlahoviček	4408	Računalski praktikum	0+0		0+3	
V. Vrdoljak	3306	Opća i anorganska kemija	2+1	4	2+1	4
V. Vrdoljak	3321	Praktikum iz opće i anorganske kemije	0+4	4	0+0	0
S. Tomić	3115	Organska kemija	0+0		2+1	4
M. Primc	1431	Matematika	2+1		2+1	3
S. Popović	2168	Fizika	2+0	2	2+0	3
K. Fučkar, J. Vulić	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1

II. godina			<i>predavanja + vježbe</i>			
<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Papeš	4082	Osnove genetike	2+0	5	2+0	5
		Praktikum iz osnova genetike	0+2		0+2	
Z. Mihaljević	4144	Opća ekologija	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz opće ekologije	0+2		0+0	
D. Škorić	4197	Virologija	2+0	5	0+0	0
		Praktikum iz virologije	0+3		0+0	
Ž. Kučan	3155	Biokemija 1 i 2	2+1	4	2+1	4
Ž. Kučan	3183	Praktikum iz biokemije	0+0		0+4	
S. Tomić	3127	Praktikum iz organske kemije	0+3		0+0	0
V. Tomišić	3215	Osnove fizikalne kemije	2+1	4	2+1	4
N. Kallay	3239	Osnovni praktikum iz fizikalne kemije	0+0		0+4	
K. Fučkar, J. Vulić	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1

Izborni predmeti

D. Jalšovec	4003	Anatomija čovjeka	0+0	0	2+1	
P. Rudan	4006	Antropologija	2+0	2	0+0	
A. Plenković-Moraj	4175	Biologija alga i gljiva	0+0	0	2+0	5
		Praktikum iz biologije alga i gljiva	0+0		0+3	
Z. Liber	4177	Kormofita	0+0	0	2+0	5
		Praktikum iz kormofita	0+0		0+3	
B. Primc-Habdija	4179	Biologija beskralježnjaka	0+0	0	2+0	5
		Praktikum iz beskralježnjaka	0+0		0+3	
M. Mrakovčić	4181	Biologija kralješnjaka	2+0	5	0+0	0
		Praktikum iz kralješnjaka	0+3		0+0	
T. Bakran-Petricioli	4218	Osnove biologija mora	2+0	2	0+0	
A. Deljac	3121	Kemija prirodnih organskih spojeva	0+0		2+1	
M. Ahel	3452	Analitička kemija	2+1		2+1	
A. Gojmerac-Ivšić	3458	Praktikum iz analitičke kemije	0+0		0+4	3
M. Huzak	1433	Statistika *	2+1	3	0+0	

* označeni predmeti su preduvjeti za upis predmeta Software u biologiji na IV godini

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
O. Springer, N. Oršolić	4063	Animalna fiziologija	2+0	5	2+0	5
		Praktikum iz animalne fiziologije	0+2		0+2	
Ž. Vidaković-Cifrek	4073	Fiziologija bilja	2+0	4	2+0	5
		Praktikum iz fiziologije bilja	0+2		0+3	
S. Jelaska	4113	Mehanizmi biljnog razvitka	2+0	2	1+0	3
		Praktikum iz biljnog razvitka	0+0		0+2	
	4440	Molekularna biofizika	2+0	3	2+0	3
		Praktikum iz molekularne biofizike	0+1		0+1	
E. Salaj-Šmic	4133	Molekularna genetika	2+0	5	2+0	5
		Praktikum iz molekularne genetike	0+2		0+2	
	4048	Histologija i embriologija životinja	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz histologije i embrio- logije	0+0		0+2	
I. Weygand-Đurašević	3160	Biokemija 3	2+1	4	0+0	0

Izborni predmeti

J. Balabanić	4062	Filozofija biologije	0+0	0	2+0	2
M. Ćurković Perica	4114	Metode istraživanja nukleinskih kiselina	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz metoda istraživanja nukleinskih kiselina	0+2		0+0	
B. Nagy	4131	Genom čovjeka	0+0	0	2+0	2
D. Volf, V. Garaj-Vrhovac	4170	Radiobiologija	2+0	3	0+0	0
		Praktikum iz radiobiologije	0+1		0+0	

D. Škorić	4182	Subviralne infektivne molekule	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz subviralnih infektivnih molekula	0+2		0+0	
N. Ljubešić	4193	Uvod u elektronsku mikroskopiju	0+0		1+2	3
G. Klobučar	4210	Biotestovi	2+0	4	0+0	0
		Praktikum iz biotestova	0+2		0+0	
M. Krsnik-Rasol	4308	Metode istraživanja proteina	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz metoda istraživanja proteina	0+0		0+2	
K. Vlahoviček	4406	Bioinformatika	0+0		1+2	3
M. Kalafatić	4407	Evolucija čovjeka	2+1	3	0+0	

IV. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
V. Delić	4079	Genetičko inženjerstvo u biotehnologiji	1+0	3	1+0	3
		Praktikum iz genetičkog inženjerstva u biotehnologiji	0+2		0+2	
I. Bašić, N. Oršolić	4099	Imunologija i imunogenetika	1+0	3	1+0	3
		Praktikum iz imunologije i imunogenetike	0+2		0+2	
J. Ban	4107	Kultura animalnih stanica	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz kulture animalnih stanica	0+2		0+0	
B. Nagy	4115	Metode istraživanja u molekularnoj biologiji	1+0	4	1+0	4
		Praktikum iz metoda istraživanja u molekularnoj biologiji	0+3		0+3	
B. Nagy	4137	Mutagenеза i kancerogenеза	2+0	3	0+0	0
		Praktikum iz mutagenезе i karcinogenезе	0+1		0+0	
O. Springer	4141	Neurofiziologija i endokrinologija	2+0	3	1+0	3
		Praktikum iz neurofiziologije i endokrinologije	0+1		0+2	
M. Kalafatić	4055	Evolucija	0+0	0	2+0	4
		Praktikum iz evolucije	0+0		0+2	
S. Jelaska	4121	Metodologija znanstvenog rada	0+0	0	1+0	2
		Praktikum iz metodologije znanstvenog rada	0+0		0+1	
	4028	Diplomski rad	0+2	2	0+2	

Izborni predmeti

V. Zoldoš	4025	Molekularna citogenetika	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz molekularne citogenetike	0+0		0+2	
G. Lacković-Venturin	4027	Citokemija i histokemija	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz citokemije i histokemije	0+2		0+0	
V. Kerhin-Brkljačić	4095	Imunokompetentnost i transplantacija	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz imunokompetentnosti i transplantacije	0+2		0+0	

Z. Tadić, N. Oršolić	4101	Komparativna imunologija	0+0	0	2+0	3
		Praktikum iz komparativne imunologije	0+0		0+1	
B. Pevalek-Kozlina	4111	Bioaktivne tvari iz biljaka	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz bioaktivnih tvari iz biljaka	0+0		0+2	
I. Bašić, B. Malenica	4147	Opća onkologija	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz opće onkologije	0+2		0+0	
V. Delić	4155	Osnove biotehnologije	0+0		2+0	2
V. Besendorfer, K. Brčić-Kostić	4164	Populacijska genetika	0+0	0	1+0	3
		Praktikum iz populacijske genetike	0+0		0+2	
M. Antica	4165	Mehanizmi stanične diferencijacije	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz mehanizama stanične diferencijacije	0+2		0+0	
T. Legović	4173	Software u biologiji *	0+2	2	0+0	
Ž. Vidaković-Cifrek	4215	Fiziologija stresa u biljaka	1+0	3	0+0	0
		Praktikum iz fiziologije stresa u biljaka	0+2		0+0	
M. Ilakovac-Kveder	4310	Biomembrane	0+0		1+2	
I. Valpotić	4311	Imunost sluznica	1+0	2	0+0	0
		Praktikum iz imunosti sluznica	0+1		0+0	
	3161	Fizikalna biokemija	0+0		2+1	
I. Vicković	3397	Kristalografija makromolekula	0+0		2+1	

* upisuje se samo ako su apsolvirani predmeti Računalski praktikum i Statistika

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA PROFESOR BIOLOGIJE I KEMIJE

ZA UPIS U II. GODINU: potrebno je postići najmanje 45 bodova i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Biologija stanice, Opća kemija i Matematika.

ZA UPIS U III. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz I. godine, postići 40 bodova s II. godine i u okviru toga položiti ispit iz predmeta Organska kemija.

ZA UPIS U IV. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz II. godine, postići 35 bodova s III. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Metodika nastave biologije, Kormofita i Biologija kralježnjaka.

PROFESOR BIOLOGIJE

ZA UPIS U II. GODINU: potrebno je postići najmanje 45 bodova i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Biologija stanice, Opća i anorganska kemija, Organska kemija i Opća zoologija.

ZA UPIS U III. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz I. godine, postići 40 bodova s II. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Osnove genetike, Anatomija čovjeka i Biokemija.

ZA UPIS U IV. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz II. godine, postići 35 bodova s III. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Metodika nastave biologije, Vertebrata i Kormofita.

DIPLOMIRANI INŽENJER BIOLOGIJE

smjer: ekologija

ZA UPIS U II. GODINU: potrebno je postići najmanje 45 bodova i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Biologija stanice, Opća zoologija, Opća i anorganska kemija i Organska kemija.

ZA UPIS U III. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz I. godine, postići 40 bodova s II. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Biokemija, Avertebrata te Alge i gljive.

ZA UPIS U IV. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz II. godine, postići 35 bodova s III. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Vertebrata, Kormofita i Biološka oceanografija.

DIPLOMIRANI INŽENJER BIOLOGIJE

smjer: molekularna biologija

ZA UPIS U II. GODINU: potrebno je postići najmanje 45 bodova i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Biologija stanice, Opća i anorganska kemija, Organska kemija i Fizika.

ZA UPIS U III. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz I. godine, postići 40 bodova s II. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta: Genetika, Osnove fizikalne kemije i Biokemija I i II.

ZA UPIS U IV. GODINU: potrebno je položiti sve upisane kolegije iz II. godine, postići 35 bodova s III. godine i u okviru toga položiti ispite iz predmeta Molekularna genetika, Biokemija III i Animalna fiziologija.

Studenti Biološkog odsjeka u mogućnosti su tijekom apsolventskog roka upisati razliku predmeta za drugi smjer na osnovi Reda predavanja. Polaganje utvrđene razlike podliježe novčanom nadoknadi, a student dobiva i diplomu onog smjera kojeg je odabrao.

RASPORED ISPITA

za akademsku godinu 2004. / 2005.

Satničari Biološkog odsjeka: dr. sc. Göran Klobučar, dr. sc. Maria Špoljar

Molimo studente da moguće promjene ispitnih rokova prate na oglasnim pločama ili da ih dogovore s predmetnim nastavnikom.

Raspored ispita predmeta Kemijskog odsjeka pogledati na stranicama Kemije.

JESENSKI IZVANREDNI ISPITNI ROK 29.11.2004. – 3.12.2004.**Datum Z A V O D / Kolegij**

29.11.	Botanički zavod
	Matematika
	Fizika
	Didaktika
30.11.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
	Opća pedagogija

Datum Z A V O D / Kolegij

1.12.	Zavod za molekularnu biologiju
	Filozofija biologije
	Fizika
2.12.	Zoologijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
3.12.	Zoologijski zavod

PROLJETNI IZVANREDNI ISPITNI ROK 18.4.2005. – 22.4.2005.**Datum Z A V O D / Kolegij**

18.04.	Botanički zavod
	Didaktika
	Matematika
	Fizika
19.04.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
	Opća pedagogija

Datum Z A V O D / Kolegij

20.04.	Zavod za molekularnu biologiju
	Fizika
22.04.	Zoologijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja

ZIMSKI ISPITNI ROK 1.2.2005. – 28.2.2005.**Datum Z A V O D / Kolegij**

1.02.	Botanički zavod
	Didaktika
	Opća pedagogija
2.02.	Zavod za animalnu fiziologiju
3.02.	Zavod za molekularnu biologiju
	Matematika
4.02.	Zoologijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja

Datum Z A V O D / Kolegij

14.02.	Zavod za animalnu fiziologiju
15.02.	Botanički zavod
16.02.	Zavod za animalnu fiziologiju
17.02.	Zavod za molekularnu biologiju
	Matematika
18.02.	Zoologijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
21.02.	Zavod za molekularnu biologiju

7.02.	Botanički zavod
8.02.	Botanički zavod
	Opća pedagogija
	Fizika
9.02.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
10.02.	Zavod za molekularnu biologiju
	Didaktika
	Fizika
11.02.	Zoolozijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
	Opća pedagogija

22.02.	Botanički zavod
23.02.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
24.02.	Zavod za molekularnu biologiju
	Didaktika
25.02.	Zoolozijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
26.02.	Zoolozijski zavod

LJETNI ISPITNI ROK 15.6.2005. – 15.7.2005.

Datum Z A V O D / Kolegij

15.06.	Botanički zavod
	Geologija s paleontologijom
	Didaktika
16.06.	Zavod za animalnu fiziologiju
17.06.	Zavod za molekularnu biologiju
	Matematika
20.06.	Zoolozijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
21.06.	Zoolozijski zavod
22.06.	Botanički zavod
	Matematika
	Didaktika
	Fizika
23.06.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Opća pedagogija
24.06.	Zavod za molekularnu biologiju
	Fizika
	Matematika
27.06.	Zoolozijski zavod

Datum Z A V O D / Kolegij

30.06.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
	Opća pedagogija
1.07.	Zavod za molekularnu biologiju
4.07.	Zoolozijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
5.07.	Zavod za molekularnu biologiju
6.07.	Botanički zavod
	Didaktika
	Fizika
7.07.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
	Opća pedagogija
8.07.	Zavod za molekularnu biologiju
	Matematika
	Fizika
11.07.	Zoolozijski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
12.07.	Zavod za molekularnu biologiju

	Psihologija odgoja i obrazovanja
28.06.	Zavod za animalnu fiziologiju
29.06.	Botanički zavod
	Matematika
	Didaktika

13.07.	Botanički zavod
	Didaktika
14.07.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Opća pedagogija

JESENSKI ISPITNI ROK 1.9.2005. – 30.9.2005.

Datum Z A V O D / Kolegij

1.09.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Fizika
	Didaktika
2.09.	Botanički zavod
	Opća pedagogija
5.09.	Zavod za molekularnu biologiju
	Fizika
	Matematika
6.09.	Zoolojski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
7.09.	Botanički zavod
8.09.	Botanički zavod
	Didaktika
9.09.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Geologija s paleontologijom
12.09.	Zavod za molekularnu biologiju
13.09.	Zoolojski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
14.09.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Botanički zavod
15.09.	Didaktika
	Fizika

Datum Z A V O D / Kolegij

16.09.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Opća pedagogija
19.09.	Zavod za molekularnu biologiju
	Matematika
	Fizika
20.09.	Zoolojski zavod
	Psihologija odgoja i obrazovanja
21.09.	Zavod za molekularnu biologiju
22.09.	Botanički zavod
	Didaktika
23.09.	Zavod za animalnu fiziologiju
	Botanički zavod
	Geologija s paleontologijom
26.09.	Zavod za molekularnu biologiju
	Zoolojski zavod
27.09.	Psihologija odgoja i obrazovanja
	Zavod za molekularnu biologiju
28.09.	Zoolojski zavod
	Zavod za animalnu fiziologiju
	Fizika
29.09.	Didaktika
	Botanički zavod

GEOLOŠKI ODSJEK

<http://geol.gfz.hr>

10000 Zagreb, Horvatovac 102a

Tel.: 01+4606649, Fax: 01+4554960

Pročelnik: **prof.dr.sc. Mladen Juračić**

e-mail: geol.odsjek@geol.pmf.hr

USTROJSTVO ODSJEKA

Geološko-paleontološki zavod, Zvonimirova 8

Mineraloško-petrografski zavod, Horvatovac bb

KADROVI I STUDENTI

23 nastavnika

10 znanstvenih novaka

4 tehničara

295 studenata

GEOLOGIJA DANAS

Zemlja je dinamičan sustav, podložan stalnim promjenama, što nameće potrebu za kontinuiranim istraživanjima i novim tumačenjima. To geologiju čini jednom od najdinamičnijih znanstvenih disciplina. Raznolikost geoloških istraživanja je doista velika, kao i njihova komplementarnost drugim prirodnim znanostima. Proučava se građa minerala, postanak stijena, migracija elemenata, postanak ležišta mineralnih sirovina, građa, sistematika i način života nekadašnjih životinja i biljaka, evolucija života na Zemlji, procesi u današnjim i nekadašnjim morima, jezerima, pustinjama i ledenjacima, na obalama i planinama, kao i promjene i nestanak pojedinih okoliša. Zatim se istražuje podzemna i površinska voda, promjene na površini Zemlje, funkcioniranje današnjih okoliša i utjecaj čovjeka, odnosno problemi održivog razvitka i gospodarenja prostorom, gibanja Zemljine kore i njezino lomljenje i savijanje, kretanje magme i njezino hlađenje, topljenje i pretvorba stijena u dubini kore, rad vulkana te mnoge druge pojave i procesi, koji se ne mogu obuhvatiti običnim nabranjem.

ZNANSTVENI RAD

Na Odsjeku se njeguje znanstveno istraživanje u svim poljima geologije i mineralogije - u sedimentologiji i stratigrafiji, taložnim bazenima, geologiji okoliša, geologiji i zaštiti krša, potpovršinskoj geologiji, evoluciji, paleontologiji i biostratigrafiji, u geokemiji, mineralogiji s kristalografijom, petrologiji magmatskih i metamorfnihi stijena, petrologiji sedimentnih stijena, geologiji mora, recentnoj sedimentaciji, itd.

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- **Profesor geologije i geografije**, trajanje nastave: 4 godine
(u suradnji s Geografskim odsjekom)
- **Diplomirani inženjer geologije**, trajanje nastave: 4 godine
smjer: geologija i paleontologija
smjer: mineralogija i petrologija

DIPLOMSKI RAD

Diplomski rad na geološkom odsjeku specifičan je po tome što najčešće obuhvaća samostalno terensko istraživanje, nakon kojega se prikupljeni uzorci istražuju laboratorijski uz primjenu raznovrsnih metoda i tehnika, počev od mikroskopskih istraživanja pa do rendgenskih i kemijskih analiza. Područja istraživanja vrlo su različita i obuhvaćaju gotovo cijeli teritorij Hrvatske, pa i šira područja. Ovakav rad iziskuje psihofizičku spremnost studenata i samostalnost u radu, uz nužno dobro razvijen prostorni zor.

AKADEMSKA ZVANJA

1. Profesor geologije i geografije
Geologiae et geographiae professor
2. Diplomirani inženjer geologije (oba smjera)
Geologiae ingeniarius diplomate probatus

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Diplomiranim studentima koji na dodiplomskom studiju pokazuju posebno zanimanje za struku i postignu dobre rezultate, omogućeno je da nakon završetka studija nastave studirati i stjecati znanja na postdiplomskom studiju. Tu se njeguje znanstveno usavršavanje u svim poljima znanstvene djelatnosti odsjeka. Studij uključuje savladavanje teorijskih osnova, metoda i tehnika istraživanja, te usvajanje predznanja bitnih za istraživanje i razumijevanje problematike određenih tema. Studenti upisuju predmete koji su dobrim dijelom slobodno izabrani iz popisa od oko 40 predmeta. Najvažniji dio studija je znanstveno-istraživački rad na vlastitoj temi pod mentorstvom iskusnog znanstvenika i nastavnika, a završava izradom magistarskog rada, odnosno doktorske teze.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magistar prirodnih znanosti, polje geoznanosti, grana geologija i mineralogija
Magister scientiarum naturalium ad geoscientias - geologiam et mineralogiam pertinentium
2. Doktor prirodnih znanosti, polje geoznanosti, grana geologija i mineralogija
Doctor scientiarum naturalium ad geoscientias – geologiam et mineralogiam pertinentium

ZAPOŠLJAVANJE

Geologe danas zapošljavaju geološke istraživačke i obrazovne ustanove (instituti, fakulteti, muzeji), consulting poduzeća, službe za očuvanje okoliša i prostorno planiranje, organizacije za istraživanje, eksploataciju i preradu prirodnih sirovina, građevinska poduzeća (prvenstveno ona koje se bave izgradnjom prometnica, brana, energetske objekata, odlagališta otpada i opasnih tvari), industrije cementa, stakla, keramike, abraziva, gnojiva. Očekuje se da će geologe zapošljavati i županije i općine za stručni dio otvaranja kamenoloma, pješčara, ciglana, vodozahvatne radove, prostorno planiranje, i zaštitu okoliša. Studenti koji se odluče za nastavnički profil geologije i geografije pronaći će nastavničko mjesto u školama, ali i u drugim djelatnostima kao što je zaštita prirode i okoliša, prostorno planiranje, upravljanje nacionalnim parkovima i parkovima prirode, te turizmu.

PROFESOR GEOLOGIJE I GEOGRAFIJE

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.	
			ECTS		ECTS	
T. Marjanac	5107	Opća geologija	2+2	4	2+1	
J. Sremac	5108	Opća paleontologija	0+0		1+1	2
S. Međimorec	5207	Opća mineralogija	2+1	4	2+1	
T. Marjanac	5002	Terenska nastava iz geologije, 30 sati/god.		1		
A. Filipčić	6102	Klimatologija	2+0	2	2+0	2
		Vježbe iz klimatologije	0+1		0+1	1
A. Toskić	6109	Kartografija	2+0	2	2+0	2
		Vježbe iz kartografije	0+1	1	0+1	1
A. Filipčić, A. Toskić	6108	Terenska nastava iz geografije, 30 sati/god.		0		1
K. Bašić	6106	Osnove statistike s geografskim grafičkim metodama	2+0	3	2+0	3
		Vježbe iz osnova statistike s geografskim grafičkim metodama	0+1	1	0+2	1
A. Hergold-Brundić	3303	Kemija	0+0	0	2+3	
S. Sljepčević	1511	Matematika	1+1	2	1+1	2
B. Primc-Habdija	4283	Osnove biologije	2+1		0+0	
S. Markušić	7033	Osnove geofizike 1	2+1	4	0+0	
M. Orlić, Z. Bencetić-Klaić	7034	Osnove geofizike 2	0+0	0	2+0	2
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1

Izborni predmeti: upisuju se jedan predmet, a može se polagati i prije završetka predavanja.

	0030	Engleski jezik 1	0+2	1	0+2	1
	0034	Njemački jezik 1	0+2	1	0+2	1

Ponuđen predmet: ne ulazi u strukturu studijskog programa profila profesor geologije i geografije:

A. M. Tonejc	2170	Fizika	2+1	4	2+1	4
--------------	------	--------	-----	---	-----	---

II. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.	
			ECTS		ECTS	
I. Gušić	5110	Historijska geologija	2+1	4	2+1	3
V. Bermanec	5208	Sistematska mineralogija	2+1	4	2+1	3
D. Kurtanjek	5204	Sedimentologija 1	2+1	3	0+0	0
E. Mrinjek	5209	Sedimentologija 2	0+0	0	2+1	3
J. Sremac	5111	Paleontologija 1	1+1	2	0+0	0
Z. Bajraktarević	5112	Paleontologija 2	0+0	0	1+1	2

D. Bucković, D. Kurtanjek, E. Mrinjek	5003	Terenska nastava iz geologije, 60 sati/god.		1		2
I. Nejašmić	6217	Demogeografija	2+0	2	2+0	2
		Seminar iz demogeografije	0+1	1	0+1	1
A. Bognar	6215	Geomorfologija	2+0	2	2+0	2
		Seminar iz geomorfologije	0+1	1	0+1	1
D. Orešić	6211	Hidrogeografija	2+0	2	2+0	2
		Seminar iz hidrogeografije	0+1	1	0+1	1
B. Fürst-Bjeliš	6219	Historijska geografija	2+0	2	2+0	2
A. Bognar, D. Orešić, B. Fürst-Bjeliš, I. Nejašmić	6269	Terenska nastava iz geografije, 60 sati/god.		1		2
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2

Izborni predmeti: upisuje se jedan predmet, a može se polagati i prije završetka predavanja

	0031	Engleski jezik 2	0+2	1	0+2	1
	0035	Njemački jezik 2	0+2	1	0+2	1

Ponuđen predmet: ne ulazi u strukturu studijskog programa profila profesor geologije i geografije:

M. Bogunović	6210	Pedogeografija	0+0	0	2+0	2
--------------	------	----------------	-----	---	-----	---

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	Zimski sem.	ECTS	Ljetni sem.	ECTS
D. Balen	5210	Magmatske i metamorfne stijene	2+1		1+1	2
V. Tomić	5116	Geološke karte	1+2	1	1+2	2
S. Bahun	5115	Geologija i hidrogeologija krša	2+0	2	0+0	
V. Čosović	5113	Mikrofosili i okoliši	1+1	2	0+0	
D. Tibljaš, E. Prohić	5213	Determinativne metode u mineralogiji i petrologiji	1+2	2	1+2	2
Z. Bajraktarević, D. Bucković, J. Zupanić	5118	Geološki seminar	0+1	1	0+1	1
V. Tomić	5006	Terenska nastava iz geologije, 30 sati/god.		0		1
D. Balen	5007	Terenska nastava iz petrologije, 30 sati/god.		0		1
D. Njegač, R. Henkel	6316	Urbana geografija	2+0	2	2+0	2
M. Ilić	6303	Ekonomska geografija	2+0	2	2+0	2
M. Ilić	6317	Prometna geografija	2+0	2	0+0	
M. Ilić	6377	Seminar iz prometne geografije	0+1	1	0+0	
D. Pejnović	6310	Ruralna geografija	2+0	2	2+0	2
D. Pejnović	6324	Seminar iz ruralne geografije	0+0		0+1	1
Z. Stiperski	6319	Industrijska geografija	0+0		2+0	2
		Seminar iz industrijske geografije	0+0		0+1	1

M. Sić	6309	Geografija Europe	2+0	2	2+0	2
Z. Stiperski, M. Ilić D. Njegač, R. Henkel, D. Pejnović	6322	Terenska nastava iz geografije, 60 sati/god.		0		2
Z. Curić	6260	Metodika nastave geografije	2+0	2	0+0	0
D. Kurtanjek	5245	Metodika nastave geologije	0+0	0	2+0	2
V. Andrić	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
M. Cindrić	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2

Izborni predmeti: Bira se jedan dvosemestralni ili dva jednosemestralna predmeta, tj. po jedan u zimskom i u ljetnom semestru.

S. Ščavničar	5211	Mineralne sirovine	1+1	2	1+1	1
E. Prohić	5212	Uvod u geokemiju	0+0	0	2+0	1
I. Gušić	5117	Paleontološki aspekti evolucije	2+0	2	0+0	0
S. Lozić	6311	Geografija Rusije	0+0	0	2+0	1
A. Filipčić	6315	Australija s Oceanijom	2+0	2	0+0	0
R. Henkel	6325	Zemlje u razvoju	2+0	2	0+0	0

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.	
			ECTS		ECTS	
E. Mrinjek	5149	Globalna tektonika	1+0	1	2+0	2
M. Juračić	5165	Geologija mora	2+1		0+0	0
L. Palinkaš	5214	Praktikum iz mineralogije i petrologije 1	1+2	3	0+0	0
B. Cvetko Tešović, E. Prohić	5215	Geološki seminar	0+1	1	0+1	1
J. Benić	5124	Geologija Hrvatske	0+0		1+0	
B. Cvetko Tešović, D. Bucković	5008	Terenska nastava iz geologije, 45 sati/god.		0		1
V. Bermanec	5009	Terenska nastava iz mineralogije, 30 sati/god.		1		0
D. Njegač	6408	Geografija Hrvatske	2+0	2	2+0	2
D. Njegač	6489	Seminar iz Geografije Hrvatske	0+2		0+2	1
Z. Curić	6417	Turistička geografija	1+0	1	1+0	1
D. Orešić	6422	Geografija mora	1+1	2	1+1	2
A. Bognar, M. Juračić	6262	Geoznanstvene osnove zaštite okoliša	1+0	1	1+0	1
D. Pejnović	6407	Geografija Jugoistočne Europe	2+0	2	0+0	
Z. Stiperski	6420	Azija	2+0	2	0+0	
L. Šakaja	6410	Angloamerika	2+0	2	0+0	
Z. Curić, D. Njegač	6424	Terenska nastava iz geografije, 90 sati/god.				
Z. Curić	6261	Seminar iz metodike nastave geografije	0+3	2	0+0	0
D. Kurtanjek	5246	Seminar iz metodike nastave geologije	0+0	0	0+3	2

Izborni predmeti: bira se po jedan kolegij u zimskom i u ljetnom semestru.

B. Cvetko Tešović	5120	Primijenjena geologija	2+0	2	0+0	0
L. Palinkaš	5230	Praktikum iz mineralogije i petrologije 2	0+0	0	0+2	2
S. Faivre	6415	Latinska Amerika	0+0	0	2+0	2
D. Feletar	6416	Afrika	0+0	0	2+0	2
L. Šakaja	6425	Kulturna geografija	0+0	0	2+0	2
A. Filipčić	6314	Australija s Oceanijom	2+0	2	0+0	0

Izborni predmeti: upisuje se jedan od sljedećih programa ovisno o usmjerenju diplomskog rada. Upisuje se ime nastavnika-voditelja stručnog dijela diplomskog rada i ime nastavnika-voditelja metodičkog dijela diplomskog rada.

Usmjerenje: GEOLOGIJA

	5022	Diplomski rad	0+3	2	0+5	8
	5024	Seminar uz diplomski rad	0+2	2	0+2	3

Usmjerenje: GEOGRAFIJA

	6434	Diplomski rad	0+3	2	0+5	8
	6435	Seminar uz diplomski rad	0+2	2	0+2	3

DIPLOMIRANI INŽENJER GEOLOGIJE

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Tibljaš	5216	Opća mineralogija	2+1	4	2+1	4
T. Marjanac	5122	Fizička geologija	3+2		2+2	4
J. Sremac	5104	Opća paleontologija	0+0		2+2	4
G. Nogo	1521	Matematika	2+1	4	2+1	4
S. Varošaneć	1522	Nacrtna geometrija	0+0		2+2	4
A. Hergold-Brundić	3304	Kemija	2+3		2+1	4
A. M. Tonejc	2170	Fizika	2+1	4	2+1	4
B. Primc-Habđija	4283	Osnove biologije	2+1	4	0+0	
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2		0+2	1
T. Marjanac	5011	Terenska nastava iz geologije, 45 sati/god.		1		1

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
I. Gušić	5110	Historijska geologija	2+1	4	2+1	
V. Bermanec	5217	Sistematska mineralogija	2+1	4	1+1	4
S. Međimorec	5218	Mikrofiziografija minerala	2+4		0+0	
D. Balen	5219	Petrologija magmatskih i metamorfnih stijena	0+0	0	3+3	5
J. Zupanić	5231	Petrologija sedimenta	1+3		2+3	4
S. Markušić	7036	Geofizika	2+1		0+0	
F. Šumanovac	5805	Metode geofizičkih istraživanja	2+2		0+0	0
	5144	Seminar *	0+1	1	0+1	1
J. Sremac	5142	Paleontologija bezkralježnjaka \$	2+2	4	0+0	
Z. Bajraktarević	5143	Paleontologija kralježnjaka \$	0+0		2+1	
A. Gojmerac-Ivšić	3454	Analitička kemija #	2+1	2	2+1	2
A. Gojmerac-Ivšić	3457	Praktikum iz analitičke kemije #	0+3	2	0+3	2
D. Bucković, V. Bermanec, D. Balen, D. Kurtanjek	5012	Terenska nastava iz geologije, 90 sati/god.		0		4
J. Vulić, K. Fučkar	0011	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1

* Svakog semestra upisuje se seminar iz jednog od predmeta koji se slušaju u tom semestru. Student se na početku semestra prijavljuje nastavniku kod kojeg želi upisati seminar.

\$ Označeni predmeti obvezni su za smjer (GP) **Geologija i paleontologija** – vidi III. godinu.

Označeni predmeti obvezni su za smjer (MP) **Mineralogija i petrologija** – vidi III. godinu.

Izborni predmeti: biraju se dva predmeta, tj. po jedan u svakom semestru

V. Bermanec	5229	Mineralogija nesilikata	0+0	0	2+1	3
S. Jelenić	4158	Osnove molekularne biologije	2+0	2	0+0	0
M. Orić, Z. Bencetić-Klaić	7037	Dinamika atmosfere i mora	0+0	0	2+1	3
M. Kerovec	4143	Opća ekologija	2+0	2	0+0	0

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
E. Prohić, L. Palinkaš	5221	Geokemija	2+1	4	2+1	4
E. Prohić	5202	Statistička analiza u geologiji	2+2	4	0+0	0
E. Prelogović	5806	Strukturna geologija	0+0	0	2+2	4
V. Tomić	5126	Geološko kartiranje	2+4	5	1+3	2
A. Bačani	5807	Hidrogeologija 1	2+2	4	0+0	0
L. Palinkaš	5244	Geologija mineralnih ležišta	0+0	0	3+1	4
V. Tomić	5021	Terenska nastava iz geološkog kartiranja, 60 sati/god.		2		2
E. Prelogović	5020	Terenska nastava iz strukturne geologije, 15 sati/god.		0		1
A. Bačani	5019	Terenska nastava iz hidrogeologije 8 sati/god.		1		0
L. Palinkaš	5017	Terenska nastava iz geologije mineralnih ležišta, 15 sati/god.		0		1

Studenti upisuju sve kolegije iz jedne od dviju skupina. Za upis predmeta 5145 Taložni bazeni i 5015 Terenska nastava iz taložnih bazena potrebno je položiti 5231 Petrologiju sedimentata te uspješno obaviti 5012 Terensku nastavu iz geologije.

(A) Geološko-paleontološka skupina

V. Jurak	5808	Inženjerska geologija	0+0	0	2+1	3
Z. Hernitz	5804	Geologija kaustobiolita	2+2	4	0+0	0
Z. Bajraktarević	5127	Mikropaleontologija 1	0+0	0	1+2	2
Lj. Babić	5145	Taložni bazeni	2+1	4	1+1	2
Lj. Babić	5146	Seminar iz taložnih bazena	0+0	0	0+2	1
T. Marjanac	5147	Stratigrafska klasifikacija i korelacija	2+0	2	0+0	0
Lj. Babić	5015	Terenska nastava iz taložnih bazena 45 sati/god.		0		2
I. Gušić, D. Bucković	5004	Geološko kartiranje - samostalni terenski rad, 45 sati/god.		0		2

(B) Mineraloško-petrološka skupina

S. Ščavničar	5203	Mineralogija	2+1		2+2	5
D. Balen	5232	Petrologija magmatskih i metamornih stijena 2	0+0	0	2+2	5
V. Bermanec	5222	Mikrofiziografija stijena	0+3	4	0+0	
D. Balen, V. Bermanec	5233	Seminar iz mineralogije ili petrologija	0+0	0	0+1	1
★	5234	Terenski praktikum	0+2	1	0+1	1
V. Bermanec, D. Balen	5014	Terenska nastava iz mineralogije i petrologije, 45 sati/god.		2		0

★ Upisuje se jedan od nastavnika s MP smjera

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kód	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
Lj. Babić	5148	Elementi znanstvenog rada	1+1	2	0+0	
E. Mrinjek	5149	Globalna tektonika	1+0	1	2+0	2
M. Juračić	5131	Geologija krša #	2+0	2	0+0	
J. Benić	5124	Geologija Hrvatske	0+0		1+0	1
J. Benić	5125	Seminar iz geologije Hrvatske	0+0		0+1	1
M. Juračić	5121	Geologija zaštite okoliša	2+0	2	0+0	
L. Palinkaš	5247	Osnove izotopne geologije	1+0	1	0+0	0
E. Prohić, D. Tibljaš	5248	Osnove elementne i fazne analize	1+0	1	1+1	2
L. Palinkaš, E. Prohić, V. Bermanec	5237	Praktikum iz elementne i fazne analize \$	0+2	1	0+1	1
J. Benić	5013	Terenska nastava iz geologije Hrvatske, 45 sati/god		2		0
	5023	Diplomski rad	0+5	4	0+5	
	5025	Seminar uz diplomski rad	0+2	2	0+2	

označen predmet obavezan je za GP smjer

\$ označen predmet obavezan je za MP smjer

Izborni predmeti: Na temelju dogovora s voditeljem godišta i voditeljem diplomskog rada student u zimskom i ljetnom semestru upisuje kolegije vrednovane s 12 bodova. Pri tome student GP smjera obavezno upisuje jedan predmet iz skupine B, a student MP smjera barem jedan predmet iz skupine A. Seminar se upisuje samo uz upis istoimenog predmeta.

(A) Geološko-paleontološka skupina

Z. Bajraktarević	5155	Mikropaleontologija 2	1+3	4	0+0	0
V. Čosović	5156	Paleoekologija	0+0	0	2+1	4
V. Čosović	5157	Seminar iz paleoekologije	0+0	0	0+1	1
I. Gušić	5158	Povijest geologije	0+0	0	2+0	3
I. Gušić	5117	Paleontološki aspekti evolucije	2+0	3	0+0	0
E. Prelogović	5813	Strukturna geomorfologija	1+2	4	0+0	0

M. Juračić	5159	Seminar iz geologije krša	0+1	1	0+0	
M. Juračić	5114	Geologija mora	2+1	4	0+0	
M. Juračić	5161	Seminar iz geologije mora	0+1	1	0+0	0
Lj. Babić	5162	Geološki seminar	0+1	1	0+0	
V. Čosović	5150	Metode paleontoloških istraživanja	1+3	4	0+0	
J. Sremac	5151	Paleobotanika	0+0		1+1	
A. Alajbeg, V. Cosović	5152	Geološke i geokemijske metode u naftnim istraživanjima	0+0	0	2+1	4
I. Gušić	5153	Seminar iz stratigrafije	0+1	1	0+1	1
Z. Bajraktarević	5154	Seminar iz paleontologije kralježnjaka	0+0		0+1	1
T. Bakran-Petricioli	4218	Osnove biologije mora	2+0	2	0+0	
Lj. Babić	5166	Geološki hazardi	2+1	4	0+0	

(B) Mineraloško-petrološka skupina

S. Međimorec	5225	Teodolitna određivanja minerala	1+2	4	1+2	4
T. Cvitaš	3206	Fizikalna kemija	3+2		3+2	5
Z. Meić	3405	Instrumentne analitičke metode 1	2+1	4	0+0	
V. Allegretti-Živčić	3406	Praktikum iz analitičke kemije 3	0+4	4	0+0	
L. Palinkaš	5238	Geokemija magmatskih i metamornih stijena	2+1	4	0+0	0
E. Prohić	5239	Geokemija sedimenata	2+1	4	0+0	
G. Kniewald, V. Bermanec	5240	Gemologija	1+1	2	1+1	2
E. Prohić, V. Bermanec	5241	Software u geologiji	0+2	2	0+2	2
E. Prohić	5242	Geokemija okoliša	0+0		2+1	4
Lj. Babić	5145	Taložni bazeni	2+1	4	1+1	2
Lj. Babić	5146	Seminar iz taložnih bazena	0+0		0+2	1
L. Palinkaš	5243	Metode geokemijskih istraživanja mineralnih ležišta	2+1	4	0+0	0
D.Matković-Čalogović	3361	Kristalokemija	2+1	4	0+0	
D.Matković-Čalogović	3363	Kemija čvrstog stanja	0+0	0	2+1	4

Na svim godinama studija fakultativno se može upisati bilo koji predmet koji se predaje na Sveučilištu u Zagrebu, ali taj predmet ne ulazi u sustav bodova za studijske profile na Geološkom odsjeku.

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA

PROFESOR GEOLOGIJE I GEOGRAFIJE

ZA UPIS U II. GODINU potrebno je prikupiti 36 bodova, a među položenim predmetima moraju biti:

5107	Opća geologija
5207	Opća mineralogija

6102	Klimatologija
6109	Kartografija

ZA UPIS U III. GODINU potrebno je položiti sve predmete s I. godine i prikupiti 36 bodova s druge godine, a među položenim predmetima moraju biti:

5110	Historijska geologija
5208	Sistematska mineralogija

6215	Geomorfologija
6217	Demogeografija

ZA UPIS U IV. GODINU potrebno je položiti sve predmete s I. i II. godine i sakupiti 36 bodova s treće godine, a među položenim predmetima mora biti:

5245	Metodika nastave geologije
------	----------------------------

6260	Metodika nastave geografije
------	-----------------------------

DIPLOMIRANI INŽENJER GEOLOGIJE

ZA UPIS U II. GODINU potrebno je sakupiti 36 bodova, a među položenim predmetima moraju biti:

5122	Fizička geologija
------	-------------------

5216	Opća mineralogija
------	-------------------

ZA UPIS U III. GODINU potrebno je položiti sve predmete s I. godine i prikupiti 36 bodova s druge godine, a među položenim ispitima moraju biti:

5110	Historijska geologija
------	-----------------------

5231	Petrologija sedimenata
------	------------------------

ZA UPIS U IV. GODINU potrebno je položiti sve predmete s I. i II. godine i prikupiti 36 bodova s treće godine.

RASPORED ISPITA

za akademsku godinu 2004. / 2005.

satničar Geološkog odsjeka: dr. sc. Blanka Cvetko Tešović

Za informacije o ispitima nastavnika drugih odsjeka, pogledati u knjižici na stranicama matičnih odsjeka.

MINERALOŠKO-PETROGRAFSKI ZAVOD

D. Balen	3.12.2004., 11.02., 25.02., 22.04. 24.06., 8.07., 9.09., 23.09.2005.
V. Bermanec	3.12.2003.; 4.02.; 18.02.; 21.04.; 16.06.; 20.06.; 01.09.; 15.09.2004.
D. Kurtanjek	Sedimentologija 1 31.1.2004., 14.02., 18.04., 14.06., 28.06., 06.09., 20.09.2005.
	Petrologija s mineralogijom 1.02., 15.02., 19.04., 15.06., 29.06., 7.09., 21.09.2005.
	Osnove petrologije i mineralogije 2.02., 16.02., 20.04., 16.06., 30.06., 8.09., 22.09.2005.
	Metodika nastave geologije 3.02., 17.02., 21.04., 16.06., 30.06., 8.09., 22.09.2005.
S. Međimorec	1.12.2004., 2.02., 9.02., 16.02., 23.02., 20.04., 15.06.; 29.06., 6.07., 13.07., 20.07., 7.09., 14.09., 21.09., 28.09.2005.
L. Palinkaš	8.10.2004., 12.11., 3.12., 4.02., 18.02., 22.03., 19.04., 21.06., 5.07., 13.09., 20.09.2005.
E. Prohić	<i>po dogovoru</i>
S. Ščavničar	<i>po dogovoru</i>
D. Tibljaš	Mineralogija (studenti kemije), Opća mineralogija, Osnove elementne i fazne analize <i>u izvanrednim ispitnim rokovima srijedom</i> 9.02., 23.02., 29.06., 13.07., 14.09., 28.09.2005.
	Determinativne metode u mineralogiji i petrologiji <i>u izvanrednim ispitnim rokovima četvrtkom</i> 10.02., 24.02., 30.06., 14.07., 15.09., 29.09.2005.
J. Zupanić	30.11.2004., 8.02., 22.02., 19.04., 21.06., 5.07., 6.09., 20.09.2005.

GEOLOŠKO-PALEONTOLOŠKI ZAVOD

Lj. Babić	1.02., 15.02., 13.06., 27.06., 01.09., 15.09.2005.
S. Bahun	četvrtkom - po dogovoru
Z. Bajraktarević	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> Paleontologija 2, Paleontologija kraljevnjaka 9.02., 23.02., 22.06., 13.07., 7.09., 21.09.2005. Mikropaleontologija, Mikroskopska istraživanja fosila 10.02., 24.02., 23.06., 14.07., 8.09., 22.09.2005. Geologija s paleontologijom 8.02., 22.02., 14.06., 5.07., 6.09., 20.09.2005.
J. Benić	četvrtkom u ispitnim rokovima
D. Bucković	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> 2.02., 16.02., 22.06., 6.07., 7.09., 28.09.2005.
B. Cvetko Tešović	po dogovoru
V. Čosović	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> 4.02., 25.02., 17.06., 1.07., 2.09., 16.09.2005.
I. Gušić	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> 4.02., 18.02., 24.06., 8.07., 2.09., 23.09.2005.
V. Jelaska	po dogovoru
M. Juračić	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima četvrtkom</i> 10.02., 24.02., 23.06., 7.07., 8.09., 22.09.2005.
T. Marjanac	Opća geologija, Fizička geologija 17.06., 1.07., 9.09., 23.09.2005., a u ostalim rokovima po dogovoru Stratigrafska klasifikacija i korelacija - po dogovoru
A. Moro	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> 8.02., 22.02., 14.06., 28.06., 19.09., 27.09.2005.
E. Mrinjek	po dogovoru
J. Sremac	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> 7.02., 21.02., 20.6., 4.07., 5.09., 19.09.2005.
V. Tomić	<i>u izvanrednim ispitnim rokovima po dogovoru</i> 4.02., 25.02., 17.06., 1.07., 2.09., 16.09.2005.

GEOGRAFSKI ODSJEK

<http://www.pmf.hr/geografija/index.html>

10.000 Zagreb, Marulićev trg 19

Tel.: 01+4895400, Tel/Fax: 01+4895440

pročelnik: **prof.dr.sc. Zoran Curić**

e-mail: zcubic@geog.pmf.hr

USTROJSTVO ODSJEKA

Zavod za fizičku geografiju, Marulićev trg 19

Zavod za socijalnu geografiju, Marulićev trg 19

Zavod za regionalnu geografiju i metodiku, Marulićev trg 19

KADROVI I STUDENTI

15 nastavnika

2 asistenta

6 znanstvenih novaka

2 stručna suradnika

2 tehnička suradnika

340 studenata

GEOGRAFIJA DANAS

Kao što se mijenja prostorna stvarnost na Zemljinoj površini, mijenja se i objekt proučavanja geografije. Suvremena geografija znanost je koja opisuje i tumači geoprostorni kompleks, a cilj joj je da pronađe zakonitosti u prostornim odnosima/ovisnostima, pri čemu se služi strukturalnim (prostorni raspored), funkcionalnim (prostorne veze i udaljenosti) i povijesno-genetskim pristupom. U prvom planu njezina interesa objašnjenje je nastanka, izgleda i značenja dvaju temeljnih prostornih sustava: ekološkog, koji povezuje čovjeka i okoliš, i prostornoga, koji povezuje regiju s drugim regijama, preko interakcije i procesa između njih. S obzirom na tako širok i raznovrstan objekt proučavanja, geografija je izuzetno kompleksno znanstveno područje. Ona u okviru svog znanstvenog sustava povezuje i objedinjuje niz različitih disciplina prirodnih i društvenih znanosti koje sa svog užeg područja interesa istražuju i objašnjavaju pojedine prostorne sustave na Zemljinoj površini. Zbog takve svoje strukture i kauzalne metodologije, ona ima funkciju mosta koji povezuje prirodoslovlje s društvenim znanostima.

ZNANSTVENI RAD

Znanstveni rad Geografskog odsjeka prvenstveno se odvija kroz projekte koje financira Ministarstvo znanosti i tehnologije, kao što su geomorfološko kartiranje Hrvatske, procesi urbanizacije, utjecaj turizma na prostorno okupljanje i diferenciranje, te regionalno-geografsko istraživanje Hrvatske.

Glavnina rezultata znanstvenih i stručnih istraživanja objavljuju se u glasilima Geografskog odsjeka ("Acta Geographica Croatica" i "Geographical Papers") i Hrvatskoga geografskog društva ("Hrvatski geografski glasnik", "Geografski horizont").

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- **Profesor geografije**, trajanje nastave: 4 godine
- **Profesor geografije i povijesti**, trajanje nastave: 4 godine (u suradnji s Filozofskim fakultetom)
- **Profesor povijesti i geografije**, trajanje nastave: 4 godine (u suradnji s Filozofskim fakultetom)
- **Profesor geologije i geografije**, trajanje nastave: 4 godine (u suradnji s Geološkim odsjekom)

DIPLOMSKI RAD

Nastavni plan i program studija geografije osmišljen je tako da studentima tijekom četiri godine (osam semestara) omogućiti sustavno i ravnomjerno usvajanje opsežnog gradiva iz opće (fizičke i socijalne) geografije, regionalne geografije svijeta i Hrvatske te pomoćnih geografskih disciplina. Uz obvezne i izborne kolegije, sastavni dio nastave su i vježbe i seminari, a posebno mjesto na svim godinama studija zauzima terenska nastava. Tijekom četvrte godine studija studenti izrađuju diplomski rad, koji predstavlja sintezu dosegnutih stručnih spoznaja, a u školama obavljaju metodičku praksu kojom se osposobljavaju za rad u nastavi.

AKADEMSKA ZVANJA

1. Profesor geografije
Geographiae professor
2. Profesor geografije i povijesti
Geographiae et historiae professor

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Na Odsjeku je također organiziran postdiplomski studij koji vodi do akademskog stupnja magistra i/ili doktora geografskih znanosti.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magister znanosti, znanstveno polje geoznanosti, grana geografija
Magister scientiarum naturalium ad geosciencias - geographiam pertinentium
2. Doktor znanosti, znanstveno polje geoznanosti, grana geografija
Doctor scientiarum naturalium ad geographiam pertinentium

ZAPOŠLJAVANJE

Studij geografije daje široku naobrazbu s odgovarajućim mogućnostima zapošljavanja po završetku studija. Diplomirani geografi većinom se zapošljavaju kao nastavnici u osnovnim i srednjim školama, odnosno visokoškolskim ustanovama. Pored prosvjete, geografi također rade u prostornom i društvenom planiranju, urbanizmu, zaštiti okoliša, informativnim djelatnostima i izdavaštvu, kulturnim, upravnim i vojnim ustanovama, a u novije vrijeme sve više i u turizmu. Najboljim studentima Odsjek nudi mogućnost zapošljenja kao znanstvenih novaka, odnosno asistenta, uključujući i upis poslijediplomskog studija. Geografi sa znanstvenim stupnjem također djeluju i u različitim drugim znanstvenim i znanstveno-nastavnim ustanovama.

PROFESOR GEOGRAFIJE

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

I. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Feletar	6101	Uvod u geografiju	1+0		0+0	
A. Filipčić	6102	Klimatologija	2+0	4	2+0	
		Vježbe iz klimatologije	0+1	1	0+1	1
A. Toskić	6104	Kartografija	2+0	4	2+0	
		Vježbe iz kartografije	0+2	1	0+2	1
K. Bašić	6106	Osnove statistike s geografskim grafičkim metodama	2+0	4	2+0	3
		Vježbe iz osnova statistike s geografskim grafičkim metodama	0+2	1	0+2	1
A. Toskić	6107	Geografski informacijski sustavi	0+0		1+0	1
		Seminar iz geografskih informacijskih sustava	0+0	0	0+1	1
E. Mrinjek	5101	Opća geologija	2+1	5	2+1	3
D. Kurtanjek	5205	Petrologija s mineralogijom	1+1	4	1+1	4
V. Andrilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1
A. Filipčić, A. Toskić	6108	Terenska nastava iz geografije 30 sati/god.				
E. Mrinjek, D. Kurtanjek	5001	Terenska nastava iz geologije i petrologije 30 sati/god.		0		3

Ponuđeni predmeti: ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije.

Studenti obavezno biraju jedan od ponuđenih jezika.

	0030	Engleski jezik 1		1	0+2	1
	0034	Njemački jezik 1	0+2	1	0+2	1
B. Primc–Habdija	4283	Osnove biologije	2+1	3	0+0	0
	7033	Osnove geofizike 1	2+1	3	0+0	0
P. Pandžić	1511	Matematika	1+1	2	1+1	2

II. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Orešić	6201	Hidrogeografija	2+0	3	2+0	2
D. Orešić	6202	Seminar iz hidrogeografije	0+2	2	0+2	2
A. Bognar	6203	Geomorfologija	2+0	3	2+0	2
A. Bognar	6204	Seminar iz geomorfologije	0+2	2	0+2	2
I. Nejašmić	6205	Demogeografija	2+0	3	2+0	2
I. Nejašmić	6206	Seminar iz demogeografije	0+2	2	0+2	2
B. Fürst-Bjeliš	6207	Historijska geografija	2+0	3	2+0	2
B. Fürst-Bjeliš	6277	Seminar iz historijske geografije	0+1	2	0+1	2

D. Bucković	5109	Osnove stratigrafske geologije	2+1	4	2+1	3
V. Hršak, I. Ternjej	6208	Biogeografija s ekologijom	2+0	3	2+0	2
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1
A. Bogнар, B. Fürst-Bjeliš, D. Orešić, I. Nejašmić	6209	Terenska nastava iz geografije 120 sati/god.		0		6

Ponuđeni predmeti: ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije.
Studenti obavezno biraju jedan od ponuđenih jezika.

	0031	Engleski jezik 2	0+2	1	0+2	1
	0035	Njemački jezik 2	0+2	1	0+2	1

Ponuđeni predmeti: ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije.

M. Bogunović	6210	Pedogeografija	0+0	0	2+0	2
D. Kurtanjek, E. Mrinjek	5223	Sedimentologija	2+1	3	2+1	3
M. Orlić, Z. Bencetić-Klaić	7034	Osnove geofizike 2	0+0	0	2+1	3

III. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Njegač, R. Henkel	6301	Urbana geografija	2+0	4	2+0	2
D. Njegač, R. Henkel	6302	Seminar iz urbane geografije	0+0	0	0+2	2
M. Ilić	6303	Ekonomska geografija	2+0	4	2+0	2
M. Ilić	6304	Seminar iz ekonomske geografije	0+0	0	0+2	2
M. Ilić	6305	Prometna geografija	2+0	4	2+0	2
M. Ilić	6306	Seminar iz prometne geografije	0+2	2	0+0	
D. Feletar, Z. Stiperski	6307	Industrijska geografija	2+0	4	2+0	2
Z. Stiperski	6308	Seminar iz industrijske geografije	0+1	1	0+1	1
M. Sić	6309	Geografija Europe	2+0	3	2+0	2
D. Pejnović	6310	Ruralna geografija	2+0	4	2+0	2
D. Pejnović	6323	Seminar iz ruralne geografije	0+0	0	0+2	2
S. Lozić	6311	Geografija Rusije	0+0		2+0	2
Z. Curić	6312	Metodika nastave geografije	2+0		2+0	2
R. Henkel	6314	Politička geografija	0+0		2+0	2
M. Cindrić	0012	Didaktika	2+0	1	2+0	1
D. Feletar, D. Pejnović, M. Ilić, D. Njegač, R. Henkel	6313	Terenska nastava iz geografije 120 sati/god.		0		4

Ponuđeni predmeti: *ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije.*

M. Juračić	5115	Geologija i hidrogeologija krša	2+0	2	0+0	0
A. Filipčić	6315	Australija s Oceanijom	2+0	2	0+0	0
R. Henkel	6325	Zemlje u razvoju	2+0	2	0+0	0
S. Ščavničar	5211	Mineralne sirovine	1+1	2	1+1	2
V. Paar	2357	Uvod u energetiku	2+0	2	2+0	2

IV. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kôd</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	<i>zimski sem. ECTS</i>	<i>ljetni sem. ECTS</i>	
Z. Curić	6401	Turistička geografija	2+0	2+0	2
Z. Curić	6402	Seminar iz turističke geografije	0+1	0+1	1
L. Šakaja	6403	Teorija geografije	2+0	0+0	
L. Šakaja	6425	Kulturna geografija	0+0	2+0	2
S. Lozić	6405	Geoekologija	0+0	2+0	2
S. Lozić	6406	Seminar iz geoekologije	0+0	0+1	1
D. Pejnović	6407	Geografija Jugoistočne Europe	2+0	0+0	
D. Njegač	6408	Geografija Hrvatske	2+0	2+0	
D. Njegač	6489	Seminar iz Geografije Hrvatske	0+2	0+2	
Z. Stiperski	6409	Azija	2+0	2+0	2
L. Šakaja	6410	Angloamerika	2+0	0+0	0
D. Orešić	6411	Geografija mora	2+0	2+0	2
Z. Curić	6412	Seminar iz metodike nastave geografije	0+3	0+3	4
Z. Curić, D. Njegač	6414	Terenska nastava iz geografije 120 sati/god.			
	6413	Diplomski rad	0+4	0+4	5

Ponuđeni predmeti: *ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije:*

S. Faivre	6415	Latinska Amerika	0+0	2+0	2
D. Feletar	6416	Afrika	0+0	2+0	2
M. Orlić	7017	Fizička oceanografija 1 i 2	2+1	2+1	
E. Mrinjek	5149	Globalna tektonika	1+0	2+0	2

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA**PROFESOR GEOGRAFIJE**

ZA UPIS U II. GODINU potrebno je prikupiti 36 bodova uz obvezno položene sljedeće kolegije:

6102	Klimatologija
6106	Osnove statistike s geografskim grafičkim metodama

6104	Kartografija
------	--------------

ZA UPIS U III. GODINU potrebno je položiti sve upisane predmete I. godine te prikupiti 36 bodova iz II. godine uz obvezno položene sljedeće kolegije:

6201	Hidrogeografija
6203	Geomorfologija
6205	Demogeografija

ZA UPIS U IV. GODINU potrebno je položiti sve upisane predmete II. godine te skupiti 36 bodova iz III. godine uz obvezno položene sljedeće predmete:

6301	Urbana geografija
6305	Prometna geografija
6307	Industrijska geografija
6312	Metodika nastave geografije

PROFESOR GEOGRAFIJE I POVIJESTI

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	predavanja + vježbe			
			zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
A. Filipčić	6102	Klimatologija	2+0		2+0	1
		Vježbe iz klimatologije	0+1	1	0+1	1
A. Toskić	6109	Kartografija	2+0	2	2+0	2
		Vježbe iz kartografije	0+1		0+1	1
K. Bašić	6106	Osnove statistike s geografskim grafičkim metodama	2+0	3	2+0	3
		Vježbe iz osnova statistike s geografskim grafičkim metodama	0+2	1	0+2	1
A. Filipčić, A. Toskić	6108	Terenska nastava iz geografije 30 sati/god.		0		3
A. Moro	5102	Osnove opće geologije	1+1		1+1	
D. Kurtanjek	5206	Osnove petrologije i mineralogije	1+1		0+0	
A. Moro, D. Kurtanjek	5001	Terenska nastava iz geologije i petrologije 30 sati/god.		0		3
Z. Janeković-Romer	#	Uvod u znanost	2+0	2	2+0	2
P. Selem, B. Kuntić-Makvić, B. Olujić	#	Povijest Starog Istoka	2+0	2	2+0	2
P. Selem, B. Kuntić-Makvić, B. Olujić	#	Povijest Grčke i Rima	2+0	1	2+0	1
P. Selem, B. Kuntić-Makvić, B. Olujić	#	Stara povijest hrvatskih zemalja	1+0	1	1+0	1
I. Goldstein	#	Svjetska povijest u srednjem vijeku	2+0	2	2+0	2
	#	Izborni kolegij iz povijesti	2+0	2	2+0	1
V. Andrilović	0010	Psihologija odgoja i obrazovanja	2+1	2	2+1	2
J. Vulić, K. Fučkar	0431	Tjelesna i zdravstvena kultura 1	0+2	1	0+2	1

Predmeti iz povijesti upisuju se na Filozofskom fakultetu.

Izborni predmeti iz povijesti: lista predmeta nalazi se uz III. godinu.

Ponuđeni predmeti - jezici: ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije. Studenti obavezno biraju jedan od ponuđenih jezika.

	0030	Engleski jezik 1	0+2	1	0+2	1
	0034	Njemački jezik 1	0+2	1	0+2	1
D. Feletar	6101	Uvod u geografiju	1+0	1	0+0	

II. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Orešić	6212	Hidrogeografija	1+0		1+0	1
D. Orešić	6213	Seminar iz hidrogeografije	0+1	1	0+1	1
A. Bognar	6214	Geomorfologija	2+0	4	2+0	1
S. Faivre	6204	Seminar iz geomorfologije	0+2	2	0+2	
I. Nejašmić	6216	Demogeografija	1+0		1+0	2
I. Nejašmić	6218	Seminar iz demogeografije	0+1	1	0+1	1
B. Fürst-Bjeliš	6219	Historijska geografija	2+0	2	2+0	2
A. Bognar, B. Fürst-Bjeliš, D. Orešić, I. Nejašmić	6209	Terenska nastava iz geografije 120 sati/ god.		0		7
N. Budak, Z. Nikolić	#	Hrvatska povijest srednjeg vijeka 1	2+0	2	2+0	2
T. Raukar, Z. Janeković-Romer	#	Hrvatska povijest srednjeg vijeka 2	2+0	2	2+0	2
I. Prlender	#	Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u srednjem vijeku	2+0	2	2+0	2
D. Roksandić	#	Svjetska povijest u ranom novom vijeku	2+0	2	2+0	1
M. Matijević-Sokol	#	Pomoćne povijesne znanosti	2+0	2	2+0	1
	#	Izborni kolegij iz povijesti	2+0	1	2+0	1
R. Marinković	0011	Opća pedagogija	2+0	2	2+0	2
J. Vulić, K. Fučkar	0432	Tjelesna i zdravstvena kultura 2	0+2	1	0+2	1

Predmeti iz povijesti upisuju se na Filozofskom fakultetu.

Izborni predmeti iz povijesti: lista predmeta nalazi se uz III. godinu.**Ponuđeni predmeti - jezici:** ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije.

	0031	Engleski jezik 2	0+2	1	0+2	1
	0035	Njemački jezik 2	0+2	1	0+2	1

Ponuđeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije:

M. Bogunović	6210	Pedogeografija	0+0	0	2+0	2
--------------	------	----------------	-----	---	-----	---

III. godina

predavanja + vježbe

<i>Nastavnik</i>	<i>Kód</i>	<i>Obvezni predmeti</i>	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Njegač, R. Henkel	6301	Urbana geografija	2+0	3	2+0	2
M. Ilić	6303	Ekonomska geografija	2+0	3	2+0	2
M. Sić	6309	Geografija Europe	2+0	3	2+0	2
D. Pejnović	6310	Ruralna geografija	2+0	3	2+0	2
D. Pejnović	6324	Seminar iz ruralne geografije	0+0	0	0+1	1
S. Lozić	6311	Geografija Rusije	0+0	0	2+0	1
Z. Curić	6312	Metodika nastave geografije	2+0	3	2+0	2

Z. Stiperski, D. Njegač, R. Henkel, M. Ilić, D. Pejnović	6321	Terenska nastava iz geografije 120 sati/god.		0		4
D. Agičić	#	Svjetska povijest u 19. stoljeću	2+0	1	2+0	1
N. Moaćanin	#	Hrvatska povijest u ranom novom vijeku	2+0	2	2+0	2
B. Grgin	#	Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u ranom novom vijeku	2+0	2	2+0	2
N. Stančić, I. Ivejić, M. Strecha, Z. Sikirić	#	Hrvatska povijest u 19. stoljeću	2+0	2	2+0	2
P. Korunić	#	Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u 19. stoljeću	2+0	2	2+0	2
		Izborni kolegij iz povijesti	2+0	2	2+0	2
F. Jelavić	0012	Didaktika	2+0	2	2+0	2

Predmeti iz povijesti upisuju se na Filozofskom fakultetu.

Izborni predmeti iz povijesti: u I., II. I III. godini upisuje se po jedan od navedenih predmeta

M. Kolar		Povezanost politike i gospodarstva u I. polovini 20. stoljeća	2+0		2+0	
I. Goldstein		Povijest hrvatskih Židova od kraja 18. stoljeća do 1945. godine	2+0		2+0	
D. Agičić		Povijest Rusije u 19. stoljeću	2+0		2+0	
I. Prlender		Povijest Dubrovačke Republike	2+0		2+0	
B. Vranješ-Šoljan		Stanovništvo Hrvatske: demo- grafski procesi i perspektive razvoja 1941.-1945.	2+0		2+0	
Z. Janeković-Romer		Hrvatski humanisti	2+0		2+0	

Izborni predmeti: upisuje se jedan predmet.

M. Ilić	6318	Prometna geografija	2+0	2	0+0	0
Z. Stiperski	6320	Industrijska geografija	0+0	0	2+0	1

Ponuđeni predmeti: ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije i povijesti

A. Filipčić	6315	Australija s Oceanijom	2+0	2	0+0	0
R. Henkel	6325	Zemlje u razvoju	2+0	2	0+0	0

IV. godina

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kód	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
Z. Curić	6417	Turistička geografija	1+0	1	1+0	1
L. Šakaja	6403	Teorija geografije	2+0	2	0+0	0
D. Pejnović	6407	Geografija Jugoistočne Europe	2+0	2	0+0	0
D. Njegač	6419	Geografija Hrvatske	2+0	2	2+0	2
D. Njegač	6488	Seminar iz Geografije Hrvatske	0+1	1	0+1	1
Z. Stiperski	6420	Azija	2+0	2	0+0	0
L. Šakaja	6410	Angloamerika	2+0	2	0+0	0
S. Lozić	6405	Geoekologija	2+0	1	0+0	0
D. Orešić	6421	Geografija mora	1+0	1	1+0	1
Z. Curić	6412	Seminar iz metodike nastave geografije	0+3	3	0+3	3

Z. Curić, D. Njegač	6414	Terenska nastava iz geografije 120 sati/god.	0		5	
P. Korunić	#	Povijest Srednje i Jugoistočne Europe od kraja 18. st. do 1918.	2+0	1	2+0	2
N. Stančić, I. Iveljić, M. Strecha, Z. Sikirić	#	Hrvatska povijest od 18. stoljeća do 1918. g.	2+0	1	2+0	2
M. Matićka, Lj. Antić	#	Hrvatska povijest u 20. stoljeću	2+0	1	2+0	2
B. Vranješ-Soljan	#	Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u 20. stoljeću	2+0	2	2+0	2
F. Potrebica	#	Metodika nastave povijesti	2+4	6	2+4	4
	6413	Diplomski rad	0+4	3	0+4	5

Predmeti iz povijesti upisuju se na Filozofskom fakultetu.

Ponuđeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa profila prof. geografije:

S. Faivre	6415	Latinska Amerika	0+0	0	2+0	2
D. Feletar	6416	Afrika	0+0	0	2+0	2
L. Šakaja	6425	Kulturna geografija	0+0	0	2+0	2

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA

PROFESOR GEOGRAFIJE I POVIJESTI

ZA UPIS U II. GODINU: Potrebno je skupiti 36 bodova uz obvezno položene sljedeće kolegije:

6102	Klimatologija		Uvod u povijest
6109	Kartografija		Povijest Grčke i Rima
5102	Osnove opće geologije		Stara povijest hrvatskih zemalja
6106	Osnove statistike s geografskim grafičkim metodama		Latinski jezik (tečaj)

ZA UPIS U III. GODINU: Potrebno je položiti sve upisane predmete I. godine te skupiti 36 bodova iz II. godine uz obvezno položene sljedeće kolegije:

6212	Hidrogeografija		Hrvatska povijest srednjeg vijeka 1
6214	Geomorfologija		Hrvatska povijest srednjeg vijeka 2
6216	Demogeografija		Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u srednjem vijeku
			Svjetska povijest u srednjem vijeku
			Svjetska povijest u ranom novom vijeku
			Pomoćne povijesne znanosti

ZA UPIS U IV. GODINU: Potrebno je položiti sve upisane predmete II. godine te skupiti 36 bodova iz III. godine uz obvezno položene sljedeće predmete:

6301	Urbana geografija		Hrvatska povijest u ranom novom vijeku
6303	Ekonomska geografija		Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u ranom novom vijeku
6312	Metodika nastave geografije		Povijest Srednje i Jugoistočne Europe u 19. stoljeću
			Svjetska povijest u 19. stoljeću
			Hrvatska povijest u 19. stoljeću

RASPORED ISPITA

za akademsku godinu 2004. / 2005.

Satničar Geografskog odsjeka: dr.sc. Ksenija Bašić

Smjerovi: prof. geografije, prof. geografije i povijesti, prof. povijesti i geografije, prof. geologije i geografije

	<i>jesenski izv. rok</i>	<i>zimski rok</i>	<i>proljetni izv. rok</i>	<i>ljetni rok</i>	<i>jesenski rok</i>			
K. Bašić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
A. Bogнар	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
Z. Curić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
S. Faivre	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
D. Feletar	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
A. Filipčić	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
B. Fürst-Bjeliš	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
R. Henkel	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
M. Ilić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
S. Lozić	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
I. Nejašmić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
D. Njegač	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
D. Orešić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
D. Pejnović	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
M. Sić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.
Z. Stiperski	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
L. Šakaja	29.11.	31.01.	14.02.	18.04.	20.06.	4.07.	5.09.	19.09.
A. Toskić	1.12.	7.02.	21.02.	20.04.	27.06.	11.07.	12.09.	26.09.

GEOFIZIČKI ODSJEK

<http://www.gfz.hr>

10.000 Zagreb, Horvatovac bb

Tel.: 4605900, Fax: 4680331

Pročelnik: **prof.dr.sc. Marijan Herak**

e-mail: herak@irb.hr

USTROJSTVO ODSJEKA

Geofizički zavod "Andrija Mohorovičić", Horvatovac bb

Seizmološka služba RH, Horvatovac bb

KADROVI I STUDENTI

6 nastavnika

1 viši predavač

1 viši asistent

6 znanstvenih novaka

1 administrator

3 tehničara

1 bibliotekar

73 studenta

Seizmološka Služba Hrvatske:

7 seizmologa

1 tehničar

GEOFIZIKA DANAS

Geofizičar je stručnjak za primjenu znanja iz fizike na zbivanja u plinovitom, tekućem i čvrstom dijelu Zemlje. Geofizičari su usmjereni prema promatranju prirodnih pojava, raspolažu s dovoljno znanja nužnog za organiziranje mjerenja na terenu i za znanstveno tumačenje dobivenih rezultata, a također imaju razvijen osjećaj za praktičnu primjenu stručnih spoznaja u raznim granama ljudskih djelatnosti. Između ostaloga, geofizičari pomažu čovječanstvu u rješavanju triju zadaća bitnih za napredak društva i za očuvanje njegova života i standarda, a to su: energija i sirovine, proizvodnja hrane i zaštita okoliša od prekomjernog onečišćenja. Ta rješavanja iziskuju znanstveno-istraživački rad, kao i praćenje klimatskih promjena, modeliranje širenja onečišćavajućih tvari kroz atmosferu i more, proučavanje potresa, istraživanje fizikalnih procesa u moru te istraživanje Zemljinog električnog, magnetskog i gravitacijskog polja. Tu dolaze i različite primjene geofizike u graditeljstvu, geologiji, geodeziji, poljodjelstvu, zdravstvu, vodoprivredi, prometu, te energetici i ekologiji.

ZNANSTVENI RAD

Znanstvene aktivnosti Geofizičkog odsjeka obuhvaćaju istraživanja fizikalnih svojstava Zemljine kore, potresa, gibanja u Jadranskom moru, vremena (u meteorološkom smislu), klime, međudjelovanja fizikalnih procesa u moru i atmosferi te fizičko-kemijskih promjena u atmosferi u svezi s promjenama klime. Ta se proučavanja provode prvenstveno za područje Hrvatske, no neki od dosadašnjih rezultata značajni su i u svjetskim razmjerima (npr. Mohorovičićev diskontinuitet - ploha između Zemljine kore i plašta, Mohorovičićev zakon - analitički izraz ovisnosti brzina valova potresa u dubini, Goldbergov postupak - određivanje perioda slobodnih oscilacija u zaljevima). U okviru Geofizičkog odsjeka od 1985. djeluje Seizmološka služba, koja ima na području Republike Hrvatske u stalnom pogonu šest seizmografa i petnaest akcelerografa kojima prati vibriranja tla uzrokovana potresima u nas i u svijetu, a još tri seizmografa rade u okviru seizmološkog znanstvenog projekta. Mareografska

postaja u Bakru od 1929. bilježi vodostaj Jadranskog mora, a Opservatorij na Medvednici (lokacija na Puntijarki) od 1959. mjeri intenzitet Sunčeva zračenja.

SVEUČILIŠNI STUDIJSKI PROGRAMI

- **Diplomirani inženjer fizike - geofizika, smjer seizmologija; fizika čvrste Zemlje**
trajanje nastave: 2 godine, nakon dovršenja prve 2 g. na fizici
- **Diplomirani inženjer fizike - geofizika, smjer Meteorologija i fizička oceanografija**
trajanje nastave 2 godine, nakon dovršenja 2 g. na fizici

DIPLOMSKI RAD

Temu diplomskog rada student odabire u završnoj godini studija u dogovoru s nastavnikom i prema vlastitim sklonostima, a u izradi se služi stručnom literaturom i postojećim mjernim podatcima, koristeći se stečenim znanjima o procesima u Zemljinoj unutrašnjosti, u moru i u atmosferi. Diplomski ispit čine obrana diplomskog rada i opći ispit kojim se dokazuje poznavanje struke geofizike i napose, odabranog smjera.

AKADEMSKA ZVANJA

1. Diplomirani inženjer fizike

Physicae ingeniarius diplomate probatus

POSTDIPLOMSKI STUDIJ

Nakon završenog studija kandidati mogu upisati postdiplomski magistarski (četiri semestra) ili doktorski studij (šest semestara) u području geofizike. Predmeti i tema magistarskog rada ili disertacije biraju se iz jednog od dva područja: fizike unutrašnjosti Zemlje, i fizike atmosfere i mora. Daljnjim znanstveno-istraživačkim radom u području geofizike može se i nakon magisterija postići znanstveni stupanj doktora prirodnih znanosti.

POSTDIPLOMSKA AKADEMSKA ZVANJA

1. Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje: fizika, grana geofizika
Magister scientiarum naturalium ad physicam - geophysicam pertinentium
2. Doktor prirodnih znanosti znanstveno polje: fizika
Doctor scientiarum naturalium ad physicam pertinentium

ZAPOŠLJAVANJE

Geofizičari koji se bave fizikom čvrste Zemlje zapošljavaju se u institucijama za primijenjenu geofiziku gdje se radi na istraživanju nafte, i drugih rudnih ležišta. Oni također rade u seizmološkoj službi, gdje proučavaju potrese, a i u drugim područjima inženjerstva. Geofizičar s meteorološkom i oceanološkom specijalizacijom može se zaposliti u hidrometeorološkim institutima u odjelu za prognozu vremena, za zaštitu od tuče, za primijenjeno istraživanje u industriji, za promatranje rasprostiranja zagađivala u atmosferi i vodama, na aerodromima, i oceanografskim institutima. Geofizičari također nalaze mjesto i na sveučilištima i drugim znanstveno-istraživačkim ustanovama.

DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE**Usmjerenje: Geofizika****I. godina****Kao na struci FIZIKA; DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE****II. godina****Kao na struci FIZIKA; DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE**

U svakom semestru potrebno je upisati najmanje 30 bodova, odnosno godišnje 60 bodova iz grupe obveznih i izbornih predmeta.

III. godina*predavanja + vježbe*

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.		ljetni sem.	
			ECTS		ECTS	
D. Herak, I. Allegretti	7015	Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici	2+1	4	2+1	4
Z. Bencetić Klaić	7038	Uvod u geofizičku dinamiku fluida	2+1		0+0	0
Z. Bencetić Klaić	7001	Dinamička meteorologija 1, 2	2+1	4	2+1	4
B. Grisogono, A. Marki	7043	Klimatologija 1	2+1	3	2+1	3
M. Herak, Z. Pasarić	7016	Statističke metode u geofizici	2+1	3	2+1	3
M. Herak, I. Sović	7019	Seizmologija 1	2+2		2+2	
M. Herak, I. Allegretti	7039	Seizmometrija	0+0	0	2+1	3
M. Orlić	7017	Fizička oceanografija 1,2	2+1	3	2+1	
Z. Bencetić Klaić, A. Marki	7011	Meteorološka mjerenja	2+2	3	0+0	0
Z. Bencetić Klaić, Ž. Fuchs	7012	Meteorološki praktikum 1	0+0	0	1+3	3
S. Markušić	7014	Geofizički seminar	1+0	1	1+0	1
M. Rogina	1245	Numerička matematika, programiranje i statistika	2+1	3	2+1	3

Ponuđeni predmeti koji ne ulaze u strukturu studijskog programa profila diplomirani inženjer fizike, usmjerenje geofizika:

Z. Pasarić, R. Pezer	2312	Objektno orijentirano programiranje	0+0	0	1+2	2
Z. Pasarić, B. Podobnik	1714	Ekonometrija	0+0	0	2+2	3
K. Fučkar, J. Vulić	0433	Tjelesna i zdravstvena kultura 3	0+2	1	0+2	1

Grupa A: Seizmologija i fizika čvrste zemlje**IV. godina**

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
D. Herak	7020	Seizmologija 2	2+1	4	2+1	4
S. Markušić	7022	Fizika unutrašnjosti Zemlje	2+1	4	0+0	0
M. Herak, V. Kuk	7040	Inženjerska seizmologija	0+0	2	2+1	4
M. Herak	7021	Seminar iz seizmologije	1+0	1	1+0	2
M. Herak	7025	Odabrana poglavlja geofizike	2+2	4	0+0	
M. Herak, K. Marić	7028	Geofizički praktikum 1, 2	0+2	2	0+2	2
D. Herak, V. Kuk	7023	Teža i oblik Zemlje	0+0	0	2+1	
M. Herak, K. Marić	7024	Magnetizam Zemlje	2+0	2	0+2	2
T. Marjanac	5123	Geologija	3+1	2	0+0	
E. Prelogović	7041	Seizmotektonika	0+0	0	2+1	4
D. Herak, V. Kuk	7026	Račun izjednačenja	1+1	2	0+0	0
M. Rogina	1711	Numeričke metode u fizici	2+2	4	2+2	4
	7031	Diplomski rad		2		2

Izborni predmeti (upisuje se jedan od navedenih predmeta)

F. Šumanovac	7042	Geofizička istraživanja s terenskim radom	2+2	3	2+5	3
V. Vujnović	7027	Aeronomija 1, 2	2+1	3	2+1	3
Z. Tutek	1712	Parcijalne diferencijalne jednačbe	2+2	3	2+2	3
S. Sljepčević	1713	Numerička analiza	2+2	3	2+2	3

Ponuđen predmet koji ne ulazi u strukturu studijskog programa profila diplomirani inženjer fizike, usmjerenje geofizika:

K. Fučkar, J. Vulić	0434	Tjelesna i zdravstvena kultura 4	0+2	1	0+2	1
---------------------	------	----------------------------------	-----	---	-----	---

Grupa B: Meteorologija i fizička oceanografija**IV. godina**

predavanja + vježbe

Nastavnik	Kôd	Obvezni predmeti	zimski sem.	ECTS	ljetni sem.	ECTS
B. Grisogono	7002	Dinamička meteorologija 3, 4	3+2	5	3+2	5
Z. Pasarić	7044	Klimatologija 2	1+1	2	1+1	2
V. Vujnović	7010	Odabrana poglavlja meteorologije	1+0	1	1+0	1
V. Vujnović	7027	Aeronomija 1, 2	2+1	3	2+1	3
K. Pandžić	7006	Sinoptička meteorologija	2+2	4	2+2	4
B. Grisogono, R. Eisenwagner	7013	Meteorološki praktikum 2, 3	1+2	2	1+2	2
M. Orlić	7045	Dinamika obalnog mora	1+1	2	1+1	2
M. Rogina	1711	Numeričke metode u fizici	2+2	4	2+2	4
	7031	Diplomski rad		2		2

Izborni predmeti (upisuju se dva seminara)

B. Grisogono	7003	Seminar iz dinamičke meteorologije	1+0	1	1+0	1
Z. Pasarić, M. Telišman-Prtjenjak	7005	Seminar iz klimatologije	1+0	1	1+0	1
K. Pandžić	7007	Seminar iz sinoptičke meteorologije	1+0	1	1+0	1
M. Orlić	7018	Seminar iz fizičke oceanografije	1+0	1	1+0	1

Izborni predmeti (upisuje se jedan od navedenih predmeta)

Z. Bencetić Klaić, A. Marki	7008	Fizička meteorologija 1,2	2+1	3	2+1	3
R. Žugaj	7046	Hidrologija	2+1	3	2+1	3
Z. Tutek	1712	Parcijalne diferencijalne jednačbe	2+2	3	2+2	3
S. Sljepčević	1713	Numerička analiza	2+2	3	2+2	3

Ponudjen predmet koji ne ulazi u strukturu studijskog programa profila diplomirani inženjer fizike, usmjerenje geofizika

K. Fučkar, J. Vulić	0434	Tjelesna i zdravstvena kultura 4	0+2	1	0+2	1
---------------------	------	----------------------------------	-----	---	-----	---

UVJETI PRIJELAZA U VIŠU GODINU STUDIJA**Usmjerenje: Geofizika****ZA UPIS U II. I III. GODINU:**

Isti kao na struci: **FIZIKA, DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE**

ZA UPIS U IV. GODINU: Položiti sve predmete II. godine i sljedeće predmete III. godine:

Grupa A:**Seizmologija i fizika čvrste Zemlje**

7015	Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici
7019	Seizmologija 1
7039	Seizmometrija
7016	Statističke metode u geofizici

Grupa B:**Meteorologija i fizička oceanografija**

7011	Dinamička meteorologija 1,2
7038	Uvod u geofizičku dinamiku fluida
7043	Klimatologija 1
7016	Statističke metode u geofizici

Pored navedenog, treba još prikupiti 8 bodova iz ostalih predmeta III. godine

RASPORED ISPITA

za akademsku godinu 2004. / 2005.

Satničar Geofizičkog odsjeka: mr.sc. Maja Telišman Prtenjak

DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE, usmjerenje: Geofizika III. godina

7001 DINAMIČKA METEOROLOGIJA 1, 2 4.10., 29.11.*2004., 7.2., 21.2., 18.4.*, 27.6., 11.7., 5.9., 19.9.2005. u 9 h	7017 FIZIČKA OCEANOGRAFIJA 1, 2 1.12., *2004., 9.2., 23.2., 20.4.*, 29.6., 13.7., 7.9., 21.9.2005. u 10 h
7011 METEOROLOŠKA MJERENJA 5.10., 30.11.*2004., 8.2., 22.2., 19.4.*, 28.6., 12.7., 6.9., 20.9.2005. u 10 h	7019 SEIZMOLOGIJA 1 <i>(I dio - mr. I. Sović)</i> 4.10., 29.11.*2004., 7.2., 21.2., 18.4.*, 27.6., 11.7., 5.9., 19.9.2005. u 12 h <i>(II dio - prof. M. Herak)</i> 6.10., 1.12.*2004., 9.2., 23.2., 20.4.*, 29.6., 13.7., 7.9., 21.9.2004. u 10 h
7012 METEOROLOŠKI PRAKTIKUM 1 prema dogovoru s nastavnikom	7038 UVOD U GEOFIZIČKU DINAMIKU FLUIDA 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.*, 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2004. u 9 h
7015 TEORIJA ELASTIČNOSTI S PRIMJENOM U GEOFIZICI 5.10., 30.11.*2004., 8.2., 22.2., 19.4.*, 28.6., 12.7., 6.9., 20.9.2005. u 8 h	7039 SEIZMOMETRIJA 5.10., 30.11.*2004., 8.2., 22.2., 19.4.*, 28.6., 12.7., 6.9., 20.9.2005. u 10 h
7016 STATISTIČKE METODE U GEOFIZICI <i>(I dio - prof. M. Herak)</i> 4.10., 29.11.*2004., 7.2., 21.2., 18.4.*, 27.6., 11.7., 5.9., 19.9.2005. u 10 h <i>(II dio - dr. Z. Pasarić)</i> 7.10., 2.12.*2004., 10.2., 24.2., 21.4.*, 30.6., 14.7., 8.9., 22.9.2004. u 13 h	7043 KLIMATOLOGIJA 1 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.*, 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2005. u 11 h

DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE, usmjerenje: Geofizika

Grupa A: Seizmologija i fizika čvrste Zemlje IV. godina

7020 SEIZMOLOGIJA 2 4.10., 29.11.*2004., 7.2., 21.2. 18.4.*, 27.6., 11.7., 5.9., 19.9.2005. u 12 h.	7025 ODABRANA POGLAVLJA GEOFIZIKE 6.10., 1.12.*2004., 9.2., 23.2., 20.4.*, 29.6., 13.7., 7.9., 21.9.2005. u 12 h.
7022 FIZIKA UNUTRAŠNOSTI ZEMLJE 6.10., 1.12.*2004., 9.2., 23.2., 20.4.*, 29.6., 13.7., 7.9., 21.9.2005. u 10 h.	7026 RAČUN IZJEDNAČENJA 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.*, 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2005. u 13 h.
7023 TEŽA I OBLIK ZEMLJE 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.*, 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2005. u 13 h.	7040 INŽENJERSKA SEIZMOLOGIJA 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.*, 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2004. u 12 h.
7024 MAGNETIZAM ZEMLJE 7.10., 2.12.*2004., 10.2., 24.2., 21.4., 30.6., 14.7., 8.9., 22.9.2004. u 12 h.	7041 SEIZMOTEKTONIKA RGN - prema dogovoru s nastavnikom.
7027 AERONOMIJA 1, 2 5.10., 30.11.*2004., 8.2., 22.2., 19.4.*, 28.6., 12.7., 6.9., 20.9.2005. u 12 h	7042 GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA S TERENSKIM RADOM RGN - prema dogovoru s nastavnikom.

DIPLOMIRANI INŽENJER FIZIKE, usmjerenje: Geofizika
Grupa B: Meteorologija i fizička oceanografija IV. godina

7002 DINAMIČKA METEOROLOGIJA 3,4 4.10., 29.11.*2004., 7.2., 21.2., 18.4.* , 27.6., 11.7., 5.9., 19.9.2005. u 9 h	7013 METEOROLOŠKI PRAKTIKUM 2,3 DHMZ - prema dogovoru s nastavnikom.
7006 SINOPTIČKA METEOROLOGIJA DHMZ - prema dogovoru s nastavnikom	7027 AERONOMIJA 1, 2 vidi grupu A
7008 FIZIČKA METEOROLOGIJA 1, 2 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.* , 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2005. u 11 h	7044 KLIMATOLOGIJA 2 6.10., 1.12.*2004., 9.2., 23.2., 20.4.* , 29.6., 13.7., 7.9., 21.9.2005. u 13 h
7010 ODABRANA POGLAVLJA METEOROLOGIJE 7.10., 2.12.*2004., 10.2., 24.2., 21.4., 30.6., 14.7., 8.9., 22.9.2005. u 12 h	7045 DINAMIKA OBALNOG MORA 1.12.*2004., 9.2., 23.2., 20.4.* , 29.6., 13.7., 7.9., 21.9.2005. u 10 h
	7046 HIDROLOGIJA RGN - prema dogovoru s nastavnikom

PROFESOR FIZIKE i PROFESOR MATEMATIKE I FIZIKE
IV. godina

7032 FIZIKA ZEMLJE I ATMOSFERE
<i>(I dio - dr. M. Pasarić)</i> 5.10., 30.11.*2004., 8.2., 22.2., 19.4.* , 28.6., 12.7., 6.9., 20.9.2005. u 12 h.
<i>(II dio - prof. D. Herak)</i> 7.10., 2.12.*2004., 10.2., 24.2., 21.4., 30.6., 14.7., 8.9., 22.9.2004. u 10 h.

PROFESOR GEOLOGIJE I GEOGRAFIJE I. godina
DIPLOMIRANI INŽENJER GEOLOGIJE II. godina

7033 OSNOVE GEOFIZIKE 1	7034 OSNOVE GEOFIZIKE 2,
7036 GEOFIZIKA 1.10., 3.12.*2004., 11.2., 25.2., 22.4.* , 1.7., 15.7., 9.9., 23.9.2005. u 10 h.	7037 DINAMIKA ATMOSFERE I MORA <i>(I dio - doc. Z. Bencetić Klaić)</i> 5.10., 30.11.*2004., 8.2., 22.2., 19.4.* , 28.6., 12.7., 6.9., 20.9.2005. u 12 h. <i>(II dio - prof. M. Orlić)</i> 7.10., 2.12.*2004., 10.2., 24.2., 21.4., 30.6., 14.7., 8.9., 22.9.2005. u 10 h.

Napomena: Termini označeni zvjezdicom (*) podložni su promjenama.

4.2. Kratki opisi kolegija s osnovnom literaturom

4.2.1. ZAJEDNIČKI PROGRAMI

0010/12742	PSIHOLOGIJA ODGOJA I OBRAZOVANJA	2+1	2+1
------------	----------------------------------	-----	-----

Osnovni psihički procesi (mišljenje, učenje, pamćenje i dr.) osobine ličnosti, sposobnosti itd. Specifičnosti razvojnih razdoblja (djetinjstva, mladosti, odraslosti). Vrednovanje odgojno- obrazovnog rada, psihologija razrednog kolektiva, disciplina i nedisciplina u školi, razvijanje kreativnosti, smetnje u razvoju.

- Andrić, Metode i tehnike istraživanja u psihologiji odgoja i obrazovanja (Psihologija odgoja i obrazovanja I), Školska knjiga, Zagreb.
- Andrić, M. Čudina, Osnove opće i razvojne psihologije (Psihologija odgoja i obrazovanja II), Školska knjiga, Zagreb.
- Andrić, M. Čudina, Psihologija učenja i nastave (Psihologija odgoja i obrazovanja III) Školska knjiga, Zagreb.

Demonstriranje psihologijskih istraživačkih postupaka. Izrada nizova zadatata objektivnog tipa i testova znanja. Osnovni postupci u statističkim izračunavanjima.

0011/12817	OPĆA PEDAGOGIJA	2+0	2+0
------------	-----------------	-----	-----

Pedagogija je znanost o odgoju i obrazovanju. Terminološko određenje pojmova. Sustavni pristup i razrada u svjetlu interdisciplinarnosti i komunikacijsko-interakcijskih odnosa i procesa. Računalni dosezi i rezultati u funkciji odgojno-obrazovnih procesa (artificial intelligence, AI, umjetna inteligencija; intelligent tutoring systems, ITS, poučavanje putem inteligentnih sistema) s aplikacijama. Područja realizacije odgojno- obrazovnog djelovanja: obiteljski odgoj, predškolski, školski, visokoškolski, specijalni odgoj, društveno neprihvatljivo ponašanje - devijantnost, permanentno ili cjeloživotno obrazovanje. Obrađuju se odabrane teme u formi vježbi, seminara: emocionalna inteligencija, nadarenost i kreativnost u funkciji razvoja ličnosti, inetrukturni odgoj - svjetski aspekti, međutjecaj kulture i subkulture, te druge teme prema interesu i izboru studenta.

- Covey, S.R. (1998): Sedam navika uspješnih obitelji, Mozaik knjiga Zagreb.
- Dryden, G., Voss, J. (2001): Revolucija u učenju. Educa, Zagreb.
- Gudjons, K. (1994): Pedagogija - temeljna znanja. Educa, Zagreb.

0012	DIDAKTIKA	2+0	2+0
------	-----------	-----	-----

Didaktika kao znanost, osnovni pojmovi didaktike i metodologije. Nastavni proces: pojam, faktori i zadaci nastave. Sadržaji obrazovanja: nastavni plan i program, valorizacija. Zakonitosti nastavnog procesa: spoznajna, psihološka, materijalno-tehnička i metodička strana nastave. Struktura i organizacija nastave i obrazovanja: značaj svake etape nastave i njihov međusobni odnos u organizaciji nastave. Tehnologija nastave i sociološki oblici rada: didaktički sistemi u organizaciji suvremene nastave. Unutrašnja organizacija nastave i vanjska organizacija škole. Uloga nastavnika u humanističko-demokratskoj didaktičkoj paradigmi i načela u organizaciji odgojno-obrazovnog rada. Vježbe se provode kao seminarski rad s raspravama o aktualnim temama, izraženom interesu ili prema programu didaktike.

- V. Poljak, Didaktika, Školska knjiga, Zagreb
- A. Bežan i dr., Osnove didaktike, Školske novine, Zagreb, 1991.
- V. Poljak, Didaktičke inovacije i pedagoška reforma škole, Školske novine, Zagreb, 1984.

0020	KULTURA GOVORA I PISANJA 1	1+2	0+0
0021	KULTURA GOVORA I PISANJA 2	0+0	1+2

Kolegij Kultura govorenja i pisanja I, II. omogućuje studentima da teorijski i praktično ponove i utvrde svoje znanja o hrvatskome jeziku i nadopune ih novim spoznajama, a praktična im primjena tih spoznaja pomaže da nakon završenog studija znanja stečena na fakultetu mogu lakše prenositi i primijenjivati u praksi. U okviru predmeta obađuju se teme: jezik kao najvažniji sustav znakova koji služi sporazumijevanju, razlike između pisma i govora, jezik u pismenoj i govornoj komunikaciji, idiolekt, mjesni govor, dijalekt, narječje, standardni jezik, osobitosti standardnoga jezika, funkcionalni stilovi standardnoga jezika, hrvatski standardni (književni) jezik, njegove osobitosti i postanak, najvažniji jezični priručnici (rječnik, gramatika, pravopis) i

snaženje u njima, gramatičke razine: fonologija - glasovi i naglasak hrvatskoga standardnog jezika, morfologija - oblici hrvatskoga standardnog jezika, sintaksa -slaganje riječi u veće cjeline, tvorba riječi - tvorba stručnog nazivlja (terminologije), analiza najčešćih izgovornih, morfoloških i sintaktičkih pogrešaka, leksikologija - riječi hrvatskoga jezika, strane riječi u hrvatskom jeziku, internacionalizmi, stručno nazivlje, razvoj pismenosti u Hrvata, hrvatska pisma i najvažniji pisani spomenici, tipovi pravopisa, temeljna pravopisna pravila i važnost njihova pridržavanja (pravila o pisanju velikog i malog slova, stranih riječi, rečeničnih i pravopisnih znakova, pisanje brojeva, sastavljeno i sastavljeno pisanje riječi itd.), najčešći oblici usmenog i pismenog izražavanja (poslovno pismo, odgovor na pitanje, izdavanje upute, pisanje molbe, zahtjeva, rasprava), govorne i pismene vježbe.

0030	ENGLESKI JEZIK 1	0+2	0+2
0031	ENGLESKI JEZIK 2	0+2	0+2

Cilj nastave iz engleskog jezika za studente I i II godine je da im se omogući upoznavanje, razumijevanje te samostalno čitanje stručnih tekstova na engleskom jeziku iz različitih disciplina vezanih za njihov glavni studij. Studenti uče i osnove pisanja abstrakata i sižea na engleskom jeziku.

- Radni materijali s vježbama (S.Narančić, V. Velčić)
- Tekstovi iz slijedećih časopisa: "Science", "Scientific American" i "New Scientist".

0034	NJEMAČKI JEZIK 1	0+2	0+2
0035	NJEMAČKI JEZIK 2	0+2	0+2

Cilj: da osposobi studente za usmeno i pismeno sporazumijevanje na njemačkom jeziku i da se mogu koristiti stručnom literaturom. To se ostvaruje pomoću vježbi, koje se temelje na pisanim i govornim uzorcima iz struke, prevođenje uz riječnik; usmena obrada stručnih tekstova; sažetak; odgovaranje na pitanja; izražavanje bitnih značajki.

- Lothar Matzenauer: "Einblick in die Entwicklungsgeschichte der Lebewesen.
- Karl Ruppert, München: Neuere Entwicklung der Socialgeographischen Forschungskonzeption.
- Eckhard Thomale: Systematische Sozialgeographie-Problemlösungen in Deutschland und Osterreich.
- Njemački tekstovi za studente biologije i kemije (B. Marić) i ostali stručni izvorni tekstovi.

0231	SOCIOLOGIJA ZNANOSTI	1+1	1+1
------	----------------------	-----	-----

Teorijski i metodologijski temelj sociologije znanosti. Predmet, metoda i koordinatni sustav sociologije znanosti. Pregled novijeg razvitka i aktualnih istraživanja. Podrijetlo i bit novovijekovne znanosti. Etos znanosti. Znanost i društveni poredak. Tipovi društva i status znanosti i znanstvenika. Znanost i politika. Znanost i napredak. Znanost i nazor na svijet. Znanost i osobni stavovi. Znanost i problem privrednog razvoja.

- M. Weber; Metodologija društvenih nauka, Globus, Zagreb 1986.
- A. Marušić; Ideologija, zbilja i istina, Marko Marulić, Split 1971.

0431/12741	TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 1	0+2	0+2
0432/12745	TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 2	0+2	0+2

Na satovima tjelesne i zdravstvene kulture studenti biraju kojom sportskom aktivnošću će se baviti u semestru od ponuđenih, a slijedeći semestar tu sportsku aktivnost mogu zamijeniti nekom drugom.

Na izboru su: odbojka, košarka, rukomet, nogomet, aerobika s yogom i društvenim plesovima, teretana, stolni tenis, plivanje i planinarske ture. Veslanje unutar veslačkog kluba PMF-a.

Nastava tjelesne i zdravstvene kulture provodi se u dvorani "Martinovka" u jutarnjim satima, plivanje na bazenu "Mladost" i planinarske ture - subotom dopodne na Medvednici – Sljemenu.

Osim ovih kinezioloških gibanja studenti mogu u birati i neke nove sportove kojima bi se željeli početi baviti ili ih upoznati uz participaciju. U ponudi su u squash, klizanje, skijanje, rafting i jedrenje.

Studenti sportaši: Studenti koji se žele uključiti u sportske sekcije i natjecati se za fakultet javljaju se nastavnicima u vezi treninga i natjecanja. Studenti sportaši I i II savezne lige oslobađaju se nastave tjelesne i zdravstvene kulture, potrebno je donijeti ovjerenu člansku iskaznicu u klubu i molb u do 31. listopada 2003. godine.

Studenti sa zdravstvenim poteškoćama: Potrebno je donijeti fotokopiranu liječničku dokumentaciju do 31. listopada 2003. godine i molbu. U z suglasnost liječnika studenti se uključuju u posebne programe u teretani, bazenu ili se oslobađaju od nastave tjelesne i zdravstvene kulture

0433/12827	TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 3	0+2	0+2
0434/12827	TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 4	0+2	0+2

Studenti viših godina sami biraju svoju kineziološku aktivnost od ponuđenih. Na izboru su: odbojka, košarka, rukomet, nogomet, aerobika s jogom i društvenim plesovima, teretana, stolni tenis, plivanje i planinarske ture. Veslanje unutar veslačkog kluba PMF-a. Nastava tjelesne i zdravstvene kulture provodi se u dvorani "Martinovka" u jutarnjim satima, plivanje na bazenu "Mladost" i planinarske ture - subotom dopodne na Medvednici – Sljemenu. Novosti su kineziološka gibanja uz participaciju, a u ponudi su squash, klizanje, skijanje, rafting i jedrenje. Kretanje, vježbanje, sport pomažu nam u očuvanju i poboljšanju našeg zdravlja, kako fizičkog tako i psihičkog. Znanstveno je dokazano da svakodnevnim vježbanjem pridonosimo svome psihofizičkom zdravlju u cjelini, na način da djeluje kao antistresni program, prevencija od bolesti i kao "tableta" za dobro raspoloženje.

Sadržaje predmeta koji se predaju na PMF-Matematičkom odsjeku u okviru studijskih programa matematičkih profila (uključujući zajednički studij profesor matematike i fizike) moguće je pronaći u posebnoj publikaciji "**Red predavanja za PMF – Matematički odjel**".

Oznake A1-D2 u zagradama odnose se na pripadajuće ispitne razrede.

4.2.2. MATEMATIKA

1211	(A2) MATEMATIČKA ANALIZA 1 (prof. fizike)	2+3	0+0
------	---	-----	-----

Funkcije i grafovi: Limes i neprekidnost funkcije, intuitivni pojam limesa, računanje s limesima, asimptote funkcija, limes funkcije $\sin(x)/x$ kada je $x \rightarrow 0$, neprekidne funkcije, svojstva neprekidnih funkcija, precizna definicija limesa u beskonačnosti, precizna definicija $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$. Derivacija: Problem tangente, problem brzine, definicija derivacije, derivacije sume, razlike produkta i kvocijenta, derivacija trigonometrijskih funkcija, derivacija kompozicije funkcija. Teorem srednje vrijednosti i primjene: Teorem srednje vrijednosti, crtanje grafa funkcije, više derivacije i binomni teorem, konveksnost i konkavnost, implicitno deriviranje, diferencijal.

- S.K. Stein, Calculus and Analytic Geometry, McGraw-Hill, 1987.
- L. Krnić, Z. Šikić, Račun diferencijalni i integralni, I.dio, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- P. Javor, Matematička analiza I, Element, Zagreb, 1995.
- S. Kurepa, Matematička analiza I, Tehnička knjiga, Zagreb, (više izdanja)
- S. Kurepa, Matematička analiza II, Tehnička knjiga, Zagreb, (više izdanja)
- B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb, (više izdanja).

1212	(A2) MATEMATIČKA ANALIZA 2 (prof. fizike)	0+0	2+3
------	---	-----	-----

Integral: Uvod (problem površine, problem brzine), određeni integral, fundamentalni teoremi diferencijalnog računa, svojstva antiderivacije i određenog integrala, dokaz fundamentalnih teorema. Elementarne funkcije: Logaritamska i eksponencijalna funkcija, inverzne trigonometrijske funkcije, separabilna diferencijalna jednadžba, hiperboličke funkcije, L'Hospital-ovo pravilo. Računanje antiderivacije: Supstitucija, parcijalna integracija, integracija racionalnih funkcija, integracija trigonometrijskih funkcija, integracija funkcija od x i $\sqrt{a^2 \pm x}$ te $\sqrt{x^2 - a^2}$, primjene integrala (površina, volumen). Nizovi i redovi: Nizovi, redovi, integralni test, test uspoređivanja, alternirajući redovi, apsolutna konvergencija, redovi potencija, manipuliranje s redovima potencija, Taylor-ova formula (red).

- S.K. Stein, Calculus and Analytic Geometry, McGraw-Hill, 1987.
- L. Krnić, Z. Šikić, Račun diferencijalni i integralni, I.dio, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- P. Javor, Matematička analiza I, Element, Zagreb, 1995.
- S. Kurepa, Matematička analiza I, Tehnička knjiga, Zagreb, (više izdanja)
- S. Kurepa, Matematička analiza II, Tehnička knjiga, Zagreb, (više izdanja)
- B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb, (više izdanja).

1213	(B2) LINEARNA ALGEBRA 1 (prof. fizike)	2+3	0+0
------	--	-----	-----

Linearni sustavi (uvod). Vektorski prostori n -torki realnih i kompleksnih brojeva. Grupe, prsteni, tijela, polja, opći vektorski prostori. Skalarni produkt i norma. Prostor V^3 , analitička geometrija u E^3 . Matrice. Linearno nezavisni vektori, baza vektorskog prostora, rang matrice. Homogeni sustav linearnih jednadžbi, reducirani oblik matrice.

1214	(B2) LINEARNA ALGEBRA 2 (prof. fizike)	0+0	2+3
------	--	-----	-----

Neomogeni sustav linearnih jednadžbi i Gauss-ove eliminacije. Linearne matricne jednadžbe, inverzne matrice, elementarne matrice. Osnovne klase matrica. Determinante i Cramer-ovo pravilo. Linearni

operatori, koordinatizacija, matrica kao zapis operatora, promjena baza, kompozicija linearnih operatora, primjeri. Vlastite vrijednosti i vektori. Dijagonalizacija simetrične matrice i Jacobi-eva metoda.

- V. Hari, I. Keglević, Linearna algebra, interna skripta dostupna elektronski od 1998.
- N. Elezović, Linearna algebra, Element, Zagreb, 1995.
- K. Nipp, D. Stoffer, Lineare Algebra, ETH, Zürich, 1994.
- N. Bakić, A. Milas, Zbirka zadataka iz linearne algebre.

1215	(C1) MATEMATIČKE METODE FIZIKE 1 (prof. fizike)	3+2	0+0
------	---	-----	-----

Cilj predmeta je razviti potrebne metode iz matematičke analize, teorije analitičkih funkcija, diferencijalnih jednadžbi te specijalnih funkcija potrebne studentima fizike. Kompleksni brojevi. Kompleksne funkcije. Diferencijal funkcije više varijabli. Analitičke funkcije. Cauchy-Riemann-ovi uvjeti. Primjeri analitičkih funkcija. Redovi funkcija. Redovi potencija. Integral kompleksne funkcije. Cauchy-ev teorem i Cauchy-eva formula. Razvoj analitičke funkcije u Taylor-ov i MacLaurent-ov red. Izolirani singulariteti. Teorem reziduuma i primjena na nepravne integrale. Gama i beta funkcija.

1216	(C1) MATEMATIČKE METODE FIZIKE 2 (prof. fizike)	0+0	3+2
------	---	-----	-----

U kolegiju se primjenjuje teorija analitičkih funkcija na linearne diferencijalne jednadžbe, te proučava teorija specijalnih funkcija. Obične diferencijalne jednadžbe. Linearne diferencijalne jednadžbe. Teorem o egzistenciji i jedinstvenosti rješenja linearnih diferencijalnih jednadžbi. Metoda rješavanja diferencijalnih jednadžbi razvojem u red. Linearne diferencijalne jednadžbe drugog reda s regularnim singularitetima koeficijenata. Legendre-ovi polinomi i Legendre-ova diferencijalna jednadžba. Ortogonalnost Legendre-ovih polinoma. Bessel-ove funkcije i Bessel-ova diferencijalna jednadžba.

1221	(B2) INFORMATIKA 1 (prof. fizike i politehnike)	2+2	0+0
------	---	-----	-----

Povijesni razvoj računala. Građa računala. Povijesni razvoj programskih jezika. Uloga programskog jezika BASIC u povijesnom razvoju i njegovo mjesto danas. Korištenje računala u tekstualnom okruženju i primjer tekstualno orijentiranog operacijskog sustava – DOS. Upoznavanje s jednim predstavnikom klase programskih jezika za rad u tekstualnom okruženju – GW-BASIC. Uvod u proceduralno programiranje. Prikaz osnovnih algoritama. Vježbe se izvode na osobnim računalima.

- Microsoft MS-DOS and Microsoft Windows for Workgroups, Microsoft Corporation, 1994.
- R. Sebesta, Concepts of Programming Languages, University of Colorado, 1989.
- G. Smiljanić, Mikroručunala, Školska knjiga, 1983.
- Microsoft QuickBASIC, Microsoft Corporation, 1986.

1222	(B2) INFORMATIKA 2 (prof. fizike i politehnike)	0+0	2+2
------	---	-----	-----

Povijesni razvoj operacijskih sustava. Jednokorisnički i višekorisnički operacijski sustavi. Rad s BATCH datotekama operacijskog sustava MS DOS. Struktura i organizacija podataka u logičke tipove polje, stablo i vezanu listu. Informacijski sustavi – pojam baze podataka, relacija i atributa. Upoznavanje s korisničkim programima (MS Office, Mathematica). Programski jezici novije generacije. Upotreba programskih jezika u korisničkim programima. Programski jezik VISUAL BASIC. Mreže računala. Praktičan rad s osobnim računalima.

- R. Sebesta, Concepts of Programming Languages, University of Colorado, 1989.
- M. Halvorsen, J.C. Craig, J. Webb, Visual Basic 6.0 in Action, Microsoft Press, 1998.
- HP-UX Reference, Hewlett-Packard Company, 1989.
- Z. Bekić, H. Breyer, A.M. Čečuk, D. Meter, M. Milinović, M. Vedriš, CARNet – Priručnik za korisnika, CARNet, 1995.
- S. Wolfram, The Mathematica Book, Third Edition, Wolfram Media & Cambridge Univ. Press, 1996.

1223	GRADA RAČUNALA (prof. fizike i informatike)	2+2	0+0
------	---	-----	-----

Uvod. Apstraktni strojevi (Turingov stroj, SECD stroj, Warrenov stroj, von Neumannovi automati). Funkcijske jedinice von Neumannovog modela računala. Izbor brojevnog sustava. Stanja von Neumannovog procesora. Tok i tijek tumačenja instrukcije. Pojednostavljeni model von Neumannovog računala. Model mikroprocesora, model mikroručunala. Analiza stanja na sabirnicama. Komponente arhitekture 8, 16, 32 i 64-bitnih (mikro) procesora. Upravljačka jedinica. Sklopovska izvedba upravljačke jedinice. Mikroprogramska izvedba upravljačke jedinice. Aritmetičko-logička jedinica. Postupci ubrzavanja aritmetičko-logičke jedinice. Memorijska jedinica. Hijerarhijska organizacija memorijskog sustava računala. Primarna memorija. Virtualna memorija. Ulazno-izlazni podsustav računala. Programirani bezuvjetni i

uvjetni prijenos. Prekidni prijenos. DMA. Obrada iznimaka. Faze raspoznavanja i izvršavanja iznimke, te faza vraćanja iz iznimke. Mehanizmi ubrzavanja rada procesora. Protočnost. Fino zrnati i grubo zrnati paralelizam. Značajke CISC i RISC arhitekture. Primjeri naprednijih profesorskih arhitekture.

- S. Ribarić, Naprednije arhitekture mikroprocesora, Školska knjiga, Zagreb 1990. S. Ribarić, Arhitektura računala RISC i CISC, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- S. Ribarić, Arhitektura mikroprocesora, Tehnička knjiga, Zagreb 1990.
- A.S. Tannenbaum, Structured Computer Organization, Prentice-Hall Int, 1990. J.L. Hennessy, D.Patterson, Computer Architecture, A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann Pub., 1990.

1224	BAZE PODATAKA (prof. fizike i informatike)	2+2	0+0
-------------	---	------------	------------

Uvod u baze podataka. Potreba za bazama podataka. Osnovni pojmovi i definicije. Životni ciklus baze podataka. Relacijsko modeliranje podataka. Modeliranje entiteta i veza. Relacijski model. Normalne forme za relacije. Jezici za relacijske baze podataka. Relacijska algebra. Relacijski račun. Jezik SQL. Optimizacija upita. Fizička građa baze podataka. Elementi fizičke građe. Pristup na osnovi implementacija relacijskih operacija. Implementacija prirodnog spoja. Implementacija ostalih operacija. Optimalno izvrednjavanje algebarskih izraza. Integritet i sigurnost baze podataka. Održavanje integriteta. Istovremeni pristup. Oporavak u slučaju kvara. Zaštita od neovlaštenog pristupa.

- H.F.Korth, A.Silberschatz, Database System Concepts, McGraw-Hill, New York 1991.
- C. J. Date, An Introduction to Database Systems, Addison-Wesley, Reading 1986.
- J.D.Ullman, Principles of Database Systems, Pitman, London 1982.
- J.G.Hughcs, Database Technology - A Software Engineering Approach, Prentice Hall, Hemel Hempstead 1988.
- S.L.Emerson, M.Darnowsky, J.S.Bownan, The Practical SQL Handbook, Addison-Wesley, Reading 1989.
- M. Varga, Baze podataka - konceptualno, logičko i fizičko modeliranje podataka, DRIP, Zagreb 1994.

1225	OPERACIJSKI SUSTAVI (prof. fizike i informatike)	0+0	2+2
-------------	---	------------	------------

Pregled razvoja operacijskih sustava. Slojevita hijerarhijska struktura operacijskih sustava. Operacijski sustav kao sučelje korisnika prema računalnim sustavima. Uloga operacijskog sustava u odvijanju svih aktivnosti unutar računalnog sustava. Programi, programski zadatci i procesi unutar računalnog sustava. Zavisni i nezavisni zadatci. Parcijalno uređenje i određenost sustava zadataka. Maksimalno paralelni sustav. Prevođenje sustava zadataka u sustav procesa. Suradnja procesa. Kritični odsjeci. Međusobno isključivanje i sinkronizacija. Međusobno isključivanje u jednoprocorskim, višeprocorskim i distribuiranim sustavima. Sklopovske podloge za ostvarivanje međusobnog isključivanja. Jezgra operacijskog sustava. Strukture podataka jezgre. Stanja procesa. Prijelazi između stanja i promjena konteksta. Organizacija redova jezgre. Ostvarenje osnovnih funkcija jezgre. Poziv lokalnih i udaljenih procedura. Komuniciranje između procesa. Procesni poslužitelji. Ostvarenje komunikacije preko dijeljene memorije i razmjenom poruka. Sinkronizacija pri razmjeni poruka upotrebom semafora. Komunikacija između procesa u distribuiranim sustavima. Pridjeljivanje radne memorije. Statičko dodjeljivanje memorije. Dinamičko dodjeljivanje u jednom i više segmenata. Zaštita memorijskog prostora. Problem fragmentacije memorije. Podjeljivanje memorije straničenjem. Ostvarivanje virtualne memorije. Posluživanje ulazno-izlaznih naprava. Upravljački programi za znakovno orijentirane i blokovski orijentirane naprave. Obrada prekida. Uključivanje upravljačkih programa u operacijski sustav. Podsustav za obradu datoteka. Organizacija smještaja datoteka na vanjske memorije. Opisnik datoteke. Sustav datoteka. Organizacija tablica i načini pristupa do tablica. Ostvarenje tipičnih operacija: stvaranje, uništavanje, otvaranje, zatvaranje, čitanje, pisanje. Ostvarivanje prenosivih operacijskih sustava. Elementi standardizacije pri ostvarivanju sustava i korisničkih sučelja.

- J. Petterson. A.Silberschatz, Operating System Concepts, Addison-Wesley, 1989.

1226	PARALELNI ALGORITMI (prof. fizike i informatike)	2+2	0+0
-------------	---	------------	------------

Uvod. Razlozi za paralelno računanje. Klasifikacija paralelnih računala. Mjere za složenost paralelnog algoritma (ubrzanje, efikasnost). Neki jednostavni rezultati o paralelnom računanju (npr. Amdahl-ov zakon, teorem Munro-Paterson, Brentov teorem, ...). Razvijanje paralelnih algoritama. Neki osnovni pod-algoritmi (npr. paralelno izvrednjavanje sume, potencije, složenijih algebarskih izraza,...). Paralelizacija sekvencijalnih algoritama i njihova prilagodba arhitekturi računala. Komunikacija među procesima, sinkronizacija procesa. Pridruživanje procesa procesorima (scheduling). Paralelni algoritmi za sortiranje. Bataherovo "bitoničko" sažimanje i sortiranje. Implementacija Batcherovog postupka na rešetki procesora i na hiperkocki. Sortiranje pomoću transpozicija na lancu procesora. Implementacija "quicksort" algoritma na multiprocorsoru sa zajedničkom memorijom. Paralelni matricni algoritmi. Množenje matrica na rešetki procesora i na hiperkocki. Gaussove eliminacije na multiprocorsoru sa zajedničkom memorijom. Iterativno

rješavanje diskretizirane diferencijalne jednadžbe na rešetki procesora. Jacobijeva metoda za svojstvene vrijednosti na prstenu procesora. Paralelni algoritmi na grafovima. Traženje komponenti povezanosti na rešetki procesora. Rješavanje problema najkraćih putova na hiperkocki. Konstrukcija minimalnog razapinjućeg stabla na multiprocesoru sa zajedničkom memorijom. Problem najkraćih putova na multiprocesoru sa zajedničkom memorijom. Bazični algoritmi. Korištenje specijalne strukture matrica. Blok-algoritmi. Pipeline vektorsko računanje. BLAS i LAPACK. Osnove paralelnog računanja. Algoritmi na različitim arhitekturama višeprocesorskih računala. Paralelne direktne metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi. Paralelne i vektorske implementacije iterativnih metoda.

- S.G. Akl., The Design and Analysis of Parallel Algorithms, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1989.
- M.J. Quinn, Designing Efficient Algorithms for Parallel Computers, McGraw-Hill, New York 1987.
- A. Gibbons, W. Rytter, Efficient Parallel Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge 1988.
- J.J. Modi, Parallel Algorithms and Matrix Computation, Oxford University Press, Oxford 1988.
- E.V. Krishnamurthy, Parallel Processing - Principles and Practice, Addison-Wesley, Sidney 1989.

1227	SOFTWARE-SKO INŽENJERSTVO (prof. fizike i informatike)	0+0	2+2
------	--	-----	-----

Uvod. Ciljevi software-skog inženjerstva. Faze u razvojnom ciklusu software-a: specifikacija, projektiranje, implementacija, testiranje, održavanje. Ljudski faktori u software-skom inženjerstvu. Planiranje i vođenje razvojnih projekata. Specifikacija software-a. Općenito o specifikaciji. Modeliranje sustava. Definiranje i specificiranje zahtjeva. provjeravanje valjanosti zahtjeva pomoću prototipa. Formalne Metode za specifikaciju: algebarske i one zasnovane na drugim matematičkim modelima. Projektiranje (design) software-a. Općenito o projektiranju: "top-down" pristup. Objektno orijentirano projektiranje;. Funkcionalno orijentirano projektiranje. Oblikovanje sučelja sustava s korisnikom. Osiguranje kvalitete kod projektiranja. Implementacija, testiranje i održavanje software-a. Razvoj programa, stil programiranja. Prenosljivost i ponovna upotrebljivost programa. Alati i radne okoline za programiranje. Testiranje pojedinih programa i sustava u cjelini. Održavanje sustava i upravljanje konfiguracijom. Dokumentacija sustava.

- I. Sommerville, Software Engineering, Addison-Wesley, Wokingham 1989.
- I.T. Hawryszkiewicz, Introduction to Systems Analysis and Design, Prentice Hall, Sidney 1991.
- M.E. Awad, Systems Analysis and Design, Irwin, Homewood 1985.
- B. Meyer, Object Oriented Software Construction, Prentice-Hall, New York 1988.
- I. Sommerville, R. Morrison, Software Development with Ada, Addison-Wesley, Wokingham 1986.

1228	MATEMATIČKA TEORIJA RAČUNALSTVA	2+2	2+2
------	---------------------------------	-----	-----

Principi indukcije, induktivno definiranje i dokazivanje. Rekurzija u neutemeljenim domenama. Potpuni parcijalni uređaji i čvrste točke. Gramatike, jezici, automati. Konačni automati i regularni jezici. Potisni automati i kontekstno slobodne gramatike. Sintaktička analiza. Jezik while-programa, sintaksa i operativna semantika. Hoarova logika. Denotacijska semantika. Najslabiji preduvjeti i problem potpunosti Hoareove logike. Elementi teorije domena. Rekurzivne funkcije kao programski jezik. Marljiva i lljena operativna semantika. Programiranje s beskonačnim objektima. Denotacijska semantika rekurzivnih funkcija. Konačni tipovi i tipizirani l-račun. Operatori čvrste točke. Beskonačni tipovi, netipizirani l-račun i jednadžbe u domenama. Nedeterminizam i istodobnost. Pravednost. Zajedničke promjenljive, sinkronizacija i poruke. Korektnost paralelnih programa - operativna semantika i pravila dokazivanja.

- G. Winskel, The Fonnal Semantics of Programming Languages. N1IT Press 1993
- Moil, Arbib, Ktoury, Introduction to Formal Language Theory, Springer 1988.
- K.R.Apt, E.-R.Olderog, Verification of Sequential and Concurrent Programs, Springer 1991.

1229	SLOŽENOST ALGORITAMA (prof. fizike i informatike)	0+0	2+2
------	---	-----	-----

Uvod. Pojam složenosti algoritma. Asimptotsko ponašanje funkcija. Red veličine. Rekurzivne jednadžbe. Sortiranje. Jednostavni postupci za sortiranje uspoređivanjem. Složeniji algoritmi: Quicksort, Heapsort, Mergesort. Analiza složenosti opisanih algoritama. Donja ograda za složenost sortiranja uspoređivanjem. Algoritmi na grafovima. Reprezentacija usmjerenih i neusmjerenih grafova. Obilazak grafova. Problemi najkraćih putova. Problemi razapinjućih stabala. Traženje komponenti povezanosti. Sparivanje i bojenje grafova. Analiza složenosti opisanih algoritama. Algoritmi u teoriji brojeva. Najveća zajednička mjera. Prošireni Euklidov algoritam. Prosti brojevi i faktorizacija. Probabilistički pristup. Analiza složenosti opisanih algoritama. Složenost i NP-potpunost. Problemi odlučivanja. Turingov stroj kao model računanja. Klase P i NP. Cookov teorem. Neki NP-potpuni i NP-teški problemi.

- A.V. Atró, J.E. Hopcroft and J.D. Ullman, Data Structures and Algorithms, Addison-Wesley, Reading 1987
- H.S. Wilf, Algorithms and Complexity, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ, 1986
- G. Brassard, P. Bratley, Algorithms, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1988

- * D.E. Knuth, The Art of Computer Programming, Vol. I: Fundamental Algorithms, Vol.2: Seminumerical Algorithms, Vol.3: Sorting and Searching, Addison-Wesley, Reading, 1970 - 1981

1230	KOMPJUTORSKA GRAFIKA (prof. fizike i informatike)	0+0	2+2
------	---	-----	-----

Interpolacija normala, Gouraudova interpolacija intenziteta. Trasiranje zraka (ray-tracing v.s. radiosity). Animacija. Paralelizacija algoritama. *Vježbe*: Predviđeno je da studenti na vježbama te kroz samostalne zadatke, u C programskom jeziku dograđuju svoju vlastitu 2D-3D grafičku biblioteku.

- * A. Watt, Three Dimensional Computer Graphics, Addison Wesley, New York 1989
- * J.D. Foley, A. Van Dam, Fundamentals of Interactive Computer Graphics, Addison Wesley, New York 1980
- * W.M. Ncwnan, R.F. Sproull, Principles of Interactive Computer Graphics, McGraw-Hill, New York 1979
- * S. Harrington, Computer Graphics, A. Programming Approach, McGraw-Hill, New York 1987
- * D.F. Rogers, Procedural Elements for Computer Graphics, McGraw-Hill, New York 1981
- * M.F. Barnslev, L.P. Hurd, Fractal Image Generation, AK Peters, 1993

1231	(C2) MATEMATIKA 1 (prof. fiz. i politech., prof. fiz. i inf., prof. fiz. i kem.)	4+3	0+0
------	---	-----	-----

Skupovi i brojevi. Osnovne operacije sa skupovima. Skupovi N , Z , Q . Aksiomi skupa realnih brojeva. Kompleksni brojevi. *Funkcije*. Pojam funkcije. Injekcija, surjekcija, bijekcija. Inverzna funkcija. Kompozicijska funkcija. Elementarne funkcije (polinomi, racionalne funkcije, (opća) eksponencijalna i logaritamska funkcija, opća potencija). *Nizovi i redovi*. Definicija nizova i redova. Pojam limesa i konvergencija. Monotoni nizovi. Svojstva limesa. Nužni uvjet konvergencije reda. Kriteriji konvergencije redova (D'Alambert-ov, Leibnitz-ov, Cauchy-ev, usporedni kriterij). *Neprekidne funkcije*. Neprekidnost funkcije u točki. Osnovna svojstva neprekidnih funkcija. Limes funkcije u točki i neprekidnost. Svojstva limesa funkcije. Beskonačni limes i limes u beskonačnosti. *Derivacija*. Motivacija: problem brzine i problem tangente. Derivacija u točki. Osnovna svojstva derivabilnih funkcija. pravila deriviranja. Deriviranje elementarnih funkcija. Teorem srednje vrijednosti. Više derivacije. Taylor-ova formula. *Primjene diferencijalnog računa*. L'Hospital-ovo pravilo. Ispitivanje toka i skiciranje grafa funkcije (lokalni ekstremi, područja monotonosti, konkavnosti i konveksnosti, točke infleksije).

- * S. Kurepa, Matematička analiza I, II, Tehnička knjiga, Zagreb
- * P. Javor, Uvod u matematičku analizu, Školska knjiga, Zagreb
- * B.P. Demidović, Zadaci i riješeni promjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb
- * V. Devidé, Riješeni zadatci iz više matematike, svezak II, Školska knjiga, Zagreb

1232	(C2) MATEMATIKA 2 (prof. fiz. i politech., prof. fiz. i inf., prof. fiz. i kem.)	0+0	4+2
------	---	-----	-----

Riemann-ov integral. Definicija, osnovna svojstva i primjene (površina, put, rad sile). Integral monotonih funkcija. Primitivna funkcija i Leibniz-Newton-ova formula. Metode integriranja (direktno integriranje, integriranje racionalnih funkcija, zamjena varijabli, parcijalno integriranje, integriranje trigonometrijskih funkcija). Numeričko integriranje. Primjene integrala. *Obične diferencijalne jednadžbe*. Motivacija: primjeri primjena u fizici. Uvod u teoriju. Osnovne metode rješavanja. Uvod u numeričko rješavanje (osnovne ideje). *Funkcije više varijabli*. Neprekidnost i derivacija. Parcijalne derivacije i gradijent. Ekstremi funkcija više varijabli. Uvjetni ekstremi. Primjeri primjena. *Višestruki integrali*. Osnovne ideje. Definicija, osnovna svojstva i primjene (fizika, geometrija).

- * S. Kurepa, Matematička analiza I, II, Tehnička knjiga, Zagreb
- * P. Javor, Uvod u matematičku analizu, Školska knjiga, Zagreb
- * B.P. Demidović, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb
- * Borozan Duković, Gyarmati-Pavić, Hang, Keglević, Kronfeld, Mardesić, Matulić-Bedenić, Stošić, Riješeni zadatci iz više matematike, Školska knjiga, Zagreb
- * Antunac-Majcen, Botzan, Devidé, Dejanović-Strizak, Duković, Gyarmati-Pavić, Kronfeld, Matulić-Bedenić, Mardesić, Stošić, Riješeni zadatci iz više matematike, svezak IV, Školska knjiga, Zagreb

1233	(C2) MATEMATIKA 3 (prof. fiz. i politech., prof. fiz. i inf., prof. fiz. i kemije)	3+2	0+0
------	---	-----	-----

Vektori u prostoru, zbrajanje, množenje sa skalarom, kolinearni i koplanarni vektori, linearna zavisnost, skalarni, vektorski i mješoviti produkt; pojam grupe i realnog vektorskog prostora; koordinatni sustav, koordinatni prikaz vektora i operacija. Analitička geometrija u prostoru, opći i segmentani oblik jednadžbe ravnine, kanonski i parametarski oblik jednadžbe pravca, međusobni položaji pravaca i ravnina. Matrice,

zbrajanje i množenje sa skalarom, množenje matrica, regularne matrice, grupe i vektorski prostori matrica. Determinante, definicija za proizvoljni red matrice, Laplace-ov razvoj, inverzna matrica.

- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1975
- B. Pavković, D. Veljan, Elementarna matematika 2, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- N. Bakić, A. Milas, Zbirka zadataka iz linearne algebre, skripta PMF-MO, 1995

1234	(C2) MATEMATIKA 4 (prof. fiz. i politeh., prof. fiz. i inf., prof. fiz. i kemije)	0+0	3+2
------	---	-----	-----

Sistemi linearnih algebarskih jedndžbi, rang matrice, elementarne transformacije, egzistencija i strukturalna rješenja, homogeni sistem, Cramer-ov sistem. Realni vektorski prostori, primjeri, linearne kombinacije, linearna zavisnost, skup izvodnica, baza vektorskog prostora, dimenzija, potprostori, matrica prijelaza iz baze u bazu. Linearni operatori, primjeri, svojstvene vrijednosti i vektori, izomorfizam, rang i defekt, vektorski prostor linearnih operatora, karakteristični i minimalni polinom, invarijantni potprostori, dijagonalizacija. Krivulje i plohe drugog reda.

- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1975
- B. Pavković, D. Veljan, Elementarna matematika 2, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- N. Bakić, A. Milas, Zbirka zadataka iz linearne algebre, skripta PMF-MO, 1995

1235	EKSPERTNI SUSTAVI (prof. fizike i informatike)	0+0	2+2
------	---	-----	-----

Uvod. Što je ekspertni sustav. Tipične primjene. Dijelovi ekspertnog sustava: baza znanja, inferencijski mehanizam, sučelje s korisnikom. Problem prikaza znanja. Prikaz znanja pomoću produkcijskih pravila. Potreba za ulančavanjem pravila prema natrag i prema naprijed. Algoritmi za ulančavanje pravila. Redosljed primjenjivanja pravila i razrješavanje konflikata. Uvođenje faktora sigurnosti (pouzdanosti) za pravila; računanje s faktorima sigurnosti. Prikaz znanja pomoću stabla odlučivanja. Generiranje stabla odlučivanja na osnovi zadanog skupa podataka (Quinlanov ID3 algoritam). "Podrezivanje" grana u stablu; pridruživanje faktora sigurnosti odlukama. Pretvorba stabla u produkcijska pravila. Prikaz znanja pomoću "okvira" (frames). Okviri, utori i veze između okvira. Prikazivanje objekata (klasa i primjeraka); nasljeđivanje. Složene hijerarhije klasa; problem višestrukog nasljeđivanja: topološko sortiranje klasa. Procedure za manipuliranje okvira; procedure "demoni". Razvojni ciklus ekspertnih sustava. Sličnosti i razlike u odnosu na razvoj klasičnih programskih sustava. Problem skupljanja znanja. Razvoj postepenim profinjavanjem prototipa. Alati za razvoj ekspertnih sustava. Jezici umjetne inteligencije (Lisp, Prolog). Ljuske ekspertnih sustava. Složeniji alati. Povezivanje s bazama podataka i s drugim programskim sustavima.

- K. Parsaye, M. Chignell, Expert Systems for Experts, John Wiley & Sons, New York 1988
- L. Biclowski & R. Leward, Intelligent Systems Design, John Wiley & Sons, New York 1991
- P.H. Winston, Artificial Intelligence, Addison-Wesley, Reading 1992
- G.F. Luger & W.A. Stubblefield, Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems, Benjamin/Cummings, Redwood City 1989
- D. Diaper, Knowledge Elicitation - Principles, Techniques and Applications. Ellis Horwood Ltd., Chichester 1989

1236	STRUKTURE PODATAKA I ALGORITMI (prof. fizike i informatike)	2+2	0+0
------	---	-----	-----

Pojam tipa, abstraktnog tipa i strukture podataka. Elementi od kojih se gradi struktura: polje, zapis, pointer, kursor. Pojam algoritma, zapisivanje i analiziranje algoritama. Pregled različitih abstraktnih tipova: lista, stog (stack), red, uređeno i binarno stablo, skup, rječnik, prioritetni red, preslikavanje. Pregled raznih struktura koje služe za implementaciju navedenih abstraktnih tipova, među ostalim: vezana lista i druge vezane strukture, hash tablica, binarno stablo traženja, gomila (heap). Algoritmi za obavljanje osnovnih operacija nad strukturama: ubacivanje i izbacivanje podataka, traženje i sl. Primjena opisanih struktura u složenijim algoritimima: npr. sortiranje i sažimanje nizova podataka, izvrednjavanje aritmetičkih izraza, razni rekurzivni postupci.

- V. Aho. J.E. Hopcroft & J.D. Ullman, Data Structures and Algorithms, Addison-Wesley, Reading 1987
- M. Azmoodeh, Abstract Data Types and Algorithms. Macmillan, London 1990
- E. Horowitz. S. Sahni, Fundamentals of Computer Algorithms. Pitman. London 1978
- R.L. Kmse, B.P. Lung & C.L. Tondo, Data Structures and Program Design in C, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1991

1241	(A2) MATEMATIČKA ANALIZA 1 (ing. fizike)	3+2	0+0
------	---	-----	-----

Realni brojevi. Supremum. Pojam funkcije. Bijekcije i inverzne funkcije. Elementarne funkcije. Pojam niza i limes niza. Limes funkcije u točki. Neprekidne funkcije na segmentu. Pojam derivacije. Pravila deriviranja. Derivacija elementarnih funkcija. Lagrange-ov teorem srednje vrijednosti i primjene. Taylor-ov teorem. Ekstremi. Asimptote. Ispitivanje tijeka funkcije.

- S. Kurepa, Matematička analiza I, II, Tehnička knjiga, Zagreb (više izdanja)
- B.P. Demidovič, Zadatci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb (više izdanja)

1242	(A2) MATEMATIČKA ANALIZA 2 (ing. fizike)	0+0	3+2
------	--	-----	-----

Određeni i neodređeni integral. Integrabilnost monotonih i neprekidnih funkcija. Newton-Leibniz-ova formula. Metode integracije. Numerička integracija. Redovi. Taylor-ovi redovi. Funkcije više varijabli: neprekidnost, diferencijabilnost, ekstremi. Dvostruki i trostruki integrali. Krivoljni integrali. Diferencijalne jednadžbe.

- S. Kurepa, Matematička analiza I, II, Tehnička knjiga, Zagreb (više izdanja)
- B.P. Demidovič, Zadatci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb (više izdanja)

1243	(B2) LINEARNA ALGEBRA 1 (ing. fizike)	3+2	0+0
------	---------------------------------------	-----	-----

1. *Temeljne algebarske strukture.* Grupe. Podgrupe. Homomorfizam grupa. Lagrange-ov i Cayley-ev teorem. Grupa permutacija. Prsten. Polje.

2. *Klasična algebra vektora.* Vektori u 3-dimenzionalnom prostoru. Zbrajanje, množenje skalarom, skalarni, vektorski i mješoviti produkt. Baza. Orijentirana baza. Dimenzija. Elementi analitičke geometrije u prostoru.

3. *Vektorski prostori.* Vektorski prostor. Baza i dimenzija. Potprostor. Suma potprostora.

- K. Horvatić, Linearna algebra I, II, III, PMF-Matematički odjel, Zagreb, 1995
- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1975

1244	(B2) LINEARNA ALGEBRA 2 (ing. fizike)	0+0	3+2
------	---------------------------------------	-----	-----

1. *Linearni operatori.* Linearni operator. Slika i jezgra operatora. Teorem o rangu i defektu. Izomorfizam vektorskih prostora. Prostor linearnih operatora. Linearni funkcionali.

2. *Koordinacija.* Matrični prikaz vektora i linearnih operatora.

3. *Matrice.* Vektorski prostor matrica. Determinanta. Rang matrice. Regularne matrice.

4. *Sistemi linearnih jednadžbi.* Cronecker-Capelli-ev teorem. Gauss-ova metoda eliminacije.

5. Invarijante linearnog operatora

Svojsveni polinom. Svojsvene vrijednosti i svojsveni podprostori. Invarijantni podprostori. Redukcija linearnog operatora.

6. *Unitarni prostori.* Skalarni produkt. Norma. Ortonormirana baza. Ortogonalni komplement. Operatori i funkcionali na unitarnim prostorima.

- K. Horvatić, Linearna algebra I, II, III, PMF-Matematički odjel, Zagreb, 1995
- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1975

1245	(C2) NUMERIČKA MATEMATIKA, PROGRAMIRANJE I STATISTIKA (ing. fizike, ing. geofizike)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Funkcije elektroničkog računala. Uloga operacijskog sustava, memorije, datoteka, programskog prevoditelja. Binarni prikaz podataka u računalu. Opseg i točnost podataka. Približna aritmetika i pogreške rezultata aritmetičkih operacija. Programski prevoditelj FORTRAN, standardne programske naredbe, njihovo funkcioniranje i uporabna namjena: konstante, varijable, deklaracije tipa, aritmetičke i logičke operacije i izrazi. Skokovi i razgraništa, iteracije. Ulazno-izlazne naredbe. Podprogrami. Naredbe pri korištenju datoteka. Osnovni optimalni algoritmi numeričke matematike: algoritmi za vrijednost i derivacije polinoma realnog i kompleksnog argumenta. Primjena na uočnjavanje realne i kompleksne nultočke polinoma (Bairstow-ljeva metoda). Algoritam za sumu i derivaciju konačnog reda razvoja po rekurentnoj familiji funkcija. Stabilnost i nestabilnost rekurzivnih postupaka. Miller-ov algoritam za Bessel-ove funkcije. Problemi sumacije konvergentnih redova. Korištenje asimptotskih redova, Gama funkcija. Aproksimacije analitičkih funkcija: polinomna interpolacija, Čebišev-ljeva aproksimacija, Fourier-ova aproksimacija. Aproksimacije empiričkih podataka metodom najmanjih kvadrata. Uporaba ortogonalnih baza. Generiranje baze ortogonalnih polinoma. Statistički utjecaj fluktuacije podataka na koeficijente aproksimacije. Otkrivanje polinoma iz empiričkih podataka. Globalno i lokalno izgladivanje empiričkih podataka. Numeričke metode infinitezimalnog računa: Numeričko deriviranje. Numeričko integriranje. Newton-Cotes-ove formule.

Numerička ocjena pogreške i poboljšanje vrijednosti integrala ekstrapolacijom. Romberg-ov algoritam u primjeni na integraciju i derivaciju. Pregled integracijskih formula Gauss-ovog tipa.

- Z. Doveden, M. Smilevski, J. Divjak Zalokar, FORTRAN 77 s tehnikama programiranja, Ljubljana, 1987
- A. Ralston, P. Rabinowitz, A first course in numerical analysis, McGraw-Hill, 1988
- B.P. Demidovič, I.A. Maron, Computational mathematics, Mir Publishers, 1976
- J.R. Rice, Numerical methods, software and analysis, McGraw-Hill, 1987

1251	(A2) ELEMENTARNA MATEMATIKA (prof. fizike i kemije, prof. i ing. kemije)	2+2	0+0
------	---	-----	-----

Uvod. Skupovi, funkcije, brojevi, matematička indukcija. *Polinomi*. Polinomi u jednoj varijabli. Djeljivost polinoma, najveća zajednička mjera, nultočke polinoma i algebarske jednadžbe. Ireducibilnost polinoma.

Polinomi dviju i više varijabli. Simetrični polinomi. Osnovni teorem o simetričnim polinomima dviju varijabli. Racionalne i iracionalne funkcije. Definicija i najosnovnija svojstva eksponencijalne i logaritamske funkcije. *Planimetrija*. Aksiomi euklidske geometrije ravnine i jednostavne posljedice. Izometrije (kruta gibanja) ravnine. Pojam kuta. Geometrija trokuta - sukladnost, sličnost i Pitagorin poučak. Pojam poligona i površine poligona. Neki teoremi o kružnici. Tangencijalni i tetivni četverokut. Površina kruga i duljina kružnice. Vektori u ravnini. Neke geometrijske transformacije ravnine.

- B. Pavković, D. Veljan, Elementarna matematika I, Tehnička knjiga, Zagreb 1992
- B. Pavković, B. Dakić, Polinomi, Školska knjiga, Zagreb 1990
- S. Kurepa, Uvod u matematiku, Tehnička knjiga, Zagreb 1975
- V. Zaitsev, V. Ryzhkov, M. Skanavi, Elementary Mathematics, Mir, Moscow 1978

1311	(C2) MATEMATIKA 1 (prof. i ing. kemije)	4+3	0+0
------	---	-----	-----

Uvod u kombinatoriku (permutacije, varijacije i kombinacije sa i bez ponavljanja). Osnove analitičke geometrije prostora i linearne algebre (vektori, baza, koordinatizacija, skalarni, vektorski i mješoviti produkt vektora, jednadžba ravnine u prostoru, jednadžba pravca u prostoru, matrice, linearni sustavi, Gauss-ov algoritam, determinante). Elementarne funkcije (polinomi, racionalne funkcije, trigonometrijske funkcije, eksponencijalna funkcija, logaritamska funkcija, ciklotometrijske funkcije, hiperboličke funkcije). Nizovi (definicija i osnovna svojstva, konvergencija, limes). Redovi (definicija i osnovna svojstva, konvergencija reda, kriteriji konvergencije). Limesi i neprekidnost funkcija. Derivacije (definicija i osnovna svojstva, tablične derivacije). L'Hospital-ovo pravilo. Lagrange-ov teorem srednje vrijednosti. Ispitivanje toka funkcije pomoću derivacija. Redovi potencija, Taylor-ov red. Riemann-ov integral (definicija i osnovna svojstva, zamjena varijabli u integralu, parcijalna integracija, primitivna funkcija, Leibniz-Newton-ova formula, primjene integrala). Fourier-ovi redovi (definicija i osnovna svojstva).

- F. Ayres, E. Mendelson, Differential and Integral Calculus, Schaum's Outline Series, New York, 1990
- B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1978
- P. Javor, Uvod u matematičku analizu, Školska knjiga, Zagreb, 1991
- S. Kurepa, Uvod u matematiku, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975
- S. Kurepa, Matematička analiza I, II Tehnička knjiga, Zagreb, 1975
- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1975

1312	(C2) MATEMATIKA 2 (prof. i ing. kemije)	0+0	4+3
------	---	-----	-----

Otvoreni i zatvoreni skupovi u \mathbb{R}^n . Neprekidnost i limes funkcije više varijabli (primjeri). Parcijalne derivacije (definicija i geometrijska interpretacija). Implicitno zadane funkcije. Plohe u prostoru (jednadžba tangencijalne ravnine i normalnog pravca). Krivulje u prostoru (jednadžba tangencijalnog pravca i normalne ravnine). Derivacije u smjeru. Ispitivanje toka funkcije dviju varijabli. Ispitivanje toka funkcije više varijabli. Uvjetni ekstremi. Taylor-ov red za funkcije više varijabli. Riemann-ov integral funkcije dvije i tri varijable. Fubini-ev teorem za funkcije dvije i tri varijable. Zamjena varijabli u dvostrukom i trostrukom integralu. Integriranje u polarnim i cilindričnim koordinatama. Primjena dvostrukih i trostrukih integrala (težište, moment inercije). Linearne obične diferencijalne jednadžbe prvog reda (definicija i rješenje). Nelinearne obične diferencijalne jednadžbe prvog reda (Bernoulli-eva jednadžba, Ricatti-eva jednadžba, separabilne jednadžbe, logistička jednadžba i primjene, egzaktne jednadžbe, Euler-ov multiplikator). Linearne obične diferencijalne jednadžbe drugog reda (fundamentalni skup, Wronskijan, metoda neodređenih koeficijenata za traženje partikularnog rješenja, metoda varijacije konstanti)

- M. Alić, Obične diferencijalne jednadžbe, PMF-Matematički odjel, Zagreb, 1994
- F. Ayres, E. Mendelson, Differential and Integral Calculus, Schaum's Outline Series, NY 1990
- B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1978

- S. Kurepa, Matematička analiza III, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975
- Š. Ungar, Matematička analiza III, PMF-Matematički odjel, Zagreb, 1994

1421	(B2) MATEMATIKA (prof. biologije, prof. biologije i kemije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Prirodni, cijeli i racionalni brojevi. Brojevni pravac i realni brojevi. Konvergentni i Cauchy-evi nizovi racionalnih i realnih brojeva. Linearne i kvadratične funkcije, polinomi, racionalne funkcije. Eksponencijalna, trigonometrijske i hiperbolne funkcije. Redovi potencija. Logaritamska funkcija. Grafičko prikazivanje funkcija. Derivacija, pravila deriviranja, derivacije elementarnih funkcija. Newton-ova metoda za računanje nultočke funkcije. Taylor-ova formula. Određeni i neodređeni integral, pravila integriranja. Numeričko integriranje. Duljina, površina, volumen. Diferencijalne linearne jednadžbe (1. i 2. reda) i sustavi (2x2) s konstantnim koeficijentima. Sustavi linearnih algebarskih jednadžbi. Gauss-ova metoda eliminacije. Matrice. Determinanta. Cramer-ovo pravilo. Vektorski prostor, baza i dimenzija. Rang matrice. Opis skupa rješenja sustava jednadžbi. Skalarni produkt. Ortonormirana baza. Metoda najmanjih kvadrata. Linearni operatori i matrice. Svojtvene vrijednosti (2x2) matrice i svojstveni polinom. Eksponencijalna funkcija (2x2) matrice, sustavi linearnih diferencijalnih jednadžbi i veza sa svojstvenim vrijednostima matrice sustava.

- P. Javor, Uvod u matematičku analizu, Školska knjiga, Zagreb, 1988
- S. Kurepa, Matematička analiza I (diferenciranje i integriranje), Tehnička knjiga, Zagreb, 1989
- L. Krnić i Z. Šikić, Račun diferencijalni i integralni, Školska knjiga, Zagreb, 1992
- N. Elezović, Linearna algebra, Element, Zagreb, 1995
- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1978
- L. Čaklović, Zbirka zadataka iz linearne algebre, Školska knjiga, Zagreb, 1979

1431	(B2) MATEMATIKA (ing. molekularne biologije, ing. ekologije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Prirodni, cijeli i racionalni brojevi. Brojevni pravac i realni brojevi. Konvergentni i Cauchy-evi nizovi racionalnih i realnih brojeva. Linearne i kvadratične funkcije, polinomi, racionalne funkcije. Eksponencijalna, trigonometrijske i hiperbolne funkcije. Redovi potencija. Logaritamska funkcija. Grafičko prikazivanje funkcija. Derivacija, pravila deriviranja, derivacije elementarnih funkcija. Newton-ova metoda za računanje nultočke funkcije. Taylor-ova formula. Određeni i neodređeni integral, pravila integriranja. Numeričko integriranje. Duljina, površina, volumen. Diferencijalne linearne jednadžbe (1. i 2. reda) i sustavi (2x2) s konstantnim koeficijentima. Sustavi linearnih algebarskih jednadžbi. Gauss-ova metoda eliminacije. Matrice. Determinanta. Cramer-ovo pravilo. Vektorski prostor, baza i dimenzija. Rang matrice. Opis skupa rješenja sustava jednadžbi. Skalarni produkt. Ortonormirana baza. Metoda najmanjih kvadrata. Linearni operatori i matrice. Svojtvene vrijednosti (2x2) matrice i svojstveni polinom. Eksponencijalna funkcija (2x2) matrice, sustavi linearnih diferencijalnih jednadžbi i veza sa svojstvenim vrijednostima matrice sustava.

- P. Javor, Uvod u matematičku analizu, Školska knjiga, Zagreb, 1988
- S. Kurepa, Matematička analiza I (diferenciranje i integriranje), Tehnička knjiga, Zagreb, 1989
- L. Krnić i Z. Šikić, Račun diferencijalni i integralni, Školska knjiga, Zagreb, 1992
- N. Elezović, Linearna algebra, Element, Zagreb, 1995
- S. Kurepa, Uvod u linearnu algebru, Školska knjiga, Zagreb, 1978
- L. Čaklović, Zbirka zadataka iz linearne algebre, Školska knjiga, Zagreb, 1979

1432	RAČUNALSKI PRAKTIKUM (ing. molekul. biol., ing. ekologije)	0+0	0+3
------	---	-----	-----

Ciljevi Računalskog praktikuma su: - upoznati studente s najpopularnijim vrstama računala i njihovim mogućnostima; - razviti kod studenata naviku korištenja računala kao oruđa u svakodnevnom radu. Ne pretpostavlja se nikakvo predznanje iz područja računalstva. Također, praktikum nema namjeru učiti studente programiranju. Sadržaj Računalskog praktikuma će se vremenom mijenjati, u skladu s daljnjim razvojem računala i korisničkih alata. Za sada se predviđaju ove teme: Uvod u računalstvo. Građa računala te način njegovog rada. Prikazivanje i pohranjivanje podataka u računalu. Systemska i korisnička programska podrška. Pojam mreže računala. Rad na osobnom računalu. Osnovne naredbe operativnog sustava MS DOS. Rukovanje S ASCII datotekama (uređivanje, kopiranje, štampanje, brisanje). Grafički operativni sustav MS Windows NT Workstation. Uređivanje teksta pomoću MS Word for Windows. Rad s programskim paketom Mathematica (vizualizacija podataka, tablični prikazi, grafovi funkcija, rješavanje jednadžbi). Rad na umreženom višekorisničkom računalu. Najvažnije naredbe operativnog sustava Unix. Elektronička pošta, diskusijske liste, news grupe. Grafičko sučelje X-Windows (OSF/Motif standard). Mrežni servis WWW, FTP, pretraživači, hipertekst, multimedija.

- Tremblay J.P. and Bunt R.B., Introduction to Computer Science. McGraw-Hill, New York, 1989
- Originalni Microsoft-ovi priručnici za DOS, Windows NT, Word ili neka od knjiga iste tematike iz ZNAK-ove edicije "za neznalice"

- Wolfram S., The Mathematica Book. Third Edition. Cambridge Univ. Press, Cambridge UK, 1996
- Maglić I., Uvod U Unix. Ina Info, Zagreb 1991
- Grupa autora, CARNet - priručnik za korisnika. Drugo izdanje. Sveuč. računski centar, Zg, 1996

1433	(B2) STATISTIKA (ing. molek. biol., ing. ekologije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

1. Deskriptivna statistika. Vrste podataka. Prikaz podataka (tablice, *stem-and-leaf* dijagram, stupčasti i strukturni dijagram, histogram). Sredine (aritmetička sredina, median, mod). Mjere disperzije (varijanica, standardna devijacija, koeficijent varijacije, raspon podataka, interkvartil). Mjere pozicije (kvantili, kvartili, decili, percentili). Koeficijent asimetrije. Prikaz dvodimenzionalnih podataka.

2. Osnovne vjerojatnosne razdiobe. Zadavanje vjerojatnosti (vjerojatnosni prostor, računanje vjerojatnosti, Laplace-ov model). Pojam i vrste slučajnih varijabli. Funkcija gustoće razdiobe. Matematičko očekivanje i varijanica. Uvjetna vjerojatnost. Nezavisnost događaja. Nezavisnost slučajnih varijabli. Bernoulli-ev pokus i binomna razdioba. Poisson-ova razdioba. Aproximacija binomne razdiobe Poisson-ovom (zakon rijetkih događaja). Neprekidne slučajne varijable. Normalna razdioba. Aproximacija binomne razdiobe normalnom. Centralni granični teorem.

3. Procjena parametara. Slučajni uzorak. Procjena očekivanja populacije. Procjena varijance populacije. Nepristranost i konzistentnost procjenitelja (zakon velikih brojeva). Intervalne procjene parametara (pouzdani intervali) (a) normalnih populacija (Student-ova *t*-distribucija), (b) na osnovi velikih uzoraka (procjena proporcija).

4. Testiranje statističkih hipoteza. Statistički test (pogreške prve i druge vrste, jakost testa). Testovi o parametru očekivanja normalne populacije (*t*-test). Testovi o parametru očekivanja populacije na osnovi velikih uzoraka. Testovi o proporcijama. Usporedba očekivanja normalnih populacija. Usporedba proporcija. Pearson-ov χ^2 -test: (a) o prilagođenosti modela podatcima, (b) o nezavisnosti statističkih obilježja (kontingencijske tablice).

- Ž. Pauše, Uvod u matematičku statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 1993
- N. Sarapa, Vjerojatnost i statistika II. Slučajne varijable. Osnove statistike., Šk. knjiga, Zagreb, 199
- G.K. Bhattacharyya, R.A. Johnson, Statistical Concepts and Methods, Wiley, New York, 1977
- F. Daly, D.J. Hand, M.C. Jones, A.D. Lunn, K.J. McConway, Elements of Statistics, Addison Wesley, Wokingham, England, 1995
- J. Pitman, Probability, Springer Texts in Statistics, Springer-Verlag, New York, 1993
- M.F. Triola, Elementary Statistics, The Benjamin/Cummings Pub.Co.Inc., Redwood City, Calif. 1989

1511	(C2) MATEMATIKA (prof. geol. i geog., prof. geog.)	1+1	1+1
------	--	-----	-----

Realni brojevi. Pojam funkcije. Bijekcije i inverzne funkcije. Elementarne funkcije. Limes i neprekidnost. Pojam derivacije. Pravila deriviranja. Derivacije elementarnih funkcija. Primjene: ekstremi, intervali monotonosti. Integral i primjene. Sustavi linearnih jednadžbi.

- S. Kurepa, Matematička analiza I, Tehnička knjiga, Zagreb
- B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb
- Srednjoškolski udžbenici

1521	(C2) MATEMATIKA (ing. geologije)	2+1	2+1
------	----------------------------------	-----	-----

Upoznati studente geologije s osnovnim aparatom linearne algebre i matematičke analize. Osnove teorije skupova. Kombinatorika, permutacije, princip matematičke indukcije. Determinante, linearni sustavi, Cramer-ovo pravilo. Matrice, jedinstvenost i egzistencija rješenja linearnog sustava m jednadžbi s n nepoznanica. Vektorski prostori, skalarni i vektorski produkt. Analitička geometrija u ravnini i prostoru: vektorski i skalarni oblik jednadžbe ravnine i pravca. Skup realnih brojeva, nizovi i konvergencija nizova. Redovi i kriteriji konvergencije redova. Realne funkcije realne varijable, domena i područje definicije, elementarne funkcije i njihovi grafovi. Limes funkcije i neprekidnost. Diferencijabilnost, derivacije elementarnih funkcija. Rolle-ov, Lagrange-ov i Taylor-ov teorem srednje vrijednosti. Primitivne funkcije i određeni integral, kriteriji R-integrabilnosti. Fundamentalni teorem integralnog računa. Teorem srednje vrijednosti za integrale.

1522	(D1) NACRTNA GEOMETRIJA (ing. geologije)	0+0	2+2
------	--	-----	-----

Perspektivna kolineacija i afinost. Krivulje drugog stupnja. Monge-ova ortogonalna projekcija na dvije ravnine. Točke, pravci i ravnine u Monge-ovoj projekciji. Ortogonalne projekcije likova i tijela u specijalnim položajima. Ortogonalne projekcije likova i tijela u općim položajima. Presjeci tijela ravninom. Prodori tijela. Kosa projekcija. Jednostavnija tijela u kosoj projekciji. Vidljivost na slikama u kosoj projekciji. Kosa projekcija kružnice i oblihi tijela. Kotirana projekcija. Pravac i ravnina u kotiranoj projekciji. Topografske plohe. Slojnice, padnice terena. Presjeci topografskih ploha ravninom i stošcem.

- V. Niče, Deskriptivna geometrija I i II dio, Školska knjiga, Zagreb, 1987
- I. Babić i dr, Konstruktivna geometrija, vježbe, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1994
- V. Szivovica, A. Slipečević, Nacrtna geometrija I, II, Element i HDKGIGK, Zagreb, 1996

1711	(C2) NUMERIČKE METODE U FIZICI (ing. geof.)	2+2	2+2
------	---	-----	-----

Predhodni predmeti: Matematička analiza, Linearna algebra, Matematičke metode fizike, Numerička matematika, programiranje i statistika. Uvod: Kolegij ima za svrhu upoznati studente s konstruktivnim i algoritamskim aspektima diskretnih metoda za rješavanje rubnih i inicijalnih problema za obične (ODJ) i parcijalne (PDJ) diferencijalne jednačbe, te implementacijama tih algoritama na modernim računskim strojevima. Također se želi razviti osjećaj za formulacije i kritičku analizu aproksimativnih modela, te vještinu programiranja, uključivši i korištenje programskih paketa. Vježbe se izvode na računalima, pri čemu se rješavaju konkretni problemi matematičke fizike. Sadržaj: Matematički modeli u fizici, uvod. Inicijalni problem za ODJ, principi diskretizacije. Euler-Cauchy-eva metoda, Taylor-ova metoda, jednokoračne i višekoračne metode, linearne diferentne jednačbe, metoda Runge-Kutta. Konzistencija, konvergencija i stabilnost diferentnih metoda. Greška zaokruživanja, promjena koraka mreže. Rubni problem za ODJ, osnovne formulacije diskretnih metoda, metoda gađanja. Varijaciona formulacija jednodimenzionalnih problema. Metoda konačnih elemenata (FEM) u jednoj dimenziji. FEM za eliptičke rubne probleme za PDJ: funkcije baze i forme, prostori konačnih elemenata, varijaciona formulacija, Ritz-ova i Galerkin-ova metoda. Aproksimacija domene, lokalne koordinate i algoritam uklapanja, problem numeracije čvorova. Elementarne analize pogreške metode. Laplace-ova, Poisson-ova i Helmholtz-ova jednačba. Osnovne postavke metoda konačnih diferencija (FDM). Metode za paraboličke jednačbe, konvergencija, stabilnost i konzistencija. Jednačba provođenja. Hiperboličke jednačbe prvog i drugog reda, numerička integracija duž karakteristika, propagiranje diskontinuiteta, simulacija šok valova. Lax-Wendroff formule i Courant-Friedrichs-ov uvjet konvergencije. Valna jednačba. Uvod u Monte-Carlo metode i rješavanje diferencijalnih jednačbi simulacijama. Biblioteke podprograma: NAG, IMSL, LAPACK i sl. Programski jezik: Fortran (77/90)

- E. Isaacson, H. B. Keller: Analysis of Numerical Methods, John Wiley and Sons, London 1966
- R.E. Bellman, R.E. Kalaba: Quasilinearization and Nonlinear Boundary-Value Problems, Elsevier N.Y. 1965
- G. Strang, G. J. Fix: An Analysis of the FEM, Prentice-Hall, 1973
- W. H. Press, B.P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipes, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1987
- G.D. Smith: Numerical Solution of PDE: Finite Difference Methods, Clarendon Press, Oxford, 1978

1712	(D2) PARCIJALNE DIFERENCIJALNE JEDNAČBE (ing. geof.)	2+2	2+2
------	--	-----	-----

Rubni problem za običnu diferencijalnu jednačbu, Green-ova funkcija rubnog problema, egzistencija rješenja, singularni rubni problemi. Jednodimenzionalna valna jednačba, karakteristike. Inicijalni problem, D'Alembert-ova formula. Inicijalno-rubni problem, metoda refleksije. Jednodimenzionalna jednačba provođenja, princip maksimuma. Inicijalni problem, Poissonova formula. Fourier-ova metoda. Fourier-ovi redovi, Fourier-ova metoda za inicijalno-rubne probleme za valnu jednačbu i jednačbu provođenja. Laplace-ova jednačba. Rubni problemi za Laplace-ovu jednačbu, integralne reprezentacije, Green-ova funkcija, egzistencija rješenja rubnog problema za kuglu. Harmonijske funkcije, princip maksimuma. Sturm-Liouville-ov problem, Fourier-ova metoda za kuglu i cilindar.

- I. Aganović, K. Veselić, Linearne diferencijalne jednačbe, Matematički odjel PMF, Zagreb, 1997
- F. John, Partial Differential Equations, Springer-Verlag, New York, 1978
- E. Zauderer, Partial Differential Equations, Wiley, Singapore, 1988

1713	(D1) NUMERIČKA ANALIZA (ing. geofizike)	2+2	2+2
------	---	-----	-----

Iterativne metode za sustave nelinearnih jednačbi Newton-ova metoda i njene modifikacije, kvazi-Newton-ove metode. Numeričke metode za obične diferencijalne jednačbe. Jednokoračne i višekoračne metode za Cauchy-ev problem, njihova konzistencija, stabilnost i konvergencija, posebno Runge-Kuttine i Adams-ove metode. Diferencijske i varijacione metode za rubne probleme. Numeričke metode za linearne parcijalne diferencijalne jednačbe. Metode konačnih diferencija i konačnih elemenata za eliptičke rubne probleme. Poludiskretizacija i potpuna diskretizacija inicijalno-rubnih problema za evolucione jednačbe.

- J. Stoer, R. Bulirsch, Introduction to Numerical Analysis, Springer, New York 1980
- K. I. Babenko, Osnovy čislennogo analiza, Nauka, Moskva 1983
- E.B. Becker, G.F. Carey, J.T. Oden, Finite Elements, Vol. 1, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1981
- J.E. Dennis, R.B. Schnabel, Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1983

- E. Hairer, S.P.Norset, G.Wanner, Solving Ordinary Differential Equations I, Springer, New York, 1987
- P.R. Raviart, J.M.Thomas, Introduction a l'analyse numérique des equations aux dérivées partielles, Masson, Paris 1983

1714	EKONOMETRIJA (inž. geofizike)	0+0	2+2
------	-------------------------------	-----	-----

Primjena matematičke statistike u modeliranju ekonomskih podataka s posebnim osvrtom na primjenu u spekulativnim financijama. Metode procjena populacijskih parametara. Veliki i mali uzorci. Primjena Monte Carlo eksperimenta. Ocjene maksimalne vjerojatnosti s primjenom na ARMA procese. Višestruki regresijski modeli. Primjena metode najmanjih kvadrata. Klasična pretpostavka u višestrukoj regresiji. Nelinearna regresija. Spektralna analiza. Populacijski spektar. Periodogram uzorka. Procjena populacijskog uzorka. Vremenski nizovi. Nestacionarni vremenski nizovi. ARIMA procesi. Deterministički vremenski trendovi. Metoda najmanjih kvadrata u modelima s vremenskim trendovima - autoregresivni procesi. Nesferične pogreške (heteroskedasticity) i pripadni modeli vremenskih nizova (GARCH, FIARCH). Kointegracija. Testiranje kointegracije između dviju varijabli. Poopćenje s više varijabli. Kalmanovi filtri. Reprezentacija stanja dinamičkog sistema. Izvod Kalmanovog filtra i njegova primjena.

- R. L. Thomas, 1999. Modern econometrics, Addison-Wesley
- J. D. Hamilton, 1994. Time Series Analysis, Princeton University Press, New Jersey

4.2.3. FIZIKA

2103/12519	OSNOVE FIZIKE 1	4+2	0+0
2104	SEMINAR IZ OSNOVA FIZIKE 1	1+0	0+0

Fizika i ostale prirodne znanosti. Fizičke veličine, vektori i skalari. Međunarodni sustav mjernih jedinica. Kinematika čestice – materijalne točke. Princip neovisnosti gibanja. Dinamika čestice. Impuls sile i količina gibanja. Newtonovi zakoni gibanja. Gravitacijsko polje. Težina. Teška i tromo masa. Rad. Snaga. Energija. Kružno gibanje, moment sile, kutna količina gibanja (zamaz), moment tromosti. Zakoni gibanja u ubrzanim sustavima. Galilejeve i Lorentzove transformacije. Harmonijsko titranje. Rezonancija. Statika i dinamika fluida.

- M. Paić, Gibanje, sile, valovi, Školska knjiga, Zagreb, 1997
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, Mehanika, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walher, Fundamentals of Physics, John Wiley, New York, 1997

2105	UVOD U RAČUNALSTVO	2+2	0+0
------	--------------------	-----	-----

Kolegij je namijenjen prvoj godini studija. Uvod u znanost o računalima je preduvjet za opće razumjevanje ovog područja. U okviru njega se uvode osnovni koncepti razmišljanja, dobivaju se osnovne informacije o suvremenim kretanjima i stižu se prva praktična znanja koja se koriste u ostalim programima. Ovo se naročito odnosi na prvih nekoliko predavanja kada se studenti u relativno kratkom vremenu trebaju osposobiti za rad na sustavu fakulteta.

- Leo Budin, Informatika 1, 1997
- J. Glenn Brookshear, Computer Science: an overview, Addison-Wesley, 1997

2106	OBRADA TEKSTA I PRORAČUNSKE TABLICE	0+2	0+0
------	-------------------------------------	-----	-----

Jednosedebralni kolegij s naglaskom na praktičnom radu u računalnoj učionici. Kolegij se sastoji iz dvije cjeline koje završavaju izradom seminara koji u sebe uključuje obrađene tehnike i postupke. U toku obrade cjeline studenti izrađuju manje zadatke koji se bave pojedinim temama (vježbe prati izrada jednog zadatka). Kako je cijeli studij orijentiran prema WWW-u studente je potrebno prvo uvesti u osnove korištenja aplikacija za pregled WWW-stranica čemu posvetiti prvi sat i vježbe unutar ovog predmeta (Nakon toga polaganom uvesti koncept komunikacije i oglašavanja putem mreže unutar zasebnog predmeta). Jedan od elemenata je i vizualno osvještavanje studenata pri izradi seminara s konceptom uspostavljanja veze logike dokumenta i izgleda. Postupno se obrađuju metode obrade i oblikovanja teksta na primjeru dviju suprotnih koncepcija zastupljenih u programskim paketima MS Word i LaTeX. Međusobnom usporedbom se nastoji postići sposobnost lake prilagodbe mogućim novim rješenjima kao i ispravno vrednovanje pojedinih sustava. Proračunske tablice se obrađuju na primjeru MS Excela, a zahvačaju nekoliko osnovnih načina primjene iz neizmjerne množta kao što su: izrada tablica, uporaba formula, izrada grafikona, manje baze podataka, stožerne tablice. Kako se radi o nastavnom smjeru, i način prezentiranja znanja je sadržaj predmeta. Za izvođenje nastave se koristi isključivo računalna učionica.

- Skripta za predavanja, predavač predmeta
- Not so short introduction to LaTeX, prijevod dr. Š. Ungar
- Word97, Microsoft Press 1997
- Excel97, Microsoft Press 1997
- Office97, Microsoft Press 1997
- Microsoft Excel 97 at a Glance, Perspection, Inc
- A Guide to LaTeX, Kopka Daily, 1996
- Dokumentacija uz programske pakete (poglavito LaTeX)

2107/12520	OSNOVE FIZIKE 2	0+0	4+2
2108	SEMINAR IZ OSNOVA FIZIKE 2	0+0	1+0

Električni naboji. Električno polje, električni potencijal. Gaussov poučak. Dielektrici. Električni kapacitet. Električna struja. Vodiči, poluvodiči, supravodiči. Magnetsko polje naboja u gibanju. Sila magnetskog polja na vodiču kojim protječe struja i na naboj u gibanju. Pojave pri uspostavi i prekidu električne struje. Izmjenična struja. Elektromagnetska indukcija. Samoindukcija. Mjerni instrumenti, generatori, motori. Elektroakustika. Magnetska svojstva tvari. Maxwelllove jednadžbe.

- M. Paić, Osnove fizike, 3.dio, Elektricitet, magnetizam, Sveučilišna naklada, Liber, Zagreb 1989
- M. Purcell: Elektricitet i magnetizam, Tehnička knjiga, Zagreb 1988
- P. Kulišić, V. Lopac, Elektromagnetske pojave i struktura tvari, Školska knjiga, Zagreb, 1991

2109	OSNOVE PROGRAMIRANJA (PASCAL)	0+0	2+2
------	-------------------------------	-----	-----

Općenito o programskim jezicima i o Pascalu. Podatci: tipovi konstante i varijable. Tip podataka integer. Ulaz i izlaz; kompletni program. Tip podataka Boolean. Tok kontrole. Ordinalni tipovi i definicije tipova. Tip podataka real. Polja (arrays). Još o toku kontrole. Potprogrami – procedure. Složena upotreba funkcija i procedura. Zapisi (records). Pakirani podatci i nizovi znakova (strings). Datoteke (files). Skupovi (sets). Pokazivači (pointers) i vezane liste. Metodologija programiranja.

- W. Findlay, D.A. Watt, Pascal – An Introduction to Methodical Programming, Pitman, London, 1978
- Turbo Pascal Version 6.0, User's Guide, Programmer's Guide, Library Reference, Borland International, 1990

2110	UPORABA RAČUNALNIH MREŽA (INTERNET)	0+0	0+1
------	-------------------------------------	-----	-----

Jednosemestralan kolegij u računalnoj učionici. U sklopu predmeta svaki student će napraviti svoju Internet stranicu sa pokazivačima na zadane informacije na Internetu. Upoznat će se sa programima za pristup računalnoj mreži i osnovama programiranja WWW (World Wide Web) stranica. U toku prve godine, predavač će napisati skripta za kolegij i prilagoditi je prikazu na WWW-u. Literatura je alternativni pomagač u izvođenju nastave. Kao glavna literatura koristit će se skripta koja će urediti predavač. Skripta će studentima biti dostupna i preko WWW stranica. Popis preporučene literature:

- Skripta za predavanja, predavač predmeta
- D. Petrić, Naučite HTML i oblikujte sami efektne WWW stranice, Znak, Zagreb, 1997

2111	VJEROJATNOST I STATISTIKA	0+0	2+1
------	---------------------------	-----	-----

Kombinatorika: permutacije, kombinacije, varijacije. Veza kombinatorike i vjerojatnosti; definicija vjerojatnosti. Zbrajanje i množenje vjerojatnosti. Geometrijska vjerojatnost. Uvjetna vjerojatnost. Veza vjerojatnosti i statistike. Empirički podaci i distribucija frekvencija. Statistički parametri: aritmetička sredina, varijanca, momenti. Jednodimenzionalne diskretne statističke raspodjele. Binomna raspodjela. Poissonova raspodjela. Jednodimenzionalne kontinuirane statističke raspodjele. Gaussova raspodjela. Višedimenzionalne statističke raspodjele. Teorija slučajnih pogrešaka. Korelacija u linearnoj regresiji. Metoda najmanjih kvadrata. Brojčani i grafički prikaz rezultata pokusa.

- Interna skripta

2126	RAČUNALA I OPERATIVNI SUSTAVI	0+0	2+1
------	-------------------------------	-----	-----

Predavanja: Osnovne karakteristike glavnih fizičkih komponenata računala: procesor, glavna memorija, sekundarne memorijske jedinice, ulazno-izlazne jedinice. Općenito o radu osnovnih komponenata današnjih operativnih sustava koji se brinu o: 1) upravljanju memorijom; 2) upravljanju procesorima; 3) upravljanju

uređajima; 4) upravljanju zapisima. Upoznavanje najraširenijih operativnih sustava: MS-DOS, Windows NT, Linux, Unix. Pojam i uporaba mreže računala.

Vježbe: Osnove uporabe najraširenijih operativnih sustava: MS-DOS, Windows NT, Linux, Unix. Osnovna pravila za manipulaciju zapisima, pokretanje programa napisanih u višim programskim jezicima, uporaba mreže računala.

2141	OPĆA FIZIKA 1	4+2	0+0
------	---------------	-----	-----

Klasična mehanika. Vektori. Derivacije. Kartezijev sustav. Newtonovi zakoni. Sile. Referentni sustavi. Galilejeva invarijantnost. Zakon očuvanja energije. Krivuljni integral i gradijent. Zakon očuvanja impulsa i momenta impulsa. Dinamika krutih tijela. Harmonički oscilator. Gibanje tijela u polju gravitacijske sile. Teorija relativnosti. Brzina svjetlosti. Lorentzove transformacije. Relativistički impuls i energija. Ekvivalentnost mase i energije. Relativistička dinamika. Vježbe: Rješavanje zadataka iz mehanike.

- C.H. Kittel, W.D. Knight & M.A. Ruderman: Berkeleyjski tečaj fizike, I dio (Mehanika), Tehnička knjiga, Zagreb 1982
- H.D. Young & R.A. Freedman: University Physics. Pearson-Addison Wesley, San Francisco 2004.

2143	OPĆA FIZIKA 2	0+0	4+2
------	---------------	-----	-----

Elektrostatika. Coulombov zakon. Potencijalna energija. Električno polje. Gaussov zakon. Električni potencijal. Gradijent. Elektrostatski tlak. Divergencija i Gaussov teorem. Laplaceova jednadžba. Rotacija i Stokesov teorem. Invarijantnost električnog naboja. Polje brze čestice. Uzajamno djelovanje čestice koja se giba i struja. Magnetsko polje. Vektorski potencijal. Elektromagnetska indukcija. Međuvodička indukcija. Samoindukcija. Energija magnetskog polja. Maxwellove jednadžbe. Izmjenične struje. Električna polja u tvarima. Magnetska polja u tvarima. Vježbe: Rješavanje zadataka iz elektriciteta i magnetizma.

- M. Purcell: Berkeleyjski tečaj fizike, II dio (Elektricitet i magnetizam), Tehnička knjiga, Zagreb 1988
- H.D. Young & R.A. Freedman: University Physics. Pearson-Addison Wesley, San Francisco 2004.

2144	SEMINAR IZ OPĆE FIZIKE 1	1+0	0+0
2145	SEMINAR IZ OPĆE FIZIKE 2	0+0	1+0

Opsežnije objašnjavanje osnovnih fizičkih i matematičkih pojmova koji se tumače na predavanjima.

2146	OSNOVE TEORIJE VJEROJATNOSTI I MATEMATIČKA STATISTIKA	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Veza statistike i teorije vjerojatnosti. Osnovni pojmovi iz teorije vjerojatnosti i kombinatorike. Raspodjela frekvencija i vjerojatnosti. Binomna, Poissonova, normalna i neke druge raspodjele vjerojatnosti. Središnji granični teorem. Slučajni uzorci i procjena parametara populacije na osnovi uzoraka. Testiranje hipoteza. Hi-kvadrat test. Teorija pogrešaka. Linearna regresija. Korelacije. Primjeri obrade rezultata mjerenja. Vježbe: rješavanje zadataka vezanih uz gradivo.

- Interna skripta se objavljuje na <http://www.phy.hr/otvims>
- J. L. Devore: Probability & Statistics for Engineering and the Sciences, Brooks/Cole, Monterey 2000

2151/12637	FIZIČKI PRAKTIKUM 1 (ing. fizike)	0+0	0+4
------------	-----------------------------------	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici, analiza mjerenja i račun pogrešaka. Upoznavanje s osnovnim mehaničkim mjernim uređajima. Odabrani eksperimenti iz mehanike i mehanike fluida. Analiza i poopćavanje rezultata eksperimenta.

- M. Požek, A. Dulčić: Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb 1999

2152	PRAKTIKUM IZ FIZIKE 1 (prof. fiz. i mat., prof. fizike)	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici. Tablično i grafičko prikazivanje podataka mjerenja. Primjena linearne i nelinearne metode najmanjih kvadrata. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike I), a uključuju sljedeće vježbe: 1. Mjerenje dimenzija i mase predmeta. 2. Mjerenje koeficijenta viskoznosti tekućine. 3. Mjerenje gustoće tekućine. 4. Mjerenje napetosti površine tekućine. 5. Proučavanje: slobodnih, prigušenih i prisilnih oscilacija. 6. Proučavanje zakona očuvanja mehaničke energije. 7. Proučavanje

matematičkog njihala. 8. Mjerenje modula elastičnosti šipke. 9. Proučavanje torzionih oscilacija šipke.

- M. Požek i A. Dulčić: Fizički raktikum I i II (Sunnypress, Zagreb, 1999)
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed. (Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995)

2161	UVOD U OPĆU FIZIKU 1 (za profile matematičkog odsjeka)	2+2	0+0
------	--	-----	-----

Matematički uvod: elementi infinitezimanog računa. Newtonova mehanika: statika, dinamika materijalne točke i sustava točaka, dinamika krutog tijela, Keplerovi zakoni, jednadžbe gibanja planeta. Harmonički oscilator. Osnove fizike valnog gibanja. Statika i dinamika fluida. Termodinamički zakoni. Termalna svojstva tvari. Kružni procesi. Kinetička teorija plinova.

Na vježbama se izrađuju numerički i teorijski primjeri usko povezani s gradivom.

- C. Kittel, W.D. Knight, M. A. Ruderman: Udžbenik fizike Sveučilišta u Berkleyu, Svezak 1 (Mehanika) Tehnička knjiga, Zagreb, 1992
- M. Paić: Gibanja, site, valovi. Školska knjiga, Zagreb, 1997

2162	UVOD U OPĆU FIZIKU 2 (za profile matematičkog odsjeka)	0+0	2+2
------	--	-----	-----

Osnovni zakoni elektrostatike i elektrodinamike. Elementi strujnih krugova. Elektromagnetski efekti. Maxwelllove jednadžbe. Valna jednadžba svjetlosti. Elementi teorije relativnosti. Izmjenične struje. Titrajni krugovi. Osnovni zakoni optike. Geometrijska optika. Fizička optika. Osnovni kvantni fenomeni: zakoni zračenja, Planckov zakon, spektri, Bohrov model atoma. Schroedingerova jednadžba i vodikov atom. Na vježbama se izrađuju numerički i teorijski zadatci usko povezani s gradivom.

- E.M. Purcell: Udžbenik fizike Sveuč. u Berkleyu, Sv.II (Elektricitet i Magnetizam) Teh. knjiga, Zg, 1988
- M. Paić: Osnove fizike III dio, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1989
- M. Paić: Osnove fizike IV dio, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1989

2164	FIZIKA 1 (prof. i ing. kem)	4+2	0+0
2165	FIZIKA 2 (prof. i ing. kem)	0+0	4+2

Osnovni zakoni klasične fizike: Osnovni pojmovi iz kinematike, dinamike te zakoni sačuvanja (energija, količina gibanja, kutna količina gibanja) ilustrirani su najvažnijim primjerima (jednoliko ubrzano gibanje, složeno gibanje, gibanje po kružnici, harmonijsko titranje, gibanje krutog tijela) kao i mnogim pokusima. Toplinska svojstva tvari, dijagrami stanja, toplina i kao energija u prijelazu. I, II i III zakon termodinamike. Osnovni zakoni geometrijske optike i primjena na optičke instrumente. Električne i magnetske pojave, osnovni zakoni, međusobna veza (strujni krugovi, mjerenje, primjene). Titranje (mehaničko i elektromagnetsko) i valovi. Granice klasične fizike i prijelaz na kvantnu. Na vježbama se izrađuju zadatci vezani uz gradivo.

- H.D. Young, R.A.Freedman, Sears and Zemansky's University Physics, 10. izd., Addison-Wesley, 2000
- J. Herak, FIZIKA, Osnove za kemijski i biokemijski studij, Školska knjiga, Zagreb, 1990

2166	FIZIKA (prof. biologije)	2+0	0+0
------	--------------------------	-----	-----

U kolegiju se predaju elementarni zakoni fizike: 1. sila, gibanje i energija; 2. titranja i valovi; 3. mehanička svojstva čvrstih tijela i tekućina; 4. toplinska i površinska tvari; 5. atomska i molekulska struktura; 6. osnovni pojmovi iz elektriciteta i magnetizma; 7. spektroskopija; 8. svjetlost, leće, mikroskop; 9. radioaktivnost i detekcija zračenja.

- N.C. Hilyard, H.C. Biggin, Fizika za biologe, Školska knjiga, Zagreb, 1984

2167	FIZIKA (prof. biologije i kemije)	2+2	2+2
------	-----------------------------------	-----	-----

Mehanika. Toplina. Elektricitet i magnetizam. Optika. U kolegiju se predaju elementarni zakoni fizike i izvide jednostavnih pokusi usmjereni na razumijevanje rada osnovne biološke instrumentacije. Na vježbama se izrađuju numerički primjeri strogo vezani uz gradivo.

- N.C. Hilyard, H.C. Biggin, Fizika za biologe, prijevod, Školska knjiga, Zagreb 1984
- P. Kulišić, Fizika, ETF, Zagreb, 1997

2168	FIZIKA (ing. molekularne biologije)	2+0	2+0
------	-------------------------------------	-----	-----

Odnos fizike i biologije. Mjerne jedinice. Vektori. Zakoni gibanja. Sila, rad, snaga, energija. Titranje, valovi. Elektromagnetski valovi. Geometrijska optika. Interferencija, ogib, polarizacija svjetlosti. Optički i elektronski

mikroskop. Električna struja. Električno i magnetsko polje. Elektromagnetska indukcija. Toplinska svojstva tvari. Kvantna fizika. Struktura atoma. Radioaktivnost. Detekcija ionizirajućeg zračenja.

- N.C. Hilyard, H.C. Biggin, Fizika za biologe, Školska knjiga, Zagreb 1984
- J. Herak, Osnove kemijske fizike, Sveučilište u Zagrebu, 2001

2169	FIZIKA (ing. biologije - ekologija)	2+2	0+0
------	-------------------------------------	-----	-----

U kolegiju se predaju elementarni zakoni fizike: 1. sila, gibanje i energija; 2. titranja i valovi; 3. mehanička svojstva čvrstih tijela i tekućina; 4. toplinska i površinska tvari; 5. atomska i molekulska struktura; 6. osnovni pojmovi iz elektriciteta i magnetizma; 7. spektroskopija; 8. svjetlost, leće, mikroskop; 9. radioaktivnost i detekcija zračenja.

- N.C. Hilyard, H.C. Biggin, Fizika za biologe, Školska knjiga, Zagreb, 1984

2170	FIZIKA (ing. geologije, prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

U okviru predmeta razmatraju se osnovni zakoni potrebni za geološku praksu. Predavanja su popraćena mnoštvom pokaznih eksperimenata za objašnjenje osnovnih fizičkih zakona. Uključene su i osnove geofizičkih metoda. Na vježbama se rješavaju zadaci vezani uz gradivo. Mehanika; kinematika, statika i dinamika materijalne točke i krutog tijela. Newtonovi zakoni, rad, energija, količina gibanja, trenje. Newtonov zakon gravitacije. Akcelerirani sustavi. Harmoničko, prigušeno i prisilni titranje. Valovi: progresivni, stajni, transverzalni, longitudinalni. Osnove hidrostatičke i hidrodinamičke. Toplina; definicija temperature, kinetička teorija plinova. Toplinska svojstva stijena: specifični toplinski kapacitet, termička ekspanzija, fazni prijelazi. Osnovni zakoni termodinamike, izoterme i adijabatske promjene, Carnotov proces, entropija. Geotermičke metode, geotermički gradijenti, poroznost stijena i temperatura. Zakoni zračenja crnog tijela. Elektricitet i magnetizam; Coulombov zakon. Električno polje i potencijal. Struja. Otpor, rad i snaga. Električna vodljivost. Magnetska svojstva materijala. Izmjenične struje, elektromagnetski valovi. Osnovi geoelektričnih i geomagnetskih metoda. Optika; osnovni zakoni optike. Ravna i sferna zrcala. Leće. Mikroskop. Interferencija i ogib svjetlosti. Optička rešetka. Spektrometri. Polarizacija svjetlosti. Atomska i nuklearna fizika; Bohrov model vodikovog atoma. Spektri. Planckov zakon zračenja. Fotoelektrični učinak. Elektronski mikroskop. Laseri. Prirodna i umjetna radioaktivnost.

- P. Kulišić; Mehanika i toplina, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- P. Kulišić, V. Henč – Bartolić; Valovi i optika, Školska knjiga, Zagreb, 1989
- N. Cindro, Fizika 2: Elektricitet i magnetizam, Školska knjiga, Zagreb 1988

2181	PRAKTIKUM IZ FIZIKE (prof. i ing. kemije)	0+4	0+0
------	---	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici, analiza mjerenja i račun pogrešaka. Odabrani eksperimenti iz klasične fizike: mehanike, kalorike, optike i elektriciteta. Analiza i generaliziranje rezultata eksperimenata.

- M. Paić, Fizička mjerenja I, Liber, Zagreb 1985
- M. Paić, Fizička mjerenja II, Liber, Zagreb 1985
- B. Marković, D. Miler, A. Rubčić, Račun pogrešaka i statistika, Liber, Zagreb 1987

2201	RAČUNALNI PRAKTIKUM 1	0+0	0+4
------	-----------------------	-----	-----

Praktično upoznavanje s raznim aspektima suvremene software-ske i hardware-ske tehnologije. Praktikum I razvija vještinu programiranja u klasičnim imperativnim programskim jezicima, i to u tipičnoj višekorisničkoj UNIX okolini. Sadržaj Praktikumuma I će se vremenom mijenjati, s obzirom na to kako se mijenja programerska praksa. Za sada se predviđaju sljedeće teme: uvod u operativni sustav UNIX, programiranje u jeziku C, programiranje u jeziku FORTRAN

- Originalni priručnici za korištene prevodioce odnosno operativni sustav.

2202	STATISTIČKA ANALIZA I MULTIMEDIJSKE PREZENTACIJE	0+0	1+2
------	--	-----	-----

To je jednosemestralni kolegij sa satnicom 1+2 (2 sata vježbi u računalnoj učionici). U prvom dijelu predmeta studenti će se upoznati s računalnim programom (Origin ili Sigma plot) koji omogućuje kvalitetnu analizu numeričkih podataka. Kroz manje zadatke postupno će se naučiti koristiti osnovnim statističkim metodama. Upoznat će se s metodama prikupljanja podataka, te kao primjer naučiti kako se računalno izvodi mjerenje u jednom fizikalnom laboratoriju. U drugom dijelu će se učiti kako se podatci prikazuju grafički, te kako se takve rezultate može prikazati multimedijски na WWW stranicama. Dakle, studenti će naučiti kako napraviti WWW stranice, te kako na njima prezentirati svoje rezultate. Svaki student će tijekom semestra napraviti dva seminara koje će prezentirati na WWW stranicama. Konačna ocjena sastoji se od dva dijela: ocjene s vježbi (60%) i ocjene

s završnog ispita (40%). Tijekom cijelog semestra izrađuju se manji projekti koji ulaze u ocjenu praktikumima. Za svaku temu po jedan projekt što ukupno iznosi oko pet manjih projekata. Da bi pristupio završnom ispitu student je dužan samostalno izraditi program kojeg će odrediti predmetni nastavnik. Kolegij se sastoji od dvije cjeline. Tijekom obrade cjeline studenti rješavaju manje zadatke na računalu, vezane uz pojedine teme. Na kraju svake cjeline izrađuju seminar u kome primjenjuju sve što su naučili. Kao glavna literatura koristit će se skripta koju će urediti predavač. Skripta će studentima biti dostupna i preko WWW stranica.

- Skripta za predavanja, predavač predmeta
- D. Petrić, Naučite HTML i oblikujte sami efektne WWW stranice, Znak, Zagreb, 1997

2205/12659	OSNOVE FIZIKE 3	4+2	0+0
-------------------	------------------------	------------	------------

Valne pojave. Transverzalni i longitudinalni val u elastičnom sredstvu. Progressivni val u beskonačnom sredstvu. Stacionarni val (modovi) u konačnom sredstvu. Diferencijalna jednadžba valnog gibanja. Impedancija sredstva i refleksija vala. Fazna i grupna brzina. Dopplerova pojava. Ultrazvuk. Elektromagnetski valovi. Poyntingov vektor. Fotometrijske veličine. Geometrijska optika. Disperzija svjetlosti. Optički instrumenti. Valna narav svjetlosti. Interferencija, ogib, polarizacija svjetlosti. Interferencijski filtri. Optička rešetka. Polaroidi. Dvolom svjetlosti u kristalu. Ogib roentgenskih zraka u kristalnoj tvari.

- M. Paić, Gibanja, sile, valovi, Školska knjiga, Zagreb, 1997
- M. Paić, Osnove fizike I dio, 4. dio, Svjetlost, holografija, laseri, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1991
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walher, Fundamentals of Physics, John Wiley, New York, 1997

2209/12660	OSNOVE FIZIKE 4	0+0	4+2
-------------------	------------------------	------------	------------

Temperatura. Toplina kao energija u prijelazu. Kalorimetrija. Toplinski kapacitet. Pretvorbe agregatnih stanja. Fazni dijagram. Trojna točka tvari, kritična temperatura. Jednadžba stanja idealnog i realnog plina. Izotermička, adijabatska, izobarna, izovolumna promjena stanja sustava. Kinetička teorija topline. Unutarnja energija sustava. Prijenos topline. Planckov zakon zračenja crnog tijela. Reverzibilni procesi. Nulti i prvi zakon termodinamike. Entalpija. Drugi zakon termodinamike. Ditermički kružni proces. Promjena entropije sustava i prirode u ireverzibilnom procesu. Statistička termodinamika. Entropija i nedostupna energija. Helmholtzova i Gibbsova energija. Promjena termodinamičkih energija pri faznoj pretvorbi. Treći zakon termodinamike. Toplinski strojevi.

- M. Paić, Toplina, termodinamika, energija, Školska knjiga, Liber, Zagreb 1994
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walher, Fundamentals of Physics, John Wiley, New York, 1997
- M. Zemansky, Heat and Thermodynamics, McGraw-Hill, New York, 1997

2225	PRAKTIKUM IZ OSNOVA FIZIKE1 (prof. fizike i kemije)	0+ 4	0+0
-------------	--	-------------	------------

Osnove teorije mjerenja u fizici. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike I).

- M. Požek i A. Dulčić: Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed., Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995
- B. Marković, D. Miler, A. Rubčić: Račun pogrešaka i statistika, Liber, Zagreb, 1987
- D.C. Baird: Experimentation - An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice-Hall, New Jersey, 1979

2226	PRAKTIKUM IZ OSNOVA FIZIKE 2 (prof. fizike i kemije)	0+0	0+4
-------------	---	------------	------------

Osnove teorije mjerenja u fizici. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike II).

- A. Dulčić i M. Požek, Fizički praktikum I i II (Sunnypress, Zagreb, 1999)
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed, Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995

2227	RAČUNALNI PRAKTIKUM	1+2	0+2
-------------	----------------------------	------------	------------

Rad s najraširenijim operativnim sustavima: Windows NT, Linux, Unix. Uporaba programa pisanih u višim programskim jezicima. Uporaba korisničkih paketa za: obradu teksta, grafiku, rješavanje matematičkih i fizikalnih problema, uporaba korisničkih biblioteka. Rad na mreži. Računala u nastavi fizike: simulacije fizikalnih procesa uporabom računala.

2232	PRAKTIKUM IZ OSNOVA FIZIKE A (prof. fiz. i tehn. s inf.)	1+4	0+0
------	--	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike I).

- M. Požek i A. Dulčić: Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed., Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995

2233	PRAKTIKUM IZ OSNOVA FIZIKE B (prof. fiz. i tehn. s inf.)	0+0	1+4
------	--	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike II).

- M. Požek, A. Dulčić: Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed., Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995

2234	PRAKTIKUM IZ OSNOVA FIZIKE 1 (prof. fizike i informatike)	0+4	0+0
------	---	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike I).

- M. Požek i A. Dulčić: Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed., Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995

2235	PRAKTIKUM IZ OSNOVA FIZIKE 2 (prof. fizike i informatike)	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike II).

- M. Požek i A. Dulčić: Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3. izd., Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995

2241	OPĆA FIZIKA 3	4+2	0+0
2242	SEMINAR IZ OPĆE FIZIKE 3	1+0	0+0

Mehanički i električni titraji. Sustavi s više stupnjeva slobode. Titranje žice. Fourierovi redovi. Gušeni titraji. Tjeran harmonički oscilator. Završavanje valnog sustava. Refleksije na završetku i na spoju dvaju valnih sustava. Impedancija valnog sustava. Elektromagnetski valovodi. Indeks loma. Snellov zakon. Putujući valovi. Disperzijske relacije. Valovi u prostoru. Valni vektor. Polarizacija. Dvolom i optička aktivnost. Polarizatori i analizatori svjetlosti Interferencija i difrakcija valova. Geometrijska optika.

- F.C. Crawford, Berkeley Physics Course, Vol.3 (Waves), McGraw- Hill, New York 1965
- M. Paić, Osnove fizike, I dio, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1986
- M. Paić, Osnove fizike, IV dio, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1983

2243	OPĆA FIZIKA 4	0+0	4+2
2244	SEMINAR IZ OPĆE FIZIKE 4	0+0	1+0

Otkriće kvantnih pojava. Zračenje crnog tijela. Planckova konstanta. Fotoni. Stabilnost atoma. Bohrovi postulati. Fundamentalne sile prirode. Građa atoma, molekula i atomskih jezgri. Dualna priroda svjetlosti. DeBroglieva hipoteza. Valna svojstva elektrona, protona i drugih čestica. Schroedingerova jednadžba. Hadroni, kvarkovi, leptoni. Svemir, njegovo porijeklo i razvoj. Temperatura. Termometrija. Izmjene energije. Prvi zakon termodinamike. Reverzibilni procesi. Integracijski faktor za izmjenu topline. Entropija. Nereverzibilni procesi. Termodinamičke funkcije. Toplinska i mehanička stabilnost. Fizikalni zakoni i njihova primjena u znanosti i tehnologiji.

- E.H. Wichmann, Berkeleyjski tečaj fizike, Vol.4 (Kvantna fizika), prijevod Tehnička knjiga, Zagreb 1988
- F. Reif, Berkeley Physics Course V (Statistical Physics), McGraw- Hill, New York 1967
- H.D. Young & R.A. Freedman: University Physics, Pearson-Addison Wesley, San Francisco, 2004

2245	UVOD U STRUKTURU MATERIJE	2+0	2+0
2246	SEMINAR IZ UVODA U STRUKTURU MATERIJE	1+0	1+0

Eksperimentalna osnova za kvantnu hipotezu (zračenje crnog tijela, fotoelektrični efekt, Comptonov efekt). Osnovni pojmovi kvantne fizike. Rješavanje Schroedingerove jednadžbe za jednostavne potencijale (stepeničasti potencijal, barijera, jama, harmonijski oscilator, vodikov atom). Informativni pregled interesantnih fenomena u modernoj kvantnoj fizici.

- R. Eisberg, R. Resnick, Quantum Physics, Wiley, New York 1974

2247	KLASIČNA MEHANIKA1	3+0	0+0
2248	SEMINAR IZ KLASIČNE MEHANIKE 1	2+0	0+0
2249	KLASIČNA MEHANIKA2	0+0	3+0
2250	SEMINAR IZ KLASIČNE MEHANIKE 2	0+0	2+0

Gallejeve transformacije. Newtonova formulacija klasične mehanike. Dinamika točkaste čestice. Keplerov problem. Raspršenje. Euler-Lagrangeove jednadžbe. Hamiltonian. Fazni prostor. Mehanika krutog tijela. Linearni sustav i stabilnost. Normalne koordinate. Rezonancija. Parametarska rezonancija. Kanonske transformacije. Hamilton-Jacobieva formulacija klasične mehanike. Varijable kuta i djelovanja. Poissonove zagrade. Adijabatska invarijanta.

- H. Goldstein, Classical Mechanics,
- L.D. Landau, E.M. Lifshitz, Course of Theoretical Physics (Mechanics, Fluid Mechanics, Theory of Elasticity)
- Z. Janković, Teorijska mehanika
- V. Arnold, Methodes Mathematiques de la Mécanique Classique
- I. Percival, D.Richards, Introduction to Dynamics
- D.ter Haar, Elements of Hamilton Mechanics

2251	MATEMATIČKE METODE FIZIKE	3+2	3+2
------	---------------------------	-----	-----

Teorija analitičkih funkcija. Kompleksni brojevi i funkcije. Analitičke funkcije. Cauchyev teorem sa Goursatovim dokazom. Cauchyeva integralna formula. Kompleksni nizovi i redovi. Konvergencija. Taylorov i Laurentov razvoj. Teorem o reziduuumima. Integralne reprezentacije. Linearne diferencijalne jednadžbe. Determinanta Wronskoga. Homogena i nehomogena jednaždba. Metoda neodređenih koeficijenata. Varijacija konstanti. Rješavanje razvojem u red. Fourierovi redovi i transformati. Fourierov red. Konvergencija po točkama i u srednjem. Fourierov transformat. Primjene. Princip kauzalnosti. Osnovni pojmovi teorije distribucija. Parcijalne diferencijalne jednadžbe. Valna jednadžba. Separacija varijabli. Laplaceova jednadžba. Poissonova jednadžba. Jednadžba difuzije. Rješavanje metodom transformata. Rješavanje razvojem u svojstvene funkcije. Kontinuirani spektar. Vibracije membrane. Širenje zvuka i Helmholtzova jednadžba. Specijalne funkcije. Trodimenzionalna valna jednadžba. Sturm - Liouvilleov problem. Legendreovi polinomi. Besselove funkcije. Pridružene Legendreove funkcije i kugline funkcije. Stepe Besselove funkcije. Gama funkcija. Metoda sedlene točke i Stirlingova formula.

- Eugene Butkov, Mathematical Physics, Addison-Wesley Publishing Company, 1968.

2252/12657	KLASIČNA MEHANIKA U NASTAVI 1	2+1	0+0
2253/12658	KLASIČNA MEHANIKA U NASTAVI 2	0+0	2+1

Newtonova formulacija klasične mehanike. Dinamika točkaste čestice. Lagrangeova formulacija klasične mehanike. Lagranžijan. Hamiltonian. Fazni prostor. Linearni sustav i stabilnost. Kanonske transformacije. Hamilton-Jacobieva formulacija klasične mehanike. Poissonove zagrade. Veza klasične i kvantne mehanike. Osnovni pojmovi determinističkog kaosa. Eulerova metoda rješavanja Newtonove jednadžbe. Komputorske simulacije mehaničkih gibanja u školskoj nastavi. Pregled osnovnih pojmova klasične mehanike, i njihove primjene i izlaganja u školskoj nastavi fizike. Interdisciplinarne veze klasične mehanike u školskoj nastavi.

- H.Goldstein, Classical Mechanics, Addison - Wesley,
- I. Percival, D.Richards, Introduction to Dynamics, 1992
- R. Feynman, Lectures in Physics I, Mc Graw-Hill, New York, 1964

2261	FIZIČKI PRAKTIKUM 2 (ing. fizike)	0+4	0+0
------	-----------------------------------	-----	-----

Osnove teorije mjerenja u fizici, analiza mjerenja i račun pogrešaka. Upoznavanje s osnovnim električnim mjernim uređajima. Odabrani eksperimenti iz elektriciteta i magnetizma. Analiza i poopćavanje rezultata eksperimenta.

- M. Požek, A. Dulčić; Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999

2262	PRAKTIKUM IZ FIZIKE 2 (prof. fiz. i mat. i prof. fizike)	0+4	0+0
-------------	---	------------	------------

Osnove teorije mjerenja u fizici. Tablično i grafičko prikazivanje podataka mjerenja. Linearna i nelinearna metoda najmanjih kvadrata. Statistička obrada podataka mjerenja i evaluacija rezultata. Pisanje zaključnog izvješća o rezultatima mjerenja. Eksperimenti su odabrani iz klasične fizike (Osnove fizike II), a uključuju sljedeće vježbe: 1. Upoznavanje rada i rukovanje s osciloskopom, te proučavanje RC kruga. 2. Proučavanje RCL kruga. 3. Upoznavanje i rukovanje univerzalnim mjernim instrumentom (AVO-metrom), te proučavanje transformatora. 4. Mjerenje otpora istosmjernim (Wheatstoneovim) mostom, ommetrom i U-I metodom. 5. Mjerenje impedancije zavojnice i kapaciteta izmjeničnim mostom. 6. Proučavanje Faradayovog zakona magnetske indukcije. 7. Proučavanje ponašanja strujne petlje u magnetskom polju. 8. Mjerenje ekvipotencijalnih linija i silnica električnog polja.

- M. Požek i A. Dulčić; Fizički praktikum I i II, Sunnypress, Zagreb, 1999
- PHYWE: University Laboratory Experiments-Physics, 3rd ed., Phywe Systeme GMBH, Goettingen, 1995

2263/12641	FIZIČKI PRAKTIKUM 3 (ing. fizike)	0+0	0+4
2264/12642	PRAKTIKUM IZ FIZIKE 3 (prof. fiz. i mat. i prof. fizike)	0+4	0+0

Leće i optički instrumenti, interferencija svjetlosti, Newtonovi prsteni, ogib svjetlosti na pukotini i rubu plohe, polarizacija svjetlosti, optički mikroskop, prizma, rešetka, brzina svjetlosti.

- Upute za rad u praktikumu.

2301	RAČUNALNI PRAKTIKUM 2	0+2	0+0
2302	DIFERENCIJALNE JEDNADŽBE - DINAMIČKI SUSTAVI	0+0	1+2

Jednosedestralni kolegij s naglaskom na praktičnom radu sa satnicom 1+2: jedan sat teorije plus dva sata vježbi. U prvom se uči analitičko rješavanje diferencijalnih jednadžbi. Drugi dio predmeta je učenje numeričkih metoda te njihova primjena na sustave čija rješenja znamo. Završni dio predmeta je primjena numeričkih metoda na složene sustave plus učenje nekih naprednijih metoda.

- Shaum outline series: Differential Equations, Ayres
- Numerical Recipes, (Cambridge University Press, 1993)

2303/12873	ELEKTRODINAMIKA	2+1	2+1
-------------------	------------------------	------------	------------

Upoznavanje osnova elektrostatike i magnetostatike. Maxwellove jednadžbe. Električna i magnetska svojstva materije. Osnovni pojmovi specijalne teorije relativnosti. Na vježbama se razrađuju zadatci iz prijednog gradiva.

- J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley & Sons, New York 1999
- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije I, Školska knjiga, Zagreb 1988
- M.H. Nayfeh, M.K. Brussel, Electricity and Magnetism, John Wiley & Sons, New York 1985

2304	UPORABA NUMERIČKIH METODA I PRAKTIKUM - FORTRAN	0+0	1+3
-------------	--	------------	------------

Jednosedestralni kolegij s naglaskom na praktičnom u računalnoj učionici. Kolegij se sastoji od niza različitih numeričkih algoritama: nule polinoma, korjeni transcendentale jednadžbe, sumacija redova, numeričko deriviranje, interpolacija, prilagodba krivulja, statistička obrada podataka te generator slučajnih brojeva. U praktičnom radu u učionici studenti će biti u stanju pratiti što se događa prilikom startanja programa, kako prepoznati napravljene greške te provjeriti jesu li dobiveni rezultati točni. Isto tako je cilj da studenti u potpunosti ovladaju jednostavnim rutinama te da na taj način steknu sposobnost samostalnog rada.

- NAG Fortran Library, (Oxford, NAG Ltd, 1990)
- Numerical Recipes, (Cambridge University Press, 1993)

2305/12874	KVANTNA FIZIKA I STRUKTURA MATERIJE	2+1	3+2
-------------------	--	------------	------------

Povijesni prikaz razvoja kvantne fizike i uvod u kvantnu mehaniku. Uvod u matematički aparat kvantne fizike. Postulati kvantne mehanike i zakoni sačuvanja. Gibanje u 1-dimenzionalnom i 3- dimenzionalnom prostoru. Impuls vrtnje i spin. Vodikov atom. Paulijev princip. Sustavi identičnih čestica. Periodni sustav elemenata. Račun smetnje. Na vježbama se obrađuju primjene metoda kvantne mehanike u nekim pedagoški ilustrativnim

i nekim realističnim problemima. Jednostavni primjeri iz čvrstog stanja, atomske i nuklearne fizike.

- R. Liboff, Introductory quantum mechanics, Addison Wesley, 1998
- F. S. Levin, An introduction to Quantum Theory, Cambridge University Press, 2002
- N. Zettili, Quantum Mechanics: Concepts and Applications, John Wiley and Sons, 2001
- R. Eisberg, R. Resnick, Quantum Physics of Atoms, Molecules Solids, Nuclei and Particles, John Wiley and Sons, 1985

2306	UPORABA RAČUNALA U NASTAVI	0+0	0+2
------	----------------------------	-----	-----

2307/12665	OSNOVE ELEKTRONIKE	0+0	2+2
------------	--------------------	-----	-----

Gibanje nabijenih čestica u električnim i magnetskim poljima. Katodna cijev s elektrostatskim i magnetskim otklanjanjem snopa. Uvod u fiziku čvrstog stanja: elektroni u metalu, elektronske emisije, vođenje struje u poluvodičima. Tehnološka izvedba poluvodičkih elemenata. Fizikalna analiza pn-spoja. Strujno-naponske karakteristike dioda, bipolarnih (BJT) i unipolarnih (JFET i MOSFET) tranzistora. Usporedba svojstava ovih elemenata u smislu njihove primjene u analognoj i digitalnoj mikroelektronici. Vježbe: nadopuna predavanja s odabranim dodatnim primjerima; detaljnija razrada gradiva kroz numeričke zadatke.

- J. Millman, A. Grabel, Microelectronics, McGraw-Hill, New York 1988.

2308	SIMBOLIČKI JEZICI (MATHEMATICA)	1+2	0+0
------	---------------------------------	-----	-----

Kolegij se sastoji od predavanja i vježbi tijekom čega bi trebalo savladati teorijsko znanje i praktične vještine dovoljne da polaznik može samostalno nastaviti produbljivanje znanja o Mathematica simboličkom jeziku. Konačna ocjena sastojala bi se od dva dijela: 60 % ocjena praktičnog dijela i 40 % ocjena završnog ispita. Kolegij je jednostemestralan i namjenjen četvrtoj godini studija, pa se podrazumjevaju znanja osnova programiranja stečena iz drugih predmeta, što omogućava izradu složenih seminara koje će student biti dužan napraviti u okviru praktičnog dijela predmeta. Tijekom prve godine, predavač će napisati skripta i prilagoditi je prikazu na WWW-u.

- Skripta za predavanja, predavač predmeta
- Stephen Wolfram, Mathematica, Cambridge University press, 1997

2309	UVOD U STATISTIČKU FIZIKU (prof. fizike i tehnike s infor., prof. fiz.-kem.)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Osvrt na termodinamiku i kinetičku teoriju plinova. Maxwell- Boltzmannova raspodjela. Planckov zakon zračenja. Bose - Einsteinova raspodjela. Fermi - Diracova raspodjela.

- V. Šips, Osnove statističke fizike, Liber, Zagreb 1983
- Z. Lenac i V. Šips, Zadatci iz statističke fizike I, Liber, Zagreb 1986
- Z. Lenac i V. Šips, Zadatci iz statističke fizike II, Liber, Zagreb 1983

2310	UPORABA RAČUNALA U LINGVISTICI	2+1	0+0
------	--------------------------------	-----	-----

Uloga predmeta je uvod u osnovne principe uporabe računala u lingvistici. Proširenje znanja o jezicima općenito, analogija s govornim jezicima. Tekst u elektroničkom obliku i jednostavna obrada. Obrada "prirodnih" jezika. Strojno prevodenje. Pretraživanje.

- Skripta predavača
- A.K. Farmer, R.A. Demers, A Linguistics Workbook - 3. izd., MIT Press

2311	PROGRAMIRANJE SLUČAJNIH BROJEVA	0+0	1+2
------	---------------------------------	-----	-----

U praktičnom dijelu će se koristiti programski jezici C i PASCAL te je za uspješno savladavanje potrebno njihovo poznavanje. U program predmeta su uključena praktična pitanja i primjene vezane uz generiranje pseudoslučajnih brojeva pomoću računala, a to su: uvod, pojam slučajnih brojeva, pitanje pseudoslučajnosti; jednoliko odstupanje, sistemski generatori slučajnih brojeva, prenosivi generator slučajnih brojeva, pitanje brzine; metode transformacije, raspodjele, metode odbacivanja; generiranje slučajnih vrijednosti bitova; slučajni nizovi bazirani na kriptiranju podataka; jednostavna Monte Carlo integracija; kvazi-slučajni nizovi brojeva

- Numerical Recipes in C (fortran), The Art of Scientific Computing, Press, Teukolsky, Vetterling and Flannery, (Cambridge University Press, 1993)

2312	OBJEKTNO ORIJENTIRANO PROGRAMIRANJE	0+0	1+2
------	-------------------------------------	-----	-----

Kolegij polazi od nadgradnje ANSI C-a pomoću primjera jednostavna stoga. Detaljan prolazak kroz sve elemente ovog problema i osvještavanje nedostataka standardnih C struktura. Tri problema se posebno naglašavaju: problem općenitosti, przenosivosti i sigurnosti. Nakon uočavanja ovih problema koji nisu vezani uz loš program već uz neprikladnost proceduralnog jezika uvode se OOP elementi koji rješavaju probleme kao što su pakiranje C struktura i pripadnih funkcija (metoda) u cjelinu (*klase*); zaštita internih struktura podataka od neželjenog pristupa iz vanjskih dijelova programa (*private* ključna riječ); mehanizam automatskog postavljanja i uklanjanja korisnički definiranih podataka (*constructors/descriptors*); mehanizam za generaliziranje argumenata (*type*) u funkcijama i strukturama podataka (*templates*); alati za rad s pogreškama i anomalijama ugrađeni u jezik; nasljeđivanje. Nakon što se prođe kroz cijeli niz problema i rješenja koja nudi C++ radi se rezme i kreće se izradi složenijeg projekta koji prikazuje na koji način se razvija, održava i upotrebljava kod razvijen u C++.

- C++ Primer, 2. izd., Addison-Wesley, Stanley B. Lippman, 1991.
- Programming Language (2nd Edition), Bjarne Stroustrup, The C++ Addison-Wesley, 1992.
- Thinking in C++, Prentice Hall, Bruce Eckel, 1995.
- C u primjeni, Lee Atkinson and Mark Atkinson, ZNAK
- C++ Annotations, Frank B. Brokken and Karel Kubat, State Univ. of Groningen Press, 1994,1995,
- Introduction to Object-Oriented Programming Using C++, Peter Müller, GNA

2313/12687	ASTRONOMIJA I ASTROFIZIKA	0+0	2+1
------------	---------------------------	-----	-----

Razvoj astronomije i astrofizike. Temeljni koordinatni sustavi u astronomiji. Zvijezdano vrijeme. Ekliptičke i galaktičke koordinate. Precesija, aberacija i nutacija. Refrakcija. Vrijeme. Gibanje planeta. Keplerovi zakoni i elementi staza. Newtonov zakon gravitacije. Temeljne astrofizičke veličine zvijezda; sjaj, pokazatelj boje, luminozitet, efektivna temperatura, masa, polumjer, rotacija i magnetska polja. Dvojne zvijezde. Promjenjive zvijezde. Cefeide i mjerenje udaljenosti u svemiru. Struktura zvijezda. Termonuklearni procesi i sinteza elemenata. Prijenos zračenja u zvijezdi. Konvekcija. Nastanak i razvoj zvijezda. Sunce i problem neutrina. Konačne faze razvoja: bijeli patuljci, neutronske zvijezde i crne rupe. Struktura galaksije. Međuzvijezdani plin i prašina. Spiralna struktura. Kinematika zvijezda i tamna tvar. Otvoreni skupovi i starost zvijezda. Kuglasti skupovi i starost Galaksije. Zvijezdane populacije. Klasifikacija galaksija. Svojstva spiralnih i eliptičnih galaksija. Jata galaksija i velika struktura Svemira. Nastanak galaksija. Kozmologija. Širenje Svemira. Pozadinsko zračenje. Primordijalna nukleosinteza. Model velikog praska. Modeli svemira.

- V. Vujnović, Astronomija I i II, Školska knjiga, Zagreb 1990
- M. Zeilik, Astronomy - The Evolving Universe, Wiley, New York, 1997

2315	TEORIJSKA FIZIKA 1	2+0	2+0
2316	SEMINAR IZ TEORIJSKE FIZIKE 1	1+0	1+0

Osnovni principi klasične mehanike. Newtonov drugi zakon i Lagrangeova formulacija klasične mehanike. Integriranje jednadžbi gibanja. Upoznavanje osnova elektrostatičke i magnetostatike. Maxwellove jednadžbe. Osnove specijalne teorije relativnosti. Na seminaru se obrađuje prijedeno gradivo.

- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije I, Školska knjiga, Zagreb 1988
- J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, Wiley, New York 1999
- M.H. Nayfeh, M.K. Brussel, Electricity and Magnetism, Wiley, New York 1985

2317/12646	UVOD U STATISTIČKU FIZIKU (prof.fiz., prof.fiz. i infor., prof. fiz. i mat.)	2+0	0+0
2318/12718	SEMINAR IZ UVODA U STATISTIČKU FIZIKU	1+0	0+0

Najvažnije pojave klasične i kvantne fizike u kojima sudjeluje mnoštvo čestica. Međumolekularni sudari. Jednadžba stanja. Termodinamički zakoni. Termodinamički potencijal. Sistemi promjenjivog broja čestica. Maxwell-Boltzmannova raspodjela. Fazni prostor. Objašnjenje drugog zakona termodinamike. Zakon jednake raspodjele. Barometarska formula. Termička svojstva idealnog plina. Objašnjenje trećeg zakona termodinamike. Negativne temperature. Zračenje crnog tijela. Titranje atoma u kristalima. Bose - Einsteinova, Fermi - Diracova raspodjela. Limes klasične statistike. Jako degenerirani fermionski sustavi.

- V. Šips, Uvod u statističku fiziku, Školska knjiga, Zagreb, 1990
- Z. Lenac i V Šips, Zadaci iz statističke fizike I, Liber, Zagreb, 1980
- Z. Lenac i V Šips, Zadaci iz statističke fizike II, Liber, Zagreb, 1981

- V. Šips, Osnove statističke fizike, Liber, Zagreb, 1983
- F. Mandl, Statistical Physics, Wiley, New York, 1988

2320	EKSPERIMENTALNE METODE MODERNE FIZIKE	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Transmisiona, rasterna i tunel elektronska mikroskopija. Roentgenska strukturna analiza. Metode dobivanja novih materijala i neka njihova svojstva. Roentgenska i nuklearna spektrometrija. V,UV,IR spektrometrija. Akceleratorске metode. Holografija. Supravodljivost.

- Electron Microscopy, Proc. 10th Int.Cong. on EM, Hamburg 1982
- W. Demtroeder, Laser Spectroscopy, Springer-Verlag, Berlin 1981
- M. Furić, Moderne eksperimentalne metode, tehnike i mjerenja u fizici, Školska knjiga, Zagreb, 1992

2322	SAM OSTALNI SEMINAR IZ STRUKTURE TVARI	1+0	2+0
------	---	-----	-----

Ovim seminarom se nadopunjuju i proširuju pojmovni temelji osobito kvantne fizike, kao i neke njene posebno ilustrativne primjene na objašnjenje strukture tvari. Općeniti pojmovi ključni za interpretaciju kvantne mehanike primjenit će se na primjere iz raznih područja fizike.

- R. Eisberg, R. Resnick, Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles, John Wiley and Sons, Second Edition, 1985.
- F. S. Levin, An introduction to Quantum Theory, Cambridge University Press, 2002.
- F. Mandl and G. Shaw, Quantum Field Theory, John Wiley and Sons, Revised edition, 1993.
- I. Supek, Teorijska fizika II, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- Scientific American, Physics Today, Nature, American Journal of Physics

2330	ODABRANA POGLAVLJA OPĆE FIZIKE	2+1	0+0
------	---------------------------------------	-----	-----

Kroz posebne primjere podrobnije se razmatraju važne teme iz opće fizike. Posebno se, zbog cjelovitijeg pregleda opće fizike, razmatraju fizikalne analogije (problemi iz različitih područja fizike koji se rješavaju istim postupkom). Također se razmatraju suvremeni problemi iz fizike koji bi se mogli uključiti u program fizike u srednjoj školi. Na vježbama se kvantitativno obrađuju primjeri vezani uz gradivo.

- R. A. Serway, Physics for Scientists and Engineers, Saunders Publ., London, 1996
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Fundamentals of Physics, John Wiley, New York, 1997

2334 /12895	PRAKTIKUM IZ EKSPERIMENTALNE NASTAVE FIZIKE (prof.mat. i fiz., prof. fiz. i tehn. s infor., prof. fiz. i kem.)	0+4	0+4
-------------	---	-----	-----

Studenti sami sastavljaju uređaje i izvode pokuse koje će izvoditi kao nastavnici u školi ili koje će izvoditi njihovi učenici u laboratorijskom radu.

- Kartoteka pokusa za Praktikum eksperimentalne nastave fizike
- E. Vernić-Mikulčić, Vježbe iz fizike, Školska knjiga, Zagreb 1987
- Udžbenici za osnovnu i srednju školu

2335	PRAKTIKUM IZ EKSPERIMENTALNE NASTAVE FIZIKE (prof. fizike)	0+4	0+8
------	---	-----	-----

Studenti sami sastavljaju uređaje i izvode pokuse koje će izvoditi kao nastavnici u školi ili koje će izvoditi njihovi učenici u laboratorijskom radu.

- Kartoteka pokusa za Praktikum eksperimentalne nastave fizike
- E. Vernić i B. Mikulčić, Vježbe iz fizike, Školska knjiga, Zagreb 1987
- Udžbenici za osnovnu i srednju školu

2341	KLASIČNA ELEKTRODINAMIKA	3+0	3+0
2342	SEMINAR IZ KLASIČNE ELEKTRODINAMIKE	2+0	2+0

Osnovne jednadžbe elektrostatičke. Elektrostatika u sredstvima. Magnetostatika. Magnetostatika u materijalima. Maxwellove jednadžbe. Rješavanje Maxwellovih jednadžbi. Retardirani potencijali i zračenje. Ogb. Energija elektromagnetskog polja. Specijalna teorija relativnosti, mehanika i elektrodinamika. Elementi opće teorije relativnosti.

- J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, Wiley, New York 1999

2343	KVANTNA FIZIKA	2+0	2+0
2344	SEMINAR IZ KVANTNE FIZIKE	1+0	1+0

Objašnjenje otkrića Schroedingerove jednadžbe. Njeno rješavanje uz numerički rad u Računalnoj učionici. Opći formalizam kvantne mehanike. Stacionarni račun smetnje i primjene na Zeemanov i Starkov učinak. Vežanje spinova i staza i Paulijev opis spina. Vremensko ovisni račun simetrije te izazvane emisije i apsorpcije svjetlosti. Spin i statistika. Teorija raspršenja. Periodni sustav elemenata. Jednostavne molekule. Varijaciono načelo i postupak. Hartree-Fockove jednadžbe. Klein Gordonova i Diracova jednadžba. Čestice i protuučestice.

- * I. Supek: Teorijska fizika i struktura materije, Školska knjiga, Zagreb, 1988
- * N. Zettili: Quantum Mechanics: Concepts and Applications, J. Wiley, 2001

2345	STATISTIČKA FIZIKA (ing. fizike)	2+0	2+0
2346	SEMINAR IZ STATISTIČKE FIZIKE (ing. fizike)	1+0	1+0

Termodinamika kao autonomna disciplina. Uvod. Osnovni pojmovi. Prvi zakon termodinamike. Strojevi. Drugi zakon termodinamike. Reverzibilnost i entropija. Termodinamički potencijali. Praktični računi. Uvod u statističku fiziku. Osnovna razmatranja. Ansambl: univerzalni nasumični model. Veza s termodinamikom. Kanonski i velekanonski ansambl. Sume po stanjima kao funkcije izvodnice. Klasični idealni plin. Maxwelllova raspodjela i ekvipartacija energije. Kvantna statistička fizika. Osnovna razmatranja. Idealni fermionski plin. Idealni bozonski plin. Praktični računi u konačnom sistemu. Primjeri i modeli. Barometrijska formula. Kemijske reakcije. Dvoatomne molekule. Magnetska polja. Paramagnetizam. Toplinski kapacitet kristala. Van der Waalsov model ukapljivanja plina. Makroskopska analiza stabilnosti. Feromagnetizam. Fluktuacije i neravnotežni procesi. Brownovo gibanje. Termodinamičke fluktuacije. Wiener-Khinchineov teorem. Nyquistov teorem.

- * <http://www.phy.hr/dodip/notes/statisticka.html>

2349	EKSPERIMENTALNE TEHNIKE U FIZICI	2+0	0+0
2350	SEMINAR IZ EKSPERIMENTALNIH TEHNIKA U FIZICI	1+0	0+0

Znanstvena literatura. Decimalna i Inspec klasifikacija. Važniji fizički časopisi. Planiranje i oblikovanje eksperimenta. Izbor instrumenata. Konstrukcija uređaja. Statičko i kinematičko oblikovanje. Statičko i dinamičko uravnoteženje. Električno mjerenje neelektričnih veličina. Senzori. Automatizacija mjerenja. Odziv. Šum i otklanjanje šuma. Seminari nadopunjuju predavanja izradom zadataka, opisom karakterističnih primjera i demonstracijama.

- * D.C. Baird, EXPERIMENTATION: An Introduction to measurement Theory and Experiment Design, Prentice – Hall, New Jersey, 1979
- * J. Fraden, Handbook of Modern Sensors, Springer-Verlag, New York, 1996

2351	UVOD U FIZIKU MATERIJALA	0+0	2+0
2352	SEMINAR IZ UVODA U FIZIKU MATERIJALA	0+0	1+0

Povjesne napomene. Korelacija strukture i svojstava materijala. Klasifikacije materijala. Kemijska veza i struktura. Metode određivanja strukture na različitim razinama. Mehanička, toplinska, električna, optička i magnetska svojstva materijala. Metode mjerenja. Izbor materijala. Seminar ima za cilj da se rješavanjem zadataka upotpuni gradivo i osvijetli uloga fizike čvrstog stanja u interdisciplinarnom području znanosti o materijalima.

- * W.F. Smith, Principles of Materials Science and Engineering, McGraw-Hill, New York 1986

2353	IREVERZIBILNI PROCESI	2+0	2+0
2354	SEMINAR IZ IREVERZIBILNIH PROCESA	1+0	1+0

Statističko značenje entropije. Fluktuacija termodinamičkih veličina. Statičke korelacijske funkcije. Dinamika fluktuacija i Onsagerove relacije. Sustav u vanjskom polju. Hidrodinamski zakoni sačuvanja. Difuzija. Nelinearni gravitacijski valovi. Viskozna tekućina. Turbulencija.

- * L.D. Landau, E.M. Lifšic, Statistička fizika, Moskva 1978
- * L.D. Landau, E.M. Lifšic, Hidrodinamika, Moskva 1986

2355	SIMETRIJE U FIZICI	2+0	2+0
2356	SEMINAR IZ SIMETRIJA U FIZICI	1+0	1+0

Grupe. Reprerentacije grupa. Svojstva ireducibilnih reprezentacija. Lieve grupe. Simetrije u klasičnoj i kvantnoj mehanici. Rotacije i moment impulsa u kvantnoj mehanici. SU(N) grupe i fizika elementarnih čestica. Lorentzova i Poincaréova simetrija. Diskretne simetrije u kvantnoj fizici.

- H. F. Jones, Groups, Representations and Physics, IOP Publishing, 1998
- W. Greiner, B. Müller, Quantum Mechanics - Symmetries, Springer Verlag, 1989
- J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison-Wesley, Reading, 1994
- M. Hamermesh, Group Theory and its Application to Physical Problems, Addison-Wesley, 1989
- J.F. Cornwell, Group Theory in Physics, An Introduction. Academic Press, 1997

2357	UVOD U ENERGETIKU	2+0	2+0
2358	SEMINAR IZ UVODA U ENERGETIKU	1+0	1+0

Pregled osnovnih energetskih izvora i fizikalne osnove njihova korištenja (fosilna goriva, solarna energija, nuklearna fisisjska energija, geotermalna energija itd.). Osnove energetskih strategija. Budući pravci razvoja novih izvora energije. Energetika u okviru III. znanstveno-tehnološke revolucije.

- W. Hafele, Program Leader: Energy in a finite world, Balinger, Cambridge 1981
- V. Knapp i P. Kulišić, Novi izvori energije, Školska knjiga, Zagreb 1985

2359	OSNOVE BIOFIZIKE	2+0	2+0
2360	SEMINAR IZ OSNOVA BIOFIZIKE	1+0	1+0

Biosinteza, struktura i funkcije DNK, RNK i proteina. Slaba kemijska međudjelovanja. Reguliranje sinteze i funkcija proteina. Fizičke metode za određivanje strukture i funkcija biomolekula. Membranski transportni mehanizmi. Difuzija u modelima homogene i porozne membrane. Mjerenja difuzije kroz staničnu membranu. Transport otapala - osmoza. Istovremeni transport otopljene tvari i otapala. Transport posredovan nosačima. Kinetika kemijskih reakcija. Ionski transport i potencijal mirovanja. Akcijski potencijal - Hodgkin-Huxley-ev model. Postsinaptički potencijali. Od staničnih izvora do vanjskih polja - uvod u elektromagnetske metode za funkcionalno oslikavanje. Seminarski pokrivaju teme iz istraživanja iz područja molekularne i celularne biofizike. Cilj je predavanja i seminara analizirati i eksperimentalne i teorijske aspekte bioproblema od interesa.

- T. F. Weiss, Cellular Biophysics, Vol. 1& 2, The MIT Press, Cambridge, MA 1996.
- W. Hope et al., (Eds.), Biophysics, 2nd Ed., Springer-Verlag, Berlin, 1983.

2361	ODABRANA POGLAVLJA OPTIKE	2+0	2+0
2362	SEMINAR IZ ODABRANIH POGLAVLJA OPTIKE	1+0	1+0

Matrična metoda u geometrijskoj optici i njena primjena. Interferencija svjetlosti. Interferometrijske metode. Koherentnost svjetlosnog izvora. Autokorelacijske funkcije i spektralna distribucija. Holografija. Princip kvantne optike. Linearna i nelinearna polarizacija. Dvofotonski i višefotonski procesi. Optički inducirana koherentnost u kvantnim sustavima. Seminarski: Obradivanje primjera iz geometrijske optike, interferencije, koherentnosti i kvantne optike.

- E. Hecht: Optics, Addison Wesley, Reading 1998

2363	MIKROELEKTRONIKA	3+0	0+0
2364	SEMINAR IZ MIKROELEKTRONIKE	2+0	0+0

Osnove fizike poluvodiča: energijske vrpce, vođenje struje, pokretljivost, difuzija, rekombinacijski procesi i nositelja naboja. Poluvodički elementi: p-n spoj, dioda, bipolarni tranzistor, unipolarni tranzistori s efektom polja spojnog i metal-oksid-poluvodiči tipa. Fizikalni principi rada, svojstva, strujno-naponske karakteristike tih elemenata. Principi izvedbe, rada, svojstva i namjene sustava analogne i digitalne mikroelektronike (pojačala, sljedila, diferencijalna pojačala, povratna veza, operacijsko pojačalo, logička vrata u raznim izvedbama, kombinatorni i sekvencijalni logički sklopovi).

- J. Millman, A. Grabel, Microelectronics, McGraw-Hill, New York 1988
- M.H. Jones, A Practical Introduction to Electronic Circuits, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1987

2367	UVOD U ASTRONOMIJU I ASTROFIZIKU	2+0	2+0
2368	SEMINAR IZ UVODA U ASTRONOMIJU I ASTROFIZIKU	1+0	1+0

Osnove astrofizičke veličine. Zračenje u astrofizici i detektori zračenja. Građa, postanak i razvoj zvijezda. Jednadžbe unutrašnje strukture zvijezda. Zvezdana nukleosinteza. Degenerirana tvar i teorija bijelih patuljaka. Nastanak i opažajući efekti neutronskih zvijezda i crnih rupa. Promjenjive zvijezde i teorija pulsacija. Dinamika dvojnih sustava i njihov razvoj. Međuzvjezdani plin i prašina. Zvjezdani sustavi i struktura Galaktike. Ustrojstvo svemira. Opažajka kozmologija.

Seminar: Numerički zadatci i odabrana poglavlja astronomije i astrofizike.

- * V. Vujnović, Astronomija 2, Školska knjiga, Zagreb 1990

2371	SAMOSTALNI SEMINAR IZ ISTRAŽIVANJA U KVANTNOJ FIZICI	4+0	4+0
------	--	-----	-----

Upotpunjuje se i proširuje znanje iz kvantne fizike. Studenti se kroz pripremu i držanje seminara uvode u začelke znanstvenog istraživanja. Zalazi se u dogovoru sa studentima, u sva područja u kojima se javljaju klasični kvantni učinci u fizici čvrstog stanja, fizici elementarnih čestica, nuklearnoj fizici, atomskoj fizici, astrofizici itd. Pozabavit će se i interpretacijom kvantne mehanike: Bohm - Aharonovim, te Kvantnim Zenovim učinkom, Einstein-Rosen-Podolski upitom, Bellovim radovima.

- * Scientific American, Physics Today, New Scientist, American Journal of Physics.

2380	FIZIČKI PRAKTIKUM 4 (ing. fizike)	0+4	0+0
2381/12719	PRAKTIKUM IZ FIZIKE 4 (prof. fiz. i mat. i prof. fizike)	0+4	0+0

Spregnuta njihala, jednadžba stanja idealnog plina, toplinski kapacitet metala, toplinski kapacitet plina, Planckova konstanta, vodljivost elektrolita, specifični naboj elektrona.

- * Upute za rad u praktikumu.

2382	FIZIČKI PRAKTIKUM 5	0+0	0+4
------	---------------------	-----	-----

Studenti samostalno sastavljaju i mjere u okviru sljedećih tema: Otporni termometar. Thompsonov most. Skin učinak (efekt). Radio, pojačalo. Karakteristike tranzistora i diode, tranzistora s učinkom polja (FET-a). Magnetska susceptibilnost tekućina. Stefan – Boltzmannov zakon. Prigušeno protjecanje – Joule – Thomsonov koeficijent. Maxwell – Boltzmannova raspodjela brzina – mjerenje i prilagodba. Elektronska mikroskopija i difrakcija. Nuklearna, magnetska i elektronska spinska rezonancija.

- * A. M. Tonejc, Interna skripta

2398/12666	FILozOFIJA ZNANOSTI (prof. fizike, prof. mat. i fiz.)	0+0	2+1
------------	---	-----	-----

Što je znanost? Zbivanje znanosti u subjektu: Bacon, Descartes i Kant. Zbivanje znanosti u jeziku: logički empirizam i post-pozitivizam. filozofija eksperimenta. Znanstvena zajednica. Znanost i etika. Povijesna dimenzija znanosti.

- * I. Supek, Filozofija znanosti i humanizam, Liber, Zagreb, 1979
- * S. Lelas i T. Vukejla, Filozofija znanosti, Školska knjiga, Zsgrab, 1996
- * S. Lelas, Promišljanje znanosti, HFD, 1990

2400/12702	POVIJEST FIZIKE	2+1	0+0
------------	-----------------	-----	-----

Znanost kao povjesni fenomen. Uvjeti nastanka znanosti. Dvorska, zdravorazumska, moderna i suvremena znanost. Povjesna mijena slike svijeta koju daje fizika.

- * I. Supek, Filozofija znanosti i humanizam, Liber, Zagreb 1979
- * I. Supek, Povijest fizike, Školska knjiga, Zagreb 1980
- * M. Mladenović, Razvoj fizike, Građevinska knjiga, Beograd 1986

2401	MODERNA FIZIKA I FILOZOFIJA	2+0	2+0
------	-----------------------------	-----	-----

Pozitivistička i post-pozitivistička filozofija znanosti. Grčka filozofija, Aristotel i početci znanosti. Filozofija klasične fizike. Filozofski obrati: teorija relativnosti i kvantna mehanika. Postoji li moral znanosti?

- * I. Supek, Filozofija znanosti i humanizam, Liber, Zagreb 1979

- N. Bohr, Atomska fizika i ljudsko znanje, Nolit, Beograd 1985

2402/12705	FILOZOFIJA FIZIKE	0+0	2+1
------------	-------------------	-----	-----

Korijeni fizike: pitanje o zbilji. Aristotelova filozofija i fizika. Metafizičke pretpostavke novovjekovne fizike. Newton-ova fizika: prostor, vrijeme i kauzalnost. Osnovna načela klasične fizike. Filozofija specijalne teorije relativnosti. Interpretacije kvantne mehanike i njihove filozofske poruke.

- I. Supek, Filozofija znanosti i humanizam, Liber, Zagreb, 1979
- W. Heisenberg, Fizika i filozofija, Kruzak, Zagreb, 1996
- J. Powers, Philosophy and the New Physics, Methuen, London, 1982

2404	POVIJEST INFORMATIKE	2+0	2+0
------	----------------------	-----	-----

Pascalova aritmetička mašina. Booleova algebra. Prva računala, ENIAC, Mark I. Prvi programski jezici. Otkriće tranzistora. Osobna računala. Superračunala.

- V. Paar, skripta u pripremi, 1998.

2405/13039	OSNOVE FIZIKE ČVRSTOG STANJA	0+0	2+1
------------	------------------------------	-----	-----

Građa i kemijske veze u čvrstim tijelima. Mikroskopsko tumačenje toplinskih, optičkih, magnetskih i električnih svojstava metala, poluvodiča i izolatora.

- V. Šips, Uvod u fiziku čvrstog stanja, Školska knjiga, Zagreb, 1991

2407	ODABRANA POGLAVLJA FIZIKE ČVRSTOG STANJA	2+1	2+1
2408	SEMINAR IZ ODABR. POGLAVLJA FIZIKE ČVRSTOG STANJA	3+0	0+0

Kristalna struktura, međuatomske veze u kristalima, defekti kristalne rešetke, difuzija, mehanička svojstva kristala, dinamika kristalne rešetke, Sommerfeldov model metala, elektron u periodičnom potencijalu, prijenosne pojave, poluvodiči, magnetska svojstva kristala, supravodljivost.

U seminaru studenti obrađuju samostalno pojedine sadržaje.

- V. Šips, Uvod u fiziku čvrstog stanja, Školska knjiga Zagreb, 1991

2409	ODABRANA POGLAVLJA NUKLEARNE FIZIKE I FIZIKE ČESTICA	2+1	2+1
2410	SEMINAR IZ OD. POGL. FIZIKE I FIZIKE ČESTICA	3+0	0+0

Osnovni pojmovi o statičkim i dinamičkim svojstvima atomskih jezgara. Sile među nukleonima. Klasifikacija subnuklearnih čestica (barioni, mezoni, leptoni). Međudjelovanja elementarnih konstituenata materije. Zakoni sačuvanja, simetrije. Seminari: ilustracije i primjene pojmova upoznatih na predavanjima. Jednostavniji proračuni.

- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije II, Školska knjiga, Zagreb 1990
- Ju.M. Širokov, N.P. Judin, Jadernaja fizika, Moskva "Nauka" 1980

2411	TEORIJSKA FIZIKA 2	2+0	2+0
2412	SEMINAR IZ TEORIJSKE FIZIKE 2	1+0	1+0

Usvajanje i razumijevanje kvantne fizike putem formalizma kvantne mehanike. Schroedingerova jednadžba, srednje vrijednosti i mjerenje. Jednostavni kvantomehanički sustavi. Svojstva materije. Atomi, molekule, atomske jezgre. Seminari iz prijedrenog gradiva.

- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije II, Školska knjiga, Zagreb 1990
- R. Eisberg & R. Resnick: Quantum Physics, John Wiley, New York, 1974

2415	METODIČKA PRAKSA (prof. fiz. i kem.)	90 sati/god	
2416/12796	METODIKA NASTAVE FIZIKE (prof. mat. i fiz., prof. fiz. i tehn. s inform., prof. fiz. i kem.)	2+0	2+0

2417	METODIKA NASTAVE FIZIKE (prof. fiz.)	3+0	3+0
------	---	-----	-----

Podrobno razmatranje onih aspekata fizike, kognitivnog i afektivnog sustava učenika, te njihove interakcije u nastavnom procesu, koji su relevantni za nastavu fizike. Suvremene ideje i dostignuća u metodici fizike. Problemski orijentirana nastava fizike. Novi program iz fizike u Republici Hrvatskoj.

- Odabrani članci iz tekuće periodike: Physics Education, Physics Teacher, Science Education, International J. of Science Education, J. of Research in Science Education itd.
- Vodeći svjetski projekti iz nastave fizike: PSSC Physics, Harvard Project Physics, Nuffield O Level Physics, Nuffield Advanced Physics.
- Udžbenici fizike za osnovnu i srednju školu.

2418	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE FIZIKE (prof. fizike)	3+0	3+0
------	--	-----	-----

Podrobno razmatranje onih aspekata fizike, kognitivnog i afektivnog sustava učenika, te njihove interakcije u nastavnom procesu, koji su relevantni za nastavu fizike. Suvremene ideje i dostignuća u metodici fizike. Problemski orijentirana nastava fizike. Novi program iz fizike u Republici Hrvatskoj.

- Odabrani članci iz tekuće periodike: Physics Education, Physics Teacher, Science Education, International J. of Science Education, J. of Research in Science Education itd.
- Vodeći svjetski projekti iz nastave fizike: PSSC Physics, Harvard Project Physics, Nuffield O Level Physics, Nuffield Advanced Physics.
- Udžbenici fizike za osnovnu i srednju školu.

2419/12797	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE FIZIKE (prof. mat i fiz., prof. fiz. i pol., prof. fiz. i kem., prof. fiz. i tehn. s inform.)	2+0	2+0
------------	--	-----	-----

Seminarski radovi studenata. Obrada i referiranje odabranih članaka iz suvremene svjetske periodike. Metodička nastavna praksa studenata po osnovnim i srednjim školama. Diskusije o održanim nastavnim satima.

- Odabrani članci iz tekuće periodike: Physics Education, Physics Teacher, Science Education, International J. of Science Education, J. of Research in Science Education itd.
- Vodeći svjetski projekti iz nastave fizike: PSSC Physics, Harvard Project Physics, Nuffield O Level Physics, Nuffield Advanced Physics.
- Udžbenici fizike za osnovnu i srednju školu u RH.

2420/12706	METODIČKA PRAKSA IZ FIZIKE (prof. mat. i fizike, prof. fizike)	0+0	0+4
------------	---	-----	-----

Metodička nastavna praksa studenata na osnovnoj i srednjoj školi. Priprema i izvođenje individualne i javne fizike.

2421	DIPLOMSKI RAD (svi profili)		
2422	UVOD U DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKE (prof. fiz., prof. fiz. i kem.)	0+0	1+0

Uvođenje kandidata u problematiku teme, uspoznavanje s literaturom i eksperimentalnim uređajima. Posebno se tretira metodička obrada teme.

2423	SEMINAR UZ DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKE (prof. fizike i kemije)	0+0	5+0
------	---	-----	-----

Izlaganje kandidata o napredovanju izrade diplomskog rada uz seminarsku diskusiju. Posebno se tretira metodička obrada teme.

2424/14195	FIZIKA NEUREĐENIH SUSTAVA (nastavni smjerovi)	0+0	2+1
------------	--	-----	-----

Red – nered: pravilo i stupanj uređenja, parametar reda/nereda. Stakla: oksidna, metalna i spinska stakla, neuralne mreže. Fraktali: fraktalna dimenzija, fraktalni uzorci u prirodi, nasumični hod i fraktali. Perkolacija: perkolacijska granica, korelacijska duljina, pojave na perkolacijskim nakupinama.

Seminar: studenti samostalno proučavaju pojedine neuređene sustave.

- N. E. Cusak; The Physics of Structurally Disordered Matter, Adam Higler, Bristol, 1988
- A. Bunde, S. Havlin, Eds., Fractals and Disordered Systems, Springer, Berlin, 1996
- D. Stauffer, A. Aharony, Introduction to Percolation Theory, Taylor & Francis, London, 1992

2425/12703	SEMINAR UZ DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKE (prof. mat. i fizike)	0+0	2+0
------------	--	-----	-----

Izlaganje kandidata o napredovanju izrade diplomskog rada uz seminarsku diskusiju. Posebno se tretira metodička obrada teme.

2426/14198	OSNOVE FIZIKE ELEMENTARNIH ČESTICA (prof. mat. i fizike)	0+0	2+1
------------	--	-----	-----

Temeljna međudjelovanja i simetrije elementarnih čestica. Kvantno, relativističko i baždarno načelo. Dosezi akceleratorne fizike i nastupanje neakceleratornih pokusa. Veza fizike elementarnih čestica i kozmologije.

- F. Close, Svemirska lukovica, Školska knjiga, Zagreb, 1997
- I. Picek, Elementarne čestice – iskrenje u svemiru tamne tvari, Školska knjiga, 1997
- I. Picek, Fizike elementarnih čestica, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, HINUS, Zagreb, 1997
- M. Bowler, Femtophysics. A short Course on Particle Physics Oxford University Press, 1984

2428	SEMINAR IZ OSNOVA ELEKTRONIKE (prof. fizike)	3+0	0+0
------	--	-----	-----

Nadopuna gradiva iz Osnova fizičke elektronike i Osnova elektroničkih sklopova, kroz samostalne seminarske radove i usmeno izlaganje studenata.

2429/12717	PRAKTIKUM IZ OSNOVA ELEKTRONIKE	0+0	0+3
------------	---------------------------------	-----	-----

Praktikum se realizira kao nadopuna predavanja iz Osnova elektronike kroz samostalno sastavljanje i upoznavanje rada osnovnih tipova pojačala i logičkih krugova (diskretnim i integriranim elementima) te proučavanje nekih jednostavnijih uređaja.

- P. Biljanović, Elektronički sklopovi, Školska knjiga, Zagreb 1989
- Interna skripta

2430/14194	ATOMSKA FIZIKA S OPTIKOM (prof. fizike, prof. matem. i fizike)	2+1	0+0
------------	--	-----	-----

Elektronska struktura atoma. Načini vezivanja kutnih momenata i utjecaj spin-staza. Spektri alkalijskih, zemnoalkalijskih i nekih drugih atoma u ultraljubičastom, vidljivom i infracrvenom području spektra. Primjeri iz svakodnevnog života gdje je jednostavna spektralna analiza dostupna. Klasične i moderne metode spektroskopije i spektroskopska instrumentacija. Atomski i molekularni sudarni procesi u pari, plinu i plazmi. Spektroskopija koherentnih i nekoherentnih izvora svjetlosti. Vrste lasera (rubinski, Nd: YAG, He-Ne, argonski, poluvodički itd.). Mjere zaštite u radu s laserima. Optička instrumentacija s primjenom u atomskoj fizici. Faradayev rotator, Lyotov filter, elektrooptički i akustooptički modulatori. Kratki prikaz fizike ultrahladnih atoma i molekula, te Bose-Einsteinove kondenzacije ultrahladnih atoma.

- W. Demtroeder, Laser Spectroscopy, Springer-Verlag, Berlin, 1996
- E. Hecht, Optics, Addison-Wesley, Reading, 1998

2431	FIZIKA ČVRSTOG STANJA	2+0	2+0
2432	SEMINAR IZ FIZIKE ČVRSTOG STANJA	1+0	1+0

Tipovi veze u čvrstim tijelima. Elastična i općenito, vibracijska svojstva kristala. Infracrvena aktivnost kristala. Feroelektrici. Paulijeve i Coulombske korelacije u elektronskom plinu metala. Vođenje električne i toplinske struje. Magnetska svojstva kristala. Feromagnetizam. Supravodljivost.

- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, New York 1996.
- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College, Philadelphia 1976.

2433	NUKLEARNA FIZIKA	2+0	2+0
2434	SEMINAR IZ NUKLEARNE FIZIKE	1+0	1+0

Detektori i akceleratori, oruđa istraživanja jezgre. Jezgrina statička svojstva: masa, naboj, spin, paritet, električni i magnetski multipoli. Mikroskopska teorija. Kolektivni modeli. Teorija i eksperimentalni rezultati u nuklearnim alfa, beta i gama raspadima. Nuklearne sile. Nuklearne reakcije. Nuklearni reaktori.

- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije II dio, Školska knjiga, Zagreb 1990

2435	FIZIKA ELEMENTARNIH ČESTICA	2+0	2+0
------	-----------------------------	-----	-----

2436	SEMINAR IZ FIZIKE ELEMENTARNIH ČESTICA	1+0	1+0
------	--	-----	-----

Upoznavanje s elementarnim česticama i njihovim međudjelovanjem. U uvodnom dijelu naglasak je na uloji simetrija i narušenja simetrija, kako pri klasifikaciji čestica tako i pri spoznavanju dinamike njihovog međudjelovanja. Središnji dio obuhvaća osnovne elementarne procese elektromagnetskog, jakog i slabog međudjelovanja. Završni dio daje osnovne ideje ujedinjenja, standardne teorije elektroslabo-jakih međudjelovanja. Za interesantna, naprednija, neobvezna poglavlja, studenti će biti upućeni na Seminar iz istraživanja u fizici čestica (2490).

- F. Halzen, A.D. Martin, Quarks and Leptons, Wiley, New York 1984
- D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, Harper & Row, New York 1987
- I. Picek, Fizika elementarnih čestica (sveučilišni udžbenik)

2437	FIZIKA EKSPERIMENTALNIH METODA	2+0	2+0
------	--------------------------------	-----	-----

Metode: optička spektroskopija, nuklearna magnetska rezonancija, Moessbauerov efekt, laseri i holografija, istraživanje strukture difrakcijom, Josephsonov efekt. Tehnike: vakuum, niske temperature, molekularni snopovi, radiofarmaceutici, fuzija, mikrovalovi, radioastronomija. Opis važnih eksperimenata: otkriće neutrona, različitost mionskih i elektronskih neutrina, egzotični atomi, otkriće J/ψ čestica, CP simetrija i narušenje.

- M. Furić; Moderne eksperimentalne metode, tehnike i mjerenja u fizici, Školska knjiga, Zagreb 1992

2438	METODIKA NASTAVE KVANTNE FIZIKE I TEORIJE RELATIVNOSTI	0+0	2+1
------	--	-----	-----

Razmatrat će se osnovni pojmovi u svezi atoma, atomske jezgre, elementarnih čestica, nelinearnih sustava i nuklearne astrofizike i teorije relativnosti koji ulaze u školski program i razrađivati će se i vježbati metodički elementi prezentacije tih sadržaja na školskoj razini. U sklopu toga, pozornost će biti dana računalnim simulacijama s upotrebom "crnih kutija". Također će se razmatrati metodički aspekti povijesnog razvoja osnovnih koncepata u tim područjima.

2439	SPECIJALNA POGLAVLJA KVANTNE FIZIKE	2+0	0+0
2440	SEMINAR IZ SPECIJALNIH POGLAVLJA KVANTNE FIZIKE	1+0	0+0

Razumijevanje osnovnih kvantnomehaničkih pojmova i pojava, interferencija, rezonancija, tuneliranje, ireverzibilnost/dispajacija, (ne)adijabatski potencijali, renormalizacija, i sl.. Čestice u jednočestičnim potencijalima, spektri, gustoće. Približne metode, stacionarni i vremenski račun smetnje, poluklasična aproksimacija – WKB, varijacijski račun. Tuneliranje, transfer matrica i primjene, fizikalni primjeri. Dinamički potencijali, dvorazinski sistemi, elastični i neelastični prijelazi, emisija i apsorpcija zračenja, fotoefekt, procesi 2. reda: međustanja, interferencija. Molekule: razdvajanje stupnjeva slobode – Born-Oppenheimerova aproksimacija. Vodikov ion i molekula u Heitler-Londonovoj aproksimaciji, doprinosi energiji vezanja. Vibracije molekula, empirički potencijali, (ne)presijecanje potencijalnih krivulja. Primjer: polaron – renormalizacija mase i energije, Čerenkovljevo zračenje.

- M. Šunjić: Kvantna fizika mnoštva čestica, Školska knjiga, Zagreb, 2002
- J.J. Sakurai: Modern Quantum Mechanics, Addison Wesley, New York, 1985

2441	RELATIVISTIČKA KVANTNA FIZIKA	3+0	0+0
2442	SEMINAR IZ RELATIVISTIČKE KVANTNE FIZIKE	2+0	0+0

Relativistička jednadžba za polja spina 0, 1/2 i 1. Kvantizacija fizikalnih polja: Klein-Gordonova, Maxwellova i Diracova. Osnove S-matrice i računa smetnje.

- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije, Školska knjiga, Zagreb
- J.D. Bjorken i S.D. Drell, Relativistic Quantum Fields, McGraw Hill, New York
- C. Itzykson i J.B. Zuber, Quantum Field Theory, McGraw Hill, New York

2443	KVANTNA STATISTIČKA FIZIKA	0+0	3+0
2444	SEMINAR IZ KVANTNE STATISTIČKE FIZIKE	0+0	2+0

Sistemi mnoštva čestica, kvantnomehanički opis, metode rješavanja: model nezavisnih čestica (efektivni potencijali, samosuglasnost, kvazičestice), elementarna pobuđenja. Kvanti međudjelovanja - fotoni, fononi. Druga kvantizacija: bozoni, fermioni, međudjelovanje. Koherentna stanja. Greenove funkcije - propagatori. Račun smetnje, Feynmanovi dijagrami. Fluktuacije vakuuma, povezani i nepovezani dijagrami. Energija osnovnog stanja. Vlastita energija, Dysonova jednačba i svojstva kvazičestice. Primjeri računanja Feynmanovih dijagrama za pojedine procese. Jednačba gibanja za Greenove funkcije i metode rješavanja (Hartree, Hartree-Fock). Fano-Andersonov model, ireverzibilnost. Bozonske Greenove funkcije. Fermion – bozon interakcija: renormalizacija mase i energije.

- M. Šunjić: Kvantna fizika mnoštva čestica, Školska knjiga, Zagreb, 2002

2445	ODABRANA POGLAVLJA ATOMSKE I MOLEKULSKE FIZIKE	0+0	2+0
2446	SEMINAR IZ ODABRANIH POGLAVLJA ATOMSKE I MOLEKULSKE FIZIKE	0+0	1+0

Mnogoelektronski atomi. Vodikova slika. Thomas-Fermijeva aproksimacija, Hartree, Hartree-Fock, Tamm-Dancoffova aproksimacija i RPA. Fina struktura, LS-*jj* vezanje. Adijabatska aproksimacija za molekule. Rotacije i vibracije dvoatomnih molekula. Račun za neutralnu i ioniziranu vodikovu molekulu. Seminar: Rayleigh-Schroedinger, Brillouin-Wigner. Varijacijski princip. Minimizacija. Konkretni računi iz gradiva.

- I. Supek, Teorijska fizika i struktura materije II, Školska knjiga, Zagreb 1990

2447	MATEMATIČKO MODELIRANJE	0+0	2+0
2448	SEMINAR IZ MATEMATIČKOG MODELIRANJA	0+0	1+0

Modeliranje fizikalnih pojava, numeričko rješavanje i programiranje fizikalnih modela: Numeričko deriviranje, integriranje i određivanje korijena funkcije. Obične diferencijalne jednačbe. Rubni uvjeti i problemi svojstvenih vrijednosti. Specijalne funkcije. Algebra matrica. Određivanje svojstvenih vrijednosti i svojstvenih vektora matrice. Eliptičke parcijalne diferencijalne jednačbe. Paraboličke diferencijalne jednačbe. Monte Carlo metode.

- S.E. Koonin, Computational Physics, Benjamin/Cummings 1986
- E.W. Schmid, G. Spitz, W. Losch, Theoretical Physics on the Personal Computer, Springer Verlag 1988
- B.P. Demidovich, I.A. Maron, Computational Mathematics, MIR Publishers Moskva 1981
- W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 1986

2449	ASTROFIZIKA I KOZMOLOGIJA	0+0	2+0
2450	SEMINAR IZ ASTROFIZIKE I KOZMOLOGIJE	0+0	1+0

Teorija gravitacije. Princip ekvivalencije. Tenzorski račun, Einsteinove jednačbe. Gravitacijski crveni pomak. Schwarzschildova metrika i Keplerov problem. Crne rupe. Razvoj zvijezda i svemira i zakoni gravitacije.

- R. Alder, M. Bazin, M. Schiffer: Introduction to General Relativity, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo 1975
- S. Weinberg, Gravitation and Cosmology, John Wiley, New York 1972

2451/14196	BIOFIZIKA (prof. fiz., prof. mat. i fiz., prof. fiz. i tehn. s infor.)	2+1	0+0
------------	--	-----	-----

Određivanje strukture i funkcija biološki važnih makromolekula. Difuzija kroz staničnu membranu. Pregled različitih staničnih transportnih mehanizama. Električna svojstva stanica - transport iona i potencijal mirovanja, akcijski potencijal, postsinaptički potencijali. Utjecaj ionizirajućeg i neionizirajućeg zračenja na biosustave. Metode funkcionalnog oslikavanja mozga - MEG, fMRI, PET - neinvazivno proučavanje senzornih i kognitivnih procesa aktivnog mozga.

- T. F. Weiss, Cellular Biophysics, Vol.1 & 2, The MIT Press, Cambridge, MA, 1996
- S. Supek (Ed.) The NFSI-99 Proceedings, Biomedizinische Technik, Vol. 44, S-2, 1999

2452/14197	OSNOVE NUKLEARNE FIZIKE (prof. mat. i fiz.)	0+0	2+1
------------	---	-----	-----

Osnovna svojstva nuklearne jezgre: masa, veličina, stabilnost, nuklearni momenti. Vrste radioaktivnih raspada i njihova osnovna svojstva. Vrste interakcija radijacija s materijom, detekcija i mjerenje radijacije. Nuklearne reakcije. Nuklearne sile. Suvremeni ubrzivači i detektori.

- I. Supek: Teorijska fizika II, Školska knjiga, Zagreb 1990

2453	KVANTNA FIZIKA KONAČNIH SUSTAVA	0+0	2+0
2454	SEMINAR IZ KVANTNE FIZIKE KONAČNIH SUSTAVA	0+0	1+0

Kvantna mehanika odabranih konačnih sustava u jednoj, dvije i tri dimenzije, s primjenama u atomskoj, molekularnoj i nuklearnoj fizici. Statističke fluktuacije energijskih spektara, veza s teorijom kvantnog kaosa.

- I. Supek, Teorijska fizika II dio, Školska knjiga, Zagreb, 1990
- S. Flügge, Practical Quantum Mechanics I i II, Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin.

2455	NELINEARNE POJAVE U FIZICI	0+0	2+0
2456	SEMINAR IZ NELINEARNIH POJAVA U FIZICI	0+0	1+0

Pojam nelinearnosti. Dinamička preslikavanja. Feigenbaumovi sljedovi. Kaos. Samotni valovi (solitoni). Nestabilnosti elastičnih i hidrodinamičkih sustava. Fazni prijelazi u ravnotežnoj i neravnotežnoj statističkoj fizici.

- V.A. Arnold, Matematičke metode klasične mehanike, Mir, Moskva 1974, 1976
- H. Haken, Synergetics, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1977
- D. Stauffer, A. Aharony, Introduction to Percolation Theory, Taylor & Francis, London, 1992

2457	FIZIKA NEUREĐENIH SUSTAVA (ing. fizike)	0+0	2+0
2458	SEMINAR IZ FIZIKE NEUREĐENIH SUSTAVA	0+0	1+0

Red – nered: pravilo i stupanj uređenja, parametar reda/nereda. Stakla: oksidna, metalna i spinska stakla, neuralne mreže. Fraktali: fraktalna dimenzija, fraktalni uzorci u prirodi, nasumični hod i fraktali. Perkolacija: perkolacijska granica, korelacijska duljina, pojave na perkolacijskim nakupinama.

Seminar: studenti samostalno proučavaju pojedine neuređene sustave odnosno rade računalne simulacije različitih modela.

- N.E. Cusak; Adam Higler, The Physics of Structurally Disordered Matter, Adam Higler, Bristol, 1988
- Eds. A. Bunde, S. Havlin, Fractals and Disordered Systems, Berlin, Springer, 1996
- D. Stauffer, A. Aharony, Introduction to Percolation Theory, Taylor & Francis, London, 1992

2459	FIZIKA METALA I SLITINA	2+0	0+0
2460	SEMINAR IZ FIZIKE METALA I SLITINA	1+0	0+0

Elektronska teorija metala: formiranje veze, vrpce, modeli (aproksimacija slobodnih elektrona,...) Blochov teorem, Brillouinove zone, normalni, plemeniti i prijelazni metali, binarne slitine, energija formacije. Strukture metala: kemijski faktori (veze) i geometrijski faktori (koordinacija, popunjenost, slaganje, polimorfizam). Nedestruktivne metode određivanja strukture i mikrostrukture (roentgenska i elektronska difrakcija). Strukture slitina: osnovne strukture, superstrukture, red-nered pretvorbe, antifazne domene, modulirane strukture, čvrste otopine (geometrijski faktori, elektronska teorija primarne topivosti), defektne strukture, pogreške u slijedu mrežnih ravnina, metastabilne strukture, uređenje dugog i kratkog doseg a u čvrstim otopinama, kvazi kristali i metalna stakla (termodinamički uvjeti stvaranja, metode , svojstva, primjena), intermediarni i intermetalni spojevi. Mikrostrukture: točkasti defekti, dislokacije, nanokristalni materijali (osnovni pojmovi, atomska struktura nanokristala, metode dobivanja). Fazni dijagrami: termodinamičke osnove, eutektički, peritektički sustavi, eksperimentalne metode određivanja faznih dijagrama, metastabilna stanja i metastabilni fazni dijagrami. Difuzija u metalima i slitinama, fazne pretvorbe (difuzijske i nedifuzijske-martenzitne), spinodalni raspadi. Mehanička svojstva metala i slitina: kinetika transformacije, očvršćivanje raspadom čvrstih otopina, precipitacijama i deformacijom. Magnetska svojstva metala i slitina: porijeklo osnovnih magnetskih svojstava, "tvrdi" i "mekani" magneti, utjecaj mikrostrukture, amorfne i nanokristalne magnetske slitine.

- R. W. Cahn, P. Haasen, Physical Metallurgy, Vol. I-III, North-Holland, Amsterdam 1996

2461	FIZIKA POLUVUDIČA	0+0	2+0
------	-------------------	-----	-----

2462	SEMINAR IZ FIZIKE POLUVODIČA	0+0	1+0
------	------------------------------	-----	-----

Elementarna definicija poluvodiča, važniji rani radovi i kemijski pristup poluvodljivosti. Zonska teorija poluvodiča. Vlastiti i nevlastiti poluvodiči. Porijeklo i klasifikacija defekata. Kontrolirano uvođenje defekata. Koncentracija nositelja naboja u toplinskoj ravnoteži. Tipovi poluvodiča i kompenzacija. Raspršenje nositelja naboja i transportna svojstva poluvodiča. Električna vodljivost, termoelektromotorna sila i Hallov efekt. Rekombinacija nositelja naboja. Optička svojstva poluvodiča. Absorpcija zračenja i fotovodljivost. Eksperimentalno određivanje osnovnih parametara poluvodljivosti. Električke i optičke metode. Vrste poluvodiča. Elementarni poluvodiči, poluvodički spojevi. Kristalni, amorfni i staklasti poluvodiči. Superrešetke.

- B. Sapoval, C. Hermann, Physics of Semiconductors, Springer Verlag, New York, 1995

2463	NISKOTEMPERATURNNA FIZIKA I SUPRAVODLJIVOST	2+0	0+0
2464	SEMINAR IZ NISKOTEMPERATURNE FIZIKE I SUPRAVODLJIVOSTI	1+0	0+0

Metode dobivanja niskih temperatura (principi ukapljivanja, ukapljivači dušika i helija). Rad s kriogenim tekućinama (kriostat, termički gubići, termometrija). Svojstva He^4 i He^3 . Metode dobivanja temperatura ispod 1 K (He^3 kriostat, He^3 - He^4 dilucijski kriostat, Pomeranchukov efekt, adijabatska i nuklearna demagnetizacija). Superfluidnost He^4 kondenzati i pobuđenja, virovi, zvukovi. Supravodljivost (fizičalna svojstva, teorijski modeli, primjene).

- M. Tinkham: Introduction to Superconductivity, McGraw-Hill, 1996
- D. Tilley, J. Tilley: Superfluidity and Superconductivity, IOP Publishing Ltd., 1990
- M. Cyrot & D. Pavuna: Introduction to Superconductivity and High Tc-Materials, World Scientific Publishing Co.1992

2465	SPEKTROSKOPIJA IONIZIRANIH PLINOVA	2+0	0+0
------	------------------------------------	-----	-----

Eksperimentalne metode u spektroskopiji. Osnovni instrumenti spektralne analize. Emisija i apsorpcija zračenja. Prijenos zračenja. Atomijski spektri i atomska struktura. Analiza atomskih spektara. Opis fizičkog stanja ioniziranog plina. Osnove spektroskopije ioniziranog plina i plazme. Spektroskopska dijagnostika i određivanje temeljnih atomskih podataka. Laboratorijski i astrofizički izvori svjetlosti.

- W. Demtvoeder: Laser Spectroscopy, Springer Verlag, Berlin, 1996

2466	SEMINAR IZ SPEKTROSKOPIJE IONIZIRANIH PLINOVA	1+0	0+0
------	---	-----	-----

Nove eksperimentalne metode u optičkoj atomskoj spektroskopiji i spektroskopiji ioniziranih plinova (metode klasične i suvremene laserske spektroskopije, nekonvencionalne spektroskopske metode). Suvremena istraživanja o atomskim međudjelovanjima i pojavama u ioniziranim plinovima (sudari ultrahladnih atoma, slaboionizirana ultrahladna plazma). Spektroskopska dijagnostika laboratorijske u astrofizičke plazme.

- Literatura: časopisi Physics World, Scientific American, Physics Today, Science

2467	EKSPERIMENTALNE METODE ATOMSKE FIZIKE	2+0	0+0
2468	SEMINAR IZ EKSPERIMENTALNIH METODA ATOMSKE FIZIKE	1+0	0+0

Energijska struktura atoma i dvoatomskih molekula. Prikaz metoda klasične i laserske spektroskopije. Metode atomskih i molekulskih snopova. Optičko pumpanje i radiofrekventna spektroskopija, interferometrijske optičke metode i holografska interferometrija. Elementi spektroskopske dijagnostike plazme.

- W. Demtvoeder: Laser Spectroscopy, Springer Verlag, Berlin, 1996

2469	ELEKTROMAGNETSKI VALOVI I OPTIKA	2+0	0+0
2470	SEMINAR IZ ELEKTROMAGNETSKIH VALOVA I OPTIKE	1+0	0+0

Maxwellove jednadžbe u vakumu i homogenim tvarima. Nehomogeni valovi. Stanja polarizacije elektromagnetskog polja. Frekventne disperzione karakteristike dielektrika, vodiča i plazmi. Valovi u vodljivom i disipativnom mediju. Valovi s disperzijom. Rubni uvjeti na metalnim površinama. Valovodi i njihovi karakteristični modovi. Optička vlakna: modovi i disperzija svjetlosti u njima, te osnove njihove primjene. Osvrt na vezu elektromagnetizma s kvantnom fizikom, Bohm-Aharonovljev efekt.

- J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley & Sons, New York, 1999.

- G.P. Agrawal, Fiber-Optic Communication Systems, Wiley-Interscience, 2002
- M.P. Silverman, More Than One Mystery: Explorations in Quantum Interference, Springer Verlag, 1995.

Dodatna literatura:

- B.E.A. Saleh and M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley-Interscience, 1991.
- S. Ramo, J.R. Whinnery, T. Van Duzer, Fields and Waves in Communication Electronics, John Wiley & Sons, 1994.

2471	FIZIKA LASERA	0+0	2+0
2472	SEMINAR IZ FIZIKE LASERA	0+0	1+0

Klasična teorija zračenja, obrata naseljenosti i prisilnog zračenja. Radijacijski modovi i frekvencijsko vezanje. Raman efekt. Posebne vrste lasera. Primjene lasera: ultrajaki impulsi, ultrakratki impulsi, nelinearni efekti, holografija.

2473	REAKTORSKA FIZIKA	2+0	2+0
2474	SEMINAR IZ REAKTORSKE FIZIKE	1+0	1+0

Dobivanje energije neutronske induciranim cijepanjem jezgri. Detalji lančane reakcije. Usporavanje i difuzija neutrona. Difuzijska jednačba, dobn teorija. Proračuni kritičnosti reaktora. Upravljanje reaktorom (kinetika). Dobivanje nuklearnog goriva i njegov ciklus. Zaštita od zračenja i štitovi. Sigurnost u korištenju nuklearne energije. Seminari: Rješavanje numeričkih zadataka i upoznavanje s detaljima fisije, neutronske migriranja i upravljanja reaktorom.

- D. Foretić, Uvod u nuklearnu energetiku, Školska knjiga, Zagreb

2475	MEDICINSKA FIZIKA	2+0	2+0
2476	SEMINAR IZ MEDICINSKE FIZIKE	1+0	1+0

Međudjelovanje zračenja i materije značajno za radiologiju. Izvori i tvorba zračenja u medicinskoj praksi. Mjerenje ekspozicije ionizirajućeg zračenja, kvaliteta zračenja i detektori. Absorbirana doza zračenja. Dozimetrijski protokol pri određivanju absorbirane doze. Radioterapijska fizika u kliničkoj praksi. Uporaba radioizotopa u nuklearnoj medicini. Utjecaj zračenja na živu tvar i zaštita od zračenja. Kontrola kvalitete u kliničkoj primjeni zračenja. Kompjutorizirana tomografija (CT). Pozitronska emisijska tomografija (PET). Jednofotonska emisijska tomografija (SPECT). Magnetska rezonancija (MR). Temelji fizike ultrazvuka. Primjena termografije u medicini. Izvori bioelektričnih potencijala, živčana stanica, mozak, osjetila, mišići. Mjerenje napona mozga (EEG), srca (EKG), mišića (EMG), oka (ERG). Magnetski signali iz srca (MKG) i mozga (MEG). Fizika kardiovaskularnog sustava. Mjerenje krvnog tlaka invazivnim i neinvazivnim metodama. Mjerenje protoka krvi. Elektrostimulatori srca. Statika i dinamika sila koje utječu na tijelo. Fizika skeleta.

- F.H. Attix, Introduction to radiological physics and radiation dosimetry, John Wiley&Sons, NY, 1986
- F.M. Khan, The physics of radiation therapy, Williams&Wilkins, Baltimore, 1994
- H.E. Johns, J.R. Cunningham, The physics of radiology, 4th ed., Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, USA, 1983
- Paić i G. Paić, Osnove radijacione dozimetrije i zaštite od zračenja, Sveuč. u Zagrebu, Liber, 1983
- Šantić, Biomedicinska elektronika, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- R. Cameron et al., Physics of the body, The Medical Physics Publishing (MPP), Cogiti Books, Madison, USA, 1992
- J.T. Bushberg, J.A. Seibert, E.M. Leidholdt, J.M. Boone, The essential physics of medical imaging, Williams & Wilkins, Baltimore, 1995

2477	ENERGIJA	0+0	2+0
2478	SEMINAR IZ ENERGIJE	0+0	1+0

Rad, energija, snaga. Primarni oblici energije i njihove osnovne značajke. Proizvodnja, potrošnja, rezerve u Hrvatskoj i svijetu. Pretvorba oblika energije. Procesi, uređaji, strojevi, postrojenja. Prijevoz, prijenos i skladištenje oblika energije. Energija i društvo: utjecaj na zdravlje i okoliš, troškovi i cijene, održivi razvoj. Seminarom se proširuje i nadopunjuje gradivo, te kvantitativno obrađuju primjeri iz ovog područja.

- V. Knapp i P. Kulišić, Novi izvori energije, Školska knjiga, Zagreb, 1991
- B. Udovčić, Energetika, Školska knjiga, Zagreb, 1993
- B. Labudović (ur.), Obnovljivi izvori energije, Energetika Marketing, Zagreb, 2002

- G. Boyle, B. Everett and J. Ramage, Energy Systems and Sustainability, Oxford Univ. press, Oxford, 2003

2479	ASTROFIZIKA 1 - FIZIKA ZVIJEZDA	2+0	0+0
2480	SEMINAR IZ ASTROFIZIKE 1	1+0	0+0

Osnovni podatci o zvijezdama. Prijenos zračenja: jednadžba prijenosa i njezino rješenje. Prijenos zračenja u zvjezdanim atmosferama. Funkcije izvora. Eddingtonova aproksimacija. Jednadžbe modela zvjezdanih atmosfera. Fraunhoferov spektar. Vodikove linije. Vodikova konveksijska zona. Zvijezdane kromosfere i korone. Zvijezdani vjetrovi. Seminar: numerički proračuni modela zvjezdane atmosfere.

- E. Bohm-Vitense, Introduction to Stellar Astrophysics, Vol.2, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1989

2481	ASTROFIZIKA 2 - GALAKTIKE	0+0	2+0
2482	SEMINAR IZ ASTROFIZIKE 2	0+0	1+0

Morfološka klasifikacija galaksija. Fotometrijska svojstva galaksija. Razvoj zvijezda. Inicijalna funkcija mase. Sinteza elemenata. Razvoj zvjezdanih populacija. Skupovi zvijezda (kuglasti skupovi, otvoreni skupovi). Kozmička skala daljina (apsolutni i relativni pokazatelji daljina; rezultati). Međuzvjezdana tvar galaksija. Galaksija Mliječni Put (struktura, kinematika zvijezda, disk i halo, modeli, nastanak i razvoj). Kinematika zvijezda u spiralnim i eliptičkim galaksijama (tamna tvar, središnje crne rupe, spiralna struktura). Interakcija galaksija. Nastanak galaksija. Aktivne galaksije (kvazari, aktivne galaktičke jezgre). Jata galaksija i velika struktura Svemira. Uvod u opažaku kozmologiju.

- J. Binney, M. Merrifield, Galactic Astronomy, Princeton Series in Astrophysics, Princeton University Press, Princeton, 1998.
- D.A. Ostlie, B.W. Carroll, An Introduction to Modern Astrophysics, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, 1986.
- Gilmore, Carswell, The Galaxy, D.Riedel Publ.Co 1988.
- D. Rakoš, Galaksije (interna skripta)

2483	FIZIKA PLAZME I FIZIKA SUNCA	0+0	2+0
2484	SEMINAR IZ FIZIKE PLAZME I FIZIKE SUNCA	0+0	1+0

Temeljna svojstva plazme. Jednočestična, magnetohidrodinamička i dvokomponentna aproksimacija. Kolektivni procesi i kinetička teorija. Valovi. Nestabilnosti. Magnetohidrodinamika Sunca. Ustrojstvo Sunčeve atmosfere. Zračenje plazme Sunčeve atmosfere. Pojave u sunčevoj atmosferi (pjege, bljeskovi, prominencije). Fizika sustava Sunce-Zemlja.

- E.R. Priest, Solar Magnetohydrodynamics, Riedel, Dordrecht 1982

2485	SEMINAR IZ EKSPERIMENTALNE FIZIKE	2+0	2+0
------	--	-----	-----

Seminarske vježbe usmjerene sticanju profesionalne prakse u obradi i izlaganju eksperimentalnih rezultata na raznim područjima fizike kao i u korištenju stručne literature i kritičnoj ocjeni objavljenih radova. Boraveći u nekom laboratoriju student opisuje nedavni značajni eksperiment u obliku znanstvenog rada i iznosi ga na seminaru.

2486	SEMINAR IZ TEORIJSKE FIZIKE	2+0	0+0
------	------------------------------------	-----	-----

Upoznavanje s raznim područjima teorijske fizike u obliku seminarskih radova, predavanja i diskusija znanstvene i znanstveno-popularne literature. Uvod u diplomski rad i pomoć kod izbora mentora i teme diplomskog rada.

- Časopisi: Scientific American, Physics Today i Physics World.

2487	SEMINAR IZ ISTRAŽIVANJA U FIZICI ČVRSTOG STANJA	4+0	4+0
------	--	-----	-----

Studenti izlazu teme koje proširuju znanja iz predmeta Fizika čvrstog stanja, Elektronika, Uvod u fiziku materijala, Statistička fizika, Kvantna statistička fizika, Praktikum iz fizike čvrstog stanja i Električni praktikum. Seminar služi također kao priprema za diplomski rad. Literatura se sastoji od naprednih udžbenika i tekuće znanstvene literature.

2488	SEMINAR IZ ISTRAŽIVANJA U ATOMSKOJ I MOLEKULSKOJ FIZICI	4+0	4+0
------	---	-----	-----

Primjena metoda nerelativističke kvantne mehanike na probleme atomske i molekulske fizike. Raspravljajući nove metode mjerenja, efekata i otkrića. Izrada manjih projekata, uz izlaganje i diskusiju na seminarima.

- udžbenici
- radovi u znanstvenim časopisima i u časopisima Scientific American, Science, La Recherche, i sl.

2489	SEMINAR IZ ISTRAŽIVANJA U NUKLEARNOJ FIZICI	4+0	4+0
------	---	-----	-----

Odabrane teme iz teorijske i eksperimentalne fizike nuklearne strukture, nuklearnih reakcija, nuklearne statističke fizike i teorije kvantnog i klasičnog kaosa, nuklearne astrofizike, nuklearne fuzije i računalnog modeliranja u nuklearnog fizici.

2490	SEMINAR IZ ISTRAŽIVANJA U FIZICI ČESTICA	4+0	4+0
------	--	-----	-----

Studenti izlažu teme koje proširuju znanja iz fizike elementarnih čestica, povezuju ih sa znanjem stečenim u ostalim predmetima i olakšavaju izbor teme diplomskog rada. Odabrane teme uključuju rezultate najnovijih akceleratorskih i reacceleratorskih pokusa, astro-čestičnu fiziku te vezu fizike čestica i kozmologije (kao vodič može poslužiti: I. Picek, Elementarne čestice - iskrenje u svemiru tamne tvari, Školska knjiga, Zagreb, 1997.)

2491	PRAKTIKUM ELEKTRONIČKE INSTRUMENTACIJE	0+4	0+0
------	--	-----	-----

Program obuhvaća praktičnu nadopunu predavanja iz Mikroelektronike upoznavanjem rada niza elektroničkih krugova, sklopova i uređaja (obveznih i izbornih) iz područja analogne i digitalne elektronike u diskretnoj i integriranoj izvedbi.

- H.M. Jones, A practical Introduction to Electronic Circuits, Cambridge University Press 1987
- J. Millman, A. Gabel, Microelectronics, McGraw-Hill, New York 1988
- Štampana uputstva za Praktikum (za internu upotrebu)

2492	NUKLEARNI PRAKTIKUM	0+0	0+4
------	---------------------	-----	-----

Detektori nuklearnog zračenja. G.M. brojač, ionizacijska komora, scintilacijski poluvodički detektori. Absorpcija beta i gama zračenja. Radioaktivnost kalija i zraka. Inducirana radioaktivnost. Comptonov raspršenje. Beta spektri. Szilard-Chalmersov efekt.

- K. Ilakovic, Nuklearni praktikum (interna skripta)

2493	PRAKTIKUM FIZIKE ČVRSTOG STANJA	0+0	0+4
------	---------------------------------	-----	-----

Studenti vrše mjerenja iz aktualne znanstvene problematike iz područja eksperimentalne fizike čvrstog stanja na Fizičkom odjelu.

- Tiskana uputstva za praktikum (samo za internu upotrebu)

2494	ATOMSKI PRAKTIKUM	0+0	0+4
------	-------------------	-----	-----

Spektrograf s kvarcnom prizmom: analiza atomskih spektara u ultraljubičastom području. Komparator i densitometar: principi identifikacije atomskih linija. Spektroskop s rešetkom: analiza oblika spektralnih linija teških elemenata. Ge-detektor: karakteristični roentgenski spektri atoma.

- Upute za rad u praktikumu.

2495	PRAKTIKUM IZ DOZIMETRIJE I MEDICINSKE FIZIKE	0+2	0+0
------	--	-----	-----

Praktikum iz dozimetrije (održava se na Fizičkom odsjeku PMF-a). Baždarenje monitora pomoću radioaktivnog izvora: a) DR-M3, b) Stildozimetra. Određivanje vrste ionizirajućeg zračenja i njegovog dometa. Mjerenje kontaminacije površine. Određivanje debljine poluapsorpcije i energije radioaktivnog izvora. Filmska dozimetrija (fotometar). Određivanje absorpcije zračenja (proračun štita). Praktikum iz medicinske fizike (održava se na KBC Rebro, Klinika za tumore). Kalibracija ionizacijske komore i poluvodičkog detektora u 60-Co gama snopu. Mjerenje u vodenom fantomu, postotna dubinska doza. Analiza polja zračenja pri uporabi atenuatora za zaštitu vitalnih organa. Proračun zaštitnih zidova za konkretan tlocrt prostorije s radioterapijskim aparatom. Ultrazvuk u kliničkoj praksi. Uporaba računala i

simulatora pri planiranju terapije. Upoznavanje s radom linearnog akceleratora u medicini. Upoznavanje komputorizirane tomografije CT. Evocirani potencijali. Obrada električnih signala iz mozga.

- F.H. Attix, *Introd. to radiological physics and radiation dosimetry*, John Wiley&Sons, New York, 1986
- F.M. Khan, *The physics of radiation therapy*, Williams&Wilkins, Baltimore, 1994
- H.E. Johns & J.R. Cunningham, *The physics of radiology*, C. C. Thomas, Springfield, Illinois, 1983
- Paić i G. Paić, *Osnove radijacione dozimetrije i zaštite od zračenja*, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Liber, Zagreb, 1983
- Šantić, *Biomedicinska elektronika*, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- R. Cameron et al., *Physics of the body*, The Medical Physics Publishing (MPP), Cogiti Books, Madison, USA, 1992

2496	ASTROFIZIČKI PRAKTIKUM	0+4	0+0
------	-------------------------------	-----	-----

Spektralna klasifikacija zvijezda. Periodičnost u vremenskim nizovima. Radijalne brzine. Elementi spektroskopske dvojne zvijezde. Rotacijska brzina zvijezda. Efektivna temperatura zvijezda. Ekscitacijska temperatura. Zastupljenost elemenata u zvjezdanim atmosferama.

- K. Pavlovski, *Astrofizički praktikum (priručnik)*, interna skripta, Zagreb, 1998.

2497	FIZIKALNA KOZMOLOGIJA	2+0	0+0
2498	SEMINAR IZ FIZIKALNE KOZMOLOGIJE	1+0	0+0

Svemirski orijentiri i kozmološko načelo. Opažačka kozmologija i ekspanzija svemira. Veza geometrije i gravitacije – Einsteinova opća teorija relativnosti. Friedmannovi kozmološki modeli. Rješavanje Einstein – Friedmannovih jednadžbi. Standardni model velikog praska i struktura ranog svemira. Veza fizike elementarnih čestica i kozmologije. Problemi modela velikog praska i inflacijska kozmologija.

- J.V. Narlikar, *Introduction to cosmology*, Cambridge University Press, 2nd ed. 1993
- M. Ross, *Introduction to cosmology*, John Wiley and Sons Ltd., 2nd ed. 1997
- I. Bergström and A. Goobar, *Cosmology and Particle Astrophysics*, John Wiley and Sons Ltd. 1999

2499	FIZIKA PLAZME	0+0	2+0
2500	SEMINAR IZ FIZIKE PLAZME	0+0	1+0

U kolegiju se razmatraju temeljna svojstva plazme: prijelazne pojave u magnetskim i električnim poljima, jednočestična aproksimacija, magneto-hidrodinamički model plazme.

2501	METODIKA NASTAVE INFORMATIKE	2+2	0+0
2502	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE INFORMATIKE	0+0	0+4

Didaktički principi. Logičko-misaoni principi. Makro- i mikroplaniranje nastavne građe. Strukturni momenti i tipovi nastavnog sata. Metode nastavnog rada. Nastavna sredstva i pomagala. Didaktičke teorije i njihova primjena. Alati za prezentacije - "Powerpoint, ". Poteškoće kod učenja informatičkih sadržaja i njihovo prevladavanje. Psihološki tipovi i informatičko obrazovanje. Metode kojima se provjerava stupanj stečenog znanja i prati napredak učenika. Priprema nastavnika za sat. Organizacija i analiza nastavnog sata. Praćenje nastavnog sata. Nastava pojedinih područja iz informatike u osnovnoj i srednjoj školi. Principi istraživanja u informatičkom obrazovanju. Konačna ocjena sastoji se od dva dijela: ocjene s vježbi (60%) i ocjene sa završnog ispita (40%). Tijekom cijelog semestra izrađuju se manji projekti koji ulaze u ocjenu praktikuma. Za svaku temu po jedan projekt što ukupno iznosi oko pet manjih projekata. Da bi pristupio završnom ispitu student je dužan samostalno izraditi program kojeg će odrediti predmetni nastavnik.

- Članci iz časopisa: *ACI/SIGCSE Bulletin*, *Journal of Research in Computing in Education*. *Journal of Educational Computing Research*.
- Zbornici sa SIGCSE simpozija.
- Udžbenička građa za osnovnu i srednju školu.

2503	PRAKTIKUM IZ EKSPERIMENTALNE NASTAVE FIZIKE (prof. fiz. i inform.)	0+4	0+0
------	---	-----	-----

Studenti sami sastavljaju uređaje i izvode pokuse koje će izvoditi kao nastavnici u školi ili koje će izvoditi njihovi učenici u laboratorijskom radu.

- Kartoteka pokusa za Praktikum eksperimentalne nastave fizike. Vernić-Mikulčić, Vježbe iz fizike, Školska knjiga, Zagreb 1987.
- Mikulčić-Vernić, Praktikum eksperimentalne nastave fizike (Optika i uvod u fiziku atoma), Sveučilište u Zagrebu 1966.
- Udžbenici i priručnici iz fizike za osnovnu i srednju školu.

2504	MREŽE RAČUNALA	2+1	3+2
-------------	-----------------------	------------	------------

Organizacija računalnih mreža. Povezivanje otvorenih sustava: komunikacijski modeli. Funkcionalnost slojeva davaoca usluga prijenosa. Modemi. Dodjela medija. Lokalne i gradske mreže. Oporavak od pogrešaka. Upravljanje protokom. Usmjeravanje. Povezivanje podmreža. Poslovanje spojem. Funkcionalnost slojeva korisnika usluge prijenosa. Usklađivanje procesa. Prikaz podataka. Sigurnosni aspekti. Karakteristične primjene, definicija objektnim modelom. Višemedijska komunikacija. Poslovanje računalnim mrežama.

- A. S. Tanenbaum: Computer Networks, 3rd Ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, 1996
- D. E. Comer: Internetworking with TCP/IP. Vol. 1: Principles, Protocols, and Architecture, 2nd Ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, Nj, 1991
- B.O. Szuprowicz: Multimedia Networking, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1995

2505	KORISNIČKA SUČELJA	0+0	1+2
-------------	---------------------------	------------	------------

Međudjelovanje čovjeka i računala pomoću korisničkog sučelja. Uloga korisničkog sučelja unutar cjelokupnog programa. Zahtjevi na korisničko sučelje: grafika, nekoliko načina zadavanja iste zapovjedi, višestruke ulazne sprave (najčešće tastatura i miš), korisnik može zadati zapovjed u bilo kojem trenutku izvršenja programa, brza povratna veza o primitku i razumijevanju zapovjedi. Nužnost redizajniranja sučelja nakon korisničkog testiranja – uporaba alata koji omogućuju jednostavnu implementaciju. Tijekom predmeta će svaki student izraditi dva projekta koji će biti ocijenjeni. Ocjena projekata će imati velikog udjela u završnoj ocjeni.

- S. Treu, User Interface Design: A Structured Approach. New York: Plenum Press, 1994
- J.A. Waterworth, Multimedia Interaction with Computers: Human Factors Issues. New York: Ellis Harwood, 1992
- S. Fowler, V. Stanwick. The GUI Style Guide. Boston: AP Professional, 1995
- W.O. Galitz, User-Interface Screen Design. Boston: QED Pub. Group, 1993

2506	INTERDISCIPLINARNA PRIMJENA INFORMATIKE I PRAKTIKUM	0+0	1+2
-------------	--	------------	------------

Jednosemestralni predmet s naglaskom na praktičnom radu. Predmet se sastoji od niza poznatih primjera primjene računala u različitim znanostima; tako imamo primjere iz fizike, elektronike, kemije, meteorologije, ekologije, brodarstva, medicine, geografije, ekonomije te književnosti.

- Predrag Cvitanović, Universality in chaos

2507	PROGRAMSKA OKRUŽENJA (VBA VIZUALNI ALATI, UDRUŽIVANJE APLIKACIJA)	1+2	0+0
-------------	--	------------	------------

Jednosemestralni kolegij usmjeren praktičnom radu. Predlaže se satnica 1+2, dakle na jedan sat teorijskih razmatranja dolazi 2 sata vježbi u računalnoj učionici. Kolegij je razdijeljen na dvije glavne teme koje su zastupljene u omjeru 1 u korist VBA programiranja tako da je prva tema (DDE i OLE) uvod u napredno korištenje aplikacija poput MS Worda i MS Excela koje se razrađuje u drugoj temi. Značajka prvog dijela je razvijanje osjećaja za prirodu računalnog medija te načine razvijanja moćnih programskih sustava koncepcijom orijentacije korisnika prema dokumentu, a ne prema aplikaciji i datoteci. Dokument kao objekt može objedinjavati više datoteka načinjenih različitim programskim paketima, a da se prema korisniku prikazuje kao neodijeljena cjelina. U drugoj temi - VBA programiranju – ulazi se u napredne tehnike korištenja pojedinih programskih paketa i njihova povezivanja. Popularni programski jezik Visual Basic postaje moćno upravljačko sučelje između korisnika i aplikacije. Neovisno o programskom paketu VBA jezik je za korisnika isti, jedino što se mijenja jest objektni model konkretne aplikacije. Ne samo da su putem njega korisniku dostupne sve mogućnosti dane aplikacije, on pruža sve što pruža i standardni programski jezik Basic te ga se na taj način može shvatiti kao proširenje standardnog jezika alatima i objektima moćne aplikacije. Kada se ejoš doda i OLE tehnika povezivanja i komunikacija aplikacija od Basica dobivamo moćan alat za rješavanje i najsloženijih problema koji se mogu javiti u primjeni. Na nekoliko primjera i u završnom radu student upoznaje pravu snagu koju sa sobom nose aplikacije koje će se koristiti (MS Word i MS Excel). U ovom kolegiju se predpostavlja dobro poznavanje osnovnih načina uporabe tih aplikacija (obrađeno na prvoj godini u okviru predmeta "Obrada teksta i proračunske tablice"), a namijenjen je trećoj godini studija.

- Microsoft Office 97/Visual Basic Programmer's Guide, Microsoft Press 1997.
- Skripta za predavanja, predavač predmeta
- EXCEL 5, Napredne tehnike, J. Walkenbach, Znak

2508	BIOENERGETIKA	2+1	0+0
-------------	----------------------	------------	------------

Mjesto i uloga bioenergetike u znanosti. Povezanost biokemijskih reakcija i termodinamika neravnotežnih procesa. Membrane i membranski proteini. Kemijsko-osmotska teorija. Struktura i djelovanje bakteriorodopsina, citokrom c oksidaze, fotosintetskog reakcijskog centra i ATPaze. Predviđanje transmembranske topologije protonskih crpka i voltažnih kanala. Korelacija membranske aktivnosti i hidrofobnog momenta polipeptida. Mjerenje protonske sile. U tijeku predmeta svaki će student izraditi jedan projekt i dobiti ocjenu. Ocjena završnog ispita odražavat će (50%) i uspjeh u izradi projekta.

- D. Juretić, Bioenergetika – rad membranskih proteina, Informator d.d., Zagreb 1997.
- D. A. Harris, Bioenergetics at glance, Blackwell Science, Oxford, 1995.
- S. H. White, Membrane protein structure, Oxford Univ. Press, New York 1994.
- S. R. Caplan i A. Essig, Bioenergetics and linear nonequilibrium thermodynamics. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA 1983.

2509	BIOINFORMATIKA	0+0	1+2
-------------	-----------------------	------------	------------

Ovaj jednosemestralni kolegij ima naglasak na praktičnom radu u računalnoj učionici gdje će svaki student imati pristup Internetu. Prvi uvodni dio odgovara na pitanje što su to sekvencije i kakve se informacije mogu iz njih izvući uporabom računala. Drugi dio ističe razna pitanja o proteinima – kako postaviti takva pitanja i od kojih WWW servera tražiti odgovore. Treći dio se bavi analizom sekvencija membranskih proteina. Četvrti dio proširuje interes studenata na dostupna saznanja preko Interneta o interakciji proteina i njihove okoline: stanice, organa, organizma i ekološkog sustava. Za svaki od ova četiri dijela student će izraditi projekt i dobiti ocjenu. Ocjena završnog ispita će uglavnom (60%) odražavati uspjeh u izradi projekata. Tijekom prve godine nastave, nastavnik će napisati skripta za kolegij i prilagoditi ih prikazu na WWW.

- S. R. Swindell, R. R. Miller, G. S. A. Myers, Internet for the Molecular Biologist, Horizon Scientific Press, Portland, Oregon 1997
- D. Juretić, Bioenergetika – rad membranskih proteina, Informator d.d., Zagreb 1997

2510	SLUČAJNI PROCESI U SUSTAVIMA	0+0	3+1
-------------	-------------------------------------	------------	------------

Slučajni kontinuirani i diskretni signali. Korelacija i spektar snage. Nelinearne transformacije signala. Određivanje korelacijskih funkcija i spektra signala. Slučajni signali u linearnom sustavu. Korelatori i spektralni analizatori. Modeliranje i karakterizacija šuma. Faktor šuma pojačala. Optimizacija prilagođenja i ostali postupci za minimiziranje šuma. Generatori šuma i mjerenje. Ekstrakcija signala korelacijom. Optimalna filtracija. Wienerov filter. Prilagođeni filter. Detekcija signala. Primjeri iz primjena u različitim disciplinama.

- P. Z. Peebles, "Random Variables and Signal Principles", 2. izdanje, Mc Graw Hill, New York
- A. Papoulis: "Probability, Random variables, and Stochastic Processes", Mc Graw Hill, New York

2511	RAČUNALNE SIMULACIJE U MEDICINI	0+0	1+2
-------------	--	------------	------------

Program je orijentiran prikazu primjene informatičkih tehnologija u medicini na primjeru nekoliko stvarnih uporaba. Kolegij će se odvijati u suradnji s Medicinskim fakultetom. Kolegij je razdijeljen na četiri dijela: dijagnostika i liječenje, vizualizacija, baze podataka i ekspertni sustavi i komunikacije. Konačna ocjena sastoji se od dva dijela: ocjene s vježbi (60%) i ocjene sa završnog ispita (40%). Tijekom cijelog semestra izrađuju se manji projekti koji ulaze u ocjenu praktikuma. Za svaki dio se izrađuje po jedan projekt što ukupno iznosi četiri projekta. Da bi pristupio završnom ispitu student je dužan samostalno izraditi sve projekte. Tijekom prve godine, predavač će napisati skripta za kolegij i prilagoditi ih prikazu na WWW-u. Literatura je alternativni pomagač u izvođenju nastave.

- Virtual (computed) Endoscopy: Development and evaluation using the Visible Human Datasets, R. A. Robb, Mayo Foundation/Clinic, 1996
- Computer Aided Surgery and Treatment Planning at the Mayo Clinic, Richard A. Robb, Jon J. Camp, Dennis P. Hanson, Mayo Foundation/Clinic, Rochester, 1997
- DICOM Cook Book, Bas Revet, PHILIPS Medical Systems, Rochester, 1997
- Analyze AVW, User's Guide, Mayo Foundation/Clinic, 1997
- 3D Viewnix User's Guide, MIPG University of Pennsylvania, 1995

2512	NEURONSKE MREŽE	2+1	0+0
------	-----------------	-----	-----

Biološki neuron. Umjetni neuron. Vrste umjetnih neuronskih mreža. Učenje neuronske mreže. Primjena. Algoritam učenja višeslojne neuronske mreže. Povratno rasprostiranje pogreške mreže. Neuronske mreže s radijalnim baynim funkcijama. Grossbergovo i Hebbovo pravilo učenja. Kohenenove i Hopfieldove neuronske mreže. Algoritam učenja dinamičke neuronske mreže. Ocjena uspješnosti algoritama učenja. Primjeri primjena statičkih i dinamičkih neuronskih mreža. Identifikacija dinamičkih sustava neuronskim mrežama. Ostale neuronske mreže. Poopćenje modela neuronskih mreža.

- B. Novaković, D. Majetić i M. Široki, Umjetne neuronske mreže, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 1998
- J.M. Zurada, Artificial Neural Systems, West Publishing Company, New York, 1992

2513	FIZIKA METALA I SLITINA (prof. fiz. i infor., prof. fiz. i tehn. s inform.)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Mortalna beza, normalni, plemeniti i prijelazni metali, binarne slitine, energija formacije. Strukture metala: kemijski faktori (veze) i geometrijski faktori (koordinacija, popunjenost, slaganje, polimorfizam). Nedestruktivne metode određivanja strukture i mikrostrukture (roentgenska i elektronska difrakcija) domene, čvrste otopine (geometrijski faktori), defektna strukture, pogreške u slijedu mrežnih ravnina, metastabilne strukture, uređenje dugog i kratkog doseg a u čvrstim otopinama, metalna stakla, (termodinamički uvjeti stvaranja, metode , svojstva, primjena), intermedijarni i intermetalni spojevi. Mikrostrukture: točkasti defekti, dislokacije, nanokristalni materijali (osnovni pojmovi, atomska struktura nanokristala, metode dobivanja). Fazni dijagrami: termodinamičke osnove, eutektički, peritektički sustavi, eksperimentalne metode određivanja faznih dijagrama, metastabilna stanja i metastabilni fazni dijagrami. Difuzija u metalima i slitinama, fazne pretvorbe (difuzijske i nedifuzijske-martenzitne). Mehanička svojstva metala i slitina: kinetika transformacije, očvršćivanje raspadom čvrstih otopina, precipitacijama i deformacijom.

- R.W. Cahn & P. Haasen: Physical Metallurgy, North-Holland, Amsterdam, 1996.

2514	FIZIKA POLUVODIČA (prof. fiz. i infor., prof. fiz. i tehn. s inform.)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Elementarna definicija poluvodiča, važniji rani radovi i kemijski pristup poluvodljivosti. Zonska teorija poluvodiča. Vlastiti i nevlastiti poluvodiči. Porijeklo i klasifikacija defekata. Kontrolirano uvođenje defekata. Koncentracija nositelja naboja u toplinskoj ravnoteži. Tipovi poluvodiča i kompenzacija. Raspršenje nositelja naboja i transportna svojstva poluvodiča. Električna vodljivost, termoelektromotorna sila i Hallov efekt. Rekombinacija nositelja naboja. Optička svojstva poluvodiča. Absorpcija zračenja i fotovodljivost. Eksperimentalno određivanje osnovnih parametara poluvodljivosti. Električne i optičke metode. Vrste poluvodiča. Elementarni poluvodiči, poluvodički spojevi. Kristalni, amorfni i staklasti poluvodiči. Superrešetke.

- B. Sapoval, C. Hermann, Physics of Semiconductors, Springer Verlag, New York, 1995

2515	PRAKTIKUM IZ FIZIKE ELEMENTARNIH ČESTICA	0+0	0+4
------	--	-----	-----

Detekcija zračenja uporabom scintilacijskog detektora, Čerenkovljeva detektora, mnogožičane proporcionalne komore i vertikalne posmične komore. Koincencijska mjerenja. Brza elektronika. Fizičko-programski sklop za sakupljanje i pohranu podataka u računalo. Poluživot miona. Pozitroni. Magnetski moment miona. Brzina i raspad miona iz svemirskog zračenja. Obrada i analiza podataka i pogrešaka.

- D. H. Perkins: Introduction to High Energy Physics. Cambridge University Press, Cambridge 2000
- B. Rossi: Cosmic Rays, McGraw-Hill, 1964
- W.R. Leo: Techniques for Nuclear and particle Experiments, Springer Verlag, 1987
- P.R. Bevington, D.K. Robinson: Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw Hill, 1992

2801	TEHNIČKA DOKUMENTACIJA	2+2	2+2
------	------------------------	-----	-----

Pribor za izradu tehničke dokumentacije, tehničke norme, crte, omjeri crtanja, formati papira, tehničko pismo, projiciranje (prostorno i ortogonalno), pojednostavnjenja i preporuke pri predočavanju oblika, kotiranje, definiranje obradbe i površinske hrapavosti, tolerancije idosjedi, tolerancije oblika i položaja, simboli, vrste i oprema tehničke dokumentacije.

- Z. Herold: Inženjerska grafika - Tehničko crtanje, Inženjerski priručnik I, Školska knjiga - Zagreb, 1996
- Č. Koludrović, I. Koludrović-Harbić, R. Koludrović: Tehničko crtanje u slici s kompjutorskom aplikacijama, Autorska naklada Koludrović, Rijeka, 1997

2802	ELEMENTI I MEHANIZMI STROJEVA	2+1	2+2
-------------	--------------------------------------	------------	------------

Osnove tehničke mehanike i čvrstoće: pojam opterećenja silama i momentima, pojmovi naprezanja i čvrstoće. Ravnoteža sila, reakcije, momenti. Statička i dinamička opterećenja. Statička naprezanja, dinamička naprezanja. Statička čvrstoća, dinamička izdržljivost. Sigurnost.

Elementi strojeva: elementi za spajanje - nerastavljivi i rastavljivi spojevi, opruge, osovine i vratila, klizni i valjni ležaji, spojke, osnove elemenata za prijenos snage i gibanja - zupčani, lančani, remenski i tarni prijenos. Osnove i vrste hidrauličkih pumpi.

- * Osnove motora s unutarnjim sagorijevanjem: Otto i Diesel motori.
- * K.H. Decker, Elementi strojeva, Tehnička knjiga, Zagreb.
- * B. Kraut, Strojarski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb.
- * Tehnička enciklopedija, Leksikografski zavod, Zagreb.

2805	OSNOVE ELEKTROTEHNIKE	3+1	0+0
-------------	------------------------------	------------	------------

Istosmjerna struja, Ohmov i Kirchhoffovi zakoni, jednostavni i složeni krugovi, snaga i energija istosmjerne struje. Izmjenična struja, pojam omskog, induktivnog i kapacitivnog otpora. Složeni krugovi izmjenične struje, simbolička metoda. Višefazni sustavi, nevezani i vezani sustav, spoj u zvjezdu i trokut. Snaga trofaznog sustava. Električna mjerenja: jedinice, izražavanje izmjerenih vrijednosti, pogreške, osnovne mjerne metode. Princip analognih i digitalnih instrumenata, mjerenje istosmjernih i izmjeničnih struja, napona, snage i energije. Električni strojevi: podjela i zajednička svojstva. Princip izvedbe, fizikalna slika rada i pogonske karakteristike transformatora, sinhronih, asinhronih i kolektorskih strojeva. Elektromotorni pogoni: osnovni pojmovi, mehaničke karakteristike, radna i kočna stanja, statička i dinamička stanja EMP, vrste EMP, određivanje snage i izbor elektromotora. Elektroenergetika i električne instalacije: proizvodnja, prijenos i razdioba, te potrošnja električne energije. Kućne instalacije i električna rasvjeta.

- * Essert, Valter, Osnove elektrotehnike, FSB, Zagreb, 1989
- * B. Skalicki, Elektromotorni pogoni, FSB, Zagreb, 1986

2807	AUTOMATIKA	0+0	2+1
-------------	-------------------	------------	------------

Osnove teorije sustava i teorije signala, osnovni koncepti automatskih sustava, matematički opis dinamike sustava, analiza u vremenskom, kompleksnom i frekvencijskom području, regulacijski uređaji, analiza regulacijskog kruga, stabilnost i točnost regulacije, sinteza regulacijskog djelovanja, osnove vođenja NC/CNC alatnih strojeva, osnove robotike, auditorne i praktične vježbe.

- * T. Šurina, Automatska regulacija, Školska knjiga, Zagreb, 1981
- * T. Šurina, M. Crneković, Industrijski roboti, Školska knjiga, Zagreb, 1990
- * V. Kecman, Osnove automatike - Zadaci iz automatske regulacije, Školska knjiga, Zagreb, 1988
- * B. Novaković, Regulacijski sistemi, Sveučilišna naklada, Zagreb, 1985

2809	PRAKTIKUM IZ AUTOMATIKE	0+0	0+3
-------------	--------------------------------	------------	------------

Primjena računala, zadatak procesnih računala, konfiguracija digitalnog računala, programiranje digitalnog računala, programski jezik PASCAL, prekidni način rada mikroprocesora, algoritam diskretnog PID regulatora, veza računala i procesa (A/D, D/A, I/O), Metrabyte DAS8-PGA kartica, mikroprocesor INTEL 8085, robot RM-501, upravljanje položajem i brzinom koračnog motora, regulacija temperature zraka u cijevi.

- * B. Souček, Mikroprocesori i mikroročunala, Tehnička knjiga, Zagreb
- * Z. Sobotka, Mikroprocesori i mikroročunala u pitanjima i odgovorima na lak način, The.knjiga, Zagreb
- * A.P. Malvino, Elektronika digitalnih računala, Naučna knjiga, Beograd 1981

2811	OSNOVE KEMIJSKOG INŽENJERSTVA	2+1	0+0
-------------	--------------------------------------	------------	------------

Uvod u kemijsko inženjerstvo. Osnovne postavke. Pregled različitih područja kemijskog inženjerstva. Osnove kemijskog reakcijskog inženjerstva. Bilance tvari i energije. Kemijska kinetika reakcija u realnim sustavima. Kemijsko inženjerski aspekti proizvodnje i primjene polimernih i anorganskih nemetalnih materijala (keramika, staklo, vezivni materijali). Kemijsko inženjerske osnove baznih anorganskih procesa i procesa proizvodnje umjetnih gnojiva. Eko-inženjerstvo.

Vježbe: Seminarski rad. Obilazak proizvodnih postrojenja kemijske industrije.

- * M. Peters, Elementary Chemical Engineering, Ed. 2., McGraw Hill, N.Y. 1984
- * Z. Gomzi, Kemijski reaktori, HINUS, Zagreb, 1998

- Z. Janović, Polimerizacije i polimeri, HDKI, Zagreb, 1997
- A. Đureković, Cement, cementni kompoziti i dodaci za beton, ŠK. Zagreb, 1996
- V. Sanchelli, Chemistry and Technology of Fertilizers, Reinhold Publ. Co. N.Y. 1993
- A. R. West, Solid state chemistry and its applications, J. Wiley&Sons Ltd., N.Y. 1984

2815	KONSTRUIRANJE POMOĆU RAČUNALA	2+0	0+2
------	-------------------------------	-----	-----

Predavanja: Struktura CAD-sustava. CAD kao podsustav CIM-sustava. Proizvod i njegove značajke kao dijel modernog procesa konstruiranja (kvalitet-cijena-rok). Proizvod kao sustav (struktura, definiranost). Proizvod kao podsustav - konstrukcijske značajke (tehnološkičnost, tržišnost, eksploatibilnost, itd.). Tri osnovne modaliteta u procesu konstruiranja (sinteza, analiza, simulacija). Geneza konstrukcije - varijabilnost - optimalizacija. Algoritmi konstruiranja. Nezavisne i zavisne varijable. Modeliranje. Software CAD - sustava.

Vježbe: Dopunska znanja programiranja. Primjena računalne grafike. Specifičnosti CAD-programiranja. Samostalna izrada jednog CAD-programa.

2816	OSNOVE TEHNOLOGIJE PROMETA	2+1	0+0
------	----------------------------	-----	-----

Pojam i funkcija tehnologije prometa. Problemi fizičke i virtualne mobilnosti. Načini prijevoza i prijenosa ljudi, roba i informacija. Klasifikacija modova transporta i prometne grane. Mrežni operatori i davatelji usluga. Prijevozna sredstva i mrežna infrastruktura kopnenog prometa. Cestovni promet. Željeznički promet. Zračni promet. Vodni promet. Cjevovodni transport. Unutrašnji transport. Logistički sustavi. Tehnologija prijenosa pojedinačnih adresiranih pošiljaka. Sigurnost i kontrola prometa. Prometna telematika i Inteligentni transportni sustavi (ITS).

- I. Bošnjak: Teorijske osnove tehnologije prometa. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu 2000
- I. Bošnjak: Inteligentni transportni sustavi. Fakulteta za pomorstvo in promet Univerze v Ljubljani, 2002.
- I. Bošnjak: Osnove tehnologije prometa (u pripremi) Prirodoslovnomatematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- C.S. Papacostas: Transportation Engineering and Planning. Prentice Hall Int., 1992

2817	OSNOVE TEHNOLOGIJE TELEKOMUNIKACIJA	0+0	2+1
------	-------------------------------------	-----	-----

Sustavni pristup proučavanju komunikacijskog fenomena i tehnologije telekomunikacija. Načini mrežnog prijenosa informacija. Pregled razvoja telekomunikacijske tehnike i tehnologije. Poopćeni model telekomunikacijske mreže. Nosive mrežne usluge i teleusluge. Tehnologija telefonskog prometa. Tehnologija telegrafskog i telematskog prometa. Promet i usluge pokretnih mreža prve, druge i treće generacije (NMT, GSM, UMTS). Usluge Interneta. Javni mrežni operatori i davatelji usluga. Privatne i posebne funkcionalne mreže. Trendovi razvoja telekomunikacijske tehnologije.

- I. Bošnjak: Telekomunikacijski promet I. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001
- Š. Mrvelj i I. Bošnjak: Zbirka zadataka iz telekomunikacijskog prometa. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2000
- I. Bošnjak: Tehnologija telekomunikacijskog prometa II. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2000
- Ericsson and Telia: Understanding Telecommunications. Studentlitteratur, 1998

2821	UVOD U GRADITELJSTVO	2+1	0+0
------	----------------------	-----	-----

Graditeljstvo u predhistoriji. Arhitektura, gradovi i kanali Mezopotamije. Egipatski hramovi i grobovi. Kretsko-mikenska kultura. Antika. Rimljani - inženjeri antike. Graditeljstvo starokršćanskog razdoblja Bizanta i romanike. Svodovi i upornjaci gotskih katedrala. Arhitektura, utvrde i gradovi renesanse. Barok, rokoko i klasicizam. Industrijska revolucija. Veliki inženjeri i arhitekti XX stoljeća. Ceste, željeznice i vodogradnje XX stoljeća. Mostovi: zidani, betonski, armirano-betonski i čelični.

- Likovna enciklopedija (Arhitektura), Leksikografski zavod, Zagreb, 1984

2822	RAČUNALNE MREŽE	2+2	0+0
------	-----------------	-----	-----

Mreže računala, topologija, protokoli. Lokalna računalna mreža, poslužitelj, korištenje zajedničkih uređaja, postavljanje lokalne mreže. Inernet, priključenje na Internet (trajno, modemsko). Usluge Interneta (elektronička pošta, news, ftp, korištenje udaljenog računala...)

- Networking essential, Microsoft Press 1997.

2823	POVIJEST TEHNIKE	0+0	2+1
------	------------------	-----	-----

2824	VIŠI RAČUNALNI PRAKTIKUM	0+3	0+0
------	---------------------------------	-----	-----

Osnove HTML jezika, izrada WWW stranica. Multimedijalne prezentacije, programski paketi. Stolno izdavaštvo, programski paketi.

- D. Petrić, Naučite HTML i oblikujte sami efektne WWW stranice, Znak, Zagreb, 1997.
- Priručnici programskih paketa

2825	RAČUNALO U POKUSU	2+1	0+0
------	--------------------------	-----	-----

Pretvorbe neelektričnih veličina u električne. Osjetila i pretvorbene pojave (termoelektrične, fotoelektrične, magnetoelektrične...). AD i DA pretvornici, međuskloповi, Standardi prijenosa podataka. (IEEE-488 standard, RS-232). Obrada podataka.

- J. Fraden, Handbook of modern sensors, Springer, New York, 1996
- Instrument communication handbook, Iotech, Cleveland, 1991

2892	MATERIJALI	2+1	0+0
------	-------------------	-----	-----

Upoznavanje sa svojstvima materijala koji se pojavljuju u primjeni. Klasifikacija materijala: kovine, keramike, polimeri i kompozitni materijali. Kristalne, djelomično kristalne i nekrystalne strukture materijala. Defektnost kristalnih struktura i mikrostruktura materijala. Ravnotežne i metastabilne faze. Određivanje ravnotežnih i metastabilnih faznih dijagrama. Fazne pretvorbe 1. i 2. reda i njihova povezanost s Gibbsovom slobodnom energijom. Difuzija atoma i energija aktivacije procesa. Difuzijske i nedifuzijske fazne pretvorbe. Kinetika strukturalnih pretvorbi. Povezanost svojstava materijala i strukture. Metode određivanja strukture i svojstava materijala: nerazarajuće i razarajuće. Elastična i plastična svojstva materijala. Elektronska (električna i magnetska) svojstva. Izbor materijala za određenu namjenu.

- R.E. Hummel: Understanding Materials Science/ History – Properties – Applications; Springer-Verlag, New York, 1998
- W.D. Callister, Jr.; Materials Science and Engineering/ An Introduction, 6th ed., CD-ROM included; Wiley and Sons, New York, 2003
- W.D. Callister, Jr.; Fundamentals of Materials Science and Engineering/An Interactive/e-Text/, CD-ROM included; Wiley and Sons, New York, 2001
- T.H. Courtney: Mechanical Behavior of Materials, 2nd ed.; McGraw-Hill, Boston, 2000
- R.E. Hummel: Electronic Properties of Materials, 3rd ed.; Springer-Verlag, New York, 2001

2897	METODIKA NASTAVE TEHNIKE S INFORMATIKOM	2+0	2+0
------	--	-----	-----

Koncepcija nastave tehnike, tehničkog odgoja i obrazovanja u nastavi i dodatnim oblicima rada. Uloga informatike u suvremenoj tehnici i nastavi. Opće didaktičke, ergološke i kibernetičke metode u nastavi tehnike i pri radu učenika na računalima. Suvremena nastavna komunikacija i nova nastavna tehnologija u nastavi tehničke kulture. Analiza nastavnog programa i metodički pristup tehnici i informatici. Nastavni ciljevi, realizacija i verifikacija postignutog uspjeha. Sustavni i egzemplarni pristup nastavnom gradivu. Algoritamski i problemski pristup gradivu. Uvod u istraživački rad iz nastave tehnike.

2898	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE TEHNIKE S INFORMATIKOM	2+0	2+0
------	---	-----	-----

Priprema i izvođenje nastave tehničke kulture u učionici, radionici i računalnom praktikumu. Praćenje predavanja i analiza nastavnog sata. Analiza nastavnog plana i programa tehničke kulture te izbornih tehničkih i informatičkih programa. Formuliranje nastavnih ciljeva i zadaća nastave. Izrada ispitnih postupaka za nastavnu cjelinu. Izrada tehničke dokumentacije i postavljanje algoritama za rješenje odabranih tehničkih problema na klasičan način i uz pomoć računala. Postavljanje i traženje rješenja problemskih zadataka za odabranu tehničku cjelinu.

2899	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE TEHNIKE S INFORMATIKOM	0+4	0+4
------	---	-----	-----

Priprema nastavne jedinice i didaktičkog materijala na klasičan način i uz pomoć računala. Izrada metodički oblikovanog (integriranog) nastavnog teksta prema taksativno definiranim nastavnom cilju (s crtežima i radnim zadacima). Skaniranje crteža i njihova obrada na računalu radi primjene u nastavi. Komuniciranje uz pomoć računala. Pripremanje i izvođenje praktičnog rada iz obrade materijala. Metodički oblikovane vježbe i izvođenje trodimenzijskog projektiranja, vježbe iz tehničkog crtanja, montažno-demontažne vježbe iz mehanike, pneumatike, elektrotehnike, elektronike ili računalne tehnike. Metodičko oblikovanje rada na

računalu (elementi programiranja i upotreba jednostavnijih programa za izvođenje nastave tehnike i računalnih programa za opću uporabu). Izrada programirane nastavne sekvence s provjerom znanja. Metodičko oblikovanje vježbe rukovanja tehničkim uređajem i računalnim sklopom.

★	GORIVNI CIKLUS	3+1	0+0
★	NUKLEARNE ELEKTRANE	0+0	3+1
★	SIGURNOST NUKLEARNIH ELEKTRANA I PROPISI	2+1	2+1

★ Ovi se predmeti predaju na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, prema njihovom nastavnom programu.

4.2.4. KEMIJA

3108	ORGANSKA KEMIJA (dipl. ing. ekologije)	0+0	2+1
3109	ORGANSKA KEMIJA (prof. biologije)	0+0	2+1

Nomenklatura, svojstva i stereokemija organskih spojeva. Reakcije organskih spojeva razmatraju se sistematski prema vrsti spojeva s osvrtom na biološki važne predstavnike u svakoj klasi spojeva.

- G. H. Taylor: Organic Chemistry for students of Biology and Medicine, Longman Group Limited 1987.
- J. I. Kroschwitz, M. Winokur: Chemistry: General, Organic, Biological, McGraw – Hill 1990.
- D. Applequist, C.H. DePuy, K.L. Rinehart: Introduction to Organic Chemistry, Wiley, New York 1982.
- S.H. Pine: Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- W.H. Brown: An introduction to Organic Chemistry, 2nd Ed. Harcourt & Co. 2000.

3112	ORGANSKA KEMIJA (prof. fizike i kemije)	4+1	4+1
3113	ORGANSKA KEMIJA (prof. biologije i kemije)	4+1	4+1
3114	ORGANSKA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	4+1	4+1
3115	ORGANSKA KEMIJA (dipl. ing. molekularne biologije)	0+0	2+1

Upoznavanje struktura i njihovog određivanja te nomenklature i stereokemije ugljikovih spojeva. Reakcije ugljikovih spojeva razmatraju se sistematski prema vrsti reakcijskog mehanizma i upoznaje se njihova primjena u sintezi.

- S.H. Pine: Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb 1994
- S.H. Pine: Organic Chemistry, McGraw-Hill 1987
- W.H. Brown: An introduction to Organic Chemistry, 2nd Ed. Harcourt & Co. 2000.

3116	PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE 1 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+4	0+0
------	--	-----	-----

Odjeljivanje smjese organskih spojeva metodom ekstrakcije, plinske kromatografije te kromatografijom na stupcu i tankom sloju. Određivanje strukture pomoću spektroskopskih metoda. Sinteza organskih spojeva i reakcijska kinetika.

- F.L. Fieser, K.L. Williamson: Organic Experiments. D.C. Heat and Co., Lexington 1975
- J.A. Moore, D.L. Dalrymple: Experimental Methods in Organic Chemistry. W.B. Saunders, Philadelphia 1976
- C.F. Most Jr.: Experimental Organic Chemistry, John Wiley & Sons, New York 1988.
- R.M. Silverstein, G.C. Bassler, T.C. Morrill: Spectrometric Identification of Organic Compounds, 5th Ed., John Wiley & Sons, New York 1991.
- H. Pine: Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- J. March: Advanced Organic Chemistry, John Wiley & Sons, New York 2001.
- interna skripta

3117	FIZIKALNA ORGANSKA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	3+1
------	---	-----	-----

Upoznavanje s fizikalno-kemijskim osnovama strukture i reaktivnosti organskih spojeva. Linearni odnosi slobodne energije. Kiseline i baze. Utjecaj reakcijskog medija. Kinetički izotopni efekti. Mehanizam alifatske

nukleofilne supstitucije, eliminacije, adicije na C=C vezu, aromatskih supstitucija. Metode molekularnih orbitala. Pericikličke reakcije.

- N. S. Isaacs: Physical Organic Chemistry, 2nd Ed. Longman - Wiley, London 1995.
- A. Y. Jones: Physical and Mechanistic Organic Chemistry, 2. izd., Cambridge Univ. Press 1984.
- T.H. Lowry, K.S. Richardson: Mechanism and Theory in Organic Chemistry, third edition, Harper and Row, New York 1987.
- V. Šunjić: Simetrija graničnih orbitala i reaktivnost u organskoj kemiji, Školska knjiga, Zagreb 1987.
- F.A. Carey, R.J. Sundberg: Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, Plenum, New York 2000

3119	PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE 2 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	0+4
------	--	-----	-----

Čišćenje otapala. Diels-Alderove reakcije. Bromiranje aromatskih spojeva. Kinetička i termo-dinamička kontrola reakcije. Organometalni reagensi. Oksidacije i redukcije.

- interna skripta

3120	KEMIJA PRIRODNIH ORGANSKIH SPOJEVA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
3121	KEMIJA PRIRODNIH ORGANSKIH SPOJEVA (dipl. ing. molekularne biologije)	0+0	2+1

Studenti će se upoznati sa strukturom, biogenezom i svojstvima važnih prirodnih spojeva kao što su ugljikohidrati, aminokiseline, terpeni, steroidi, alkaloidi i acetogenini.

- H. Pine: Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- I.L. Finar: Organic Chemistry, Stereochemistry and the Chemistry of Natural Products, Longman, London 1973.
- J. Mann, R.S. Davidson, J.B. Hobbs, D.V. Banthorpe, J.B. Harborne: Natural Products: their chemistry and biological significance, Longman 1994.
- J. Clayden, N. Greeves, S. Warren and P. Wothers: Organic chemistry, Oxford Univ. Press 2001.

3122	VIŠI PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE	0+4	0+0
------	-----------------------------------	-----	-----

Mentorski način rada. Praktikum je u funkciji pripreme studenta za izradbu diplomskog rada iz organske kemije. Voditelj praktikuma u dogovoru s predmetnim nastavnikom i studentima definira uže područje rada, teorijsku nastavu te odgovarajuće eksperimentalne zadatke. Studenta se nastoji osposobiti za samostalni rad, kreativnost i inicijativu, te posebno za razumijevanje niza postupaka i tehnika kojima se služimo u organskoj kemiji. U okvirima praktikuma, uz eksperimentalni rad (sinteza i izolacija raznih organskih spojeva u više stupnjeva, identifikacija produkata i određivanje strukture) rad uključuje sakupljanje, pregled i obradu znanstvene i stručne literature.

3123	METODE SINTEZE U ORGANSKOJ KEMIJI	2+1	0+0
------	-----------------------------------	-----	-----

Na temelju znanja organske kemije koju su svladali u prethodnim godinama, studenti proširuju znanje o konceptu, metodama, ishodnim materijalima i ciljnim molekulama u suvremenoj organskoj sintezi uz primjenu retrosintetske analize i plana sinteze.

- H. Pine, Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb 1994
- S.H. Pine, J.B. Hendrickson, D.J. Cram, G.S. Hammond, Organska kemija, ŠK, Zagreb 1984

3124	FOTOKEMIJA	2+1	0+0
------	------------	-----	-----

Elektronski spektri i priroda elektronski pobuđenih stanja. Prijenos energije i emisijski procesi. Izolacije, identifikacija i spektroskopija fotokemijskih međuprodukata. Fotokemijska pregrađivanja i izomerizacije. Intramolekulske reakcije karbonilnih spojeva. Cikloadicijske reakcije.

- J. Michl, V. Bonacić-Koutecky: Electronic Aspects of Organic Photochemistry, Wiley, New York 1991
- M. Klessinger, J. Michl: Lichtabsorption und Photochemie Organischer Moleküle, VCH, Weinheim 1990
- N. J. Turro: Molecular Photochemistry, W. A. Benjamin, London 1978
- J. M. Coxon, B. Halton: Organic Photochemistry, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1976

3125	ENZIMSKA KATALIZA U ORGANSKOJ SINTEZI	2+1	0+0
------	---------------------------------------	-----	-----

Na temelju znanja organske kemije i biokemije stečenih u prethodnim godinama studenti proširuju znanje o suvremenoj organskoj sintezi putem biokatalize enzimima.

- K. Faber, Biotransformations in Organic Chemistry, 4th Ed., Springer-Verlag, Berlin 2000
- K. Drauz, H. Waldmann, Enzyme Catalysis in Organic Synthesis, 2nd Ed., VCH, Weinheim 2002

3127	PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE (dipl. ing. molekularne biologije)	0+3	0+0
------	--	-----	-----

• interna skripta

3129	PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+4	0+0
------	--	-----	-----

• interna skripta

3130	PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+4	0+0
------	---	-----	-----

Odjeljivanje smjese organskih spojeva metodom ekstrakcije, kromatografijom na stupcu i tankom sloju. Određivanje strukture pomoću spektroskopskih metoda. Sinteza organskih spojeva.

• interna skripta

3136	DIPLOMSKI RAD IZ ORGANSKE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+1	0+5
------	---	-----	-----

3137	DIPLOMSKI RAD IZ ORGANSKE KEMIJE (prof. kemije)	0+10	0+16
------	--	------	------

Vidi 3138.

3138	DIPLOMSKI RAD IZ ORGANSKE KEMIJE (dipl. ing. kemije)	0+11	0+17
------	---	------	------

3139	DIPLOMSKI RAD IZ ORGANSKE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+2	0+2
------	--	-----	-----

Upoznavanje studenata sa teorijskim osnovama te metodama i tehnikama koje će koristiti kod izrade diplomskog rada. Samostalan eksperimentalni rad na izabranoj temi iz fizikalne organske kemije, organske sinteze ili kemije prirodnih spojeva. Obrada i interpretacija dobivenih rezultata u suradnji s voditeljem.

3140	RAČUNALNA KEMIJA	0+0	2+1
------	-------------------------	-----	-----

Upoznavanje modernih računskih metoda koje se rabe za tumačenje i predviđanje strukture i reaktivnosti molekula i molekularnih skupina. Kolegij uključuje i praktični rad na računalima. Pregled metoda, strukture računskih programa, optimizacijske tehnike: molekulska mehanika i dinamika, kvantnomehaničke metode - semiempirijske, *ab initio*, DFT, VB-metode. Razmatranje djelotvornosti metoda, primjenjivost na pojedine probleme: predviđanje molekulske strukture malih molekula i makromolekula, predviđanje njihovih reaktivnosti modeliranjem prijelaznih struktura, pobuđenih stanja, stereoelektronskih svojstava; međumolekulska među-djelovanja; utjecaj otapala. Uporaba grafičkih prikaza modela molekula, konformacijska analiza, simuliranje spektara.

- A.R. Leach: Molecular Modelling, Principles and Applications, Longman, London 2003
- F. Jensen: Introduction to Computational Chemistry, Wiley, New York 1998.
- W.J. Hehre: Practical Strategies for Electronic Structure Calculations, Wavefunction, Inc. 1995.
- P.W. Atkins, R. S. Friedman: Molecular Quantum Mechanics, 3. izd., Oxford Univ. Press, Oxford 1997.
- W.J. Hehre, L. D. Burke, A. J. Shusterman, W. W. Huang: A Laboratory Book of Computational Organic Chemistry, Wavefunction, 1998.

3150	BIOKEMIJA (prof. fizike i kemije, dipl. ing. ekologije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Vidi 3151.

3151	BIOKEMIJA (prof. biologije i kemije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Molekularno ustrojstvo žive tvari: proteini, nukleinske kiseline, polisaharidi i lipidi. Konformacija, dinamika i funkcija proteina. Kinetika i mehanizam enzimskih reakcija. Homeostaza, potrošači i izvori energije. Načela metabolizma. Transport. Putovi i reakcije u katabolizmu. Biosinteza preteča makromolekula. Mehanizmi regulacije metaboličkih procesa. Struktura, svojstva i biološka uloga nukleinskih kiselina. Mehanizmi replikacije, transkripcije i translacije genetičke informacije. Genetička šifra. Nukleinske kiseline virusa.

- L. Stryer: Biokemija (prijevod 2. izd.), Školska knjiga, Zagreb 1991
- L. Stryer: Biochemistry, 4. izd., Freeman, New York 1995

- D. Voet, J.G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York 1995

3152	PRAKTIKUM IZ BIOKEMIJE (prof. fizike i kemije, prof. biologije i kemije)	0+0	0+4
------	--	-----	-----

vidi 3157

3153	OPĆA BIOKEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	3+1	3+1
------	---	-----	-----

Struktura i funkcija proteina. Kinetika i mehanizam enzimskih reakcija. Principi metabolizma. Katabolički procesi. Biosinteza makromolekula i njihovih preteča. Regulacija metaboličkih procesa. Nukleinske kiseline: struktura, svojstva i biološka uloga. Mehanizmi replikacije, transkripcije i translacije genetičke informacije. Genetički kod i biosinteza proteina.

- L. Stryer: Biochemistry, 4. i 5. izd., Freeman, New York 1995 i 2002
- L. Stryer: Biokemija (prijevod 2. izd.), Školska knjiga, Zagreb 1991
- D. Voet, J.G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York 1995, 2004
- D. Nelson, M. Cox, A. Lehninger: Principles of Biochemistry, Worth publishers, New York 2000

3155	BIOKEMIJA 1, 2 (dipl. ing. molekularne biologije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Molekularno ustrojstvo žive tvari: proteini, nukleinske kiseline, polisaharidi i lipidi. Konformacija, dinamika i funkcija proteina. Metode studija proteina. Proteini kao produkti gena. Genetička šifra. Rekombinantni proteini. Kinetika i mehanizam enzimskih reakcija. Načela metabolizma. Glavni katabolički putovi. Biosinteza preteča makromolekula. Mehanizmi regulacije metaboličkih procesa.

- L. Stryer: Biokemija (prijevod 2. izd.), Školska knjiga, Zagreb 1991.
- L. Stryer: Biochemistry, 4. i 5. izd., Freeman, New York 1995 i 2002.
- D. Voet, J.G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York 1995.

3157	PRAKTIKUM IZ BIOKEMIJE (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Upoznavanje s kinetikom i inhibicijom enzimskih reakcija, elektroforezom proteina i nukleinskih kiselina, metodama separacije proteina i nukleinskih kiselina te izolacijom plazmida iz transformiranih bakterija.

3160	BIOKEMIJA 3 (dipl. ing. molekularne biologije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Nukleinske kiseline: struktura, svojstva, biološka uloga. Prijenos genetičke informacije i biosinteza proteina. Razlike u strukturi, organizaciji genoma i prijenosu genetičke informacije kod prokariota i eukariota. Upućivanje proteina u stanične odjelke.

- L. Stryer: Biochemistry, 4. i 5. izd., Freeman, New York 1995 i 2002
- D. Voet, J. G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York 1995, 2004
- B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J. D. Watson: Molecular Biology of the Cell, 3. izd., Garland Publishing, New York 1994
- B. Lewin: Genes VI, Oxford University Press, Oxford 1997
- H. Lodish, D. Baltimore, A. Berk, L. Zipursky, P. Matsudaira, J. Darnell: Molecular Cell Biology, 4. izd., Freeman, New York 2002

3161	FIZIKALNA BIOKEMIJA (dipl. ing. molekularne biologije, prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Uvjet za upisivanje ovog predmeta je položen ispit iz predmeta 3153 OPĆA BIOKEMIJA ili predmeta 3155 BIOKEMIJA I, II. Funkcionalnost strukture biomakromolekula. Primjena termodinamičkih zakona u biokemiji. Energetika i mehanizmi membranskog transporta. Vežanje liganada na makromolekule: tipovi višestrukih ravnoteža. Mehanizmi alosteričke regulacije. Računska i grafička analiza mehanizama enzimskih i receptorskih reakcija. Eksperimentalne metode za prikupljanje podataka o stupnju zasićenosti makromolekule ligandom. Računsko-analiitičke metode za analizu termodinamičkih i kinetičkih mjerenja pri studiju mehanizma biokemijskih i bioloških procesa na molekularnoj razini.

- I. Klotz, Introduction to Biomolecular Energetics, Academic Press 1986.
- D.V. Roberts: Enzyme Kinetics, Cambridge Chemistry Texts.
- E.C. Hulme: Receptor-Ligand Interactions, A practical approach, IRL Press 1992.
- M. Floegel, Fizikalna biokemija I i II, Skripta 1993.
- D. Voet, J.G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York 1995.

3162	PRAKTIKUM IZ ORGANSKE KEMIJE I BIOKEMIJE (prof. biologije)	0+4	0+0
------	--	-----	-----

Upoznavanje s nekima od metoda kemijskih i biokemijskih separacija i detekcija makro-molekula.

3163	CELULARNA BIOKEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Uvjet za upisivanje ovog predmeta je položen ispit iz predmeta 3153 OPĆA BIOKEMIJA ili predmeta 3155 BIOKEMIJA I, II. Kolegij se sastoji od predavanja i seminara. Predavanja uključuju sljedeće teme: biomembrane i unutarnji stanični *milieu*, transport kroz staničnu membranu, sinteza i sortiranje membranskih proteina; struktura genoma; virusi; interakcija stanica-stanica, hormoni i receptori; mikrofilamenti, kretanje stanica i kontrola staničnog oblika; mikrotubuli i intermedijarni filamenti; višestaničje i čimbenici ekstracelularnog matriksa; regulacija staničnog ciklusa; tumori; imunost; biokemija upalnog procesa. Teme seminara dogovaraju se na početku semestra.

- H. Lodish, D. Baltimore, A. Berk, S. L. Zipursky, P. Matsudaira, J. Darnell: Molecular Cell Biology, 3. izd., Scientific American Books, Freeman, New York 1995
- L. Stryer, Biochemistry, 4. izd., W. H. Freeman, New York 1995
- D. Voet, J. G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York, 1995
- B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J. Watson: Molecular Biology of the Cell, 3. izd., Garland Publishing, New York 1994

3166	VIŠI PRAKTIKUM IZ BIOKEMIJE	0+0	0+4
3171	DIPLOMSKI RAD IZ BIOKEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+1	0+5
3172	DIPLOMSKI RAD IZ BIOKEMIJE (prof. kemije)	0+10	0+16
3173	DIPLOMSKI RAD IZ BIOKEMIJE (dipl. ing. kemije)	0+11	0+17
3174	DIPLOMSKI RAD IZ BIOKEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+2	0+2

Upoznavanje s teorijskim osnovama te metodama i tehnikama koje će koristiti kod izrade diplomskog rada. Samostalan eksperimentalni rad na izabranoj temi iz biokemije, naročito iz područja nukleinskih kiselina i proteina. Obrada i interpretacija dobivenih rezultata u suradnji s voditeljem.

3180	BIOKEMIJA (prof. biologije)	2+1	2+1
3181	BIOKEMIJA (dipl. ing. ekologije)	2+1	2+1

Vidi 3150.

3182	PRAKTIKUM IZ BIOKEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+0	0+4
3183	PRAKTIKUM IZ BIOKEMIJE (dipl. ing. molekularne biologije)	0+0	0+4
3202	MATEMATIČKE METODE U KEMIJI (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0

Elementi linearne algebre: osnovne operacije s vektorima i matricama, invers matrice, svojstvene vrijednosti i svojstveni vektori kvadratne matrice. Funkcije kompleksne varijable. Linearni operatori: osnovne operacije, svojstvene vrijednosti i svojstvene funkcije, hermitski operatori, koordinantni i matricni formalizam. Prikaz, uređivanje i obrada eksperimentalnih podataka: prosjek, medijan, varijancija, standardno odstupanje, standardna pogreška prosjeka, kumulativna raspodjela, histogram. Normalna i 'studentova' vjerojatnostna razdioba. 'Studentov' lokacijski test. Linearna korelacija. Metoda najmanjih kvadrata: linearna regresija.

- W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipes, 2. izd., Cambridge Univ. Press, Cambridge 1989.
- H. Margenau, G.M. Murphy, The Mathematics of Physics & Chemistry, Van Nostrand, Princeton 1943, 1956
- L. Klasinc, Z. Maksić i N. Trinajstić, Simetrija u kemiji, Školska knjiga, Zagreb 1979.
- V.P. Spiridonov i A.A. Lopatkin, Matematička obrada fizikalno-kemijskih podataka, ŠK Zagreb 1974.
- I. Pavlič, Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga, Zagreb 1988.

3203	RAČUNALNI PRAKTIKUM (prof. i dipl. ing. kemije)	0+2	0+2
------	--	-----	-----

Osnovni pojmovi o građi osobnog računala. Operacijski sustav MS DOS i Windows (95, 98, NT). Veći sustavi i mreže. Internet. Uporaba programa za pisanje (Word) i za tablično računanje (Excel). Uporaba složenijih programskih paketa (Statistica ili Matlab ili Mathematica) za naprednije studente. Programiranje i programski jezici (Basic ili Pascal ili C) za naprednije studente. Rješavanje problema s područja numeričke matematike i statistike (s pomoću tabličnih programa, programskih paketa ili vlastitih programa).

3204	DOKUMENTACIJA I INFORMATOLOGIJA U KEMIJI (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Predavanja i vježbe u biblioteci. Osnovni principi, metodike i tehnike znanstvenog rada, znanstvene publikacije, kreiranje vlastitih znanstvenih publikacija. Bibliotечne ustanove i službe. INDOK centri. Selektivna diseminacija informacija. Strukovne organizacije. Razvoj pismenosti i distribucijskih sistema. Novi pristupi informacijskim znanostima.

- UNISIST, Studijski izvještaj o provedivosti svjetskog sistema znanstvenih informacija, Referalni centar Sveučilišta, Zagreb 1977.
- V. Kniewald: Metodika znanstvenog rada, Multigraf, Zagreb 1993.
- A. I. Mihajlov, R. S. Giljarevskij: Uvod u informatiku i dokumentaciju, Referalni centar Sveučilišta, Zagreb 1977.
- V. Silobrić: Znanstveno djelo, JUMENA, Zagreb 1983.
- H. Skolnik: The Literature Matrix of Chemistry, Wiley, New York 1982.

3205	PRETRAŽIVANJE ZNANSTVENIH INFORMACIJSKIH BAZA (prof. i dipl. ing. kemije)	0+2	0+0
------	--	-----	-----

Upoznavanje studenata s mogućnostima komplementarnoga pretraživanja informatičkih medija (klasičnih i elektroničkih). Upotrebom računala upoznae se s mogućnošću pronalaženja informacija preko Interneta. Naglašena su dva pristupa bazama podataka: (1) Pretraživanje referentne (sekundarne i tercijarne) literature pomoću najboljih svjetskih pretraživača. Pronalaženje primarnih publikacija posredstvom sekundarnih baza ili direktnim pretraživanjem baza primarnih publikacija. Periodičke publikacije na WEB-u. Primjeri: *Current Contents, Croat. Chem. Acta* i *Langmuir* (sadržaji, naslovi), *Science* (cijeli članci); (2) Pretraživanje domaćih i stranih baza za korištenje elektronički katalogiziranih podataka te u svrhu dvosmjernje komunikacije s računalom.

Program rada (Vježbe): (1) Ulaz u Internet, adrese i sučelja; (2) Pretraživači i programi (ALTA VISTA, GOOGLE, NORTHERN LIGHT, OVID); (3) Domaće baze i *Link-ovi* (PRIRODOSLOVLJE, CARNet, MZT - Sveučilišta u Hrvatskoj, NSK, PMF); (4) Virtualne biblioteke; časopisi na WEB-u; (5) Globalne WEB adrese (British Library); muzeji (SI) i drugo.

- J. Stojanovski, Pretraživanje informacija na Internetu: kako odabrati pravi pretraživač,
- URL: <http://nippur.irb.hr/hrv/ko/lokvij.html>, 08. 03. 2000.
- J. Stojanovski, Edukacija korisnika, URL: <http://nippur.irb.hr/hrv/edukacija/index.html>, 10. 09. 1999.
- Đ. Težak, OVID program za korisnike online baze podataka, skripta
- Đ. Težak, Web i Internet: pretraživanje informacija na Internetu, skripta (2002).

Baza Chemweb.com nudi cjeloviti tekst sljedećih časopisa: Carbon, Combinatorial Chemistry, Diamond and related materials, Internet journal of chemistry, Journal of alloys and compounds, Journal of molecular chemistry A, B, Materials chemistry and physics, Materials research bulletin, Materials science and engineering :C, Tetrahedron Letters, Platinum metals review i Solid state ionics.

- URL: <http://nippur.irb.hr/hrv/novosti.html>, 08. 05. 2000.

3206	FIZIKALNA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	4+3	4+3
3207	FIZIKALNA KEMIJA (prof. fizike i kemije)	4+3	4+3
3208	FIZIKALNA KEMIJA (prof. biologije i kemije)	4+3	4+3

Kvantna kemija: Atomijski spektri. Matematički pribor (operatori). Aksiomatika. Schrödinger-ova jednadžba. Vodikov atom, načelo izgradnje. Varijacijsko načelo. Born-Oppenheimer-ovo približenje. Kemijska veza: molekula vodika. Hibridizacija. Metoda valencijske veze. Metoda molekularskih orbitala. Model VSEPR. Nevezne interakcije. Molekulska spektroskopija: Emisija, apsorpcija i raspršenje elektromagnetnog zračenja. Vibracijska i elektronska spektroskopija. Magnetske rezonancije. Kemijska termodinamika: Matematički pribor i aksiomatika. Osnovne termodinamičke funkcije i njihove relacije. Jednadžbe stanja. Kemijski potencijal i dr. parcijalne molarne veličine. Aktivnost, afinitet, ravnotežna konstanta. Fazne ravnoteže. Termokemija: eksperimentalne metode i tabulacije. Osnove statističke termodinamike: Boltzmann-ova raspodjela. Elektrokemija: Provođenje električne struje. Struktura ionskih otopina. Kiseline i baze. Redoks-reakcije. Električni dvosloj. Ravnoteža u galvanskim člancima (EMS i elektrodni potencijali).

Prenapon i polarizacija. Elektroanaliza: potenciometrija, konduktometrija, voltametrijske tehnike. Izvori električne struje. Kemijska kinetika: Brzina i red reakcije. Reakcijski mehanizmi. Aktivacijska energija, teorija sudara, teorija prijelaznog stanja. Kataliza (homogena, heterogena, enzimске reakcije). Radiokemija: Radioaktivni raspad i umjetne nuklearne pretvorbe. Interakcija zračenja i tvari. Dozimetrija i zaštita. Analitičke primjene. Kolooidna i međupovršinska kemija.

- P. W. Atkins, Physical Chemistry, 6. izd., Oxford University Press, Oxford 1998
- T. Cvitaš, Temelji kvantne kemije i spektroskopije, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1976
- K. J. Laidler, Physical Chemistry with Biological Applications, Benjamin/Cummings, Menlo Park, Calif. 1978. (i kasnija izdanja)
- V. Simeon, Termodinamika, Školska knjiga, Zagreb 1980

3213	OSNOVE FIZIKALNE KEMIJE (prof. biologije)	2+0	2+0
3214	OSNOVE FIZIKALNE KEMIJE (dipl. ing. ekologije)	2+1	2+1
3215	OSNOVE FIZIKALNE KEMIJE (dipl. ing. molekularne biologije)	2+1	2+1

Kemijska termodinamika: Osnovne termodinamičke funkcije i njihove relacije. Jednadžbe stanja. Kemijski potencijal, aktivnost, afinitet, ravnotežna konstanta. Fazne ravnoteže. Termokemija: eksperimentalne metode i tabulacije. (Osnove statističke termodinamike: Boltzmann-ova raspodjela.) Elektrokemija: Provođenje električne struje. Struktura ionskih otopina. Kiseline i baze.

Redoks-reakcije. EMS i elektroodni potencijali. Elektroanaliza: potenciometrija, konduktometrija. Kemijska kinetika: Brzina i red reakcije. Reakcijski mehanizmi. Aktivacijska energija, teorija sudara, teorija prijelaznog stanja. Kataliza (homogena, heterogena, enzimске reakcije). Površinska i kolooidna kemija: Adsorpcija, koagulacija, površinski aktivne tvari.

- P. W. Atkins, The Elements of Physical Chemistry, 3. izd., Oxford University Press, Oxford 2001.
- P. W. Atkins i M. J. Clugston, Načela fizikalne kemije, Školska knjiga, Zagreb 1989.

3218	KVANTNA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Elektromagnetno zračenje; zračenje crnog tijela; fotoelektrički efekt; spektar vodikovog atoma; Bohrov model; valna priroda čestica. Načelo neodređenosti; postulati kvantne mehanike; čestica u kutiji; harmonijski oscilator; separacije translacije i internog gibanja. Schrödingerova jednadžba za vodikov atom; atomske orbitale; spin elektrona; višeelektronski atomi; identičnost čestica i simetrija valne funkcije; multiplicitet stanja; atomski spektri. Born-Openheimerova aproksimacija; metoda varijacije; ab-initio i semiempirijske metode; metoda molekularnih orbitala; metoda valencijskih struktura; s i p-elektroni; usmjerenost veza i hibridizacija; Hückelova teorija; alternantni i nealternantni ugljikovodici; problemi heteroatoma; metoda samousglašenog polja. Reaktivnost molekula: statička metoda; teorija graničnih elektrona; dinamička metoda; energija lokalizacije; usporedba raznih teorija; reakcijski put i prijelazna stanja.

- P. W. Atkins, Physical Chemistry, 6. izd., Oxford University Press, Oxford 1998.
- T. Cvitaš, Temelji kvantne kemije i spektroskopije, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1976.
- R. Eisberg i R. Resnick, Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles, 2. izd., Wiley, New York 1985

3222	KEMIJSKA KINETIKA (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Raspodjela molekula po brzinama i translacijskim kinetičkim energijama; sudari, srednji slobodni put, prijenos; doseg kemijske reakcije, zakon brzine, red reakcije, radioaktivnost, reakcijski mehanizmi (elementarne reakcije, molekularnost, postojana stanja, složeni mehanizmi), kontrola brzine reakcije, eksperimentalne metode kemijske kinetike, kataliza, teorije reakcijskih brzina.

- P.W. Atkins, Physical Chemistry, 6. izd., Oxford University Press, Oxford 1998.
- G. M. Barrow, Physical Chemistry, 6. izd., McGraw-Hill, New York 1996.

3230	ELEKTROKEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Otopine elektrolita: strukturni modeli jakih elektrolita (Debye&Hückel, Bjerrum, Fuoss&Kraus, quasi-kristal); slabi elektroliti (slabe kiseline, koordinacijski spojevi). Galvanski članci: električki dvosloj na granici faza; ravnotežni napon (EMS) i reakcijski prirasti Gibbsove energije, entalpije i entropije; koncentracijski odziv EMS; ion-selektivne elektrode; potenciometrija i potenciometrijska titracija. Kinetika elektroodnih procesa: polarizacija, prenapon; Butler-Volmer-ov model; koncentracijska polarizacija, polarografija, druge voltametrijske tehnike. Primjene: elektrokemijska analiza; gorivni članci; korozija; elektrokemijski tehnološki postupci.

- P. W. Atkins: Physical Chemistry, 6. izd., Oxford Univ. Press, Oxford 1998
- I. Piljac: Elektroanalitičke metode, RMC, Zagreb 1995
- A. J. Bard: Electrochemical Methods, Wiley, New York, 2001
- V. Simeon: Termodinamika, Školska knjiga, Zagreb 1980

3234	KOLOIDNA I MEĐUPOVRŠINSKA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Uvod: Agregacijska stanja, koloidi, međupovršine, klasifikacija koloida. Koloidno stanje: topljivost, nukleacija i kristalni rast, kinetika kristalnog rasta i otapanja, karakterizacija koloida. Kinetička svojstva: Brownovo gibanje, difuzija, sedimentacija (ravnoteža, ultracentrifuga). Adsorpcija: adsorpcijske izoterme. Električnost površina i koloida: površinske reakcije, električni međupovršinski sloj, ravnoteža, elektrokinetika. Stabilnost koloida: interakcije među česticama (disperzijske i elektrostatske sile, solvacijski efekti, odbijanje na malim razmacima, entropijsko odbijanje), kinetika agregacije. Površinski aktivne tvari: taloženje, miceliranje, tekući kristali, emulzije. Primijenjena koloidna kemija: adsorpcija, flotacija, stabilnost disperzija, flokulacija.

- P.C. Hiemenz, Principles of Colloid and Surface Chemistry, Marcel Dekker, New York 1977.
- S. Vovutsky, Colloid Chemistry (Translated from the Russian by N. Bobrov), MIR Publishers, Moscow 1978.

3235	OSNOVNI PRAKTIKUM FIZIKALNE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+0	0+4
3236	OSNOVNI PRAKTIKUM FIZIKALNE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+0	0+4

Vidi 3241

3237	KEMIJSKA TERMODINAMIKA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Fenomenološka metoda: matematička i postulatna osnovica; važnije termodinamičke funkcije i sustav njihovih reakcija; kemijske ravnoteže u homogenim i heterogenim sustavima Statistička metoda: najvjerojatnija raspodjela po energiji (sustavi neovisnih čestica i kanonski ensemble); metoda particijske funkcije; entropija. Primjene: termokemija (skladan sustav podataka o veličinama stanja); plinovi; tekuće smjese i otopine; atomni kristali. Nepovrativi procesi (linearne pojave prijenosa).

- P.W. Atkins, Physical Chemistry, 6. izd., Oxford University Press, Oxford 1998
- V. Simeon, Termodinamika, Školska knjiga, Zagreb 1980
- J.R. Waldram, The Theory of Thermodynamics, Cambridge Univ. Press. Cambridge 1985

3238	OSNOVNI PRAKTIKUM FIZIKALNE KEMIJE (prof. biologije)	0+0	0+4
3239	OSNOVNI PRAKTIKUM FIZIKALNE KEMIJE (dipl. ing. molekularne biologije)	0+0	0+4
3240	OSNOVNI PRAKTIKUM FIZIKALNE KEMIJE (dipl. ing. ekologije)	0+0	0+4
3241	FIZIKALNO-KEMIJSKI PRAKTIKUM 1 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+4	0+0

Konduktometrija I (tehnika mjerenja: Wheatstone-ov most, ćelija). Konduktometrija II (provodnost otopina elektrolita). Prijenosni broj (Hittorf). Termodinamika galvanskog članka (Daniell-ov članak: entalpija, entropija). Potencijometrija I (mjerenje pH). Potencijometrija II (titracija kiselina jakim bazom). Kalorimetrija (osnove, entalpija neutralizacije). Kemijska kinetika I (raspad vodikova peroksida; konstanta brzine, energija aktivacije). Spektrofotometrija (osnove, instrumenti, Beer- Lambertovo pravilo).

- Skripta za praktikum (interna)

3243	FIZIKALNO-KEMIJSKI PRAKTIKUM 2 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Konduktometrijska titracija (neutralizacija NaOH s HCl). Kemijska kinetika II (hidroliza etil-acetata, konduktometrijski; konstanta brzine, energija aktivacije). Kinetika ionskih reakcija (primarni solni efekti). Reakcijska kalorimetrija (kalorimetri, entalpija reakcije Daniell-ova članka ili protoniranja glicinatnog iona). Adsorpcija (octena kiselina na aktivnom ugljenu; ravnoteža). Topljivost plinova (otapanje kisika u vodi). Razdjeljenje (amonijak u vodi i kloroformu). Ravnoteža disocijacije (deprotoniranje metilnog crvenila; spektrofotometrija).

- Skripta za praktikum (interna).

3245	FIZIKALNO-KEMIJSKI PRAKTIKUM 3	0+4	0+0
------	--------------------------------	-----	-----

Mentorski način rada. Nastavnik, u dogovoru s asistentom i studentom određuje zadatak. Asistent se brine za rad jednog ili više studenata. Rad u praktikumu uključuje: pregled literature, odabir i razrada mjernih tehnika, mjerenja, (statističku) obradbu mjernih podataka i raspravu o rezultatima. Zadatak se zadaje tako da bude dovoljno jednostavan, ali da uključuje više tehnika. Rad uključuje i demonstraciju postojećih instrumenata u Fizičko-kemijskom zavodu.

3253	DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKALNE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+1	0+5
3254	DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKALNE KEMIJE (prof. kemije)	0+10	0+16
3255	DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKALNE KEMIJE (dipl. ing. kemije)	0+11	0+17
3256	DIPLOMSKI RAD IZ FIZIKALNE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+2	0+2

Samostalan eksperimentalni i (li) teorijski rad na izabranoj temi iz područja: kemijska termodinamika, kinetika, koloidna i međupovršinska kemija, kvantna kemija, molekulska spektroskopija, elektro-kemija, kemometrika.

3270	MOLEKULSKA SPEKTROSKOPIJA	2+1	0+0
------	---------------------------	-----	-----

Interakcija zračenja s materijom: apsorpcija, emisija i Ramanovo raspršenje; simetrija i izborna pravila; rotacija molekula i rotacijski spektri; vibracija molekula i vibracijski spektri; elektronski prijelazi i elektronski spektri; ionizacija molekula i fotoelektronski spektri; nuklearna magnetska rezonancija; elektronska paramagnetska rezonancija.

- T. Cvitaš, Temelji kvantne kemije i spektroskopije, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1976
- J.M. Hollas, Modern Spectroscopy, 3. izd., Wiley, Chichester 1996

3271	SIMETRIJA U KEMIJI	2+1	0+0
------	--------------------	-----	-----

Simetrija u prirodi. Simetrija i kvantna priroda materije - konsekvencije u kemiji. Teorija grupa i njihovih reprezentacija. Primjene grupa u kemiji - hibridizacija, kristalno polje, Hückelova metoda molekularnih orbitala, normalne vibracije, izborna pravila u spektroskopiji, Woodward-Hoffmannova pravila očuvanja orbitalne simetrije u jednostupnim uskladenim kemijskim reakcijama.

- L. Klasinc, Z. Maksić i N. Trinajstić, Simetrija molekula, Školska knjiga, Zagreb 1979.
- Z. Maksić, Kvantna kemija, Liber, Zagreb 1976.
- D. Grdenić, Molekule i kristali, 4. izd., Školska knjiga, Zagreb 1987.
- I. Hargittai, M. Hargittai, Symmetry through the Eyes of a Chemist, VCH, Weinheim 1987.

3300	OPĆA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	3+2	3+2
------	---	-----	-----

Osnovni pojmovi o atomskoj, molekularnoj i kristalnoj strukturi tvari, prirodi kemijske veze i tablici periodičkog sustava elemenata. Upoznavanje fizikalno-kemijskih zakonitosti kroz izučavanje svojstava plinova, otopina i krutih tvari. Kemija elemenata glavnih skupina periodičke tablice. Seminarom se utvrđuje i uvježbava gradivo predavanja i praktikumata kroz rješavanje stehiometrijskih zadataka.

- I. Filipović, S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.
- L. Jones, P.W. Atkins: Chemistry, 4. izd., W.H. Freeman, New York 2000.
- P.W. Atkins, M.J. Clayton: Načela fizikalne kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- M. Silberberg: Chemistry, The Molecular Nature of Matter and change. 2nd ed., McGraw-Hill, Boston, 2000.

3301	OPĆA KEMIJA (prof. fizike i kemije)	3+1	3+1
------	-------------------------------------	-----	-----

Važnost studija kemije. Pretvorba tvari i stehiometrija. Temeljni kemijski zakoni. Daltonova atomska teorija i građa atoma. Plinovi i plinski zakoni. Termokemija. Kvantna teorija i kvantno mehanički model atoma. Elektronska konfiguracija i periodički zakon. Struktura atoma i kemijska reaktivnost. Kemijska veza. Građa molekula. Teorija kovalentne veze. Međumolekulska djelovanja u tekućinama i krutinama. Fazna promjena. Otopine. Elementi i spojevi glavnih skupina: veza, struktura i reaktivnost. Kinetika i mehanizmi kemijskih reakcija. Doseg kemijskih reakcija i kemijska ravnoteža. Ionska ravnoteža i vodeni sustavi. Termodinamika:

entropija, slobodna energija i smjer kemijskih reakcija. Elektrokemija. Kemijski elementi u prirodi i industriji. Prijelazni elementi i uvod u koordinacijske spojeve. Nuklearne reakcije i njihova primjena.

- I. Filipović, S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.
- M. S. Silberberg: Chemistry, 3. izd., McGraw-Hill, New York 2002.
- G.J. Leigh (ur.) (VI. Simeon, ur. hrvatskog prijevoda): Hrvatska nomenklatura anorganske kemije, Školska knjiga, Zagreb 1996.
- D. Grdenić: Molekule i kristali, Školska knjiga, Zagreb 1987.
- M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb 1989.

3302	OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA (prof. biologije)	2+1	2+1
-------------	---	------------	------------

Kemija vremenom do danas. Osnovna fizikalna i kemijska svojstva i fazne pretvorbe tvari. Temeljni kemijski zakoni; plinovi i plinski zakoni. Osnovni pojmovi o atomskoj, ionskoj i molekulskoj strukturi tvari. Osnove termokemije i fizikalno kemijske promjene. Kvantna teorija i elektronska struktura atoma. Kemijski elementi - zakon periodičnosti, priroda kemijske veze i kemijska reaktivnost. Vodikova veza. Kompleksni spojevi u biološkim sustavima. Kinetika i ravnoteža kemijskih reakcija. Fizikalna i kemijska svojstva otopina. Elektrokemija. Kemija elemenata glavnih skupina s naglaskom na elemente značajne u biološkim sustavima. Seminarom se kroz rješavanje stehiometrijskih zadataka objedinjuje i uvježbava gradivo predavanja i praktikum.

- I. Filipović, S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.
- M. Sikirica, B. Korpar-Čolig: Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb 2001.
- D. Grdenić: Molekule i kristali, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- R. Chang: Chemistry, 4. izd., McGraw-Hill, New York 1991.

3303	KEMIJA (prof. geologije i geografije)	0+0	2+3
-------------	--	------------	------------

Osnovna fizikalna i kemijska svojstva tvari. Temeljni kemijski zakoni; plinski zakoni. Osnovni pojmovi o atomskoj, ionskoj i kristalnoj strukturi tvari. Elektronska struktura atoma. Kemijski elementi - zakon periodičnosti, priroda kemijske veze i kemijska reaktivnost. Sistematika elemenata glavnih skupina s naglaskom na elemente vezane uz geokemijske procese. Seminarom se kroz rješavanje stehiometrijskih zadataka objedinjuje i uvježbava gradivo predavanja i praktikum.

- I. Filipović, S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.
- D. Grdenić: Molekule i kristali, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- E. Prohić: Geokemija, Targa, Zagreb 1998.
- M. Sikirica, B. Korpar-Čolig: Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb 2001.
- M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb 1989.

3304	KEMIJA (dipl. ing. geologije)	2+3	2+1
-------------	--------------------------------------	------------	------------

Osnovni pojmovi o građi atoma i prirodi kemijske veze, građi molekula i kristalnoj strukturi tvari te tablici periodičnog sustava elemenata. Razmatranje zakonitosti kroz proučavanje plinova, tekućina i smjesa te čvrstih tvari uz upoznavanje osnova kemijskih promjena i promjena energije, brzina kemijskih reakcija i ravnotežnih sustava. Kemija elemenata glavnih skupina periodičke tablice i važnijih prijelaznih metala. Osnove organske kemije.

- I. Filipović i S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izdanje, Školska knjiga, Zagreb 1995.
- L. Jones, P.W. Atkins: Chemistry, 4. izd., W.H. Freeman, New York 2000.
- M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb 1989.

3305	OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA (prof. fizike)	3+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Na predavanjima uz pokuse upoznaju se fizikalno-kemijske zakonitosti izučavanjem termokemije, agregacijskih stanja tvari i elektrokemije. Proučavaju se kemijske promjene kod plinova, otopina i krutih tvari. Savladavaju se osnovni pojmovi o atomskoj, molekulskoj i kristalnoj strukturi tvari i prirodi kemijske veze. Upoznaje se kemija elemenata glavnih skupina periodičkog sustava. Primjenjuju se kemijska načela u anorganskoj kemiji i kemiji materijala. Upoznaju se instrumentne metode analize u kemiji. Na seminaru se uvježbava kemijski račun.

Ispit se sastoji od pismenog dijela s osam stehiometrijskih i dva problemska zadatka, te usmenog provjeravanja znanja i vještine izražavanja. Student može biti jednokratno oslobođen pismenog dijela ispita ako je postigao dovoljno dobre rezultate na pismenim provjerama znanja tijekom tjekom semestra.

- P.W. Atkins i M.J. Clugston, Načela fizikalne kemije, Školska knjiga 1989.

- * S.H. Pine, Organska kemija, Dodatak A1-A6, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- * M. Sikirica, Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb 1989.

3306	OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA (dipl. ing. molekularne biologije)	2+1	2+1
-------------	--	------------	------------

Diskontinuum materije i energije – ishodište atomske i kvantne teorije. Kemijski elementi – zakon periodičnosti. Atomi molekule i ioni kao osnovne kemijske jedinice. Kemijske veze. Struktura molekula. Međumolekularno povezivanje, utjecaj na svojstva spojeva i materijala. Svojstva čvrstog, tekućeg i plinovitog agregatnog stanja. Energijski i entropijski odnosi u kemijskoj promjeni. Kinetika i ravnoteža kemijskih promjena. Ravnoteža u otopinama elektrolita. Elektrokemija. Fizička svojstva otopina. Sistematika glavnih skupina elemenata. Kompleksni spojevi. Elementi u biološkim sustavima. Nuklearne reakcije i njihova primjena.

Seminar se sastoji u utvrđivanju gradiva predavanja i praktikum rješavanjem stehiometrijskih zadataka.

- * L. Jones and P. Atkins, Chemistry – Molecules, Matter and Change, Oxford University, New York 1999.
- * M. S. Silberbeg, Chemistry – The Molecular Nature of Matter and Change, 2nd ed. McGraw-Hill, International Edition, 2000.
- * I. Filipović i S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izdanje Školska knjiga Zagreb 1995.
- * URL: <http://chem.pmf.hr/3306>
- * M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb, 1989.

3307	OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA (prof. fizike i politehnike)	3+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Vidi: 3305.

3308	OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA (dipl. ing. fizike)	3+1	0+0
-------------	---	------------	------------

Na predavanjima uz pokuse upoznaju se fizikalno-kemijske zakonitosti izučavanjem termokemije, agregacijskih stanja tvari i elektrokemije. Proučavaju se kemijske promjene kod plinova, otopina i krutih tvari. Savladavaju se osnovni pojmovi o atomskoj, molekularnoj i kristalnoj strukturi tvari i prirodi kemijske veze. Upoznaje se kemija elemenata glavnih skupina periodičkog sustava. Primjenjuju se kemijska načela u anorganskoj kemiji i kemiji materijala, te fizikalna i matematička načela instrumentnih metoda analize u kemiji. Na seminaru se uvježbava kemijski račun.

Ispit se sastoji od pismenog dijela s osam stehiometrijskih i dva problemska zadatka, te usmenog provjeravanja znanja i vještine izražavanja. Student može biti jednokratno oslobođen pismenog dijela ispita ako je postigao dovoljno dobre rezultate na pismenim provjerama znanja tijekom semestra.

- * P.W. Atkins, M.J. Clugston: Načela fizikalne kemije, Školska knjiga 1989.
- * S.H. Pine: Organska kemija, Dodatak A1-A6, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- * M. Sikirica: Stehiometrija, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- * I. Filipović, S. Lipanović: Opća i anorganska kemija, 9. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.
- * D. Grdenić: Molekule i kristali, 4. izd., Školska knjiga, Zagreb 1987.

3309	OPĆA KEMIJA (prof. biologije i kemije)	3+1	3+1
-------------	---	------------	------------

Vidi: 3301.

3310	OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA (dipl. i ng. ekologije)	2+1	2+1
-------------	---	------------	------------

Vidi: 3306.

3318	PRAKTIKUM IZ OPĆE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+4	0+4
3319	PRAKTIKUM IZ OPĆE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+4	0+0
3320	PRAKTIKUM IZ OPĆE KEMIJE (prof. i dipl. ing. kemije)	0+4	0+4
3321	PRAKTIKUM IZ OPĆE I ANORGANSKE KEMIJE (dipl. ing. molekularne biologije)	0+4	0+0
3323	PRAKTIKUM IZ OPĆE I ANORGANSKE KEMIJE (prof. biologije)	0+4	0+0
3324	PRAKTIKUM IZ OPĆE I ANORGANSKE KEMIJE (dipl. ing. fizike)	0+0	0+4
3325	PRAKTIKUM IZ OPĆE I ANORGANSKE KEMIJE (dipl. ing. ekologije)	0+0	0+4

Studenti kroz praktičan rad upoznaju osnovne laboratorijske tehnike i izučavaju odabrane fizikalno-kemijske zakone. Kroz preparaciju nekoliko odabranih spojeva upoznaju najvažnije vrste kemijskih reakcija.

- B. Korpar-Čolig, M. Sikirica i V. Marić, Praktikum iz opće kemije, skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb 1989.

3330	ANORGANSKA KEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Kemija elemenata glavnih skupina. Osnovni pojmovi elektronske strukture, kemijske veze i strukture primjenjene na svojstva. Kemija prijelaznih metala i svojstva kompleksnih spojeva sa stanovišta strukture, prirode kemijske veze, spektroskopskog i magnetokemijskog ponašanja. Na seminarima se utvrđuje gradivo predavanja kroz rješavanje zadataka i obradu aktualnih tema na osnovi radova iz literature o čemu referiraju sami studenti.

- I. Filipović i S. Lipanović, Opća i anorganska kemija, 9. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.
- F.A. Cotton, G. Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, 6. izd., Wiley, New York 1999.
- D. Grdenić, Molekule i kristali, 4. izd., Školska knjiga, Zagreb 1987.
- A.F. Wells, Structural Inorganic Chemistry, 5. izd., Clarendon Press, Oxford 1984.

3331	ANORGANSKA KEMIJA (prof. fizike i kemije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Osnovni pojmovi elektronske strukture, kemijske veze i građe molekula i kristala. Kemija elemenata glavnih skupina tablice periodičkog sustava te njihovih spojeva. Prijelazni metali i njihovi spojevi. Kompleksni spojevi, građa i priroda kemijske veze, spektroskopska i magnetokemijska svojstva. Organometalni spojevi. Osnove bioanorganske kemije. Na seminarima studenti obrađuju aktualne teme na temelju radova iz literature, te rješavaju zadatke.

- I. Filipović i S. Lipanović, Opća i anorganska kemija, 9. izdanje, Školska knjiga, Zagreb 1995.
- F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus, Basic Inorganic Chemistry, 3. izd., Wiley, New York 1995.
- D. Grdenić, Molekule i kristali, 4. izd., Školska knjiga, Zagreb 1987
- A.F. Wells, Structural Inorganic Chemistry, 5. izd., Clarendon Press, Oxford 1984

3332	ANORGANSKA KEMIJA (prof. biologije i kemije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Vidi: 3331.

3350	PRAKTIKUM IZ ANORGANSKE KEMIJE (prof. i dipl. ing. kemije)	0+4	0+4
------	---	-----	-----

Priprava i identifikacija anorganskih i kompleksnih spojeva. Identifikacija produkata metodama kemijske i instrumentne analize (spektroskopija, magnetokemija, termogravimetrija, roentgenska strukturalna analiza).

- M. Cindrić, Z. Popović i V. Vrdoljak, Priprava anorganskih spojeva, 2000 (II. izmijenjeno izdanje skripata za internu upotrebu).

3351	PRAKTIKUM IZ ANORGANSKE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+4	0+0
------	---	-----	-----

Priprava anorganskih i kompleksnih spojeva. Identifikacija produkata i kvantitativna kemijska analiza. Upoznavanje s metodama instrumentne analize: termogravimetrija i difrakcija roentgenskih zraka na priređenim uzorcima.

- M. Cindrić, Z. Popović i V. Vrdoljak, Priprava anorganskih spojeva, 2000 (II. izmijenjeno izdanje skripata za internu upotrebu).

3352	PRAKTIKUM IZ ANORGANSKE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+4	0+0
------	--	-----	-----

Priprava anorganskih i kompleksnih spojeva. Identifikacija produkata i kvantitativna kemijska analiza. Upoznavanje s metodama instrumentne analize: magnetokemijska mjerenja i IR spektroskopija na priređenim uzorcima.

- M. Cindrić, Z. Popović i V. Vrdoljak, Priprava anorganskih spojeva, 2000 (II. izmijenjeno izdanje skripata za internu upotrebu).

3361	KRISTALOKEMIJA (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Osnovni principi strukture kristala i molekula. Simetrija u kristalima. Kristalna struktura metala. Ionski kristali. Molekularni kristali. Glavni strukturalni tipovi. Osnovne metode određivanja strukture. Odnos strukture i svojstava.

U okviru seminara studenti obrađuju zadanu temu na temelju izvornih znanstvenih publikacija. O zadanju temi referiraju usmeno i izrađuju odgovarajući pisani materijal.

- A.R. West, Solid State Chemistry and its Applications, Wiley, New York 1998.
- C. Giacovazzo, H.L. Monaco, D. Viterbo et al. Fundamentals of Crystallography, Int. Union of Crystallogr. Oxford Univ. Press 1992.
- D. Grdenić, Molekule i kristali, 4. izd., Školska knjiga, Zagreb 1987.

3363	KEMIJA ČVRSTOG STANJA (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Studij svojstava tvari u čvrstom stanju. Struktura, kemijska veza i svojstva čistih metala i slitina. Kristalne nesavršenosti i nestehiometrija. Čvrste otopine. Magnetska, optička i električna svojstva odabranih čvrstih tvari. Poluvodiči. Keramika. Staklo. Cement. Fazni prijelazi. Osnovni preparativni postupci u kemiji čvrstog stanja; monokristali, filmovi, amorfni materijali.

U okviru seminara studenti obrađuju zadanu temu na temelju izvornih znanstvenih publikacija. O zadanju temi referiraju usmeno i izrađuju odgovarajući pisani materijal.

- A.R. West, Solid State Chemistry and its Applications, Wiley, New York 1998.

3364	ANORGANSKI REAKCIJSKI MEHANIZMI	0+0	2+1
------	---------------------------------	-----	-----

Brzina kemijske reakcije i zakon brzine. Kinetičko ponašanje kompleksa. Izvođenje mehanizama i aktivacijski parametri. Eksperimentalno određivanje brzine kemijske reakcije. Supstitucijske reakcije u oktaedarskih, planarnih, pentakoordiniranih i tetraedarskih kompleksa. Reakcije zamjene koje uključuju mono- i polidentatne ligande. Oksidacijsko-redukcijske reakcije. Premošćujući ligandi. Reakcije u unutarnjoj i vanjskoj koordinacijskoj ljusci i reakcije s prijenosom elektrona. Promjena reaktivnosti liganda nakon nastajanja kompleksa. Stereokemijska promjena. Konformacijska promjena i izomerija. Geometrijska i optička izomerija u oktaedarskim i planarnim kompleksima – racemizacija tetraedarskih kompleksa. Kompleksi prijelaznih metala u katalitičkim procesima.

- R. G. Wilkins, Kinetics and Mechanisms of Reactions of Transition Metal Complexes, VCH Publishers, New York 1991
- S. Asperger, Kemijska kinetika i anorganski reakcijski mehanizmi, HAZU, Zagreb 1999
- F.A. Cotton, G. Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, 6. izd., Wiley, New York 1999

3365	BIOANORGANSKA KEMIJA	0+0	2+1
------	----------------------	-----	-----

Značaj i osnovni principi bioanorganske kemije. Unos, prijenos i skladištenje metala i nemetala u organizmima. Biomineralizacija. Biološka uloga esencijalnih metala. Struktura i funkcija važnijih metaloproteina. Alkalijski i zemnoalkalijski kationi kao elektroliti. Toksični metali. Anorganski radionuklidi u dijagnostici i terapiji. Kemoterapija spojevima neesencijalnih elemenata. Interaktivno upoznavanje sa strukturom biomolekula pomoću računala, CSDB i PDB baza podataka, Internet-a i WEB tehnologije.

- W. Kaim, B. Schwederski, Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life, Wiley, Chichester, 2001.
- J.J.R. Frausto da Silva, R.J.P. Williams, The biological chemistry of the elements: the inorganic chemistry of life, Oxford Univ. Press, Oxford 2001.
- L. Stryer, Biochemistry, 4. izd., W.H. Freeman, New York 1995.

3366	STRUKTURA I SVOJSTVA POLIMERA	2+1	0+0
------	-------------------------------	-----	-----

Definicija polimera, temeljne strukture polimernog lanca, molekulska masa i raspodjela molekulske mase. Reakcije polimerizacije, stupnjevita polimerizacija, lančana polimerizacija i kopolimerizacija, kinetika i statistika polimerizacije. Ovisnost strukture lanca i molekulske mase o uvjetima polimerizacije. Struktura polimera, konformacija i konfiguracija lanca, morfologija polimera, raspored molekula u čvrstom stanju, kristalnost polimera. Amorfni polimeri, fazni prijelazi, stakliste, viskoelastičnost. Utjecaj strukture, orijentacije i dinamike lanca na svojstva polimera. Polimerne otopine, topljivost polimera, konformacije makromolekula u otopini, Flory-Hugginsova teorija. Novi polimerni materijali. Analiza mikrostrukture i morfologije polimera (spektroskopske metode).

- P.C. Painter, M.M. Coleman, Fundamentals of Polymer Science, Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster-Basel 1994.
- Z. Janović, Polimerizacije i polimeri, Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehničara, Zagreb 1997.
- A. E. Tonelli, M. Srinivasarao: Polymers from the Inside out (An Introduction to Macromolecules) Wiley, New York 2001.

3367	KEMIJA MATERIJALA	2+1	0+0
-------------	--------------------------	------------	------------

Uvjeti za upis predmeta su položeni ispiti iz predmeta: 3363 KEMIJA ČVRSTOG STANJA, 3394 KRISTALOKEMIJA I 3407 INSTRUMENTNE ANALITIČKE METODE 2. Uvod i kratki povijesni osvrt. Odnos struktura-svojstvo i urednost-neuređenost kao osnova za pripremu materijala željenih svojstava. Morfologija i veličina čestica kao parametri koji određuju svojstva materijala. Sistematika materijala: *metalna stakla, tanki filmovi, visokotemperaturni supravodiči, kompozitni materijali, silikatni materijali* (s posebnim naglaskom na zeolite), *materijali za pohranu i transport energije i informacija te molekularni vodiči*. Postupci pripreve. Metode analize materijala. Odnos materijala i okoliša. Smjerovi istraživanja u područjima materijala i nanotehnologije. Za učinkovito svladavanje predmeta i razumijevanje gradiva preporučuje se upisati i položiti sljedeće izborne kolegije: 3124 FOTOKEMIJA, 3230 ELEKTROKEMIJA, 3237 KEMIJSKA TERMODINAMIKA TE 3234 KOLOIDNA I MEĐUPOVRŠINSKA KEMIJA.

- W. D. Callister, *Materials Science and Engineering*, Wiley, Chichester 2000.
- Paul J. van der Put, *The Inorganic Chemistry of Materials*, Plenum Press, New York 1998.
- J. C. Anderson, K. D. Leaver, R. D. Rawlings, J. M. Alexander, *Materials Science*, Van Nostrand Reinhold 1985
- A. K. Cheetham, P. Day, *Solid-State Chemistry - Techniques*, Clarendon Press, Oxford 1987.

3379	METODIKA NASTAVE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	2+2	2+2
3380	METODIKA NASTAVE KEMIJE (prof. kemije)	2+2	2+2
3381	METODIKA NASTAVE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	2+2	2+2

Predmet i zadaci metodike nastave kemije. Metode znanstvenog istraživanja u kemijskom obrazovanju. Ciljevi i zadaci nastave kemije u osnovnoj i srednjoj školi i analiza programskih sadržaja. Prostorije. Nastavna sredstva i pomagala. Nastavne metode. Mjere opreza i zaštita. Noviji didaktički sistemi u nastavi kemije. Primjena računala u kemijskom obrazovanju. Eksperimentalna i metodička razrada odabranih tema iz programa kemije osnovne i srednje škole. Seminarski rad iz aktualnih tema iz područja metodike kemije.

- M. Sikirica: *Metodika nastave kemije*. Školska knjiga, Zagreb 2003.
- R. Halaši i M. Kesler, *Metodika nastave kemije i demonstracioni ogledi*, Naučna knjiga, Beograd 1976.
- *Journal of Chemical Education*, Division of Chem. Educ., Amer. Chem. Soc., New York (časopis).
- *Education in Chemistry*, The Chemical Society, London (časopis).
- *Praxis der Naturwissenschaften Chemie*, Aulis Verlag Eubner, Köln (časopis).
- Udžbenici i priručnici osnovnih i srednjih škola.

3382	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE KEMIJE	0+4	0+4
-------------	---	------------	------------

Izbor praktičnih vježbi iz nastavnih sadržaja kemije osnovnog i srednjeg obrazovanja, uključujući suvremene tehnike demonstracijskih i pojedinačnih eksperimenata. Uvođenje studenata u metodiku i tehniku samostalnog izvođenja demonstracijskih i učeničkih pokusa.

- M. Sikirica: *Metodika nastave kemije*. Školska knjiga, Zagreb 2003
- R. Halaši i M. Kesler, *Metodika nastave kemije i demonstracioni ogledi*, Naučna knjiga, Beograd 1976.
- *Laboratorijska uputstva za internu upotrebu*.

3383	METODIČKA PRAKSA IZ KEMIJE	90SATI/GOD.	
-------------	-----------------------------------	--------------------	--

Izrada pripreme za izvođenje nastavnog sata. Praćenje oglednih predavanja mentora. Održavanje individualnih i javnih predavanja studenata i analiza održanih predavanja. Upoznavanje organizacije i rada škole i njezinog mjesta u društvenom okruženju. Upoznavanje rada u razredu, rada s roditeljima, školskim i izvanškolskim aktivnostima. Suradnja s mentorom pri izradi nastavnih pomagala, uređenju kabineta za nastavu kemije. Upoznavanje sa školskom administracijom.

3384	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+4	0+4
-------------	---	------------	------------

Vidi 3382.

3385	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+4	0+4
-------------	--	------------	------------

Vidi 3382.

3389	POVIJEST I FILOZOFIJA KEMIJE (prof. i dipl. ing. kemije)	2+0	0+0
------	--	-----	-----

Kratki pregled povijesti filozofije znanosti i njezine temeljne postavke. Teorija spoznaje (ontologija i epistemologija) i znanstvena metodologija. Protokemija i alkemija - izvori, filozofijske postavke i prijelaz prema suvremenoj kemiji. Nastanak i razvoj temeljnih kemijskih koncepata (kemijski elementi, periodni sustav, molekularna struktura, reakcijski mehanizmi), kemijskog jezika i modela. Problem redukcionizma, holizma i emergencije (kemija, kvantna kemija i kvantna mehanika). Kemija i teorija kompleksnosti (razine kompleksnosti, kemijska kinetika i teorija kaosa). Kemija između fizike i biologije. Kemija i umjetnost.

- D. Grdenić: Povijest kemije, Novi Liber i Školska knjiga, Zagreb 2001.
- D. Grdenić: Alkemija, Novi Liber i Školska knjiga, Zagreb 2003.
- J. Ladyman: Understanding Philosophy of Science, Routledge, London, 2002.
- J. van Brakel, Philosophy of Chemistry, Leuven University Press, Leuven, 2000.
- G. Gillies, Philosophy of Science in the Twentieth Century, Blackwell, Oxford 1993.
- R. Hoffmann, The Same and Not the Same, Columbia University Press, New York 1993.
- H. Vančik, Opus Magnum: An Outline for the Philosophy of Chemistry, Foundations in Chemistry 1, (1999) 241-256.
- R. Hoffmann, V.I. Minkin and B.K. Carpenter, Ockham's Razor and Chemistry, Bull. Soc. Chim. France 133 (1996), 117-130.
- K. Mainzer, Thinking in Complexity, Springer Verlag, Berlin 1994.
- P.J. Plath, Jenseits des Moleküls, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1997.

3391	DIPLOMSKI RAD IZ ANORGANSKE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+1	0+5
3392	DIPLOMSKI RAD IZ ANORGANSKE KEMIJE (prof. kemije)	0+10	0+16
3393	DIPLOMSKI RAD IZ ANORGANSKE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+2	0+2

Vidi 3399.

3394	KEMIJA ORGANOMETALNIH SPOJEVA	0+0	2+1
------	-------------------------------	-----	-----

Sinteza, struktura i priroda kemijske veze u organometalnim spojevima. Svojstva i primjena. Na seminarima se obrađuju aktualne teme iz tog područja na osnovi izvornih radova iz znanstvenih i revijalnih časopisa o čemu izvješćuju sami studenti.

- I. Haiduc, J.J. Zuckerman, Basic Organometallic Chemistry, Walter de Gruyter, Berlin, 1985.
- P. Powell, Principles of Organometallic Chemistry, 2. izd., Chapman & Hall, London 1988.
- Yamamoto, Organotransition Metal Chemistry, Wiley, New York 1986.
- Z. Popović, Osnove kemije organometalnih spojeva, PMF 2000 (skripta za internu uporabu).

3395	MAGNETOKEMIJA	2+0	0+0
------	---------------	-----	-----

Magnetska svojstva i klasifikacija tvari s posebnim osvrtom na komplekse prijelaznih metala. Metode mjerenja magnetske susceptibilnosti i interpretacija rezultata.

- D. Grdenić, Molekule i kristali, 4. izd., Školska knjiga, Zagreb 1987.
- R. L. Carlin, Magnetochemistry, Springer-Verlag, Berlin 1986.

3396	DIFRAKCIJSKE METODE ODREĐIVANJA KRISTALNIH STRUKTURA	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Upoznavanje mogućnosti određivanja kristalnih i molekularnih struktura tvari na osnovi difrakcije roentgenskih zraka i neutrona. Usporedba s rezultatima koji se mogu dobiti drugim nedestruktivnim metodama. Osnovni pojmovi o simetriji, kristalnoj rešetki, difrakciji i intenzitetu difrakcijskih maksimuma. Problem faza i njegovo rješavanje primjenom Fourierovih transformacija i operacije konvolucije. Utočnjenje kristalnih struktura metodom najmanjih kvadrata.

- C. Giacovazzo, H.L. Monaco, D. Viterbo et al. Fundamentals of Crystallography, Int. Union of Crystallog. Oxford Univ. Press 1992.
- E. R. Wölfel, Theorie und Praxis der Strukturanalyse, Friedr. Vieweg et Sohn, Braunschweig 1987.
- I. Vicković, Difrakcijske metode određivanja kristalnih struktura, PMF 1996 (skripta).

3397	KRISTALOGRAFIJA MAKROMOLEKULA	0+0	2+1
------	-------------------------------	-----	-----

Razvoj proteinske kristalografije. Problemi kristalizacije bioloških makromolekula. Fizikalne metode strukturne kristalografije i problem faza. Difrakcijske metode određivanja kristalnih struktura. Rješavanje molekulskih i kristalnih struktura bioloških makromolekula počevši od faznog modela, preko mape elektronske gustoće, do utočnjene kristalne strukture. Uporaba interaktivne molekulске grafike u rješavanju, te u analizi riješene strukture. Usporedba i komplementarnost biokemijskih i kristalografskih informacija. Pregled časopisa i baza podataka s riješenim kristalnim strukturama proteina.

- Jan Drenth, Principles of Protein Crystallography (1994).
- Ivan Vicković, Difrakcijske metode određivanja kristalnih struktura, PMF 1996 (skripta).

3398	VIŠI PRAKTIKUM IZ ANORGANSKE KEMIJE	0+4	0+0
-------------	--	------------	------------

Mentorski način rada. Nastavnik, u dogovoru s asistentom i studentom određuje zadatak. Asistent se brine za rad jednog ili više studenata. Rad u praktikumu uključuje: pregled literature, eksperimentalni rad na dobivenom zadatku uz korištenje dostupnih instrumenata, interpretaciju dobivenih rezultata i pisanje referata. Praktikum je vezan uz izradu diplomskog rada i upisuje se zajedno s kolegijom 3391, 3392, 3393 odnosno 3399 DIPLOMSKI RAD IZ ANORGANSKE KEMIJE.

3399	DIPLOMSKI RAD IZ ANORGANSKE KEMIJE (dipl. ing. kemije)	0+11	0+17
-------------	---	-------------	-------------

Upoznavanje studenata s teorijskim osnovama te metodama i tehnikama koje će koristiti kod izrade diplomskog rada. Samostalni eksperimentalni rad na odabranoj temi. Sakupljanje i obrada potrebne literature, interpretacija dobivenih rezultata te pisanje diplomskog rada.

3401	ANALITIČKA KEMIJA 1 (prof. i dipl. ing. kemije)	3+2	0+0
-------------	--	------------	------------

Zadaća, značenje, podjela i uloga u interdisciplinarnim područjima. Pojedine faze kemijske analize; od uzimanja uzorka do završnog mjerenja. Kemijske reakcije i ravnoteže na kojima se temelje metode kvalitativne i kvantitativne analize. Primjena zakona ravnoteže za izračunavanje u analitičkim sustavima. Princip titrimetrijske analize, podjela prema temeljnoj kemijskoj reakciji i primjena. Princip i osnovne operacije gravimetrijske analize i primjena. Izračunavanja u titrimetrijskoj i gravimetrijskoj analizi.

- D.A. Skoog, D.M. West i F.J. Holler, Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb 1999.
- D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, 7th ed., Saunders College Publishing, New York 1996.
- L. Pataki, E. Zapp, Basic Analytical Chemistry, Akademiai Kiado, Budapest 1980.
- I. Filipović i P. Sabioncello, Laboratorijski priručnik, Prva knjiga - I. dio, Tehnička knjiga, Zagreb 1972.

3402	ANALITIČKA KEMIJA 2 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
-------------	--	------------	------------

Kemijske tvari i kemijske reakcije. Metode i postupci suvremene analitičke kemije. Analitički problemi, mjerni postupci. Analitički signal, osjetljivost i granice detekcije. Pregled načela i primjene suvremenih analitičkih metoda: termičke, separacijske, elektrokemijske, radiokemijske, spektroskopske (optičke i magnetne). Elektromagnetsko zračenje i interakcija s atomima i molekulama. Apsorpcija, emisija, raspršenje i ostale interakcije zračenja. Spektralni prijelazi. Atomska spektroskopija. Molekulska spektroskopija. Ultra ljubičasta i vidljiva spektroskopija, fotoluminiscencija i kemiluminiscencija. Infracrvena spektroskopija. Ramanova spektroskopija. Nuklearna magnetna rezonancija. Elektronska spinska rezonancija.

- D.A. Skoog, J.J. Leary, Principles of Instrumental Analysis, 4th ed., Saunders College Pub., N. Y. 1992.
- Untersuchungsmethoden in der Chemie: Einführung in die moderne Analytik (H. Naumer, W. Heller, Herausg.), 2. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1992.
- D.A. Skoog, D.M. West i F.J. Holler, Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1999.

3403	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE 1 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+4	0+0
-------------	---	------------	------------

Upoznavanje s temeljima kvalitativne elementne analize. Analiza pojedinačnih iona u otopini primjenom karakterističnih reakcija te smjese iona primjenom sustavne skupinske analize. Određivanje sastava krutih uzoraka uz prethodno prevođenje u otopinu otapanjem ili razgrađivanjem. Razgrađivanje i kvalitativna kemijska analiza organskih spojeva. Upoznavanje temeljnih operacija titrimetrijske analize. Priprema primarnih i sekundarnih standardnih otopina. Izvođenje kvantitativne analize različitih uzoraka primjenom kiselo-baznih titracija. Samostalan rad uz nadzor voditelja.

- Praktikum iz analitičke kemije I (interna skripta).
- I. Eškinja i Z. Šoljić, Kvalitativna anorganska kemijska analiza, Tehnološki fakultet, Zagreb 1987.
- A. I. Vogel, Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis, Longmans, London 1964.

- * Literatura navedena za kolegij Analitička kemija I.

3404	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE 2 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Izvođenje kvantitativne analize različitih uzoraka primjenom oksidoredukcijskih, taložnih i kompleksometrijskih titracija. Upoznavanje temeljnih operacija gravimetrijske analize. Izvođenje gravimetrijske analize različitih uzoraka. Titrimetrijska i gravimetrijska analiza uz prethodnu separaciju ili kombinacijom različitih metoda određivanja. Upoznavanje s temeljnim postupcima i operacijama optičke spektroskopije (kvalitativna IR-analiza organskih i anorganskih spojeva, kvantitativna UV/VIS analiza). Samostalan rad uz nadzor voditelja.

- * Praktikum iz analitičke kemije II (interna skripta)
- * Z. Šoljić, Osnove kvantitativne kemijske analize, Tehnološki fakultet, Zagreb 1987.
- * Literatura navedena za kolegije Analitička kemija 1 i Analitička kemija 2.

3405	INSTRUMENTNE ANALITIČKE METODE 1 (prof. i dipl. ing. kemije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Klasifikacija instrumentnih metoda. Digitalizacija u analitičkim instrumentima. Primjena računala i obrada podataka i informacija. Građa optičkih instrumenata, izvori, monokromatori i detektori. Fourierova transformacija i višedimenzijaska spektroskopija. Maseni spektrometri. Kromatografi.

- * D.A. Skoog, J.J. Leary, Principles of Instrumental Analysis, 4. izd., Saunders College Publishing, New York 1992.
- * Instrumental Analysis, (G.D. Christian, J.A. O'Reilly, ur.), 2. izd., Allyn and Bacon, Boston 1986.
- * G.W. Ewing, Instrumental Methods of Chemical Analysis, 5. izd., McGraw Hill, New York 1985.

3406	PRAKTIKUM IZ IZ ANALITIČKE KEMIJE 3	0+4	0+0
------	--	-----	-----

Rješavanje složenih analitičkih problema, modelnih, prirodnih ili sintetskih uzoraka. Primjena ukupnosti znanja sprege klasičnih analitičkih i instrumentnih metoda i tehnika (UV/VIS i IR spektrofotometrija, spektrofluorimetrija, plamena fotometrija, plazma spektrometrija, NMR). Računalna simulacija. Samostalan i grupni rad pod nadzorom voditelja.

- * Praktikum iz analitičke kemije III (interna skripta).
- * Laboratorijski priručnici, zbirke spektroskopskih podataka, udžbenici iz područja analitičke kemije i dr.

3407	INSTRUMENTNE ANALITIČKE METODE 2 (prof. i dipl. ing. kemije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Metode analize kompleksnih uzoraka. Spektrometrija masa, plinska kromatografija, tekućinska kromatografija, vezani sustavi (GC-MS, GC-IR, LC-MS, MS-MS, LC-ICP), kemijski senzori, biosenzori, enzimska analiza, imunoanaliza). Načela, mogućnosti, ograničenja, primjena. Ciljana i nedijana analiza kompleksnih uzoraka uz prethodno odjeljivanje sastojaka. Ciljana selektivna analiza kompleksnih uzoraka bez prethodnog odjeljivanja sastojaka. Rješavanje analitičkih problema vezanih uz onečišćenje, proizvodnju, i kontrolu proizvoda.

- * D.A. Skoog, J.J. Leary, Principles of Instrumental Analysis, 4. izd., Saunders College Publishing, New York 1992.
- * G. D. Christian, Analytical Chemistry, Wiley, New York 1994.
- * C. Cammann, Das Arbeiten mit ionenselektiven Elektroden, Springer Verlag, Heidelberg 1996.
- * J.P. Gossling, L.W. Basso, Immunoassay, Butterworth and Heinemann, Boston 1994.

3408	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE 4	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Osposobljavanje studenata za rješavanje analitičkih problema iz realnog života (zaštita okoliša, proizvodnja i kontrola proizvoda). Primjena različitih postupaka i metoda (spektroskopske metode, kromatografske metode, vezani sustav GC-MS, selektivne elektrode, imunoanaliza) u analizi realnih uzoraka (biljni materijal, industrijski proizvodi, lijekovi, humani serum). Aktualni analitički problemi rješavaju se samostalno ili grupno uz nadzor voditelja.

- * Praktikum iz analitičke kemije IV; teorijska podloga i upute za rad (interna skripta).
- * Aktualne znanstvene publikacije.

3409	RADIOMETRIJSKE METODE	2+1	0+0
------	------------------------------	-----	-----

Osnovni pojmovi potrebni za razumijevanje pojave radioaktivnosti. Detekcija i mjerenje ionizirajućeg zračenja. Proizvodnja, odvajanje i primjena radioaktivnih izotopa u kemiji, medicini, biologiji, industriji i dr., s posebnim osvrtom na primjenu radiokemijskih tehnika u analitičkoj kemiji. Radijacijsko-kemijski procesi s osvrtom na biološko djelovanje ionizirajućeg zračenja. Suvremene spoznaje o ozračivanju ljudi i zaštita od ionizirajućeg zračenja.

Seminar: upoznavanje s G.M. i scintilacijskim detektorima. Apsorpcija β i γ zračenja. Primjena obilježivača u procesu ekstrakcije i metodi izotopnog razrjeđenja.

- G. Friedländer, J.W. Kennedy, Nuclear and Radiochemistry, 3. izd., Wiley, New York 1982.
- V. Pačić i G. Pačić, Osnove radijacione dozimetrije i zaštite od zračenja, Liber, Zagreb 1983.
- K.H. Lieser, Einführung in die Kernchemie, 3. izd., VCH, Weinheim 1991.
- R.J. Woods, A.K. Pikeau, Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing, Wiley, New York 1994.

3412	DIPLOMSKI RAD IZ ANALITIČKE KEMIJE (prof. fizike i kemije)	0+1	0+5
------	--	-----	-----

Vidi 3432.

3413	Spektroskopska strukturalna analiza	2+1	0+0
------	-------------------------------------	-----	-----

Izborna pravila. Simetrija molekula. Funkcionalne skupine i njihova spektralna svojstva. Ioni kao funkcionalne skupine. Ultraljubičasti i vidljivi spektri - kromofori. Infracrveni i Ramanovi spektri - skupinske vibracije. Spektri nuklearne magnetne rezonancije - kemijski pomaci i konstante sprega. Masena spektrometrija - fragmentacija molekula i iona, identifikacija strukturalnih fragmenata. Strukturalna molekula kombinacijom strukturalnih fragmenata, odnosno funkcionalnih skupina. Spektar kao "otisak prsta" molekule. Korelacija spektara i strukture molekule.

- R.M. Silverstein, G.C. Bassler, T.C. Morrill, Spectrometric Identification of Organic Compounds, 5. izd., Wiley & Sons, New York 1991.
- J.T. Clerc, E. Pretsch, J. Seibl, Structural Analysis of Organic Compounds by Combined Application of Spectroscopic Methods, Akademiai Kiado, Budapest 1981.
- E. Pretsch, J.T. Clerc, J. Seibl i W. Simon, Tablice za određivanje strukture organskih spojeva spektroskopskim metodama, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb 1982.

3420	Analitička kemija (prof. fizike i kemije)	2+1	2+1
3421	Analitička kemija (prof. biologije i kemije)	2+1	2+1

Zadaća, značenje, podjela i uloga u interdisciplinarnim područjima. Pojedine faze kemijske analize; od uzimanja uzorka do završnog mjerenja. Kemijske reakcije i ravnoteže na kojima se temelje metode kvalitativne i kvantitativne analize. Primjena zakona ravnoteže za izračunavanje u analitičkim sustavima. Princip titrimetrijske analize, podjela prema temeljnoj kemijskoj reakciji i primjena. Princip i osnovne operacije gravimetrijske analize i primjena. Izračunavanja u titrimetrijskoj i gravimetrijskoj analizi. Metode separacije. Načela, osnovni pojmovi i podjela instrumentnih analitičkih metoda. Kratki prikaz i primjena važnijih instrumentnih metoda u kvalitativnoj i kvantitativnoj analizi.

- D.A. Skoog, D.M. West i F.J. Holler, Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb 1999.
- D.A. Skoog, D.M. West, F.M. Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, 7. izd., Saunders College Publishing Co., New York 1996.
- Gary D. Christian, Analytical Chemistry, Wiley, New York 1994.
- D.A. Skoog i J.J. Leary, Principles of Instrumental Analysis, 4. izd., Saunders College Publ., N.Y. 1992.
- R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto & H.M. Widmer (eds): Analytical Chemistry. Wiley-VCH, Weinheim 1998

3422	Praktikum iz analitičke kemije (prof. fizike i kemije)	0+4	0+4
3423	Praktikum iz analitičke kemije (prof. biologije i kemije)	0+4	0+4

Upoznavanje s temeljima kvalitativne elementne analize te izvođenje kvalitativne analize različitih uzoraka anorganskog i organskog sastava. Upoznavanje temeljnih operacija titrimetrijske i gravimetrijske analize. Priprema primarnih i sekundarnih standardnih otopina. Izvođenje kvantitativne analize različitih uzoraka primjenom titrimetrije i gravimetrije. Titrimetrijska i gravimetrijska analiza smjese uz prethodnu separaciju ili kombinacijom različitih metoda određivanja. Upoznavanje s temeljnim postupcima i operacijama instrumentne analize. Izvođenje kvalitativne i kvantitativne analize primjenom različitih metoda instrumentne analize.

- Praktikum iz analitičke kemije I (interna skripta).
- I. Eškinja i Z. Šoljic, Kvalitativna anorganska kemijska analiza, Tehnološki fakultet, Zagreb 1987.
- Praktikum iz analitičke kemije II (interna skripta).

- Z. Šoljić, Osnove kvantitativne kemijske analize, Tehnološki fakultet, Zagreb 1987.
- I. Filipović & P. Sabnicello, Laboratorijski priručnik, prva knjiga - I dio. Tehnička knjiga Zagreb 1972
- I. Filipović & P. Sabnicello, Laboratorijski priručnik, druga knjiga - I dio. Tehnička knjiga Zagreb 1972

3432	DIPLOMSKI RAD IZ ANALITIČKE KEMIJE (prof. kemije)	0+10	0+16
3433	DIPLOMSKI RAD IZ ANALITIČKE KEMIJE (dipl. ing. kemije)	0+11	0+17
3434	DIPLOMSKI RAD IZ ANALITIČKE KEMIJE (prof. biologije i kemije)	0+2	0+2

Upoznavanje studenata s teorijskim osnovama te metodama i tehnikama koje će koristiti kod izrade diplomskog rada. Samostalni eksperimentalni rad na odabranoj temi. Sakupljanje i obrada potrebne literature, interpretacija dobivenih rezultata te pisanje diplomskog rada.

3451	ANALITIČKA KEMIJA (prof. biologije)	2+1	2+1
------	-------------------------------------	-----	-----

vidi: 3423

3452	ANALITIČKA KEMIJA (dipl. ing. molekularne biologije)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Zadaća i značenje analitičke kemije u interdisciplinarnim područjima. Klasifikacija analitičkih metoda. Pojedine faze kemijske analize od uzimanja uzorka do završnog mjerenja. Evaluacija analitičkih podataka. Kemijske metode i ravnoteže na kojima se temelji kvalitativna i kvantitativna analiza. Načela titrimetrijske analize, podjela prema temeljnoj kemijskoj reakciji, računanje i primjena. Načela gravimetrijske analize, računanje i primjena. Pregled instrumentnih analitičkih metoda. Temeljna načela, podjela i primjena elektrokemijskih, spektroskopskih i kromatografskih metoda.

- D.A. Skoog, D.M. West i F.J. Holler, Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb 1999.
- G. D. Christian, Analytical Chemistry, Wiley, New York 1994.

3453	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE (prof. biologije)	0+0	0+4
------	--	-----	-----

Kvalitativna elementna analiza uzoraka organskog i anorganskog sastava. Temeljne operacije titrimetrijske i gravimetrijske analize. Priprava primarnih i sekundarnih standardnih otopina. Kvantitativna gravimetrijska i titrimetrijska analiza uzoraka različitog sastava, uključujući smjese. Kvalitativna i kvantitativna analiza različitih uzoraka primjenom elektrokemijskih i spektroskopskih analitičkih metoda.

- Kvalitativna analiza, odabrane vježbe za biologe (interna skripta).
- Praktikum iz analitičke kemije II (interna skripta).
- Praktikum iz analitičke kemije III (interna skripta).

3454	ANALITIČKA KEMIJA (dipl. ing. geologije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Vidi 3420.

3455	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE (dipl. ing. ekologije)	0+0	0+4
------	---	-----	-----

Vidi 3453.

3456	ANALITIČKA KEMIJA (dipl. ing. ekologije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Vidi 3451.

3457	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE (dipl. ing. geologije)	0+3	0+3
------	---	-----	-----

Vidi 3422.

3458	PRAKTIKUM IZ ANALITIČKE KEMIJE (dipl. ing. molekularne biologije)	0+0	0+4
------	--	-----	-----

Vidi 3453.

4.2.5. BIOLOGIJA

4001	AKVAKULTURA	0+0	2+1
------	-------------	-----	-----

Sadržaji koji se savladavaju: Osnovne fizikalno-kemijske i biološke značajke voda. Mriješenje, uzgoj ličinki, uzgoj mlađa i uzgoj konzuma toplovodnih vrsta riba u ribnjacima (Ciprinikultura). Mriješenje, uzgoj ličinki, uzgoj mlađa i uzgoj konzuma hladnovodnih vrsta riba, prvenstveno kalifornijske pastre u ribnjacima (Salmonikultura). Mriješenje, uzgoj ličinki, uzgoj mlađa i uzgoj konzuma morskih riba, zatim uzgoj školjkaša (Marikultura). Drugi oblici akvakulture (kavezni uzgoj i dr.).

- Bardach J. E., Ryther J. H., Mc Larney W. O.: Aquaculture. Wiley i Sons, New York. 1972
- Barnabe, G.: Aquaculture, Volumen I. – II. Universite des Science et Techniques du Languedoc, Sete, 1990
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrinov, M.: Ribarstvo, Naknadni zavod Globus, Zagreb. 1995
- Bojčić, C., Debeljak, L.J., Vuković, T., i dr.: Slatkovodno ribarstvo, Jugoslavenska medicinska naklada, Zagreb. 1982

4003	ANATOMIJA ČOVJEKA	2+1	0+0
------	-------------------	-----	-----

Uvod u anatomiju s anatomskim nazivljem. Osnove osteologije i sindezmologije. Osnove ustrojstva mišićnog sustava u čovjeka. Osnove građe i funkcije srca, krvotoknog i limfatičkog sustava. Osnove građe i funkcije dišnog sustava. Osnove građe i funkcije probavnog sustava. Osnove građe i funkcije mokraćnog sustava. Osnove građe i funkcije spolnih organa muškarca i žene. Osnove građe i funkcije središnjeg i perifernog, te autonomnog živčanog sustava. Osnove građe i funkcije žlijezda s unutrašnjim izlučivanjem. Osnove građe i funkcije oka i uha.

- Keros, P., Pečina, M., Ivančić-Košuta, M., Temelji anatomije čovjeka. Naprijed, Zagreb, 1999
- Kahle, W., Leonardt, H., Platter, W., Priručni anatomski atlas. Medicinska naklada, Zagreb. 1996
- Told/Hochstetter, Krmpotić-Nemanić J., Anatomski atlas. Medicinska naklada, Zagreb 1980
- Sobotta, Pultz, R., Pabst, R., Anatomski atlas. Naklada «Slap», Jastrebarsko. 2000

4004	ANATOMIJA BILJA	2+2	0+0
------	-----------------	-----	-----

Mikroskopska i submikroskopska građa biljke te razvojni procesi. Kemizam osnovnih sastojaka biljne stanice. Razdioba botaničkih disciplina. Razvoj i značaj anatomije bilja. Škrob i pričuvne tvari. Vakuola. Stanična stijenka. Whittakerova podjela organizama. Vrste tkiva u kormofita (osnovno, tvorno, kožno, mehaničko i provodno tkivo, tkiva i stanice za sekreciju i ekskreciju). Anatomija vegetativnih organa: principi građe lista, primarna i sekundarna građa stabla i korijena, drvo i sekundarna kora, lila. Anatomski obilježja kserofita i biljaka vodenih staništa.

- Denffer, D., Ziegler, H.: Udžbenik botanike. Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb 1982
- Esau, K.: Plant Anatomy. John Wiley and Sons, Inc., London, 1965
- Fahn, A.: Plant Anatomy. Pergamon Press, Oxford. 1990
- Miličić, D.: Anatomija bilja. Sveučilište u Zagrebu. 1969
- Nultsch, W.: Allgemeine Botanik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 1971
- Mauseth, J.D.: Plant Anatomy. The Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc. Menlo Park, Calif. 1988

PRAKTIKUM: Mikroskopiranje biljnih stanica uz mikrokemijske reakcije na proteine, škrob, tanine i dr. Razlikovanje živih od oštećenih stanica (strujanje citoplazme, vitalno bojenje, plazmoliza i dr.). Jaziče, plazmodezmi. Analiza osnovnih biljnih tkiva. Građa vegetativnih organa (primarna i sekundarna građa stabljike jednosupnica, dvosupnica i golosjemenjača, kserofitska građa iglice bora, primarni korijen jednosupnica). Konzerviranje biljnog materijala. Priređivanje demonstracijskih preparata i dvostruko bojenje stijenke. Upotreba aparata za crtanje.

- Braune, W., Leman, A., Taubert, H.: Pflanzenanatomisches Praktikum. Gustav Fischer Verl., Jena. 1967
- Nultsch, W., Grahle, A.: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum. Georg Thieme Verl., Stuttgart. 1974
- Mauseth, J.D.: Plant Anatomy. The Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc. Menlo Park, Calif. 1988

4005	ANATOMIJA BILJA	2+2	0+0
------	-----------------	-----	-----

Upoznavanje strukturnih osobitosti biljaka, posebno onih koje su osnov za razumijevanje drugih botaničkih disciplina što se podučavaju u školama. Razdioba botanike. Bitni momenti razvoja anatomije bilja. Struktura

biljne stanice s naglaskom na kemizam i biološke učinke sekundarnih metabolita. Ergastične tvari. Vakuola. Građa stanične stijenke, njena fizička i druga svojstva. Vrste tkiva i njihova funkcija. Anatomija vegetativnih organa.

- Denffer, D., Ziegler, H.: Udžbenik botanike. Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb, 1982
- Fahn, A.: Plant Anatomy. Pergamon Press, Oxford, 1990
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A.: Strasburger. Lehrbuch der Botanik. Spektrum Akademischer Verlag Gustav Fisher, Heidelberg-Berlin. 1999

PRAKTIKUM: Mikroskopiranje biljnih stanica te mikrokemijske reakcije na osnovne tvari stanice (škrob, proteini, celuloza, tanini, kalcijev oksalat i dr.). Utvrđivanje kristalične prirode škroba i dr. u polarizacijskom mikroskopu. Priređivanje preparata i mikroskopiranje osnovnih vrsta biljnih tkiva te upoznavanje građe vegetativnih biljnih organa (primarna građa stabljike jednosupnica i dvosupnica, sekundarna građa stabljike dvosupnica i golosjemenjača, struktura drva, dorziventralnog lista te primarnog korijena). Priređivanje trajnih preparata.

- Braune, W., Leman, A., Taubert, H.: Pflanzenanatomisches Praktikum. Gustav Fischer Verl., Jena. 1967
- Denffer, D., Ziegler, H.: Udžbenik botanike. Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb. 1982
- Nultsch, W., Grahle, A.: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 1974

4006	ANTROPOLOGIJA	2+0	0+0
-------------	----------------------	------------	------------

Kolegij pruža temeljne spoznaje o antropologiji kao prirodnoj i društveno-humanističkoj znanosti. Kao uvodni predmet u studij prikazat će povijesne temelje tzv. prve, druge i treće biološke revolucije; teorijske temelje biološke i socio-kulturne antropologije 19. i 20. stoljeća, kao i pregled evulucijskih ideja što su proizvod postupne akumulacije znanja o čovjeku. Novе spoznaje genetike i opće ekologije, paleontologije i evolucije, bit će prikazane u cilju razumijevanja temeljnih adaptacijskih mehanizama na razini pojedinca, ali i u kontekstu razumijevanja adaptacijskih mehanizama kao uzroka varijabilnosti na razini populacija. Predavanja će pružiti studentima suvremena znanja o ljudskom porijeklu, biološkim varijacijama čovjeka i primata (kao adaptacijskom odgovoru na utjecaje čimbenika okoline) te interakcijskim procesima što formiraju suvremene ljudske grupe i uzrokuju ljudsku unutar- i međupopulacijsku varijabilnost.

- Relethford, J.: The Human Species - An Introduction to Biological Anthropology, Mayfiels Publishing Co., Calif. 2002
- Rudan, P.: Populacijska biologija čovjeka (Uvod u antropologiju), fotokopije 12 dvosatnih predavanja, HAD - interno izdanje, Zagreb. 1997

4007	MIKROBIOLOGIJA	2+1	0+0
-------------	-----------------------	------------	------------

Svijet mikroba - prokarioti. Anatomija i fiziologija bakterijske stanice. Utjecaj fizičkih i kemijskih čimbenika na život bakterija. Uloga bakterija u životu prirode i čovjeka. Patogene bakterije, širenje zaraznih bakterijskih bolesti i profilaksa.

- S. Duraković, Opća mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.
- S. Duraković, Primijenjena mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.
- H. Weisglass, Bakterije i bolesti čovjeka, Školska knjiga, Zagreb, 1983.

PRAKTIKUM: Glavni oblici bakterija, tehnike bojanja. Izolacija bakterija iz raznih supstrata. Uzgoj bakterija na hranjivim podlogama. Bakteriologija vode i tla.

- S. Duraković, Primijenjena mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.

4008	VIROLOGIJA	0+0	2+1
-------------	-------------------	------------	------------

Glavna svojstva virusa. Morfologija i struktura virusnih čestica. Tipovi virusnih genoma, virusi podijeljenog genoma. Životni ciklus virusa. Epidemiologija virusnih bolesti. Onkogeni virusi. Osnovna svojstva subvirulnih infektivnih molekula - viroidi, prioni, virusni sateliti.

- H. Fraenkel-Conrat, Virology, Prentice-Hall Inter. Inc., New Jersey, 1988.
- Z. Brudnjak, Medicinska virologija, Juma, Zagreb, 1987.

PRAKTIKUM: Metode uzgoja i prijenosa biljnih i animalnih virusa. Virusne stanične uklopine. Serološke metode u istraživanju virusa. Purifikacija virusa. Imunoelektroforeza.

- D. Noordam, Identification of Plant Viruses - Methods and Experiments, Pudoc, Wageningen, 1973.
- N. Juretić, Upute za praktikum iz virologije. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1978.

4009	AVERTEBRATA	2+3	2+3
-------------	--------------------	------------	------------

4011	AVERTEBRATA	2+3	2+3
------	-------------	-----	-----

Strukturalna i funkcionalna obilježja beskralježnjaka. Brojnost, rasprostranjenost i raznolikost beskralježnjaka u biosferi. Ekološki položaj beskralježnjaka. Anatomske, fiziološke i etološke prilagodbe beskralježnjaka na uvjete okoliša. Troslojna građa beskralježnjaka. Evolucija tjelesnih šupljina u beskralježnjaka (acelomata, pseudocelomata i celomata). Hipoteze o podrijetlu Metazoa. Osnovni principi klasifikacije i sistematike Avertebrata. Morfološke, anatomske i fiziološke karakteristike Protozoa i Metazoa. Filogenetski položaj pojedinih svojti i srodstveni odnosi među njima.

- Matonićkin, I.; Habdija, I.; Primc-Habdija, B. 1998. Bezkralježnjaci. Biologija nižih Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb.
- Matonićkin, I.; Habdija, I., Primc-Habdija B. 1999. Bezkralježnjaci. Biologija viših Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb.
- Remane, A., Storch, V. & Welsch, U. 1980. Systematische Zoologie. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

PRAKTIKUM: Metode istraživanja u specijalnoj zoologiji. Modeli sekcije beskralježnjaka. Sakupljanje i konzerviranje beskralježnjaka za praktikumski rad. Sekcije i upoznavanje organa i organskih sustava pojedinih organizacijskih tipova beskralježnjaka. Etologija beskralježnjaka (način kretanja, ishrane, podražljivost i laboratorijski uzgoj beskralježnjaka).

- Matonićkin, I., Habdija, I., Durbešić, P., Erben, R. & Primc, B. 1986. Praktikum iz Avertebrata. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Kükenthal, W. & Renner, M. 1980. Leitfaden für das Zoologische Praktikum. G. Fischer Verlag. Stuttgart
- Piechocki, R. 1985. Makroskopische Präparationstechnik. G. Fischer Verlag. Jena

4013	BIOLOŠKA OCEANOGRFIJA	2+1	2+1
------	-----------------------	-----	-----

Osnovna svojstva ekosustava mora s posebnim osvrtom na specifične značajke Sredozemnog i Jadranskog mora. Životna područja u moru. Značajke i sastav planktona, nektona i bentosa. Utjecaj abiotičkih i biotičkih činilaca na razvitak i rasprostranjenje životnih zajednica u moru. Interspecijski i intraspecijski odnosi u životnim zajednicama mora. Važnije životne zajednice Jadranskog mora. Očuvanje bioraznolikosti i gospodarenje biozalihami. Zaštita mora i priobalja.

- Péres, J. M., Gamulin-Brida, H.: Biološka oceanografija, Bentoska bionomija Jadranskog mora, Školska knjiga. 1972
- Požar-Domac, A.: O biologiji mora. HED, Pelivan Zagreb. 1988
- Cognetti, G., Cogneti, G.: Inquinamenti e protezione del mare. Calderini Bologna. 1992
- Levinton, J. S.: Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology, Oxford University Press New York. 1995
- Cognetti, G., Sara, M.: Biologia marina. Calderini Bologna. 1984

PRAKTIKUM: Metode istraživanja u biološkoj oceanografiji. Kvalitativni sastav životnih zajednica mora s posebnim osvrtom na zajednice Jadranskog mora. Primjeri interspecijskih i intraspecijskih odnosa u planktonskim, nektonskim i bentoskim naseljima.

4015	BIOLOGIJA MORA	0+0	2+2
------	----------------	-----	-----

Utjecaj abiotičkih i biotičkih činilaca na razvitak i rasprostranjenje životnih zajednica u moru. Značajke i sastav planktona, nektona i bentosa. Važnije životne zajednice Jadranskog mora. Očuvanje bioraznolikosti i gospodarenje biozalihami. Zaštita ekosustava mora.

- Péres, J. M., Gamulin-Brida, H.: Biološka oceanografija, Bentoska bionomija Jadranskog mora, Školska knjiga. 1972
- Požar-Domac, A.: O biologiji mora. HED, Pelivan Zagreb. 1988
- Levinton, J. S.: Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology, Oxford University Press New York 1995
- Summershayes, C. P., Thorpe, S. A.: Oceanography: An Illustrated Guide. Manson Publ. N.Y. 1996
- Riedl, R.: Fauna und Flora des Mittermeeres. Verlag Parey Hamburg. 1991

PRAKTIKUM: Kvalitativna analiza životnih zajednica Jadranskog mora. Određivanje nekih značajnijih sistematskih skupina morskih organizama. Posebno zaštićena područja u Jadranskom moru.

4017	BIOLOGIJA STANICE	2+3	0+0
------	-------------------	-----	-----

Metode istraživanja u staničnoj biologiji: svjetlosna i elektronska mikroskopija, stanično frakcioniranje, obilježavanje radioizotopima, kultura stanica. Plan stanične organizacije: prokariotska i eukariotska stanica. Biomembrane: biokemijski sastav, plan organizacije, prolaz tvari kroz membranu. Stanična jezgra: ovojnica, biokemijski sastav kromatina, od molekule DNA do kromosoma, mitozu, endomitozu, mejozu. Plastidi: tipovi plastida, struktura i ultrastuktura, struktura i funkcija kloroplasta. Mitochondriji: ultrastuktura i funkcija.

Membranski sustavi u stanicu: endoplazmatski retikulum, Golgijev aparat (diktiosomi), lizosomi, peroksisomi. Cilije i flagelumi, plan organizacije (9+2), funkcija. Centrioli, centrosom, bazalna tijela, plan organizacije (9+0). Stanični kostur. Ribosomi: biokemijski sastav, mjesto nastajanja (jezgrica). Najnovija otkrića i tekući problemi u staničnoj biologiji.

PRAKTIKUM: Praktične osnove svjetlosne mikroskopije, izrada citoloških preparata, bojanje i citokemijske reakcije. Izrada preparata te studij mitoze i mejoze. Plastidi: svjetlosno mikroskopska promatranja i upoznavanje ultrastrukture pomoću elektronskog mikroskopskih snimaka. Izolacija kloroplasta i princip staničnog frakcioniranja.

- Berns M.W. Stanice (prijevod K. Milković) Školska knjiga, 1991.
- Alberts B., Bray D., Lewis J., Raff M., Roberts K. & Watson J.D. Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. New York & London, 1983, 1989, or 1994.
- Kleinig H. & Sitte P. Zellbiologie. Gustav Fischer Verlag 1984 (ili novije izdanje).
- Krsnik-Rasol, M. (2000): Web site "Praktikum iz biologije stanice On-line",
URL: <http://zg.biol.pmf.hr/~mraso>
- Lodish H., Baltimore D., Berk A., Lawrence Z, Matsuda P. & Darnell J. Molecular cell Biology. Scientific American Books, New York, 1986, 1990, 1995.
- Plattner H. & Hentschel J. Taschenlehrbuch Zellbiologie. Georg Thieme Verlag 1997.
- Sorić J., Lončarek J., Krsnik-Rasol M. Biologija stanice - vježbe. Farmaceutsko-biokemijski fakultet Zagreb.
- Rubbi C. P. Light Microscopy. John Wiley & Sons New York, 1994.
- Nultsch W. & Grahe A. Mikroskopisch-Botanisches Praktikum Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1974.
- Ruthmann A. & Hauser M. Praktikum der Cytologie. Teubner Studienbuecher, Biologie, Stuttgart 1979.

4018	BIOLOGIJA STANICE	2+2	2+2
-------------	--------------------------	------------	------------

Uvod u staničnu biologiju: otkriće stanica, zajedničke osobine stanica, prokariotska i eukariotska stanica. Metode istraživanja u staničnoj biologiji (svjetlosni i elektronski mikroskop, stanično frakcioniranje, kultura stanica, obilježavanje radioaktivnim biljezima) jednostavni pokusi u školi (pretpostavka, pokus, opažanje, zaključak, povijest nekih bioloških otkrića i logika ključnih pokusa), objavljivanje rezultata istraživanja. Energija, enzimi, metabolizam i stanična organizacija. Struktura i funkcija biomembrana. Stanični organi: 1. Jezgra (jezgrina ovojnica, kromatin, kromosomi, udvostručenje DNA i stanična dioba, mitoz, endomitoza, mejoza). 2. Struktura i funkcija mitohondrija (aerobna respiracija, polarizacija membrane i proizvodnja ATPa). 3. Plastidi: tipovi plastida i njihova funkcija. Kloroplasti i fotosinteza, školski pokusi iz fotosinteze. 4. Membranski sustavi u citoplazmi (endoplazmatski retikulum, Golgijevo tijelo, lizosomi, vakuole). Tekuća događanja i otkrića u području stanične biologije, otvorena pitanja iz bioetike.

PRAKTIKUM: Princip rada i sastavni dijelovi svjetlosnog mikroskopa. Vježbe mikroskopiranja, upoznavanje stanica i staničnih organela. Jednostavni objekti istraživanja. Dioba stanica i izrada preparata za upoznavanje mitoze i mejoze. Stanica kao osmometar (plazmoliza, deplazmoliza). Izrada mikroskopskih preparata i modela kromosoma u mitoz i mejozi. Stanično frakcioniranje i spektrofotometrijska analiza staničnog ekstrakta.

- Berns M. W. Stanice, Školska knjiga, 1991.
- Alberts B., Bray D., Lewis J., Raff M., Roberts K. & Watson J.D. Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. New York & London, 1983, 1989, 1994, 2001.
- Krsnik-Rasol i suradnici, Praktikum iz biologije stanice, Skripta 2002
- <http://zg.biol.pmf.hr/~mraso>

4019	BIOLOGIJA STANICE	2+2	2+2
-------------	--------------------------	------------	------------

Stanica - osnovna građevna i funkcionalna jedinica živih bića. Pretpostavke o postanku stanica. Kako se istražuju stanice. Svjetlosni mikroskop: fazni kontrast, ultramikroskop, tamno vidno polje, fluorescencijski mikroskop. Elektronski mikroskop. Stanično frakcioniranje: diferencijalno centrifugiranje i centrifugiranje u koncentracijskom gradijentu. Kultura stanica. Radioizotopi, autoradiografija. Razvoj modela biomembrane, biokemijski sastav i organizacija membrana. Protociti i euciti - razlike u organizaciji. Stanična jezgra: jezgrica ovojnica, biokemijski sastav kromatina, dokazi da je DNA nasljedna tvar, kromosomi, mitoz, endomitoza, mejoza. Plastidi: proplastidi, kloroplasti, etioplasti, kromoplasti, leukoplasti, gerontoplasti. Ultrastruktura kloroplasta i mjesto odvijanja fotosintetskih reakcija. Mitohondriji: ultrastruktura, osobitosti vanjske i unutarnje membrane, polarizacija membrane i oksidativna fosforilacija. Endosimbotska teorija o podrijetlu plastida i mitohondrija. stanični membranski sustavi: endoplazmatski retikulum (vektorski transport proteina), Golgijev aparat, lizosomi, peroksisomi, endosomi. Cilije i flagelumi, centrioli i bazalna tijela. Organizacija diobenog vretena i stanični kostur (citoskelet). Ribosomi, biokemijski sastav i mjesto nastanka. Tekuća otkrića i aktualna pitanja u biologiji stanice.

PRAKTIKUM: Praktične osnove svjetlosne mikroskopije, moć razlučivanja, imerzijski objektiv, mikroskop kao mjerni instrument. Izrada citoloških preparata, bojanje i citokemijske reakcije (Feulgenova nuklealna reakcija). Izrada preparata te studij mitoze i mejoze. C-mitotip, kariotip i kariogram. Izolacija staničnih jezgara. Plastidi: svjetlosno-mikroskopska promatranja i upoznavanje ultrastrukture pomoću elektronsko-mikroskopskih snimaka. Izolacija kloroplasta i princip staničnog frakcioniranja. Kvantitativno određivanje proteina u staničnim ekstraktima, usporedba meristemskih i diferenciranih biljnih stanica.

- Berns M.W. Stanice, Školska knjiga, 1991.
- Alberts B., Bray D., Lewis J., Raff M., Roberts K. & Watson J.D. Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. New York & London, 1983, 1989, or 1994.
- Kleing H. & Sitte P. Zellbiologie. Gustav Fischer Verlag 1984 (ili novije izdanje).
- Krsnik-Rasol, M. (2000): Web site "Praktikum iz biologije stanice On-line",
- URL: <http://zg.biol.pmf.hr/~mrasol>
- Lodish H., Baltimore D., Berk A., Lawrence Z., Matsuda P. & Darnell J. Molecular cell Biology. Scientific American Books, New York, 1986, 1990, 1995.
- Plattner H. & Hentschel J. Taschenlehrbuch ZeIbologie. Georg Thieme Verlag 1997.
- Sorić J., Lončarek J., Krsnik-Rasol M. Biologija stanice - vježbe. Farmaceutsko-biokemijski fakultet Zagreb.
- Rubbi C. P. Light Microscopy. John Wiley & Sons New York, 1994.
- Nultsch W. & Grahe A. Mikroskopisch-Botanisches Praktikum. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1974.
- Gerlach D. Das Lichtmikroskop. Georg Thieme Verlag Stuttgart 1976.
- Ruthmann A. & Hauser M. Praktikum der Cytologie. Teubner Studienbuecher, Biologie, Stuttgart 1979.

4021	BOTANIKA	2+2	2+2
-------------	-----------------	------------	------------

Uvod u botaniku (temeljna načela, terminologija, klasifikacijski sustavi, nomenklatura i dr.). Razmnožavanje i izmjena generacija. Carstvo Protocista, opće karakteristike; pregled glavnih skupina. Carstvo Mycota – gljive; opće osobine, pregled glavnih skupina. Carstvo Plantae, opće karakteristike; pregled glavnih skupina. Bryophyta - mahovine, opće karakteristike, sistematika. Pregled histologije vaskularnih biljaka: meristemi, osnovna tkiva, kožna tkiva, apsorpcijska tkiva, mehanička tkiva, provodna tkiva, tkiva za lučenje i izlučivanje, struktura drveta. Pregled morfologije vaskularnih biljaka: korijen, izdanak, spolno i nespolno razmnožavanje, izmjena generacija, reproduktivni organi. Pregled skupina: Pteridophyta - papratnjače, Cycadophytina i Coniferophytina - golosjemenjače, Magnoliophyta – kritosjemenjače (Magnoliopsida, Liliopsida).

PRAKTIKUM: Morfološka, anatomska i druga obilježja odabranih predstavnika carstava Protocista, Mycota i Plantae. Histologija i morfologija vaskularnih biljaka.

- Denffer, D. von; Ziegler, H.: Udžbenik botanike za visoke škole. Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb, 1988
- Maedgdefrau, K.; Ehrendorfer, F.: Udžbenik botanike za visoke škole. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb, 1984
- Nikolić, T. (2001): Botanika. CD izdanje, ver. 1.0. Skripta, Botanički zavod PMF
- Nikolić, T. (2001): Botanika On-Line, URL <http://hirc.botanic.hr/botanika/botanika-home.htm>
- Nikolić, T. ur. (2001): Praktikum On-Line, URL <http://croatica.botanic.hr/praktikum/home.htm>

4025	MOLEKULARNA CITOGENETIKA	0+0	1+2
-------------	---------------------------------	------------	------------

Citogenetika - znanost o kromosomima. Uvod: Od kromosomskog broja do kromosomskih karata - povijesni prikaz humane citogenetike. Osnovna kromosomska struktura: Kromosomi su građeni od kromatina. Kromosomska DNA sadrži jedinstvene i ponavljajuće sljedove parova baza. Kromatin sadrži mnogo različitih vrsta proteina važnih za njegovu strukturu i funkciju. Kromatin je visoko organiziran. Organizacija kromosoma: Sve funkcionalno kromosomi imaju u centromeru. Telomeri su vršni dijelovi kromosoma s važnom funkcijom. Posebni DNA sljedovi su prostorno organizirani u kromosomima. Nukleolarna kromosomska područja. Organizacija gena u kromosomima. Specijalne i neuobičajene forme kromosoma. Raznolikost u količini i organizaciji kromatina: Kromosomski prekid i njihove posljedice. Preraspodjele nastale translokacijom pokretnih genetičkih elemenata. Raznolikost u veličini eukariotskih genoma. Amplifikacija kromatina. Smanjivanje kromatina i eliminacija kromosoma. Broj genoma po jezgri. Kromosomska i genska ravnoteža i neravnoteža.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.: Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. NY and London. 1994
- Cavalier-Smith, T.: The evolution of genome size. John Wiley & Sons, New York. 1985
- Wagner, R.P., Maguire, M.P., Stallings, R.L.: Chromosomes:- a synthesis. John Wiley & Sons, New York. 1993

PRAKTIKUM: Izrada i usporedba diploidnog, hibridnog i triploidnog kariograma. Utvrđivanje srodnosti i porijeklo svih vrsta analizom mejoze. Tehnike oprugavanja kromosoma C i G-pruge. Utvrđivanje A-T i G-C bogatih sljedova parova baza u kromosomima fluorescentnim tehnikama. Bojenje područja nukleolarnih organizatora (odnosno rDNA gena). Primjeri aneuploidije i drugih kromosomskih poremećaja u ljudi.

4027	CITOKEMIJA I HISTOKEMIJA	1+2	0+0
------	--------------------------	-----	-----

Značenje i primjena citokemije i histokemije. Preparativne tehnike za svjetlosni mikroskop. Histokemija kompleksnih ugljičnih hidrata i lipida. Histokemija enzima - metode za dokazivanje hidrolitskih enzima i oksidoreduktaza. Enzimi kao markeri. Imunohistokemija - primjena i metode. Histokemija laktina. Citokemija jezgre – obilježavanje i dokazivanje nukleinskih kiselina. Principi kvantitativne histokemije.

- Bach, P., Baker, J. Histochemical and Immunohistochemical Techniques: Application to pharmacology and toxicology. Chapman & Hall, London, 1991:
- Pearse A.G.E. : Histochemistry, Theoretical and applied, IV ed, Churchill Ltd, London 1981
- Larsson LI: Immunocytochemistry. Theory and Practice. CRC Press Inc., Florida, 1988

PRAKTIKUM: Metode kemijske i fizičke fiksacije. Metode uklapanja i rezanja tkiva. Kriostatske tehnike. Dokazivanje ugljičnih hidrata PAS metodom (perjodna kiselina-Schiffov reagens), kationskim bojama i laktinima. Prikazivanje lipida liposolubilnim bojama. Metode dokazivanja alkalne i kisele fosfataze, sukcinilne dehidrogenaze i peroksidaze. Imunohistokemijske indirektno metode - ABC i PAP; «tunel» tehnika dokazivanja apoptoze. Neradioaktivne metode dokazivanja nukleinskih kiselina – Feulgenova reakcija za DNA i druge klasične metode za DNA i RNA, metode hibridizacije *in situ*.

4028	DIPLOMSKI RAD	0+2	0+2
------	---------------	-----	-----

Studenti IV godine studija svih profila samostalno se odlučuju za voditelja i temu diplomskog rada iz užeg područja biologije. Izrada diplomskog rada temelji se na samostalnom istraživačkom radu, tumačenju postignutih rezultata, raspravljanju o njima i donošenju zaključaka.

4029	EKOFIZIOLOGIJA BILJA	0+0	1+2
------	----------------------	-----	-----

Biljke i okoliš: životni prostor, zračenje, klima. Izmjena tvari i energije na svim organizacijskim razinama (makromolekule, stanice, organi, organizmi, biljne zajednice). Reakcije biljaka na čimbenike tla. Gospodarenje vodom. Utjecaj okolišnih čimbenika na dinamiku biljnog razvitka. Fiziologija stresa.

- Kreeb, K.: Ökophysiologie der Pflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1974
- Larcher, W.: Ökophysiologie der Pflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1994
- Mohr, H. & Schopfer, P.: Plant Physiology. Springer Verlag, Berlin. 1995
- Pevalek-Kozlina, B.: Fiziologija bilja. Sveučilišni udžbenik. Profil International, Zagreb. 2003
- Stryer, L.: Biokemija. Školska knjiga, Zagreb. 1991
- Taiz, L. and Zeiger, E.: Plant Physiology. Sinauer Ass. Inc. Sunderland, Massachusetts. 2002

PRAKTIKUM: Gospodarenje vodom. Mineralne i organske tvari u biljci: biosinteza i dokazivanje; metabolizam dušika. Procesi fotosinteze. Fotosintetski pigmenti – ekstrakcija, razdvajanje i određivanje. Enzimi lipaze, polifenoloksidaze i glikozidaze. Utjecaj okolišnih i stresnih uvjeta na životne procese biljaka.

- Kreeb, K.: Ökophysiologie der Pflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1974
- Larcher, W.: Ökophysiologie der Pflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1994
- Pevalek-Kozlina, B.: Fiziologija bilja. Sveučilišni udžbenik. Profil International, Zagreb. 2003
- Urbach, W., Rupp, W. und Sturm, H.: Praktikum zur Stoffwechselfysiologie der Pflanzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 1983

4030	EKOLOŠKA IMUNOLOGIJA	0+0	2+2
------	----------------------	-----	-----

Prirodna i stečena imunosna reakcija. Učinak čimbenika okoliša i zagađivača na imunosni sustav. Otkrivanje promijenjenih imunosnih odgovora. Zagađivači okoliša mijenjaju imunosni odgovor: teški metali, kadmij, živa, drugi metali. Imunosni odgovor i kemikalije u industrijskim sustavima: dioksin, policiklički ugljikovodici. Imunosni odgovor i pesticidi. Reakcije preosjetljivosti: pelud, kućna prašina, antibiotici, sintetička.

PRAKTIKUM: Topografija imunoloških organa; Humoralna imunosna reakcija; stanična imunosna reakcija; Makrofagi - važan imbenik otkrića djelovanja ekotoksicida; Bioekološki čimbenici na nastanku neoplazija.

- L. Sompayrac, How the Immune System Works, 2nd Ed., Blackwell Science, 2003.

4032	EKOLOGIJA ŠUMA	2+0	0+0
------	-----------------------	-----	-----

Definicija pojma ekologija šuma. Uloga šume kao ekološkog uporišta u prostoru. Šuma u odnosu prema drugim oblicima vegetacije. Izgradnja, rasprostranjenje i šumsko-uzgojno značenje važnijih oblika šumskih ekosustava. Gospodarenje šumskim ekosustavima. Osnovni tipovi i struktura šume. Šuma kao obnovljivi resurs. Diverzitet i stabilnost šumskih ekosustava. Odnos šume prema posrednim ekološkim čimbenicima (klima, geološka podloga, tlo, reljef i biotski utjecaji). Utjecaj neposrednih ekoloških čimbenika (svjetlost, toplina, voda, kemijski i mehanički čimbenici) na šumu. Biomasa šumskih ekosustava. Dinamika razvoja nadzemnog i podzemnog dijela šumskog drveća. Prašume, zaštićeni šumski ekosustavi i njihova uloga. Utjecaj promjene kemijske klime na drveće i šumu. Šuma kao regulator vodnih odnosa. Općekorisne vrijednosti šume.

- Prpić, B. & Z. Seletković: Ekologija šuma - skripta.
- Matic, S. & B. Prpić: Pošumljavanje.
- Monografija šume u Hrvatskoj, grupa autora 1992.
- Šumarska enciklopedija JLZ I, II i III - članci iz Ekologije šuma.
- Stephen H. Spurr & Burton V. Barnes: Forest ecology, Third edition.

4033	EKOLOGIJA ŽIVOTINJA I ZOOGEOGRAFIJA (prof. biologije-kemije)	2+2	2+2
------	---	-----	-----

Ekologija kao interdisciplinarna i multidisciplinarna znanost. Autekologija: osnovni ekološki čimbenici temperatura, svjetlost, voda i vlaga, metabolički plinovi. Demekologija: populacija, definicija i osnovna obilježja (rast, veličina, regulacija, strategije preživljavanja i životni ciklusi). Interspecijski odnosi: predatorstvo, parazitizam, komenzalizam, kompeticija i amebalizam. Životne zajednice (biocenoze) i sukcesije. Kruženje tvari i protok energije u ekosustavu. Makroekosustavi (biomi): osnovna obilježja kopnenih i vodenih bioma. Utjecaj čovjeka na živi svijet i globalne promjene. Zoogeografija kao znanost, pojam areala, načini i tipovi širenja životinja. Promjene faune tijekom geološke prošlosti, postanak današnje faune. Faunistička carstva. Zoogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Utjecaj čovjeka na zoogeografiju pojedinih taksona.

- R. L. Smith & T. M. Smith: Elements of Ecology. 4th ed., Benjamin/Cummings Science Publishing, San Francisco. 2000
- D. T. Krohne: General Ecology. Wadsworth Publishing Company, 1998
- C. B. Cox & P. D. Moore: Ecology, An ecological and evolutionary approach. 6th edition, Blackwell Science, Oxford. 2000
- J. Huxley: Veliki atlas životinja. Mladinska knjiga, Zagreb. 1990
- D. Burnie: Životinje, velika ilustriрана enciklopedija. Mozaik knjiga, Zagreb. 2001

PRAKTIKUM: Abiotički čimbenici okoliša (O₂ i CO₂ u vodi). Prilagodbe životinja na različite čimbenike okoliša. Metode određivanja gustoće populacija. Sastav i struktura zajednice tla. Sukcesije u kulturi praživotinja. Ekološka obilježja tekućica i stajaćica. Onečišćenje voda i biološke metode određivanje stupnja onečišćenja. Interspecijski odnosi. Primarna i sekundarna organska proizvodnja. Metode terenskih istraživanja u ekologiji.

4034	EKOLOGIJA ŽIVOTINJA I ZOOGEOGRAFIJA (prof. biologije)	2+2	2+2
------	--	-----	-----

Ekologija kao interdisciplinarna i multidisciplinarna znanost. Autekologija: osnovni ekološki čimbenici temperatura, svjetlost, voda i vlaga, metabolički plinovi. Demekologija: populacija, definicija i osnovna obilježja (rast, veličina, regulacija, strategije preživljavanja i životni ciklusi). Interspecijski odnosi: predatorstvo, parazitizam, komenzalizam, kompeticija i amebalizam. Životne zajednice (biocenoze) i sukcesije. Kruženje tvari i protok energije u ekosustavu. Makroekosustavi (biomi): osnovna obilježja kopnenih i vodenih bioma. Utjecaj čovjeka na živi svijet i globalne promjene. Zoogeografija kao znanost, pojam areala, načini i tipovi širenja životinja. Promjene faune tijekom geološke prošlosti, postanak današnje faune. Faunistička carstva. Zoogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Utjecaj čovjeka na zoogeografiju pojedinih taksona.

- R. L. Smith & T. M. Smith: Elements of Ecology. 4th ed., Benjamin/Cummings Science Publishing, San Francisco. 2000
- D. T. Krohne: General Ecology. Wadsworth Publishing Company, 1998
- C. B. Cox & P. D. Moore: Ecology, An ecological and evolutionary approach. 6th edition, Blackwell Science, Oxford. 2000
- J. Huxley: Veliki atlas životinja. Mladinska knjiga, Zagreb. 1990
- D. Burnie: Životinje, velika ilustriрана enciklopedija. Mozaik knjiga, Zagreb. 2001

PRAKTIKUM: Abiotički čimbenici okoliša (O₂ i CO₂ u vodi). Prilagodbe životinja na različite čimbenike okoliša. Metode određivanja gustoće populacija. Sastav i struktura zajednice tla. Sukcesije u kulturi praživotinja. Ekološka obilježja tekućica i stajaćica. Onečišćenje voda i biološke metode određivanje stupnja onečišćenja. Interspecijski odnosi. Primarna i sekundarna organska proizvodnja. Metode terenskih istraživanja u ekologiji.

4035	EKOLOGIJA ŽIVOTINJA S BIOCEENOLOGIJOM	2+3	2+3
------	---------------------------------------	-----	-----

Osnovna obilježja biocenoza: odnosi i tipovi ishrane, hranidbeni lanci, sukcesije. Vodeni i kopneni ekološki sustavi. Ekološka i biocenoška obilježja tekućica, stajaćica, podzemnih voda i mora. Obilježja kopnenih ekoloških sustava. Pojam i podjela bioma te njihova osnovna obilježja. Gospodarenje prirodnim resursima i najvažnija područja praktične primjene ekologije. Pregled glavnih poremećaja ekoloških sustava pod utjecajem čovjeka.

- Krebs J.C., Ecology. Harper Collins, New York, 1994.
- Morin P.J., Community ecology. Blackwell Science, Oxford, 1999.
- Moss B., Ecology of fresh waters. Blackwell Science, Oaford, 1998
- Samson F.B., Knopf F.L. (ed.): Ecosystem management, Springer-Verlag New York, Inc. 1996
- Znanstveni i stručni članci i studije prema preporuci nastavnika.

PRAKTIKUM: Vivaristika, uzgoj laboratorijskih životinja Izrada i održavanje umjetnih ekosustava (vivariji). Vrste i uloga vodenog bilja. Određivanje kisika i ugljik-(IV) oksida u vodi. Prilagodbe na brzinu strujanja vode, planktonski i podzemni način života. Obraštajne zajednice. Ekološke značajke tekućica i stajaćica. Biocenoške razlike između gornjeg, srednjeg i donjeg toka potoka. Indeksi sličnosti i raznolikosti (biodiverzitet). Fauna tla i mercozoze. Primarna organska proizvodnja (metode). Sekundarna organska proizvodnja (metode). Sukcesije. Određivanje gustoće populacija. Biološke metode u određivanju stupnja onečišćenje voda (Pantle-Buck metoda, biotički indeks i dr.). Metode terenskih istraživanja u ekologiji (kopnene vode i tlo).

4037	EKOLOGIJA BILJA	2+2	2+2
------	-----------------	-----	-----

Definicija pojma ekologija. Interdisciplinarni i multidisciplinarni pristup. Abiotički čimbenici. Klimatski čimbenici (temperatura, svjetlost, voda) i odnos biljaka i biljnih zajednica prema njima. Reljef i njegov utjecaj (nadmorska visina, izloženost, nagib, krški oblici). Tlo kao ekološki čimbenik (fizikalna svojstva tla - tekstura i struktura, kemijska svojstva). Zrak - prirodni sastav i onečišćenost, biljke kao indikatori onečišćenosti. Biotički faktori (alelokatalizam, konkurencija, odnos biljaka i životinja te biljaka i čovjeka. Biljne zajednice, sistematski pregled i floristički sastav. Florne i vegetacijske karte. Ekologija rijetkih biljaka i biljnih zajednica i njihova zaštita.

- Gračanin, M. i Ilijanić, Lj.: Uvod u ekologiju bilja, Moderna biologija, Školska knjiga, Zagreb, 1977
- Glavac, V.: Vegetationsoekologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden -, Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Luebeck, Ulm, 1996
- Larcher, M.: Oekologie der Pflanzen, 3. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1980
- Šegulja, N. i Topić, J. : Vodič za terensku nastavu iz geobotanike i ekologije bilja, 1996

PRAKTIKUM: Kvantitativno određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla (tekstura tla, momentana vlažnost, retencioni kapacitet, inertna voda, porozitet, kapacitet za zrak, kalcij karbonat, pH, puferaska sposobnost, dušik). Mikroklimatske značajke staništa (temperatura zraka i tla, relativna vlaga zraka, trajanje sunčeva sijanja, evaporacija). Vodni režim biljaka (transpiracija, vodni deficit). Sastav i struktura fitocenoza (minimalni areal, vegetacijske snimke).

4038	UGROŽENOST I ZAŠTITA KOPNENIH STANIŠTA U HRVATSKOJ	0+0	2+0
------	--	-----	-----

Čimbenici koji ugrožavaju kopnena staništa. Veličina i distribucija staništa te brojnost i vitalnost populacija ugroženih biljnih vrsta kao mjera stupnja ugroženosti. Dugoročni trendovi na staništima i njihov monitoring (fizičko mjerenje, bioindikatori). Mjere zaštite i revitalizacija staništa. Sociološko, ekonomsko i biološko značenje zaštite prirode. GIS, opći linearni model i neuronska mreža u projektiranju zaštite staništa. Modeli zaštite u europskom prostoru.

- Antičić, O., D. Hatić, J. Križan, D. Bukovec, D. Borović 2000: Projektiranje režima podzemne vode kao preduvjeta opstanka nizinskih šuma u području hidrotehničkog zahvata – primjer šume Repaša i HE Novo Virje. Hrvatske vode. 8, 32, 205-300.
- Hršak, V., 1996: Vegetation succession at acidic fen near Dubravica in the Hrvatsko zagorje region. Nat. Croat. 5, 1, 1-10.
- Radović, J., 1999: Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite.
- Topić, J., 1992: Vegetation succession on two permanent plots in East Croatia in the period 1978-1991. Acta Bot. Croat. 51, 61-76.

4039	EKOLOGIJA PROTISTA	2+1	0+0
------	--------------------	-----	-----

Sastav, brojnost, biomasa, brzina rasta, rasprostranjenost i funkcionalni položaj protista u moru i u slatkim vodama. Ekološke niše protista u zajednicama. Trofičke kategorije protista i uloga u hranidbenim mrežama,

protjecanju energije i kruženju materije. Sukcesije. Eutrofizacija i uloga protista u razgradnji organskih tvari. Zajednice protista i njihova ekološka uvjetovanost u planktonu, bentosu i perifitonu.

- Fenchel, T.: Ecology of Protozoa: The Biology of Free-living Phagotrophic Protists. Springer-Verl., Berlin, 1987
- Fenchel, T.: Ecology - potentials and limitations. In: Kinne, O. (ed.), Excellence in ecology 1, Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, 1987
- Harris, G.P.: Phytoplankton ecology. Structure, function and fluctuation. Chapman and Hall, London, 1986
- Likens, G.E.: An ecosystem approach to aquatic ecology. Springer Berlin., 1985
- Viličić, D.: Fitoplankton u ekološkom sustavu mora. Školska knjiga, Zagreb, 2003

PRAKTIKUM: Metode izolacije i laboratorijskog uzgoja protista. Fiksacija, bojenje i principi determinacije pojedinih skupina protista. Metodika ekoloških istraživanja na terenu i u laboratoriju. Mikroskopska analiza uzoraka planktona, perifitona i bentosa. Određivanje gustoće populacija i biomase. Određivanje kvalitete vode i indeksa saprobnosti na temelju sastava protista.

- Lee, J.J. & Saldo, A.T.: Protocols in protozoology. Society of Protozoologists, Allen Press Inc. 1992

4041	EKOTOKSIKOLOGIJA	2+2	0+0
-------------	-------------------------	------------	------------

Uvod. Definicije pojmova ekologija, toksikologija, ekotoksikologija. Toksikologija, povijest i obuhvati. Klasifikacija otrova. Kruženje otrova u biosferi. Sudbina toksikanata u ekosustavu. Putovi unosa toksikanata u tijelo. Rezistentnost. Otrovnost. Akumulacija. Perzistentnost. Transformacija. Mehanizmi djelovanja toksikanata. Akutne i subtoksične doze. Učinak doze. Navikavanje (mitridatizacija). Tolerancija. Senzibilizacija. Kumulativni učinak. Adaptacijski odgovor, oštećenje i smrt. Promet otrova u tijelu. Ekskrecija otrova iz tijela. Toksikokinetika. Detoksikacija otrova u organizmu. Mehanizmi i procesi. Uloga jetre. Povijest pesticida. Pesticidi u ekosustavu. Djelovanje. Klasifikacija. Pesticidi., Pestistati Ostaci pesticida. Karenca. Onečištači atmosfere, voda, tala i hrane. Kovine. Plinovi. Kisele kiše. Učinak staklenika. Degradacija ozonofere. Prizemni ozon. Patofiziološki učinak otrova. Imunotoksični, neurotoksični, nefrotoksični, hematoksični, hepatoksični i dr. Otrovi. Mutageni. Kancerogeni. Teratogeni. Fizikalni i biološki izvori onečišćenja okoliša. Onečišćenje krupnim otpadom. Zaštita okoliša i zdravlja čovjeka.

- Springer, O.: Ekotoksikologija, Profil International, 1997
- Srebočan, V.: Veterinarska toksikologija, Medicinska naklada, 1993

PRAKTIKUM: Putovi unosa otrova u tijelo. Utvrđivanje akutne letalne doze. Učinak doze i vremena ekspozicije. Subtoksični učinci. Hematoksičnost. Imunotoksičnost. Djelovanje abiotičkih čimbenika na toksičnost. Utvrđivanje prisutnosti otrova u tijelu. Histopatološke promjene. Toksičnost pojedinih toksikanata.

4043	EMBRIOLOGIJA ŽIVOTINJA	2+2	0+0
-------------	-------------------------------	------------	------------

Komparativno će se obraditi embrionalni razvitak nekih predstavnika bezkralježnjaka i kralježnjaka. Metabolizam i morfogeneza u bodljikaša i kukaca. Formiranje i građa gameta u kralježnjaka- oogeneza i spermatogeneza, tipovi jaja. Biokemija fertilizacije. Metabolički procesi tijekom brazdanja. Morfogenetska zbivanja tijekom ranog razvitka amfioksusa, riba, vodozemaca, ptica i sisavaca. Blastulacija, gastrulacija, neurulacija. Ekstraembrionalne ovojnice, posteljica. Sinteza, lokacija i fiziološka uloga nukleinskih kiselina i jezgre u razvitku. Procesii indukcije i interakcije, te kemijska priroda induktivnih supstanci. Determinatori razvitka u citoplazmi jajne stanice. Regulacija genske aktivnosti i ekspresija gena u ranom razvitku. Rast, diferencijacija, regeneracija, kancerogeneza i starenje.

- Truman, R.E.S.: The biochemistry of cytodifferentiation, Blackwell Sci. Publ., Oxford, 1974
- Grupa autora: Biološke osnove suvremene medicine, III dio, Školska knjiga, Zagreb, 1991
- Brachet, J.: Chemical embryology, Hafner Publ. Comp., New York-London, 1968

PRAKTIKUM: Mikroskopiranje trajnih histoloških i histokemijskih preparata ključnih stadija ranog embrionalnog razvitka. Komparativno će se obrađivati građa gonada (metilj, kukci, ribe, sisavci). Pratit će se preembrionalni period razvitka, kinetika blastulacije, gastrulacije i neurulacije, te formiranje ranog embrija. Obradivat će se i ekstraembrionalne prateće strukture (embrionalne ovojnice i posteljica). Prate se procesi kemosdiferencijacije i morfološke diferencijacije. Na izabranim modelima prikazat će se procesi indukcije odnosno interakcije tijekom razvitka (bubreg, oko).

4047	HISTOLOGIJA I EMBRIOLOGIJA ŽIVOTINJA	0+0	2+2
-------------	---	------------	------------

Uvod u histologiju i embriologiju. Epitelna tkiva: klasifikacija i struktura obilježja pokrovnog i žljezdanog epitela. Mezenhim i vezivno tkivo. Hrskavica i koštano tkivo. Mišićno tkivo i strukturalni aspekt mehanizma kontrakcije. Živčano tkivo: građa živčane stanice, vlakna i sinapse. Krvotvorni i limfni organi. Probavni sustav: građa probavne cijevi i žlijezda probave (gušterača i jetra). Dišni sustav: građa dišnih puteva i

respiratorne zone. Mokraćni sustav: bubreg i građa nefrona. Endokrine žlijezde. Građa muških i ženskih gonada. Gametogeneza. Mehanizam oplodnje. Embriionalno razdoblje razvitka: brazdanje, stvaranje blastule, gastrulacija, derivati zametnih listića, diferencijacija. Fetalno razdoblje razvitka: organogeneza. (Komparativno: bodljikaši, vodozemci, ptice i sisavci).

- Juniquiera, L.C., Carneiro J.L.C., O. Kelley R.: Osnove histologije, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- Sadler T.W.: Medicinska embriologija, Školska knjiga, Zagreb, 1996
- Skupina autora: Biološke osnove suvremene medicine, knjiga 3, Školska knjiga, Zagreb, 1991

PRAKTIKUM: Mikroskopska građa epitelnog, vezivnog, mišićnog i živčanog tkiva. Mikroskopiranje histoloških preparata hematopoetskog i limfnih organa, probavnih organa, dišnog i mokraćnog sustava i endokrinih žlijezda. Mikroskopska građa muških i ženskih gonada. Makroskopska i mikroskopska analiza razvojnih stadija vodozemaca i sisavaca uključivši čovjeka (blastula, gastrula). Osnove razvitka glavnih organskih sustava, derivata ekto-, mezo- i endoderma. Razni presjeci kroz zameške sisavaca u stadijima histogeneze i organogeneze.

4049	EMBRIOLOGIJA I HISTOLOGIJA ŽIVOTINJA	2+2	0+0
-------------	---	------------	------------

Procesi spermatogeneze i oogeneze, oplodnje, brazdanja, gastrulacije i formiranja osnova organa. Uz tkiva ili organe obrađuje se njihova histogeneza odnosno morfogeneza. Procesi indukcije i interakcije tijekom diferencijacije. Metamorfoza, regeneracija i starenje. Metode prepariranja, bojenja i mikroskopiranja histoloških preparata. Stanica: građa, funkcija i diferencijacija. Tkiva: koncept, klasifikacija i histofiziologija. Epitelno tkivo, vezivno tkivo, masno tkivo, hrskavica, koštano tkivo, žilni sustav, krv, mišićno tkivo i živčano tkivo. Organski sustavi: limfatički (imunosni) sustav, pokrovni sustav (koža), probavni sustav (osnovna građa i specifičnosti pojedinih odsječaka), žlijezde pridružene probavnoj cijevi, dišni sustav, mokraćni sustav, endokrini sustav, osjetni organi te spolni sustav.

- Junqueira, C.L., Carneiro, J., Kelley, R.O.: Osnove histologije, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- Ross, M. E., Reith, E.J.: Histology, A Text and Atlas, Harper & Row, Pub., Inc., N.Y. 1985
- Sadler, T. W.: Langmanova medicinska embriologija, Školska knjiga, Zagreb, 1996
- Grupa autora: Biološke osnove suvremene medicine, III dio, Školska knjiga, Zagreb, 1991

PRAKTIKUM: Embrionalni štiti, ektoderm, endoderm i mezoderm. Mikroskopiranje histoloških preparata pokrovnog i žlijezdanog epitela, mezehim, krvni razmaz, hrskavica, kost, mišićno tkivo (skeletno, srčano i glatko), mozak, leđna moždina, limfni čvor, slezena, timus, jednjak, želudac, crijevo, jetra, gušterača, dušnik, pluća, bubreg, hipofiza, štitna žlijezda, nadbubrežna žlijezda, jajnik, testis.

4051	ENTOMOLOGIJA	2+2	0+0
-------------	---------------------	------------	------------

Razvoj entomologije i povijest entomoloških istraživanja u Hrvatskoj. Kucici kroz geološke epohe (paleoentomologija). Zoološka nomenklatura i sistematika kukaca. Vanjska i unutrašnja građa kukaca, razmnožavanje i ponašanje kukaca. Ekologija, rjetke, ugrožene i zaštićene vrste u Hrvatskoj.

- Hansell, M. H.: Animal Architecture & Building behavior, Longman, London, 1984
- Matonićkin, I.: Beskralješnjaci, biologija nižih Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, 1978
- Matonićkin, I.: Beskralješnjaci, biologija viših Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, 1981
- Romoser, W. S. & J. G. Stoffolano: The science of entomology. McGraw-Hill, Boston, 1998

PRAKTIKUM: Metode sakupljanja kopnenih i vodenih beskralješnjaka. Prepariranje i izrada zbirki kukaca. Određivanje kukaca do viših sistematskih kategorija, Građa glave, prsa i zadka u različitim redovima kukaca: ticala, usnih organa, nogu, krila i vanjskih spolnih organa. Detaljna unutrašnja građa kukaca. Izgradanja nastambi. Prilagodbe kukaca na specifične životne uvjete (vlaga, svjetlo), kao i čeljusti na različite tipove prehrane.

- Chinery, M.: Insects of Britain & Western Europe. Harper Collins, London, 2000
- Durbešić, P.: Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca. Mala ekološka biblioteka, Zagreb, 1988
- Matonićkin, I., I. Habdija, P. Durbešić, R. Erben, B. Primc: Praktikum iz Avertebrata. Sveučilište u Zagrebu, 1980

4053	EVOLUCIJA	0+0	2+2
-------------	------------------	------------	------------

Položaj evolucije u znanosti i njen povijesni razvoj. Dokazi evolucije (materijalni, biogeografski, poredbeni i molekularno biološki). Velika izumiranja i živi svijet u prošlosti. Kemijska evolucija. Evolucija prvih stanica prokariotskog i eukariotskog tipa. Novo razvojno stablo živog svijeta. Evolucija mnogostaničnih organizama. Promjenjivost genoma-osnova evolucijskih procesa. Mutacije, rekombinacije i genetički drift. Izolacijski mehanizmi. Specijacija. Migracije. Selekcija (prirodna umjetna i seksualna). Mikroevolucija, makroevolucija i megaevolucija. Specijacija čovjeka.

- Skelton, P.: Evolution - a biological and paleontological approach. Addison - Wesley Publishing Company, Wokingham, 1993
- Skelton, P., Smith, A., Monks, N.: Cladistics a practical primer on CD-Rom. Cambridge Univ. Press. 2002
- Brown, G.D.: Human evolution. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 1995
- Futuyama J.D.: Evolutionary biology. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Mass. 1998
- Kalafatić, M.: Osnove biološke evolucije. Sveučilište u Zagrebu (časopis PRIRODA), Zagreb, 1998
- Li, W.-H.: Molecular evolution. Sinauer Associates, Inc. - Publ., Sunderland, Mass. 1997
- Stearns, S.C. & Hoekstra, R.F.: Evolution - an introduction. Oxford University Press, 2000

PRAKTIKUM: Evolucija Svemira - računalni program Space. Kemijska evolucija. Biološka evolucija. Pramolekula života i molekulska samoorganizacija. Predstanične tvorbe i evolucija prvih stanica. Izrada koacervatnih kapljica. Eukarioti, bakterije i arhee evolucija, građa, sličnosti i razlike. Endosimbionska teorija i evolucija genoma. Fosilizacijski procesi i vrste fosila. Čuvanje fosila u laboratoriju. Mikropaleontologija. Primjeri iz zbirke fosila. Razvojni nizovi, provodni fosili. Evolucija biljnog i životinjskog svijeta. Molekulska evolucija – evolucija proteina, DNA i RNA. Teorija neutralne evolucija. Molekulski sat. Evolucija živog svijeta putem r RNA – univerzalno filogenetsko stablo života. Progenot i cenancestor. Mitohondrijske DNA i evolucija čovjeka. Računalne metode u proučavanju evolucije makromolekula. Izrada filogenetskih stabala pomoću Internet baza podataka i upotreba računalnih programa za sravnjivanje i obradu podataka ClustalX, GeneDoc i TreeView. Populacijska genetika i evolucijske sile – zadaci; Hardy-Weinbergo-ov zakon, migracije, mutacije, prirodni odabir i genetički drift.

4055	EVOLUCIJA	0+0	2+2
------	-----------	-----	-----

Molekularna evolucija i njen povijesni razvoj. Dokazi biološke evolucije (materijalni, biogeografski, poredbeni i genetički i molekularno biološki). Velika izumiranja i živi svijet u prošlosti. Kemijska evolucija i biološka evolucija. Evolucija prvih stanica prokariotskog i eukariotskog tipa. Novo razvojno stablo živog svijeta. Evolucija mnogostaničnih organizama. Promjenjivost genoma-osnova evolucijskih procesa. Mutacije, rekombinacije i genetički drift. Izolacijski mehanizmi. Specijacija. Migracije. Selekcija (prirodna umjetna i seksualna). Mikroevolucija, makroevolucija i megaevolucija. Pojava svijesti i specijacija čovjeka.

- Skelton, P.: Evolution - a biological and paleontological approach. Addison - Wesley Publishing Company, Wokingham, 1993
- Skelton, P., Smith, A., Monks, N.: Cladistics a practical primer on CD-Rom. Cambridge Univ. Press.
- Brown, G.D., 1995: Human evolution. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 2002
- Futuyama J.D.: Evolutionary biology. Sinauer Associates, Inc. Publ. Sunderland, Mass. 1998
- Kalafatić, M.: Osnove biološke evolucije. Sveučilište u Zagrebu (časopis PRIRODA), Zagreb, 1998
- Li, W.-H.: Molecular evolution. Sinauer Associates, Inc. - Publ., Sunderland, Mass. 1997
- Stearns, S.C. & Hoekstra, R.F.: Evolution - an introduction. Oxford University Press, 2000

PRAKTIKUM: Evolucija Svemira - računalni program Space. Kemijska evolucija. Biološka evolucija. Pramolekula života i molekulska samoorganizacija. Predstanične tvorbe i evolucija prvih stanica. Izrada koacervatnih kapljica. Eukarioti, bakterije i arhee evolucija, građa, sličnosti i razlike. Endosimbionska teorija i evolucija genoma. Fosilizacijski procesi i vrste fosila. Čuvanje fosila u laboratoriju. Mikropaleontologija. Primjeri iz zbirke fosila. Razvojni nizovi, provodni fosili. Evolucija biljnog i životinjskog svijeta. Molekulska evolucija – evolucija proteina, DNA i RNA. Teorija neutralne evolucija. Molekulski sat. Evolucija živog svijeta putem r RNA – univerzalno filogenetsko stablo života. Progenot i cenancestor. Mitohondrijske DNA i evolucija čovjeka. Računalne metode u proučavanju evolucije makromolekula. Izrada filogenetskih stabala pomoću Internet baza podataka i upotreba računalnih programa za sravnjivanje i obradu podataka ClustalX, GeneDoc i TreeView. Populacijska genetika i evolucijske sile – zadaci; Hardy-Weinbergo-ov zakon, migracije, mutacije, prirodni odabir i genetički drift.

4057	EVOLUCIJA	2+2	0+0
------	-----------	-----	-----

Molekularna i ekološka evolucija u znanosti i njen povijesni razvoj. Dokazi evolucije (materijalni, biogeografski, poredbeni genetički i molekularno biološki). Velika izumiranja i živi svijet u prošlosti. Kemijska evolucija i pojava živog sustava na Zemlji. Evolucija prvih stanica prokariotskog i eukariotskog tipa. Razvojno stablo živog svijeta. Evolucija mnogostaničnih organizama. Varijabilnost. Mutacije, rekombinacije i genetički drift. Vanjski i unutarnji izolacijski mehanizmi. Specijacija. Migracije. Selekcija (prirodna umjetna i seksualna). Mikroevolucija, makroevolucija i megaevolucija. Pojava svijesti i specijacija čovjeka.

- Skelton, P.: Evolution - a biological and paleontological approach. Addison - Wesley Publishing Company, Wokingham, 1993
- Skelton, P., Smith, A., Monks, N.: Cladistics a practical primer on CD-Rom. Cambridge Univ. Press. 2002
- Brown, G.D.: Human evolution. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 1995
- Futuyama J.D.: Evolutionary biology. Sinauer Associates, Inc. Publ., Sunderland, Mass. 1998

- Kalafatić, M.: Osnove biološke evolucije. Sveučilište u Zagrebu (časopis PRIRODA), Zagreb, 1998
- Li, W.-H.: Molecular evolution. Sinauer Associates, Inc. - Publishers, Sunderland, Mass. 1997
- Stearns, S.C. & Hoekstra, R.F.: Evolution - an introduction. Oxford University Press, 2000

PRAKTIKUM: Mikrofosili, fosili biljaka i životinja. Koacervati. Endosimbioza (endosimbotska teorija o postanku organela u eukariotskoj stanici). Evolucija proteina-hemoglobina. Adaptivna vrijednost. Migracije. Mutacije. Genetički drift. Selekcija. Organizam i biotička sredina u procesu prirodne selekcije.

4059	EVOLUCIJA	2+2	0+0
------	-----------	-----	-----

Evolucija realan proces u prirodi. Razvoj evolucijske misli (darwinizam, neodarwinizam, aktivni i pasivni darwinizam). Dokazi biološke evolucije (materijalni, biogeografski, poredbeni genetički i molekularno biološki). Kemijska evolucija i pojava živog sustava na Zemlji. Evolucija prvih stanica prokariotskog i eukariotskog tipa. Razvojno stablo živog svijeta. Evolucija mnogostaničnih organizama. Čimbenici varijabilnost u živom svijetu. Vanjski i unutarnji izolacijski mehanizmi. Specijacija. Migracije. Selekcija (prirodna umjetna i seksualna). Mikroevolucija, makroevolucija i megal evolucija. Pojava svijesti i specijacija čovjeka.

- Skelton, P.: Evolution - a biological and paleontological approach. Addison - Wesley Publishing Company, Wokingham, 1993
- Skelton, P., Smith, A., Monks, N.: Cladistics a practical primer on CD-Rom. Cambridge Univ. Press. 2002
- Brown, G.D.: Human evolution. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 1995
- Futuyma J.D.: Evolutionary biology. Sinauer Associates, Inc. Publ. Sunderland, Mass. 1998
- Kalafatić, M.: Osnove biološke evolucije. Sveučilište u Zagrebu (časopis PRIRODA), Zagreb, 1998
- Li, W.-H.: Molecular evolution. Sinauer Associates, Inc. - Publishers, Sunderland, Massachusetts, 1997
- Stearns, S.C. & Hoekstra, R.F.: Evolution - an introduction. Oxford University Press, 2000

PRAKTIKUM: Fosili biljaka i životinja. Koacervati. Endosimbioza (endosimbotska teorija o postanku organela u eukariotskoj stanici). Evolucija proteina-hemoglobina. Adaptivna vrijednost. Migracije. Mutacije. Genetički drift. Selekcija.

4061	FILOGENIJA ŽIVOTINJA	0+0	2+0
------	----------------------	-----	-----

Filogenija kao zoološka disciplina i njezin odnos prema drugim biološkim disciplinama. Problemi rekonstrukcije filogeneze i podrijetlo i razvoj svojti (taxa). Modeli rodoslovnog stabla (dihotomski, linearni i divergentni; monofiletski i polifiletski). Postanak zametnih listića i tjelesne šupljine metazoa. Izvori i dokazi za rekonstrukciju filogeneze (paleozoologija, kemija, genetika, embriologija, ultracelularna građa i molekularna biologija). Podrijetlo metazoa. Prvobitni mnogostaničari. Položaj pojedinih fila i superfila u rodoslovnom stablu životinja. Tradicionalne sheme podjele Metazoa.

- Matonićkin, I. Habdija, I. & Primc-Habdija B.: Bezkrležnjaci. Biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb. 1998
- Matonićkin, I. Habdija, I. & Primc-Habdija B.: Bezkrležnjaci. Biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb. 1999
- Wilmer, P. Invertebrate relationships. Patterns in animal evolution. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 1990.
- Siewing, R. Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Tiere. Verlag Paul Parey. Hamburg u. Berlin. 1969
- Remane, A., Storch, V. & Welsch, U. Systematische Zoologie. G. Fischer Verlag, Stuttgart. 1980.

4062	FILOZOFIJA BIOLOGIJE	0+0	2+0
------	----------------------	-----	-----

Predmet i značenje filozofije biologije. Biologija i klasifikacija biološke znanosti. Temeljni konceptualni ustroj moderne biološke znanosti. Diverzitet ili raznolikost prirode, scala naturae, evolucija. Život i entropija. Darwinizam kao znanstvena revolucija. Biološko značenje i filozofski smisao spolnosti. Biologija i vrednote. Biologija i Etika. Čovjek i svemir. Biologija u Hrvata. Darwinizam u Hrvatskoj s naglascima na njegovoj "filozofičnosti".

4063	ANIMALNA FIZIOLOGIJA	2+2	2+2
------	----------------------	-----	-----

Fiziologija tjelesnih tekućina. Komunikacija stanica s okolinom. Akcijski potencijali. Hematologija. Srce i cirkulacija. EKG. Fiziologija bubrega. Nefron, Mokrenje. Regulacija ionskog sastava, pH i osmotskog tlaka. Respiracija iz vode i zraka. Kontrakcija mišića. Homeostaza. Poremetnja u homeostazi. Osnove ekotoksikologije.

- Guyton, A.: Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti, Medicinska naklada, Zagreb. 1996

PRAKTIKUM: Tjelesne tekućine, serum, plazma. Određivanje hemoglobina i hematokrita. Osmoza. Hematologija. Kontrakcije srca. EKG i krvni tlak. Puferi i acidobazična ravnoteža u organizmu. Diureza. Intrapleuralni tlak. Dondersov model pluća. Pneumogram. Kvalitativna i kvantitativna analiza CO₂ u plućima. Spirometrija. Vrste mišićnih kontrakcija. Miografska krivulja. Komparativna fiziologija organskih sustava.

4065	ANIMALNA FIZIOLOGIJA	2+2	2+2
------	-----------------------------	-----	-----

Prijenos kroz staničnu membranu. Vanstanične i stanične tekućine. Acidobazična ravnoteža. Osmoregulacija. Kapilarna dinamika. Akcijski potencijali. Mišići-prijenos podražaja i kontrakcija. Bubrež-nefron-cirkulacija-ekskrecija. Fiziologija dišnog sustava. Transport plinova. Dišni pigmenti. Hemodinamika. Puferi. Srce i cirkulacija. EKG. Regulacija cirkulacije.

- Randall, D. Burggren, D., French, K.: Eckert Animal Physiology – Mechanisms and Adaptations", 5th ed., W.H.Freeman and Co., New York 2000
- Rhoades, R., Pflanzer, R.: Human Physiology, 3rd ed., Saunders College Publishing, New York, 1996

PRAKTIKUM: Upoznavanje i rad sa životinjama. Tjelesne tekućine-serum, plazma. Hematologija - Brojenje eritrocita i leukocita. Zgrušavanje krvi. Indeks boje. Određivanje Hb po Sahli-u, DKS, PSP-test. Diureza. Potrošak O₂. Dondersov model. Volumeni i kapaciteti pluća. Pneumogram. Kontrakcija mišića. Miografska krivulja. Bowditchovo pravilo. Ekstrasistola. Učinkovitost neurotransmitera. Srce i centri automacije - komparativno. Goltz-ov pokus. Krvni tlak.

4067	ANIMALNA FIZIOLOGIJA	2+2	2+2
------	-----------------------------	-----	-----

Cilj predmeta jest predočiti studentima ne samo temeljne čimbenike o fiziološkim procesima na razini stanice, tkiva i organizma kao cjeline, već i razvijanje sposobnosti slušatelja za stvaranje zaključaka o ravnotežnom djelovanju organa i sustava u funkciji održanja života jedinke. Predavanje: Povijest fiziologije. Smisao fiziologije; principi homeostaze i povratne sprege. Fizikalni i kemijski zakoni u fiziološkim zbivanjima. Stanica - prijenos tvari kroz opnu stanice. Enzimi i energija. Ioni i podražaj stanične opne. Nastanak i prijenos podražaja; živčane stanice, sinapsa, postsinapsni neuroni, transmiiteri. Mehanički podražaji; receptorske stanice, kemorepcija, mehanorepcija, uho sisavaca, elektoreceptori, termoreceptori, fotoreceptori, receptori vida u kralježnjaka, mehanizmi gledanja. Živčani sustav i ponašanje. Mišićni sustav i kretanje. Sustav obrane organizma od tuđega. Osmoregulacija i odstranjivanje štetnih proizvoda mjene tvari. Krvni optok, srce i krv. Razmjena plinova. Prehrana, probava i apsorpcija. Metabolizam i temperatura u životinja. Sustav endokrinih žlijezda; hormoni i njihova fiziološka značajka.

- D. Randall, W. Burggren, K. French: Eckert Animal Physiology – Mechanisms and Adaptations, 5th ed., W.H.Freeman and Co., New York 2000
- R. Rhoades, R. Pflanzer: Human Physiology, 3rd ed., Saunders College Publishing, New York, 1996
- A. Guyton: Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti, Medicinska naklada, Zagreb, 1996

PRAKTIKUM Tjelesne tekućine, serum, plazma. Određivanje hemoglobina i hematokrita. Hematologija. Kontrakcija srca. EKG i krvni tlak. Puferi i acidobazična ravnoteža u organizmu. Diureza. Intrapleuralni tlak. Dondersov model pluća. Pneumogram. Kvalitativna i kvantitativna analiza. CO₂ u plućima. Spirometrija. Vrste mišićnih kontrakcija. Miografska krivulja.

4069	ANIMALNA FIZIOLOGIJA	2+2	2+2
------	-----------------------------	-----	-----

Fiziologija stanice: Transportni mehanizmi. Signalne molekule i interakcija stanica-stanica (cAMP i drugi sekundarni glasnici). Mehanizam prijenosa signala kroz sinapsu. Endokrinologija: Hormonska regulacija glukoze i kalcija. Mehanizam negativne povratne sprege (osovina hipotalamus-hipofiza). Fiziološka uloga pojedinih hormona. Komparativni aspekti endokrinologije. Neurofiziologija: Opća organizacija živčanog sustava. Neuronski sklopovi. Refleksi. Osjetilni organi (biosenzori). Autonomni živčani sustav. Refleksi. Mehanizmi pamćenja i mišljenja. Limbički sustav. Fiziologija organskih sustava: Srce i cirkulacija, probavni sustav i metabolizam, respiracija, termoregulacija, krvotvorni i imunološki sustav. Funkcija organa: Bubrež, jetra.

- D. Randall, W. Burggren, K. French: Eckert Animal Physiology – Mechanisms and Adaptations, 5th ed., W.H.Freeman and Co., New York, 2000
- R. Rhoades, R. Pflanzer: Human Physiology, 3rd ed., Saunders College Publishing, New York, 1996
- A. Guyton: Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti, Medicinska naklada, Zagreb, 1996

PRAKTIKUM: Rad s pokusnim životinjama (injiciranje, uzimanje krvnih uzoraka i organa za analizu, priprema staničnih suspenzija različitih organa, transplantacija stanica i kože). Tjelesne tekućine i acidobazna ravnoteža, srce i cirkulacija. Mišići, membranski potencijali, podražljivost. Respiracija. Bubrež, jetra, probavni sustav. Fiziologija senzoričkih organa i refleksi. Organizacija i funkcija centralnog živčanog sustava. Komparativni aspekti. Centralna uloga hipotalamusa i hipofize. Negativna povratna sprega.

Mehanizam djelovanja hormona na "ciljne stanice" (receptori, ciklički AMP i drugi sekundarni "glasnici". Termoregulacija. Komparativni aspekti termoregulacije.

- Giese, A.C.: Cell Physiology, W.B. Saunders Company London, 1973.
- Prosser, S.L.: Comparative Animal Physiology, W.B. Saunders Company, London, 1983
- Norbach, C.R. & Demarest, R.: Nervous System: Introduction and Review, McGraw Hill, NY., 1986
- Bayliss, P.H. & Gill, G.W.: Endocrinology, Butterworths, London. 1988
- Berne, R.M. & Levy, M.N.: Fiziologija, Medicinska naklada, Zagreb. 1993

4071	FIZIOLOGIJA BILJA	2+2	2+3
------	-------------------	-----	-----

Primanje i provođenje vode. Pasivno i aktivno primanje mineralnih tvari (značenje Nernstovog potencijala i Goldmanova jednadžba). Kinetička analiza transportnih procesa. Deficit kisika u tlu, funkcionalne poremetnje, načini povrede i funkcionalne adaptacije. Asimilacijska redukcija nitrata i sulfata, fiksacija molekularnog dušika. Fotosinteza. Dodatni mehanizmi vezanja CO₂ kod C₄ tipa biljaka i tustika (*Crassulaceae*). Provođenje asimilata. Kemoautotrofna i heterotrofna ishrana. Simbioze. Fotorespiracija. Biološka oksidacija i stvaranje energije (gliksilatni ciklus) i vrenja. Biljni pigmenti. Intra- i intercelularna (fitohormoni) regulacija rastezanja i razvitka. Biološki ritmovi. Fotoperiodizam i indukcija stvaranja cvijeta. Stvaranje i zrioba plodova. Tumori. Gibanja.

- Bidwell, R. S.: Plant Physiology. Macmillan Publ. Co., New York. 1979
- Denffer, D. i Ziegler, H.: Botanika (Morfologija i fiziologija). Školska knjiga, Zagreb. 1982
- Dubravec, K. D. i Regula, I.: Fiziologija bilja. Školska knjiga, Zagreb. 1995
- Hess, D.: Plant Physiology. Springer-Verlag, Berlin. 1975
- Lea, P. J. & Leegood, R. C.: Plant Biochemistry and Molecular biology. J. Willey and Sons, New York. 1995
- Mohr, H., Schopfer, P.: Plant Physiology. Springer Verlag, Berlin. 1995
- Taiz, L., Zeiger, E.: Plant Physiology. Third Edition. Sinauer Associates, Inc. Publ., Sunderland, Massachusetts. 2002

PRAKTIKUM: Dokazivanje nekih kationa i organskih aniona u stanicama i tkivima. Kvalitativno i kvantitativno određivanje C-hidrata. Djelovanje amilaza, fosforilaze i katalaze in vitro. Djelovanje glikozidaza u razgradnji cijanogenih glikozida. Transpiracija, otvorenost puči. Osmotski potencijal i njegovo određivanje u stanicama. Fotosinteza. Vrenja. Dišni kvocijent. Indukcija amilaze gibereolinom. Gibanja.

- Regula, I., Pevalek-Kozlina, B., Vidaković-Cifrek, Ž. i Jelenčić, B.: Praktikum iz fiziologije bilja. Interna skripta, PMF, 1996

4073	FIZIOLOGIJA BILJA	2+2	2+3
------	-------------------	-----	-----

Biljna stanica – građa i funkcija stanične stijenke, vakuole i plastida. Energija i enzimi. Primanje, provođenje i izlučivanje vode. Mineralna prehrana – primanje, provođenje i asimilacija mineralnih tvari. Acidofilne, vapnenačke i halofilne biljke. Mesojedne biljke. Fotosintetski pigmenti. Fotosinteza bakterija alga i biljaka. Fotorespiracija. Dodatni mehanizmi vezanja CO₂ kod C₄ i CAM tipa biljaka. Kemoautotrofna i heterotrofna prehrana. Simbioza. Mikoriza. Parazitizam. Prijenos asimilata. Aerobno i anaerobno disanje. Gliksilatni ciklus i glukoneogeneza. Biosinteza i metabolizam proteina i lipida. Regulacije u staničnoj izmjeni tvari. Regulatori rasta. Fiziološki procesi pri sazrijevanju plodova. Sekundarni metaboliti. Fiziologija gibanja.

- Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R. L.: Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland. 2002
- Dubravec, K. D., Regula, I.: Fiziologija bilja. Školska knjiga, Zagreb. 1995
- Lea, P. J., Leegood, R. C.: Plant Biochemistry and Molecular Biology. J. Willey and Sons, New York. 1995
- Mohr, H., Schopfer, P.: Plant Physiology. Springer Verlag, Berlin. 1995
- Pevalek-Kozlina, B.: Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb. 2003
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Gustav Fischer, Stuttgart. 1988
- Taiz, L., Zeiger, E.: Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. 2002

PRAKTIKUM: Građa i funkcija biljne stanice – promatranje mikroskopom, bojanje stanica, organela i stanične stijenke. Dokazivanje nekih kationa, aniona i organskih kiselina u biljnim stanicama i tkivima. Kvalitativno i kvantitativno određivanje ugljikohidrata. Dokazivanje proteina i sekundarnih produkata u biljnim tkivima. Određivanje osmotskog potencijala u stanicama. Primanje, provođenje i izlučivanje vode: konijenov tlak, transpiracijski usis, transpiracija, gutacija. Određivanje otvorenosti puči. Određivanje aktivnosti enzima amilaze, saharaze, fosforilaze, katalaze, lipaze, polifenolksidaze, glikozidaze. Određivanje stope fotosinteze. Ekstrakcija fotosintetskih pigmenta, razdvajanje kromatografijom i spektrofotometrijsko određivanje. Dokazivanje škroba u listovima. Određivanje intenziteta disanja i dišnog kvocijenta, model dišnog lanca. Alkoholno vrenje. Djelovanje gibereлина i etilena. Transformacija biljnih stanica agrobakterijom. Gibanja.

- I. Regula, B. Pevalek-Kozlina, Ž. Vidaković-Cifrek, B. Jelenčić: Praktikum iz fiziologije bilja. Interna skripta PMF, 2003

4075	FIZIOLOGIJA BILJA	2+2	2+3
------	-------------------	-----	-----

Energija i enzimi. Primanje, provođenje i izlučivanje vode. Mineralne tvari: primanje i asimilacija. Mikoriza. Fotosinteza: primarne i sekundarne reakcije, provođenje asimilata. Fotorespiracija, C₄ i CAM biljke. Metabolizam ugljikohidrata. Parazitske i mesojedne biljke. Aerobno i anaerobno disanje. Biosinteza i metabolizam lipida i proteina. Regulacije u izmjeni tvari. Rast i diferencijacija biljnih stanica. Regulatori rasta: auksini, giberelini, citokini, etilen i apscizinska kiselina – metabolizam i djelovanje. Učinci temperature i svjetlosti na rast i razvitak biljaka. Fitokromi i fotomorfogeneza. Dnevni ritmovi. Dormancija. Starenje i uganjanje. Kontrola cvjetanja. Sekundarne biljne tvari. Fiziologija gibanja. Fiziologija stresa.

- Buchanan, B., Grissem, W. & Jones, R. L.: Biochemistry and Molecular Biology of Plants. John Wiley & Sons. 2002
- Mohr, H. & Schopfer, P.: Plant Physiology. Springer Verlag, Berlin. 1995
- Pevalek-Kozlina, B.: Fiziologija bilja. Sveučilišni udžbenik. Profil International, Zagreb. 2003
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F. & Bresinsky, A.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Gustav Fischer, Stuttgart. 1998
- Stryer, L.: Biokemija. Školska knjiga, Zagreb. 1991
- Taiz, L. & Zeiger, E.: Plant Physiology. Sinauer Ass. Inc. Sunderland, Massachusetts. 2002

PRAKTIKUM: Dokazivanje prisutnosti pojedinih kationa, aniona i organskih kiselina u biljnim stanicama i tkivima. Kvalitativno i kvantitativno određivanje ugljikohidrata. Djelovanje enzima amilaze, saharaze, katalaze, polifenoloksidaze i glikozidaze. Primanje, provođenje i izlučivanje vode: transpiracijski usis, korijenov tlak, transpiracija, gutacija. Određivanje otvorenosti puči. Plazmoliza i deplazmoliza. Određivanje osmotskog potencijala u stanicama. Određivanje intenziteta fotosinteze. Ekstrakcija fotosintetskih pigmenta, razdvajanje kromatografijom i spektrofotometrijsko određivanje. Dokazivanje škroba u listovima. Određivanje intenziteta disanja i dišnog kvocijenta. Alkohorno vrenje. Dokazivanje proteina i sekundarnih produkata u biljnim tkivima. Transformacija biljnih stanica. Djelovanje giberelina i etilena. Gibanja.

- Regula, I., Pevalek-Kozlina, B., Vidaković-Cifrek, Ž. i Jelenčić, B.: Praktikum iz fiziologije bilja. Interna skripta, PMF, 2003

4077	FIZIOLOGIJA BILJA	2+2	2+3
------	-------------------	-----	-----

Energetika i regulacija izmjene tvari u biljnim stanicama. Primanje i provođenje vode u biljci. Izlučivanje vode: transpiracija i gutacija. Primanje, provođenje i asimilacija mineralnih tvari. Prijenos otopljenih tvari. Simbiotska fiksacija dušika. Mikoriza. Kemoautotrofna i heterotrofna prehrana. Fotosinteza: primarne i sekundarne reakcije, fiziološko i ekološko značenje. Fotorespiracija. C₄ biljke i biljke s dnevnim kiselinskim ritmom. Prijenos asimilata. Parazitske i mesojedne biljke. Biološka oksidacija i anaerobno disanje. Biosinteza i metabolizam ugljikohidrata, lipida i proteina. Sekundarne biljne tvari. Regulacije u staničnoj izmjeni tvari. Stanični mehanizmi rasta i morfogeneze. Rast i diferencijacija biljnih stanica. Metabolizam i fiziološki učinci regulatora rasta: auksini, giberelini, citokini, etilen i apscizinska kiselina. Djelovanje okolišnih čimbenika na rast i razvitak biljaka: temperatura i svjetlost. Fitokromi i fotomorfogeneza. Dnevni ritmovi. Dormancija, starenje i uganjanje. Kontrola cvjetanja. Fiziologija gibanja. Fiziologija stresa.

- Buchanan, B., Grissem, W. & Jones, R. L.: Biochemistry and Molecular Biology of Plants. John Wiley & Sons. 2002
- Mohr, H. & Schopfer, P.: Plant Physiology. Springer Verlag, Berlin. 1995
- Pevalek-Kozlina, B.: Fiziologija bilja. Sveučilišni udžbenik. Profil International, Zagreb. 2003
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F. & Bresinsky, A. . Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Gustav Fischer, Stuttgart. 1998
- Stryer, L.: Biokemija. Školska knjiga, Zagreb. 1991
- Taiz, L. & Zeiger, E.: Plant Physiology. Sinauer Ass. Inc. Sunderland, Massachusetts. 2002

PRAKTIKUM: Dokazivanje prisutnosti pojedinih kationa, aniona i organskih kiselina u biljnim stanicama i tkivima. Kvalitativno i kvantitativno određivanje ugljikohidrata. Djelovanje enzima amilaze, saharaze, katalaze, polifenoloksidaze i glikozidaze. Primanje, provođenje i izlučivanje vode: transpiracijski usis, korijenov tlak, transpiracija, gutacija. Određivanje otvorenosti puči. Plazmoliza i deplazmoliza. Određivanje osmotskog potencijala u stanicama. Određivanje intenziteta fotosinteze. Ekstrakcija fotosintetskih pigmenta, razdvajanje kromatografijom i spektrofotometrijsko određivanje. Dokazivanje škroba u listovima. Određivanje intenziteta disanja i dišnog kvocijenta. Alkohorno vrenje. Dokazivanje proteina i sekundarnih produkata u biljnim tkivima. Transformacija biljnih stanica. Djelovanje giberelina i etilena. Gibanja.

- Regula, I., Pevalek-Kozlina, B., Vidaković-Cifrek, Ž. i Jelenčić, B.: Praktikum iz fiziologije bilja. Interna skripta, PMF, 2003

4079	GENETIČKO INŽENJERSTVO U BIOTEHNOLOGIJI	1+2	1+2
------	---	-----	-----

Temeljni pojmovi i spoznaje u radu s rekombinantnom DNA, definicije, vektori (plazmidni, virusni), kimerne molekule. Enzimi u genetičkom inženjerstvu: restrikcijski (klasifikacija, osobine, nazivlje) i drugi (ligaze, alkalna proteaza, DNA polimeraze, S1- nukleaza, egzonukleaza, transferaze i dr.) koji se koriste u spajanju DNA molekula *in vitro*. Osnovna svojstva vektora neopodna za genetičko inženjerstvo, spajanje nizova i spona za povezivanje (adapteri, spajalice, homopolimeri). Metode unošenja kimernih molekula u stanice domaćina, načini otkrivanja rekombinanata u populaciji (genetičke, imunokemijske, hibridizacijske, rekombinacijske) i osnovni primjeri. Plazmidni (pBR322, pUC-serija i dr.), virusni (lambda i derivati, M13) i ekspresijski vektori, kozmidi i fazmidi. Biblioteka gena i strategija kloniranja. Kloniranje u prokariota, eukariotskih mikroorganizama, biljaka (Ti-plazmidi, CaMV) i viših organizama. Mikroinjektiranje u oocite, oplodena jaja i dobivanje transgenih organizama. Primjeri dobivanja različitih proizvoda pomoću rDNA tehnologije u mikroorganizama, biljaka i životinja.

- Old, R.W. i Primrose, S.B.: Principles of gene manipulation. Blackwell Sci.Publication, Oxford. 1985
- Delić, V.: Genetičko inženjerstvo (osnove manipulacije genima). PMF, Skripta. 1997

PRAKTIKUM: Seminari uključuju (pojedinačnu) obradu određenih područja molekularne biologije koji koriste genetičko inženjerstvo ili suvremene spoznaje iz molekularne biologije od šireg interesa za struku molekularnu biologiju. Obrađuju se različita područja biologije (mikrobne, biljne, animalne) iz osnovne i proširene literature i prikazuju u obliku seminara.

4081	GENETIKA	2+2	2+2
------	----------	-----	-----

Područja genetike i razine istraživanja. Mendel i ideja o genu. Nasljeđivanje po Mendelu. Kromosomska teorija nasljeđivanja. Kromosomska osnova za rekombinaciju. Spolni kromosomi i spolom vezano nasljeđivanje. Regulacija ekspresije X-vezanih gena u drozofile i ljudi. Citoplazmatsko nasljeđivanje. Mikrobn model: genetika bakterija i virusa. Molekularna osnova nasljeđivanja. Od gena do bjelančevina. Mutacije gena i DNA popravak. Organizacija kromosoma. Konceptija eukariotskog gena. Kromosomske mutacije.Regulacija aktivnosti gena. Kloniranje stanica i organizama. Genetičko inženjerstvo. Primjena DNA tehnologije. Geni u populacijama. Prirodna selekcija i porijeklo vrste. Selekcija nametnuta od ljudi.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.: Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. London. 1994
- Jones, R.N., Karp, A.: Introducing genetics. John Murray Ltd, London. 1993
- Inoue Shinya: The cell. U: Biology, N.Y. Cambell (ed.). The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California, pp 108-22. 1996
- Satcher David: The gene. U: Biology, N.Y. Cambell (ed.). The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California, pp 362-482. 1996
- Rothwell N.V.: Understanding genetics - a molecular approach. Wiley-Liss, New York. 1993
- Tamarin R.H.: Principles of Genetics. WCB Publishers, Oxford. 1993

PRAKTIKUM: Ponavljanje mitoze i mejoze, gametogeneza. Monohybridno i dihibridno križanje, izrada osobne karte nekih osobina. Primjena Hi-kvadrat testa. Određivanje krvnih grupa i Rh faktora. Životni ciklus, uzgoj i izrada genske karte vinske mušice. Određivanje spola: pregledom mejoze mužjaka skakavca i spolnog kromatina (Barr-ovo tijelo). Nasljeđivanje spolno vezanih gena, izrada rodoslovlja. Majčinski učinak, plazmidi i "infektivne čestice". Kartiranje bakterijskog kromosoma rješavanjem zadanih problema. Odabir genotipova aukstotrofnih sojeva bakterija i mutanata otpornih na antibiotike znanim direktnih otisaka (Replica plating). Rješavanje problema vezanih uz promjene u čitanju genetičke šifre. Rješavanje problema vezanih uz mutacije u lac-operonu i komplementacijski testovi. Izrada humanog kariotipa, tehnike C- i G-oprugavanja. Poliploidija, aneuploidija i složene translokacije u nekih biljnih vrsta. Inducirane mutacije, Allium-test. Analiza varijance i Hardy-Weinbergova jednadžba u populacijskoj genetici.

- Jones, R.N., Rickards, G.K.: Practical genetics. John Wiley & Sons, Chischester. 1992
- Papeš, D., Pavlica, M., Besendorfer, V.: Praktikum iz genetike. Interna skripta. 1995
- Sainsfield, W.D.: Theory and problems of genetics. Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, New York. 1996

4082	GENETIKA	2+2	2+2
------	----------	-----	-----

Područja genetike i razine istraživanja. Mendel i ideja o genu. Nasljeđivanje po Mendelu. Kromosomska teorija nasljeđivanja. Spol i nasljeđivanje. Spolni kromosomi. Spolna i genska ravnoteža. Spolni kromosomi i determinacija spola. Vezani geni i rekombinacija. Kromosomsko kartiranje. Promjene broja i strukture kromosoma. Kromosomske mutacije i evolucija. Molekularna osnova nasljeđivanja. DNA i geni. Molekularna međudjelovanja u transkripciji i translaciji. Alelizam i funkcionalna jedinica na molekularnoj razini. Komplementacija. Mutacije gena i njihove posljedice. Pokretni genetički elementi. Bakterijski i virusni

genetički sustavi. Kontrolni mehanizmi i diferencijacija. Organizacija genoma i ekspresija u eukariota. Preraspodjele u genomu. Metilacija i aktivnost gena. Različiti imprinting između spolova. Osnove genetičkog inženjerstva. Citoplazmatsko nasljeđivanje. Genetički sustavi organela. Geni u populacijama. Prirodna selekcija i specijacija. Selekcija koju su nametnuli ljudi.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.: Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. London. 1994
- Jones, R.N., Karp, A.: Introducing genetics. John Murray Ltd, London. 1993
- Inoue Shinya: The cell. U: Biology, N.Y. Campbell (ed.). The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California, pp 108-22. 1996
- Satcher David: The gene. U: Biology, N.Y. Campbell (ed.). The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California, pp 362-482. 1996
- Rothwell N.V.: Understanding genetics - a molecular approach. Wiley-Liss, New York. 1993
- Tamarin, R.H.: Principles of Genetics. WCB Publishers, Oxford. 1993

PRAKTIKUM: Ponavljanje mitoze i mejoze, gametogeneza. Monohibridno i dihibridno križanje, izrada osobne karte nekih osobina. Primjena Hi-kvadrat testa. Određivanje krvnih grupa i Rh faktora. Životni ciklus, uzgoj i izrada genske karte vinske mušice. Određivanje spola: pregledom mejoze mužjaka skakavca i spolnog kromatina (Barr-ovo tijelo). Nasljeđivanje spolno vezanih gena, izrada rodoslovlja. Majčinski učinak, plazmidi i "infektivne čestice". Kartiranje bakterijskog kromosoma rješavanjem zadanih problema. Transformacija bakterijske stanice, odabir transformata i ekspresija transgena. Rješavanje problema vezanih uz promjene u čitanju genetičke šifre. Rješavanje problema vezanih uz mutacije u lac-operonu i komplementacijski testovi. Izrada humanog kariotipa, tehnice C- i G-oprugavanja. Poliploidija, aneuploidija i složene translokacije u nekih biljnih vrsta. Inducirane mutacije, Allium-test. Analiza varijance i Hardy-Weinbergova jednadžba u populacijskoj genetici.

- Jones, R.N., Rickards, G.K.: Practical genetics. John Wiley & Sons, Chischester. 1992
- Papeš, D., Pavlica, M., Besendorfer, V.: Praktikum iz genetike. Interna skripta. 1995
- Stansfield, W.D.: Theory and problems of genetics. Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, New York. 1996

4083	GENETIKA	0+0	2+2
------	----------	-----	-----

Područja genetike i razine istraživanja. Prijenos genetičke informacije. Nasljeđivanje po Mendelu I: Segregacija. Rodoslovlje. Nasljeđivanje po Mendelu II: Nezavisna segregacija. Rekombinacija. Geni i kromosomi. Multipli aleli. Vezani geni i rekombinacija. *Drosophila melanogaster*. Nasljeđivanje vezano uz spol. Regulacija ekspresije X-vezanih gena u drozofile i ljudi. Citoplazmatsko nasljeđivanje. Genetika bakterija i virusa. DNA i kromosomi. DNA i geni. Cijepanje gena i nekodirajuća DNA. Heterokromatin. Genske mutacije. Kromosomske mutacije. Regulacija genske aktivnosti. Rasplodni sistemi. Geni u populaciji. Prirodna selekcija i specijacija. Specijacija nametnuta od ljudi. Genetičko inženjerstvo.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.: Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. London. 1994
- Jones, R.N., Karp, A.: Introducing genetics. John Murray Ltd, London. 1993
- Rothwell, N.V.: Understanding genetics - a molecular approach. Wiley-Liss, New York. 1993
- Tamarin, R.H.: Principles of genetics. WCB Publishers, Oxford. 1993

PRAKTIKUM: Ponavljanje mitoze i mejoze, gametogeneza. Monohibridno i dihibridno križanje, izrada osobne karte nekih osobina. Primjena Hi-kvadrat testa. Određivanje krvnih grupa i Rh faktora. Životni ciklus, uzgoj i izrada genske karte vinske mušice. Određivanje spola pregledom mejoze mužjaka skakavca i spolnog kromatina (Barr-ovo) tijelo. Nasljeđivanje spolno vezanih gena, izrada rodoslovlja. Majčinski učinak, plazmidi i "infektivne čestice". Genetička rekombinacija. Kartiranje bakterijskog kromosoma. Rješavanje problema vezanih uz promjene u čitanju genetičke šifre. Izrada humanog kariotipa, tehnike C- i G-oprugavanja. Poliploidija, aneuploidija i složene translokacije u nekih biljnih vrsta. Inducirane mutacije, Allium-test. Analiza varijance i Hardy-Weinbergova jednadžba u populacijskoj genetici.

- Jones, R.N., Rickards, G.K.: Practical genetics. John Wiley & Sons, Chischester. 1992
- Papeš, D., Pavlica, M., Besendorfer, V.: Praktikum iz genetike. Interna skripta. 1995
- Stansfield, W.D.: Theory and problems of genetics. Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, New York. 1996

4084	GENETIKA	2+2	2+2
------	----------	-----	-----

Područja genetike i razine istraživanja. Mendel i ideja o genu. Nasljeđivanje po Mendelu. Kromosomska teorija nasljeđivanja. Kromosomska osnova za rekombinaciju. Spolni kromosomi i spolom vezano nasljeđivanje. Regulacija ekspresije X-vezanih gena u drozofile i ljudi. Citoplazmatsko nasljeđivanje. Mikrobni modeli: genetika bakterija i virusa. Molekularna osnova nasljeđivanja. Od gena do bjelančevina.

Mutacije gena i DNA popravak. Organizacija kromosoma. Konceptija eukariotskog gena. Kromosomske mutacije. Regulacija aktivnosti gena. Kloniranje stanica i organizama. Genetičko inženjerstvo. Primjena DNA tehnologije. Geni u populacijama. Prirodna selekcija i porijeklo vrste. Selekcija nametnuta od ljudi.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D.: Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. London. 1994
- Jones, R.N., Karp, A.: Introducing genetics. John Murray Ltd., London. 1993
- Inoue Shinya: The cell. U: Biology, N.Y. Cambell (ed.). The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California, pp 108-22. 1996
- Satcher David: The gene. U: Biology, N.Y. Cambell (ed.). The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California, pp 362-482. 1996
- Rothwell N.V.: Understanding genetics - a molecular approach. Wiley-Liss, New York. 1993
- Tamarin R.H.: Principles of Genetics. WCB Publishers, Oxford. 1993

PRAKTIKUM: Povijanje mitoze i mejoze, gametogeneza. Monohibridno i dihibridno križanje, izrada osobne karte nekih osobina. Primjena Hi-kvadrat testa. Određivanje krvnih grupa i Rh faktora. Životni ciklus, uzgoj i izrada genske karte vinske mušice. Određivanje spola: pregledom mejoze mužjaka skakavca i spolnog kromatida (Barr-ovo tijelo). Nasljeđivanje spolno vezanih gena, izrada rodoslovlja. Majčinski učinak, plazmidi i "infektivne čestice". Kartiranje bakterijskog kromosoma rješavanjem zadanih problema. Odabir genotipova auksotrofnih sojeva bakterija i mutanata otpornih na antibiotike tehnikom direktnih otisaka (Replica plating). Rješavanje problema vezanih uz promjene u čitanju genetičke šifre. Rješavanje problema vezanih uz mutacije u lac-operonu i komplementacijski testovi. Izrada humanog kariotipa, tehnike C- i G-oprugavanja. Poliploidija, aneuploidija i složene translokacije u nekih biljnih vrsta. Inducirane mutacije, Allium-test. Analiza varijance i Hardy-Weinbergova jednadžba u populacijskoj genetici.

- Jones, R.N., Rickards, G.K.: Practical genetics. John Wiley & Sons, Chichester. 1992
- Papeš, D., Pavlica, M., Besendorfer, V.: Praktikum iz genetike. Interna skripta. 1995
- Stansfield, W.D.: Theory and problems of genetics. Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, New York. 1996

4085	GEOBOTANIKA	0+0	2+0
------	-------------	-----	-----

Pojam i zadaća geobotanike, pojam areala, kartografski prikaz areala, tipovi areala, florni elementi. Razgraničenje biljnogeografskih regija: florni kontrast i florni prikaz. Flora i vegetacija tijekom geološke prošlosti. Postanak današnje flore i vegetacije. Florna carstva. Raščlanjenje vegetacije na Zemlji – vegetacijske zone. Biljnogeografsko raščlanjenje Hrvatske.

- Frey W. & Lösch R.: Lehrbuch der Geobotanik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1998
- Schroeder F.-G.: Lehrbuch der Pflanzengeographie, Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden. 1998
- Mägdefrau K. & Ehrendorfer: Udžbenik iz botanike. Školska Knjiga, Zagreb. 1978
- Tivy J.: Biogeography. Longman group Ltd., Harlow. 1995

PRAKTIKUM: Fizikalna i kemijska svojstva tla (tekstura, momentalna vlaga, retencijski kapacitet, inertna voda, kapacitet za zrak, specifična težina, kalcij-karbonat, aktualni i supstitucijski kapacitet, puferiska sposobnost tla), vodni režim biljaka (transpiracija, relativna transpiracija, evaporacija, vodni deficit), mikroklima na staništu, uzorkovanje vegetacije, minimalni areal, florističko kartiranje, MTB mreža, vrste karata, određivanje pozicija na karti, GPS).

4086	GEOBOTANIKA I EKOLOGIJA BILJA	2+1	2+3
------	-------------------------------	-----	-----

Pojam i zadaća geobotanike, pojam areala, kartografski prikaz areala, tipovi areala, florni elementi, florni kontrast. Flora i vegetacija tijekom geološke prošlosti, postanak današnje flore i vegetacije. Florna carstva. Raščlanjenje vegetacije na Zemlji – vegetacijske zone. Biljnogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Ekologija kao interdisciplinarna i multidisciplinarna znanost. Autekologija: osnovni životni procesi i ekološki faktori koji utječu na njih; svjetlo, voda, tlo, klima. Strategije preživljavanja. Razmnožavanje. Sekundarni metabolizam biljaka. Faktori okoliša koji posebno utječu na svojstva biljaka; požar, salinitet, gaženje, teški metali, zagađenje atmosfere, klimatski ekstremi. Demekologija: struktura i dinamika biljnih populacija. Sinekologija: vegetacija, individualistički i organizmički koncept vegetacije, kartiranje vegetacije, direktna i indirektna gradijentna analiza.

- Crawley M. (ed.): Plant Ecology. Blackwell Science, Oxford. 1998
- Glavač V.: Uvod u globalnu ekologiju. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb. 1999
- Schroeder F.-G.: Lehrbuch der Pflanzengeographie, Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden. 1998
- Tivy J.: Biogeography. Longman group Ltd., Harlow. 1995
- Mägdefrau K. & Ehrendorfer: Udžbenik iz botanike. Školska Knjiga, Zagreb. 1978
- Nentwig W., Bacher S., Beierkuhnlein C., Brandl R. & Grabherr G.: Ökologie. Spektrum Akademischer Verlag, Berlin. 2004

PRAKTIKUM: Fizikalna i kemijska svojstva tla (tekstura, momentalna vlaga, retencijski kapacitet, inertna voda, kapacitet za zrak, specifična težina, kalcij-karbonat, aktualni i supstitucijski kapacitet, puferska sposobnost tla), vodni režim biljaka (transpiracija, relativna transpiracija, evaporacija, vodni deficit), mikroklima na staništu, uzorkovanje vegetacije, minimalni areal, florističko kartiranje, MTB mreža, vrste karata, određivanje pozicija na karti, GPS).

4088	GEOBOTANIKA I EKOLOGIJA BILJA	2+1	2+3
------	--------------------------------------	-----	-----

Pojam i zadaća geobotanike, pojam areala, kartografski prikaz areala, tipovi areala, florni elementi, florni kontrast. Flora i vegetacija tijekom geološke prošlosti, postanak današnje flore i vegetacije. Florna carstva. Raščlanjenje vegetacije na Zemlji – vegetacijske zone. Biljnogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Ekologija kao interdisciplinarna i multidisciplinarna znanost. Autekologija: osnovni životni procesi i ekološki faktori koji utječu na njih; svjetlo, voda, tlo, klima. Strategije preživljavanja. Razmnožavanje. Sekundarni metabolizam biljaka. Faktori okoliša koji posebno utječu na svojstva biljaka; požar, salinitet, gaženje, teški metali, zagađenje atmosfere, klimatski ekstremi. Demekologija: struktura i dinamika biljnih populacija. Sinekologija: vegetacija, individualistički i organizmički koncept vegetacije, kartiranje vegetacije, direktna i indirektna gradijent analiza.

- Crawley M. (ed.): Plant Ecology. Blackwell Science, Oxford. 1998
- Glavač V.: Uvod u globalnu ekologiju. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb. 1999
- Schroeder F.-G.: Lehrbuch der Pflanzengeographie, Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden. 1998
- Tivy J.: Biogeography. Longman group Ltd., Harlow. 1995
- Magdefrau K. & Ehrendorfer: Udžbenik iz botanike. Školska Knjiga, Zagreb. 1978
- Nentwig W., Bacher S., Beierkuhnlein C., Brandl R. & Grabherr G.: Ökologie. Spektrum Akademischer Verlag, Berlin. 2004

PRAKTIKUM: Fizikalna i kemijska svojstva tla (tekstura, momentalna vlaga, retencijski kapacitet, inertna voda, kapacitet za zrak, specifična težina, kalcij-karbonat, aktualni i supstitucijski kapacitet, puferska sposobnost tla), vodni režim biljaka (transpiracija, relativna transpiracija, evaporacija, vodni deficit), mikroklima na staništu, uzorkovanje vegetacije, minimalni areal, florističko kartiranje, MTB mreža, vrste karata, određivanje pozicija na karti, GPS).

4090	GOSPODARENJE MOREM I ZAŠTITA	2+0	0+0
------	-------------------------------------	-----	-----

Gospodarski značajne životne zajednice Jadranskog mora. Gospodarenje obnovljivim biozaliham. Ribarstvo, školjarstvo, koraljarstvo i spužvarstvo. Uzgoj morskih organizama. Očuvanje bioraznolikosti mora. Posebno zaštićena područja. Cjelovito upravljanje obalnim pojasmom. Međunarodne konvencije i hrvatski zakoni o zaštiti prirode i okoliša. Iskorištavanje biozaliha mora u svijetu i u Hrvatskoj. Pučinski i pridneni ribolov. Marikultura u Jadranskom moru. Utjecaj unešenih vrsta na ekosustav mora s posebnim osvrtom na Sredozemno i Jadransko more. Značenje posebno zaštićenih područja za Jadransko more. Bioraznolikost Sredozemnog mora i Jadranskog mora i njena aktivna zaštita.

- Cognetti, G., Cognetti, G.: Inquinamenti e protezione del mare. Calderini Bologna. 1992
- Levinton, J. S.: Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology, Oxford University Press New York. 1995
- Gubbay, S.: Marine Protected Areas. Principles and techniques for management. Chapman & Hall London. 1995
- Lončarić-Horvat, O. i sur. Osnove prava okoliša. Organizator Zagreb. 1997.
- Fontaubert, A. Ch., Downes, D. R.: Biodiversity in the Sea. Implementing the Convention on Biological Diversity in Marine and Coastal Habitats. IUCN Gland & Cambridge. 1996

4091	HISTOLOGIJA ŽIVOTINJA	0+0	2+2
------	------------------------------	-----	-----

Uvod u mikroskopsku građu tkiva i organa. Epitelna i vezivna tkiva. Mišićno i živčano tkivo. Krvotvorni i limfni organi. Krvožilni sustav, građa arterija, vena i kapilara. Stanice krvi. Probavni sustav: građa probavne cijevi i probavnih žlijezda. Dišni sustav: građa provodnog i respiratornog dijela. Funkcionalna građa bubrega. Endokrine žlijezde i difuzni neuroendokrini sustav.

- Juniquiera, L.C., Carneiro J.L.C., O'Kelley R.: Osnove histologije, Školska knjiga, Zagreb 1995

PRAKTIKUM: Mikroskopiranje histoloških preparata životinjskih tkiva i organa. Pokrovni i žljezdani epitel. Mezenhim i vezivo tkivo. Hrskavica i kost. Mišićno (glatko, skeletno i srčano) tkivo. Živčano tkivo: mali mozak, kralježnična moždina, periferni živac. Građa krvnih žila i kapilara, stanice krvi. Limfni organi (timus, slezena, limfni čvor). Probavni cjevasti organi (jednjak, želudac, tanko i debelo crijevo) i probavne žlijezde (jetra i gušterača). Dišni sustav (dušnik i pluća). Mokraćni sustav (bubreg - građa nefrona). Endokrine žlijezde (hipofiza, štitna i nadbubrežna žlijezda).

4093	HORTIKULTURA	0+0	2+2
------	--------------	-----	-----

Pomagala pri uzgoju bilja (oruđa, posude, substrati za uzgoj, sredstva za zaštitu bilja, gnojiva, klijališta, staklenici, rasadnici). Načini razmnožavanja bilja - vegetativno (dijeljenje, reznice, povaljenice, grebenice, vriježe, rasplodna tjelešca, kultura tkiva) i generativno (morfološka i fiziološka svojstva sjemenaka, metode pospešivanja klijavosti, sjetva). Upoznavanje uresnog bilja (sobnoga, lukovičastog, jednolitnica, trajnica, drveća i grmlja). Osnivanje i njega travnjaka. Vodene površine u vrtu.

• P. Parey Verlag Krüssmann, G.: Handbuch der Nadelgehölze. P. Parey Verlag 1983

PRAKTIKUM: Vegetativno razmnožavanje (dijeljenje, reznice, cijepljenje). Sjetva. Pikiranje. Presađivanje i dijeljenje lončanica. Dijeljenje trajnica. Obrezivanje grmlja. Sadnja drveća i grmlja. Osnivanje travnjaka (obrada i priprema tla). Upoznavanje dekorativnog bilja u Botaničkom vrtu.

- Graham, J.: Planiranje i uređenje vrta. Mladinska knjiga. Zagreb 1988
- Kohlein, F.: Pflanzen vermehren leicht gemacht. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 1974

4095	IMUNOKOMPETENTNOST I TRANSPLANTACIJA	1+2	0+0
------	--------------------------------------	-----	-----

Glavni sustav tkivne podudarnosti HLA. H-2. Otkriće glavnog sustava podudarnosti. Transplantacija u miševa. Kongenični sojevi miševa. Serološke studije u ljudi. Struktura molekula MHC, razreda I i razreda II. Genomska organizacija sustava MHC. Geni HLA razreda I. Geni HLA razreda II. Ekspresija i regulacija ekspresija molekula HLA. Biosinteza molekula HLA. Nazivlje sustava HLA. Polimorfizam sustava HLA. Neravnoteža udruživanja gena HLA. Povezanost gena HLA i bolesti. Transplantacija tkiva i organa - primjena. Mikrosateliti unutar regije HLA: opis, karakteristike, uloga i primjena.

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., Pober, J. S.: Cellular and Molecular Immunology, Saunders Company, New York; 1994
- Roitt, I., Brostoff, J., Male D.: Immunology, Grower Medical Publishing, London, 1996
- Foissac, A., Chambon-Thomsen A.: Microsatellites in the HLA region: an overview, Tissie Antigens 1998

PRAKTIKUM: Separacija krvi i izdvajanje limfocita. Test mikrolimfocitotoksičnosti. Križna reakcija. Skining serumu anti HLA. Miješana kultura limfocita. Detekcija alela mikrosatelitskih lokusa. Obilazak transplantacijskih centara (bubreg, koštana srž, sce).

4097	IMUNOLOGIJA	1+2	1+2
------	-------------	-----	-----

Cilj predmeta jest prenijeti najnovije spoznaje o ulozi imunološkog sustava u održavanju integriteta jedinice ističući posebice organizacijske principe imunoloških zbivanja, molekularne mehanizme aktivacije imunološkog sustava, kao i genetske mehanizme regulacije imunološke obrane od tuđeg i promijenjenog vlastitog te uloge sustava gena tkivne podudarnosti u imunološkoj reakciji. Predavanja: Povijest imunološke misli. Anatomija i stanice imunološkog sustava. Razvitak limfocita T i B. Molekule imunološkog prepoznavanja. Antigeni i imunogeničnost. Specifičnost pamćenja i tolerantnost. Humoralna i stanična imunološka reakcija. Protutijela, narav i građa. Raznolikosti protutjelne strukture. Rekombinacija gena za protutijela. Antigenski receptor limfocita T. Antigen / MHC prepoznavanje. Molekule glavnog sustava tkivne snošljivosti (razred I i II). Interakcije imunološki aktivnih stanica. Limfokini. Sustav komplementa. Imunost u obrani od bolesti: Imunost protiv mikroorganizma. Imunost i transplantacija tkiva. Imunost protiv tumora. Samotolerantnost i autoimunost. Imunom reakcijom posredovano oštećenje tkiva. Kongenitalne i stečene imunodefijencije.

- Andreis I., Čulo F., Marušić M., Taradi M.: Imunologija, Medicinska naklada, Zagreb, 1988.
- Abas, A. K., Lichtman, A. H., Pober J. S.: Cellular and molecular immunology, Second edition. Sauners College Publishing, London. 1994
- Naglič, T., Hajsig, D.: Veterinarska imunologija, Školska knjiga, Zagreb. 1993
- Časopis: Immunology Today, Elsevier Science Ins. mjesečnjak.

PRAKTIKUM: Pristup pokusnim životinjama, rad s njima, te topografija limfatičkih organa i pokusnih životinja, priprema i brojanje suspenzije stanica. Unošenje i praćenje kretanja antigena u tijelu. Dokazivanje intraperitonealnih makrofaga. Transplantacija kože, reakcija domaćina protiv transplantata. Test citotoksičnosti. Sinteza humoralnih protutijela (PFC). Kultura limfocita, stimulacija poliklonskim mitogenima. Suradnja limfocita T i B.

4099	IMUNOLOGIJA I IMUNOGENETIKA	1+2	1+2
------	-----------------------------	-----	-----

Temeljne značajke imunološkog odgovora. Stanice i tkiva u imunološkom sustavu. Specifičnost limfocita i aktivacija. Antitijela i antigeni. Sazrijevanje limfocita T i B. Imunoglobulini. Glavni sustav tkivne podudarnosti. Prerada antigena. Molekularni temeji prepoznavanja-jednostruko i dvostruko prepoznavanje. Sazrijevanje

stanica T i B. Timus. Regulacija imunološkog odgovora. Citokini. Efektorski mehanizmi stanica T i B. Komplement. Imunost na mikroorganizme. Odgovor na strane presadke. Makrofagi. Tumorska imunologija. Tolerancija vlastitost. Kongenitivne i stečene imunodeficijencije. Stanični receptori. CD molekule.

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., Pober, J. S. : Cellular and Molecular Immunology, Saunders Co. 1994
- Roitt, I. Brostoff, J., Male, D.: Immunology, Gower Medical Publishing, London, 1996

PRAKTIKUM: Topografija imunološkog sustava. Unos antigena. Transplatacijska reakcija. Testovi antigene stimulacije. Imunostimulacija. Imunosupresija. PFC-test. Određivanje tkivnih i leucocitnih antigena. Otkrivanje homozigota i heterozigota nepoznatih gena. Cross-over. Imunogeni i bolesti. Primjena imunogena u sudskoj medicini.

4101	KOMPARATIVNA IMUNOLOGIJA	0+0	2+1
------	--------------------------	-----	-----

Evolucija imunološkog sustava. Imunociti. Hematociti. Imunopotencijali bezkralježnjaka i kralježnjaka. Pojava stanične i celularne imunosti. Limfociti T i limfociti B. Karakteristike obrambenog sustava u protostomija i deuterostomija. Morfologija limfatičkih tkiva nižih kralježnjaka. Imunološke reakcije u riba, vodozemaca, gmzova, ptica i sisavaca. Evolucija limfocita Ti B. Klase imunoglobulina u nižih kralježnjaka.

- Turner R. J.: Immunology- a comparative approach, J Wiley & Sons, Chichester. 1994

PRAKTIKUM: Test na nespacične mitogene. Uloga fagocitnih stanica. Hemociti i obrana od stranog. Specifična i nespecifična memorija. Primarne i sekundarne reakcije na antigene. Evolucija limfatičkog tkiva u kralježnjaka. Evolucija stanica T i B i klasa imunoglobulina.

4103	KORMOFITA	2+2	2+2
------	-----------	-----	-----

Sistematika, taksonomija i nomenklatura. Metode proučavanja kormofita. Pregled glavnih skupina kormofita: Bryophyta, Pteridophyta i Spermatophyta. Upoznavanje njihovih bitnih obilježja, filogenetskih odnosa i najvažnijih pradstavnik. Glavni pradstavnici hrvatske flore.

- Mädefrau, K., Ehrendorfer, F.: Botanika. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb. 1978
- Dahlgren, G.: Systematische Botanik. Springer Verlag, Berlin 1987
- Martensen, H. O., Probst, W.: Farn- und Samenpflanzen in Europa. Gustav Fischer Verl., Stuttgart 1990

PRAKTIKUM: Upoznavanje građe vegetativnih i generativnih organa kormofita na posebno izabranim predstavnicima mahovina, papratnjača i sjemenjača. Determinacija biljnih vrsta papratnjača i sjemenjača.

- Domac, R.: Flora Hrvatske - Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 1994

4104	KORMOFITA	2+2	2+2
------	-----------	-----	-----

Sistematika mahovnjača, papratnjača i sjemenjača kao predstavnik podcarstva Cormobionta (kormofita, stablašice ili više biljke). Upoznavanje tipičnih predstavnik hrvatske flore s naglaskom na endemičnim, ugroženim i zaštićenim svojstama. Ekonomska, medicinska, civilizacijska i ekološka važnost pojedinih skupina i svojti. Istanje onih primjera koji su instruktivni za provođenje nastave biologije u osnovnim i srednjim školama.

- Mädefrau K, Ehrendorfer F.: Udžbenik botanike za visoke škole. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb. 1984
- Pavlečić Zi.: Cormobionta - Interna skripta, PMF, 1997
- Raven P. H., Evert R. F., Eichhorn S. E.: Biology of plants. W H Freeman & Co., New York, 1999
- Liber Z.: Predavanja iz Kormofita /dvosemestralni kolegij/ (CD izdanje) 2003

PRAKTIKUM: Determinacija, taksonomija i nomenklatura. Analiza najtipičnijih porodica pojedinih nadređenih skupina. Upoznavanje tipičnih predstavnik hrvatske flore i načina njihove primjene u nastavi biologije u osnovnim i srednjim školama. Jednostavne metode numeričke taksonomije, izrada ključeva za determinaciju biljaka.

- Domac R.: Flora Hrvatske – priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Nikolić T.: Herbarijski priručnik. Školska knjiga. Zagreb. 1996
- URL <http://croatica.botanic.hr/praktikum/home.htm>

4105	VERTEBRATA	2+2	2+2
------	------------	-----	-----

Značajke anatomije, taksonomije i rasprostranjenje, kao i osnove biologije i ekologije sistematskih skupina kralježnjaka. Građa, sistematika i biologija Tunicata i Cephalochordata. Građa i biologija Cyclostomata. Ribe, građa i sistematika s najvažnijim predstavnicima Jadranskog mora i slatkih voda Hrvatske. Vodozemci,

sistematski pregled s najvažnijim predstavnicima faune Hrvatske. Građa i raznolikost pojedinih skupina gmazova. Najznačajniji predstavnici naše faune. Značenje gmazova za razvoj viših kralježnjaka. Ptice, građa i funkcionalne prilagodbe na let. Sistematika, ponašanje i migracije. Orijentacija na seobama. Hrvatska kao područje raspršenosti ptica. Porijeklo i filogenetski odnosi s drugim skupinama. Građa i opće značajke sisavaca. Biologija sisavaca. Sistematika s pregledom najvažnijih vrsta u fauni Hrvatske. Posebno je dan naglasak na biologiju kralježnjaka koji žive na području Hrvatske, a koji mogu poslužiti kao primarni izvor znanja u nastavi. Eholokacija i orijentacija sisavaca. Populacijska dinamika, seobe, ishrana i zadržni život. Metode istraživanja kralježnjaka.

- B. Đulić, Zoologija vertebrata. I dio, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres II. Masson, Paris, 1976.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres III. Masson, Paris, 1976.
- J.Z. Young, The Life of Vertebrates, Clarendon Press, Oxford, 1985.
- F.H. Pough, J.B. Heiser, W.M. Mc Farland, Vertebrate life, Prentice Hall International Editions, 1998.

PRAKTIKUM: Na praktikumu se upoznaje s osnovama morfologije i komparativne anatomije pojedinih predstavnika svitkoglavaca, kružnosta, riba hrskavičnjača i koštunjača, vodozemaca, gmazova, ptica i sisavaca. Praktikum daje uvod u opće principe određivanja i istraživanja faune naših kralježnjaka. U praktikumu se obrađuje: Građa plaštenjaka - Tunicata - (Phallusia, Salpa, Doliolum). Građa svitkoglavaca - Cephalochordata - (Branchiostoma lanceolatum). Građa kružnosta - Cyclostomata - (Lampetra planeri). Građa riba Chondrichthyes - (Scyliorhynchus caniculus). Građa riba - Osteichthyes - (Perca fluviatilis). Određivanje slatkovodnih i morskih vrsta riba. Građa vodozemaca - Amphibia - (Rana ridibunda). Građa gmazova - Reptilia - (Lacerta agilis). Određivanje vodozemaca i gmazova. Građa ptica - Aves (Columba livia). Određivanje ptica. Građa sisavaca - Mammalia - (Rattus norvegicus). Određivanje sisavaca. Izrada preparata svitkovca. Metode istraživanja kralježnjaka.

- B. Đulić, Zoologija vertebrata. I dio, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres II. Masson, Paris, 1976.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres III. Masson, Paris, 1976.
- J.Z. Young, The Life of Vertebrates, Clarendon Press, Oxford, 1985.
- F.H. Pough, J.B. Heiser, W.M. Mc Farland, Vertebrate life, Prentice Hall International Editions, 1998.

4106	VERTEBRATA	2+2	2+2
------	-------------------	-----	-----

Opće značajke anatomije, taksonomije i rasprostranjenje, kao i osnove biologije i ekologije sistematskih skupina kralježnjaka. Porijeklo i razvojni pravci Chordata. Građa, sistematika i biologija Tunicata i Cephalochordata. Građa i biologija Cyclostomata. Ribe, građa i sistematika s najvažnijim predstavnicima Jadranskog mora i slatkih voda Hrvatske. Ekonomsko značenje riba. Vodozemci, sistematski pregled s predstavnicima faune Hrvatske. Međusobni filogenetski odnosi izumrlih i recentnih skupina, te teorije prelaska kralježnjaka iz vode na kopno. Građa i raznolikost pojedinih skupina gmazova. Predstavnici naše faune. Značenje gmazova za razvoj viših kralježnjaka. Ptice, građa i funkcionalne prilagodbe na let. Sistematika i adaptivna radijacija. Ponašanje i migracije. Orijentacija na seobama. Praktično značenje ptica. Hrvatska kao područje raspršenosti ptica. Porijeklo i filogenetski odnosi s drugim skupinama. Građa i opće značajke sisavaca. Osobitosti građe vodenih Mammalia. Biologija sisavaca. Sistematika s pregledom najvažnijih vrsta u fauni Hrvatske. Posebno je dan naglasak na biologiju kralježnjaka koji žive na području Hrvatske. Eholokacija i orijentacija. Populacijska dinamika, seobe, ishrana i zadržni život. Metode istraživanja kralježnjaka.

- B. Đulić, Zoologija vertebrata. I dio, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres II. Masson, Paris, 1976.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres III. Masson, Paris, 1976.
- J.Z. Young, The Life of Vertebrates, Clarendon Press, Oxford, 1985.

PRAKTIKUM: Na praktikumu se upoznaje s osnovama morfologije i komparativne anatomije pojedinih predstavnika svitkoglavaca, kružnosta, riba hrskavičnjača i koštunjača, vodozemaca, gmazova, ptica i sisavaca. Praktikum daje uvod u opće principe određivanja i istraživanja faune naših kralježnjaka. U praktikumu se obrađuje: Građa plaštenjaka - Tunicata - (Phallusia, Salpa, Doliolum). Građa svitkoglavaca - Cephalochordata - (Branchiostoma lanceolatum). Građa kružnosta - Cyclostomata - (Lampetra planeri). Građa riba Chondrichthyes - (Scyliorhynchus caniculus). Građa riba - Osteichthyes - (Perca fluviatilis). Određivanje slatkovodnih i morskih vrsta riba. Građa vodozemaca - Amphibia - (Rana ridibunda). Građa gmazova - Reptilia - (Lacerta agilis). Određivanje vodozemaca i gmazova. Građa ptica - Aves (Columba livia). Određivanje ptica. Građa sisavaca - Mammalia - (Rattus norvegicus). Određivanje sisavaca. Izrada preparata svitkovca. Metode istraživanja kralježnjaka.

- B. Đulić, Zoologija vertebrata. I dio, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres II. Masson, Paris, 1976.

- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres III. Masson, Paris, 1976.
- J.Z. Young, The Life of Vertebrates, Clarendon Press, Oxford, 1985.
- F.H. Pough, J.B. Heiser, W.M. Mc Farland, Vertebrate life, Prentice Hall International Editions, 1998.

4107	KULTURA ANIMALNIH STANICA	1+2	0+0
-------------	----------------------------------	------------	------------

Tehnike kultiviranja ljudskih i životinjskih stanica i tkiva za korištenje istraživanja i razumijevanja rasta, razvoja i diferencijacije višestaničnih organizama. Uspostava početnih kultura iz eksplantata i rast stanica. Osobine kratkoživućih i beskonačni kultura. Sastav medija i seruma, važnost faktora rasta, osobine receptora, prijenos signala i drugi glasnici, rani i kasni geni. Osobine asinkrone i sinkrone populacije, metode sinkronizacije stanica i određivanje trajanja faza rasta. Sinteza makromolekula u pojedinim fazama staničnog ciklusa. Klonalni rast i preživljenje stanica, diferencijacija, tvari kojima se potiče diferencijacija. Hibridizacija stanica i transfekcija DNA, transformacija i osobine transformiranih stanica. Mehanizam diobe stanica i kontrola staničnog ciklusa, ciklini i ciklin ovisne kinaze, proto-onkogeni i tumor-supresor geni uključeni u diobu stanica. Virusi u nadzoru diobe.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D. : Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, Inc. London. 1994
- Watson, J.D., Hopkins, N.H., Roberts, J.W., Steitz, J.A., Weiner, A.M.: Molecular Biology of the Gene. The Benjamin/Cummings Publ. Comp. Inc., Vol. II., Menlo Park, Calif., 4th ed. (pogl. 25, 26, 27). 1987
- Darnell, J., Lodish, H., Baltimore, D.: Molecular Cell Biology. Scientific American Books, 1986
- Ikić D., Pavelić D., Spaventi R. i sur. (Ured.): Onkogeni i faktori rasta, Globus, Zagreb. 1989

PRAKTIKUM: Krivulja rasta (određivanje broja stanica). Tripsinizacija. Početna kultura stanica izolirana iz eksplantata. Sinkronizacija stanica metodom mitotske selekcije. Inhibicija sinteze DNA u stanicama. Kočenje rasta stanica u prisustvu adriamicina. Kočenje rasta kolonija stanica u prisustvu adriamicina.

- Ban J., Cerovac Ž.: Praktikum iz kulture animalnih stanica (interna skripta) - Zagreb. 1997
- Doyle, A., Griffiths, J.B., Newell, D.G.: Cell and Tissue Culture - Laboratory procedures. J. Wiley and sons, Chichester. 1995
- Freshney, R.I.: Culture of animal cells: A manual of basic techniques. A.R. Liss In., New York. 1987
- Crowe, R., H. Ozer, D. Rifkin: Experiments with normal and transformed cells. A laboratory manual for working with cells in culture. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, NY. 1978

4109	LIMNOLOGIJA	2+2	0+0
-------------	--------------------	------------	------------

Položaj i povijesni razvoj limnologije u sustavu prirodnih znanosti. Kruženje vode na Zemlji i klasifikacija voda na kopnu. Fizikalne karakteristike vode i fizikalni odnosi u tekućicama i stajalicama. Kruženje materije i protjecanje energije kroz vodene ekosustave. Biocenoze i metode njihove klasifikacije u tekućicama i stajalicama. Strukturne i funkcionalne karakteristike cenoza u zavisnosti s ekološkim čimbenicima. Energetski odnosi u vodenim ekosustavima. Primarna i sekundarna produkcija. Trofičke kategorije konzumenata i hranidbeni lanci u planktonu i bentosu voda na kopnu.

- Schwoerbel, J.: Einführung in die Limnologie. G. Fischer Verlag, Stuttgart. 1971
- Goldman, C.R. & Horne, A.J.: Limnology. McGraw-Hill International Book Company, Hamburg. 1983
- Odum, E.P.: Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1971
- Davies, B.R. & Walker, K.F.: The ecology of river systems. Monographie Biologicae, 60, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht-Boston. 1986

PRAKTIKUM: Metode istraživanja u limnologiji. Terenski i laboratorijski postupci mjerenja fizičko-kemijskih parametara u tekućicama i stajalicama. Analiitičke metode mjerenja metaboličkih plinova otpljenih u vodi, mineralnih soli i indikatora organskih onečišćenja. Laboratorijska i terenska oprema. Metode istraživanja u biocenozi slatkovodnih ekosustava (sakupljanje uzoraka bentosa i planktona, biocenički i trofički sastav, parametri diverziteta i indeksa sličnosti).

- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA, Washington. 1985
- Hellemann, H.: Analytik von Oberflächengewässern. G. Thieme Verlag, Stuttgart. 1986
- Schwoerbel, J.: Methoden der Hydrobiologie. Kosmos, Stuttgart. 1966

4111	BIOAKTIVNE TVARI IZ BILJAKA	0+0	1+2
-------------	------------------------------------	------------	------------

Područje interesa farmaceutske biologije. Pojam droga i njihovi izvori. Droge s anorganskim djelotvornim tvarima, njihov kemizam, biološki učinci i primjena. Organske kiseline, inulin i biljne sluzi, eterična ulja, biljne smole i kaučuk, tioheterozidi, fenolski heterozidi, flavonoidni hetoozidi, kumarinski i cijanogenetski heterozidi, kardiotionični heterozidi, saponinski heterozidi, alkaloidi.

- Steingger, E.: Lenbruch der Pharmakognosie und Phytopharmazie. Springer Verlag, Berlin-New York-Tokyo. 1988

- Wagner, H.: Pharmazeutische Biologie, Drogen und ihre Inhaltsstoffe. Gustav Fischer Verl., Stuttgart 1988
- Harborne, J. B.: Phytochemical Methods. Chapman and Hall, London 1984
- Petričić, J.: Farmakognozija. I. dio. Skripta, Sveučilište u Zagrebu. 1983
- Kuštrak, D.: Farmakognozija. II dio. Skripta, Sveučilište u Zagrebu. 1986
- Pahlow, M.: Velika knjiga ljekovitog bilja. Cankarjeva založba Ljubljana-Zagreb. 1989

PRAKTIKUM: Izolacija i spektrofotometrijsko određivanje sadržaja nikotina u duhanu cigareta. Kvalitativna i kvantitativna analiza bioaktivnih tvari iz biljke *Hypericum perforatum* L. Izolacija flavonoida s pomoću preparativne HPLC. Alelopatijski učinci flavonoida.

- Meyer, V.R.: Praxis der Hochleistungs-Fluëssigchromatographie. Otto Salle Verl. GmbH & Co., Frankfurt am Main. 1999

4113	MEHANIZMI BILJNOG RAZVITKA	2+0	1+2
------	----------------------------	-----	-----

Strukturne, morfološke, fiziološke i molekularne osnove diferencijacije, rasta i razvitka biljnog organizma. Interna i vanjska kontrola rasta. Fitohormoni i njihov metabolizam. Fotomorfogeneze. Dormancija, starenje i odbacivanje. Opći i molekularni aspekti diferencijacije. Strukturni fiziološki i biokemijski aspekti organgezeze in vitro. Karakteristike kulture kalusnoga tkiva i uzorci rasta u tkivnim kulturama. Kultura stanica i protoplasta. Kultura organa. Regeneracijski putevi i princip vegetativnog razmnožavanja u uvjetima in vitro. Transformacija biljnih stanica. Somalonska varijabilnost u staničnim kulturama.

- Denffer D., Ziegler H.: Morfologija i fiziologija, Školska knjiga, Zagreb, treće izdanje. 1991
- Jelaska S.: Kultura biljnih stanica i tkiva, Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Taiz L., Zeiger E.: Plant Physiology, The Benjamin/Cummings Publ. Co. Inc. Redwood City Conf. 1991

PRAKTIKUM: Postavljanje kulture biljnoga tkiva *in vitro*. Obrada biljnog tkiva i specifičnosti. Priprema hranidbenih podloga i upotreba regulatora rasta. Supkultiviranje. Kultura meristema. Indukcija organa (izdanka, korijenja, somatskih embrija) Kultura protoplasta, bojanje fluorescentnim bojama, određivanje vijabilnosti. Kultura stanične suspenzije, određivanje stope rasta određivanjem broja stanica i volumena upakiranih stanica. Transformacija bakterijama *A. tumefaciens* i *A. rhizogenes*. Kultura antera.

- Dixon R. (Ed.): Practical approach. IRL Press Ltd, Oxford. 1985
- George E.F., Sherrington P.D.: Plant propagation by tissue culture. Exegetics Ltd., Eversley, Basinstoke, Herts. 1984
- Reinert J., Yeoman M.M.: Plant cell and tissue culture - a laboratory manual. SpringerVerl., Berlin. 1982

4114	METODE ISTRAŽIVANJA NUKLEINSKIH KISELINA	1+0	0+0
------	--	-----	-----

Osnovni principi izolacije, analize i karakterizacije nukleinskih kiselina, s posebnim osvrtom na biljne, fitoplazmatske, virusne i viroidne nukleinske kiseline. Korištenje tih metoda u detekciji i klasifikaciji biljnih patogena.

PRAKTIKUM: Izolacija nukleinskih kiselina, lančana reakcija polimerazom (PCR), ugnježdjena lančana reakcija polimerazom (nested-PCR), polimorfizam duljine restrikcijskih fragmenata (RFLP), replikativna virusna RNA (dsRNA), elektroforeza u agarozom i poliakrilamidnom gelu, analiza rezultata. Studenti su na praktikumu podijeljeni u male grupe – najviše 6 studenata.

- Ausubel, F. M. et al. Current Protocols in Molecular Biology. John Wiley and Sons, NewYork 1994:
- Lee, I. M., Gundersen, D. E., Hammond, R. W., Davis, R. E.: Use of mycoplasma-like organism (MLO) group-specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed-MLO infections in a single host plant. Phytopathology, 559-566. 1994
- Sambrook, J., Fritsch, E.F., Maniatis, T.: Molecular cloning: a laboratory manual 2nd ed. CSH Laboratory Press, Cold Spring Harbor 1989
- Škorić, D., Krajačić, M., Čurković Perica, M., Halupecki, E., Topić, J., Igrc-Barčić, J.: Cucumber mosaic Cucumovirus and associated satRNA in weed species under the natural epidemic conditions of tomato lethal necrosis. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz – J Plant Dis Protection 1989

4115	METODE ISTRAŽIVANJA U MOLEKULARNOJ BIOLOGIJI	1+3	1+3
------	--	-----	-----

Upoznavanje studenata s metodama rada u molekularnoj biologiji.

- Miller, J.H.: Experiments in molecular genetics. Cold Spring Harbor Laboratory. Interna skripta 1972

PRAKTIKUM: Praktikum iz metoda istraživanja u molekularnoj biologiji organiziran je tako da se studenti u manjim grupama (5-7 studenata) uključuju u rad laboratorija Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, laboratorija Instituta "Ruđer Bošković" i drugih ustanova gdje uče i praktično svladavaju tehnike rada u molekularnoj biologiji. Teorijska uputstva za praktičan rad dobivaju na predavanjima.

4117	METODIKA NASTAVE BIOLOGIJE	2+0	2+0
------	-----------------------------------	-----	-----

Metodika nastave biologije i drugih znanosti. Razvoj bioloških znanosti i nastave biologije. Psihološke pretpostavke nastave. Oblici rada u nastavi (samostalni rad, rad u parovima, rad u skupini, frontalni rad). Nastavne metode (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda praktičnih radova, metoda rada s tekstom) Istraživačka nastava biologije. Nastavni plan i program. Nastavni sat i nastavna jedinica. Planiraje i analiza nastave. Pripremanje. Provjeravanje i ocjenjivanje. Prostorije. Nastavna sredstva i pomagala. Ekskurzije. Školski vrt i školski vivarij. Natjecanja učenika.

- De Zan, I.: Istraživačka nastava biologije. Školske novine, Zagreb, 1994
- Killermann, W.: Biologieunterricht heute - Eine moderne Fachdidaktik. Verlag Ludwig Auer, Donauwörth, 1991
- Poljak, V.: Obrada nastavnih sadržaja i stjecanja znanja. Pedagoško-književni zbor, Zagreb, 1975

4118	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE BIOLOGIJE	0+2	0+2
------	--	-----	-----

Izbor praktičnih radova i demonstracijskih pokusa prema nastavnim sadržajima programa osnovnih i srednjih škola. Primjena praktičnih radova i demonstracijskih pokusa s obzirom na dob učenika. Socijalni oblici rada tijekom realizacije praktičnih radova i demonstracijskih pokusa.

- Bear, H.-W.: Biologische Schulexperimente. Volkseigener Verlag, Berlin, 1983.
- Füller, F.: Biologisches Praktikum. Buchner, Bamberg, 1984.
- Seunik, V.: Praktikum iz eksperimentalne nastave biologije. Sveučilište u Zagrebu, 1967.

4119	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE BIOLOGIJE	2+0	2+0
------	--	-----	-----

Izlaganje seminarskih radova šireg spektra metodičko-didaktičkih tema (obrazovni, funkcionalni i odgojni zadatci tijekom realizacije programskih sadržaja, spoznajni procesi u nastavi, specifičnost nastavnog procesa i slično). Nakon izlaganja obavlja se rasprava unutar seminarske skupine.

- Knjige, časopisi i drugi izvori sukladni seminarskim temama.

4120	METODIČKA PRAKSA IZ BIOLOGIJE	0+0	0+2
------	--------------------------------------	-----	-----

Priprema za realizaciju individualnih i javnih predavanja. Prisustvovanje uzornim predavanjima mentora. Upoznavanje studenata s ustrojem i radom škole, te školskom dokumentacijom. Analiza održanih individualnih i javnih predavanja studenata. Razrednik, rad s roditeljima (konzultacije, roditeljski sastanci). Školske i izvanškolske aktivnosti.

4121	METODOLOGIJA ZNANSTVENOG RADA	0+0	1+1
------	--------------------------------------	-----	-----

Izbor i prikaz znanstvenog problema. Osnovne znanstvene metode i principi. Planiranje i izvedba eksperimenta. Organizacija i raspored sakupljene građe. Objavljivanje rezultata istraživanja. Znanstveni članak, stručni članak, revijalni prikaz. Diplomski rad, disertacija. Kongresno saopćenje (usmeno i plakatno).

- Silobričić, V.: Kako sastaviti i objaviti znanstveno djelo. Juvena, Zagreb, 1983

SEMINAR: Izvori znanstvenih informacija i proučavanje baze podataka. Pravila i konvencije pri objavljivanju rezultata i procjeni kvalitete znanstveno-istraživačkog rada.

4123	MIKROBIOLOGIJA	2+2	0+0
------	-----------------------	-----	-----

Svojstva bakterijske stanice - morfologija, struktura. Fiziologija bakterija. Utjecaj fizičkih i kemijskih faktora na bakterijsku stanicu. Osnove genetike bakterija. Bakterije kao modeli u molekularnoj biologiji. Osnovne spoznaje o bakterijskim zaraznim bolestima.

- R. M. Atlas, Principles of Microbiology WCB/Mc Graw-Hill, Boston, 1997.
- S. Duraković, Opća mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.
- L. Stryer, Biokemija, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

PRAKTIKUM: Glavni oblici bakterija, tehnike bojanja bakterijskih stanica. Izolacija bakterija iz raznih substrata. Uzgoj bakterija na hranjivim podlogama. Metode dokazivanja fizioloških procesa bakterija.

- S. Duraković, Primijenjena mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.

4125	MIKROBIOLOGIJA	0+0	2+2
------	-----------------------	-----	-----

Morfologija i građa mikrobnih stanica. Metabolizam i fiziologija rasteća mikroorganizama. Klasifikacija mikroorganizama. Značenje mikroorganizama u životu čovjeka; medicinska, poljoprivredna i industrijska mikrobiologija.

- Duraković S.: Opća mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996
- Duraković S.: Primijenjena mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996

PRAKTIKUM: Izolacija i uzgoj mikroorganizama u laboratorijskim uvjetima. Tehnike mikroskopiranja i bojanja mikrobnih stanica. Metode određivanja broja mikroorganizama i determinacije. Dokazivanje fiziološke aktivnosti mikroorganizama.

- Duraković S.: Opća mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996
- Duraković S.: Primijenjena mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996

4127	MIKROBIOLOGIJA EKOSUSTAVA	2+2	0+0
------	----------------------------------	-----	-----

Mikroorganizmi u ekosustavima, kao producenti, konzumenti i reducenti. Prehrambeni tipovi, metabolička aktivnost i krivulja rasta mikroorganizama. Poriijeklo i uloga otopljene i suspendirane organske tvari u vodi. Mehanizam mikrobiološke razgradnje organske tvari. Utjecaj ekoloških čimbenika na rast i fiziološku aktivnost mikroorganizama. Kruženje ugljika, dušika, sumpora, fosfora, kalcija, silicija i žive. Interakcije između mikrobnih stanica i populacija. Konzorciji. Mikroorganizmi u zraku, u tlu i u vodi. Eutrofikacija i mikroorganizmi kao pokazatelji stupnja boniteta vode. Mikrobnog kruga. Uloga mikroorganizama u pročišćavanju otpadnih voda. Uloga mikroorganizama u koroziji anorganskih materijala (metal, kamen, staklo). Industrijska mikrobiologija.

- Campbell, R.: Microbial ecology, Vol. 5, In: Wilkinson, J.F. (ed.) Basic microbiology. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 1977
- Carpenter, P.L.: Microbiology. Saunders, Philadelphia, 1977
- Duraković, S.: Opća mikrobiologija. Prehrambeno tehnološki inženjering, Zagreb, 1996
- Duraković, S.: Primijenjena mikrobiologija. Prehrambeno tehnološki inženjering, Zagreb, 1996
- Lynch, J.M. & Hobbie, J.E.: Microorganisms in action. Concepts and applications in microbial ecology. Blackwell Sci. Pub., Oxford, 1988
- Schönborn, W. (ed.): Microbial degradations. In: Rehm, H.-J. & Reed, G. (eds.) Biotechnology Vol. 8. VCH Verlagsgesellschaft GmbH, Weinheim, 1986

PRAKTIKUM: Mikrobiološke tehnike u proučavanju mikrobnog ekologije. Fiziološke grupe mikroorganizama u kruženju dušika, fosfora, ugljika, sumpora i žive. Rasprostranjenost mikroorganizama u zraku, vodi i tlu. Sanitarna bakteriološka analiza vode, tla i živežnih namirnica. Mikroorganizmi u testovima za određivanje toksičnosti otpadnih voda.

- Duraković, S.: Primijenjena mikrobiologija. Prehrambeno tehnološki inženjering, Zagreb, 1996

4131	GENOM ČOVJEKA	0+0	2+0
------	----------------------	-----	-----

Organizacija nuklearnog genoma. Građa, ekspresija i translacija eukariotskog gena. Regulacijski mehanizmi na nivou transkripcije i translacije eukariotskog gena. Organeli i građa njihovih genoma. Genetske bolesti i gubitak funkcije pojedinih gena eukariotskog genoma.

- Geoffrey M. Cooper: The Cell: a Molecular Approach ASM Press, 2000
- Lewin, B.: Genes. J. Eiley and Sons. 1987
- Alberts, B. et al.: Molecular biology of the cell. 3rd ed., Garland Publishing. 1994

4133	MOLEKULARNA GENETIKA	2+2	2+2
------	-----------------------------	-----	-----

Osnove bakterijske i virusne genetike; mutacije i mutageneza; popravak krivo sparenih baza; mehanizmi popravka DNA kod prokariota; regulacija SOS odgovora; SOS-inducirana mutageneza; molekularne osnovne homologne genetičke rekombinacije; molekularna biologija plazmida; F plazmid i konjugacija; insercijske sekvence i transpozoni; genetika lizogenih bakteriofaga 8, P1 i Mu; genska i proteinska fuzija, regulacija odgovora bakterija na povišenu temperaturu ("heat-shock response") i proteini čuvari; primjena bakterijske genetike: odabrano poglavlje iz molekularne genetike.

- *Escherichia coli* and *Salmonella*: Cellular and molecular biology, Vol. 1 i 2, Neidhardt, F.C. (Ed), ASM Press Washington, D.C. 1996
- Ptashne, M., Gann, A.: Genes and signals, Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2002
- Griffiths, A.J.F., Gelbart, W.M., Miller, J.H., Lewontin, R. C.: Modern genetic analysis, W.F. Freeman and Company, New York. 2000
- Lewin, B.: Genes VII, Oxford University Press. 2000
- Voet, D., Voet, J.G.: Biochemistry, John Wiley and Sons hic, New York. 1995

- Friedberg, E.C., Walker, G.C., Siede, E.: DNA repair and mutagenesis, ASM Press, Washington, D.C. 1995
- Kornberg, A., Baker, T.A.: DNA replication, W. H. Freeman and Company, New York. 1992
- Birge, E.A.: Bacterial and phage genetics, Springer Verlag, New York. 2000
- Storz, G., Hengge-Aronis: Bacterial stress response, ASM Press, Washington, D.C 2000
- Streips, U.N., Yasbin, R.E.: Modern microbial genetics, Jolm Wiley and Sons Inc., New York. 2002

PRAKTIKUM: Modelni genetički sustav: bakterija *Escherichia coli* i njeni genetički elementi, plazmidi i bakteriofagi. Selekcija spontanih i induciranih mutacija. Genetička analiza kromosomskih mutacija testom komplementacije. Prijenos genetičkog materijala: opća transdukcija, konjugacija i transformacija. Mapiranje bakterijskog kromosoma. Lizogeni i litički ciklus faga 8. Indukcija SOS odgovora. Rješavanje genetičkih zadataka.

- Miller, H.: A short course in bacterial genetics. A laboratory manual and handbook for *Escherichia coli* and related bacteria, Cold Spring Harbor Laboratory Press. 1992
- Winkler, U., Riiger, W., Wackernagel, W.: Bacterial, phage and molecular genetics. An experimental course, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 1976
- Ivančić Baće, I. Molekularna genetika. Upute za laboratorijske vježbe, PMF (skripta).

4135	MORFOLOGIJA BILJA	0+0	2+2
------	-------------------	-----	-----

Upoznavanje s izvanjskom građom vegetativnih i generativnih organa vaskularnih biljaka. Upućivanje na objekte iz našeg okoliša, koji su u školski primjeri povezanosti morfološke građe biljaka i njihovih funkcija. Metamorfoze i prilagodbe biljnih organa na različite biotope.

PRAKTIKUM: Analiza i prepoznavanje morfoloških osobina viših biljaka, u okviru rada u laboratoriju i na terenu. Upoznavanje i analiza građe vegetativnih i generativnih organa vaskularnih biljaka. Specifičnosti u građi cvijeta i ploda, vezane uz oprašivanje i rasprostranjivanje biljaka. Upoznavanje metamorfoza vegetativnih organa kserofita, hidrofita, epifita, parazita i insektivornih biljak. Upoznavanje objekata prikladnih za primjenu u nastavi.

- Denffer D. von, Ziegler H.: Botanika. Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb. 1988
- Domac R.: Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb, 1994
- Mägdefrau K., Ehrendorfer F.: Botanika. Sistematika, evolucija i geobotanika. ŠK Zagreb. 1984
- Nikolić T.: Herbarijski priručnik. Školska knjiga, Zagreb, 1996
- Pavletić Z.: Morfologija bilja. Interna skripta. 1998
- Šugar I.: Latinsko-hrvatski i hrvatsko-latinski botanički leksikon, JAZU, Zagreb. 1990

4136	MORFOLOGIJA BILJA	0+0	2+2
------	-------------------	-----	-----

Izvanja građa biljaka, od filogenetski najprimitivnijih do, današnjim uvjetima, najprilagođenijih. Talusni oblici i homologizacija s gametofitom stablašica. Homologizacija svih organa stablašica s tri osnovna – korjenom, stabljikom i listom. Morfologija u odnosu na ostle botaničke discipline. Homologi i analogni organi. Oblici i značenja vegetativnog razmnožavanja, izmjena generacija – generativno razmnožavanje. Građa gametofita na svim nivoima. Embrio sjemenjača, sjemenka, klica i klijanje. Korijen, stabljika, list, vjet, cvatovi, plod i sjemenka.

PRAKTIKUM: Analiza i prepoznavanje morfoloških osobina vaskularnih biljaka, u okviru rada u laboratoriju i na terenu. Upoznavanje i analiza građe vegetativnih i generativnih organa vaskularnih biljaka. Specifičnosti u građi vijeta i ploda, vezane uz oprašivanje i rasprostranjivanje biljaka. Upoznavanje metamorfoza vegetativnih organa kserofita, hidrofita, epifita, parazita i insektivornih biljaka.

- Denffer D. von, Ziegler H.: Morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb. 1982
- Pavletić Z.: Morfologija bilja. Interna skripta. 1993
- Troll, W.: Allgemeine Botanik. F.E.V. Stuttgart. 1973
- Gifford, E.M., A.S. Forster: Morphology and Evolution of Vascular Plants. W.H. Freeman and Co. New York. 1989

4137	MUTAGENEZA I KARCINOGENEZA	2+1	0+0
------	----------------------------	-----	-----

Vrste mutacije, mehanizmi nastanka i metode otkrivanja. Analiza genetskih promjena na molekularnom nivou. Dirigirana i nedirigirana *in vitro* mutageneza kao jedna od najznačajnijih metoda molekularne genetike. Korelacija mutageneze i kancerogeneze. Aktivacija onkogena i progresija tumora. Etiologija humanih tumora. Izgledi za uspješnost genske terapije u suzbijanju tumora. Upoznavanje s najvažnijim okolišnim mutagenima i karcinogenima. Reakcije direktnih mutagena s nukleinskim kiselinama. Metabolička aktivacija mutagena i karcinogena. Mehanizmi staničnog popravka nakon oštećenja DNA. Nasljedna predispozicija za razvitak tumora. Teonje multistepene karcinogeneze.

- Geoffrey M. Cooper: The Cell: a Molecular Approach. ASM Press, 2000
- Timothy M. Cox i John Sinclair: Literatura: Molekularna biologija u medicini. Medicinska knjiga, 2001

PRAKTIKUM: Recesivna i dominantna selekcija mutanata na nivou prokariotske stanice. Detekcija genskih mutacija u DNA transformantima. Otkrivanje mutagena pomoću kratkih bakterijskih testova. In vitro testovi za detekciju genotoksičnih kemikalija. Studijsk literatura. Interna skripta za rad u praktikumu.

4141	NEUROFIZIOLOGIJA I ENDOKRINOLOGIJA	2+1	1+2
------	------------------------------------	-----	-----

Živčani sustav. Biokibernetki model. Prijem, prijenos, pohranjivanje i očitavanje informacija. Neuron. Akcijski i receptorski potencijal. Sinapsa. Neurotransmiteri. Postnatalni razvoj mozga. San. Buđenje. EEG. Endokrini sustav. Hormoni i kemizam. Fiziološki učinak. Hipotalamus - hipofiza. Gonade. Fiziologija trudnoće. Endokrini sustav i metabolizam. Termoregulacija. Cirkadijalni ritmovi.

- Guyton, A.: Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti, Medicinska naklada, Zagreb. 1996

PRAKTIKUM: Organizacija živčanog sustava. Refleksi. Razine regulacije. Neurofiziologija posebnih osjetila. Kolorimetrija. Metabologram. Biološki redoks sustavi. Komparativna probava. Tiroidektomija. Spolni hormoni i testovi trudnoće.

4142	OPĆA EKOLOGIJA (prof. fizike i tehnke s informatikom)	0+0	2+0
------	---	-----	-----

Sadržaj i predmet interesa ekologije kao znanosti. Ekološka valencija te najvažniji abiotički ekološki čimbenici (temperatura, svjetlost, vlažnost, metabolički plinovi). Osnovna obilježja populacija (gustoća, natalitet, mortalitet, uzrasna struktura, rast) te životnog ciklusa. Interspecijski odnosi (mutualizam, kompeticija, komenzalizam, amenzalizam, parazitizam i predatorstvo). Glavne značajke životnih zajednica i biološka raznolikost. Trofički odnosi u ekosistemu, primarna i sekundarna proizvodnja te biogeokemijski ciklusi (H, C, O₂, N, P i S). Globalne promjene u biosferi (efekt staklenika, ozonske rupe, kisele kiše). Biomi, kopnene vode i more te njihova osnovna biocenoška i ekološka obilježja.

- Smith R.L., Smith T.M.: Elements of Ecology. 4th ed., Benjamin/Cummings Science Publishing, San Francisco. 2000
- Krohne D.T.: General Ecology. Wadsworth Publishing Company, 1998

PRAKTIKUM: Abiotički čimbenici okoliša (O₂ i CO₂ u vodi). Prilagodbe životinja na različite čimbenike okoliša. Metode određivanja gustoće populacija. Sastav i struktura zajednice tla. Sukcesije u kulturi praživotinja. Onečišćenje voda i biološke metode za određivanje stupnja onečišćenja.

4143	OPĆA EKOLOGIJA (za smjer ekologija)	2+0	0+0
------	-------------------------------------	-----	-----

Sadržaj i predmet interesa ekologije kao znanosti. Ekološki čimbenici i njihov raspored u biosferi. Ekološka valencija. Glavna obilježja populacija (gustoća, natalitet, mortalitet, uzrasna struktura i dr.). Interspecijski odnosi. Glavna obilježja životnih zajednica (samostalne i nesamostalne, odnosi i tipovi ishrane, hranidbeni lanci, sukcesije i dr.). Kruženje tvari i protjecanje energije u ekosustavu. Biogeokemijski ciklusi (C, N, P, O, H). Organska proizvodnja ekosustava. Kopnene vode- osnovna fizikalno-kemijska obilježja. Biocenoška i ekološka obilježja tekućica, stajaćica i podzemnih voda. Osnovna biocenoška i ekološka obilježja mora. Biomi i njihova biocenoška i ekološka obilježja.

- Begon M., Harper J. L., Townsend C. R.: Ecology. Blackwell Science. 1996
- Krebs C.J.: Ecology. Harper & Row Publishers, New York, San Francisco, London. 1994
- Odum E.P.: Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Comp., London, 1971
- Southwood T.R.E.: Ecological Methods, Chapman and Hall, London. 1989

PRAKTIKUM: Prilagodbe životinja na različite uvjete okoliša. Metode određivanja gustoće populacija. Zakonitosti rasta populacija. Primjena matematičkih metoda u ekologiji. Onečišćenje voda i metode određivanja stupnja onečišćenja. Struktura biocenoza.

4144	OPĆA EKOLOGIJA (za smjer molekularna biologija)	2+2	0+0
------	---	-----	-----

Sadržaj i predmet interesa ekologije kao znanosti. Ekološka valencija te najvažniji abiotički ekološki čimbenici (temperatura, svjetlost, vlažnost, metabolički plinovi). Osnovna obilježja populacija (gustoća, natalitet, mortalitet, uzrasna struktura, rast) te životnog ciklusa. Interspecijski odnosi (mutualizam, kompeticija, komenzalizam, amenzalizam, parazitizam i predatorstvo). Glavne značajke životnih zajednica i biološka raznolikost. Trofički odnosi u ekosistemu, primarna i sekundarna proizvodnja te biogeokemijski ciklusi (H, C, O₂, N, P i S). Globalne promjene u biosferi (efekt staklenika, ozonske rupe, kisele kiše). Biomi, kopnene vode i more te njihova osnovna biocenoška i ekološka obilježja.

- Smith R.L., Smith T.M.: Elements of Ecology. 4th ed., Benjamin/Cummings Science Publishing, San Francisco, 2000
- Krohne D.T.: General Ecology. Wadsworth Publishing Company, 1998

PRAKTIKUM: Abiotički čimbenici okoliša (O₂ i CO₂ u vodi). Prilagodbe životinja na različite čimbenike okoliša. Metode određivanja gustoće populacija. Sastav i struktura zajednice tla. Sukcesije u kulturi praživotinja. Onečišćenje voda i biološke metode za određivanje stupnja onečišćenja.

4147	OPĆA ONKOLOGIJA	1+2	0+0
-------------	------------------------	------------	------------

Cilj ovog predmeta je dati temelje studentima biologije o raku, njegovoj biologiji, te naravi i tijeku bolesti. Pokušat ćemo odgovoriti na pitanje: Što je tumor? raspravljajući o kontrolnim mehanizmima rasta normalnih stanica, čimbenicima koji uzrokuju nastanak tumora, dijagnostici i patogenzi tumora, načinima brzog otkrivanja tumora, njegovoj prevenciji i liječenju, tumorskim metastazama te odnosima tumora i domaćina. Praktični rad uključuje metode istraživanja u onkologiji i ranu dijagnostiku raka. Predavanje: Što je tumor; mehanizmi kontrole rasta stanica, tumorski rast. Čimbenici nastanka raka. Dijagnostika tumora; dobroćudni i zloćudni tumori. Nomenklatura tumora i potreba za dijagnostikom vezanom za tkivo. Stupnjevanje tumorske bolesti i metastaze. Učinci tumora na organizam i kako tumor ubija domaćina. Epidemiološki čimbenici. Čimbenici etiologije tumora. Tumori pojedinih tkiva s posebnim osvrtom na tumor dojke i genitalija. Imunologija tumora. Liječenje raka; lokalna obrada, kemoterapija, radioterapija i bioterapija.

- Franks, L.M., Teich, N. (Eds.): Introduction to the cellular and molecular biology of cancer, Third Ed., Oxford University Press, 2001
- Turić, M., Kolarić, K., Eljuga, D. (Eds.): Klinička onkologija, str. 99-110 i 236-249. 1996
- Grabarević, Ž. (Eds.): Veterinarska onkologija, str. 223-252, DSK-FALCO, Zagreb, 2002
- Cancer. Nature: Vol. 411, str. 335-395. 2001
- Dranoff, G.: Tumor immunology, Curr.Opin Immunol., 14: 161-182. 2002

PRAKTIKUM: Metode istraživanja u onkologiji (laboratorij). Metode pretrage za rano otkrivanje raka. Učinci vidova liječenja tumora na in vivo i *in vitro* modelima.

4149	OPĆA VIROLOGIJA	0+0	2+2
-------------	------------------------	------------	------------

Osobine virusa. Infekcije koje uzrokuju viroidi i prioni. Kemijski sastav i građa viriona. Patogeneza virusnih bolesti. Adsorpcija, penetracija, replikacija te konstituiranje virusnih čestica. Epidemiologija virusnih infekcija. Virogenija i onkogeni virusi. Molekularnobiološke osnove bolesti AIDS. Interferon. Ekologija virusa. Utjecaj virusa a biocenoze. Pregled virusa i najznačajnijih virusnih bolesti.

- Fraenkel-Conrat, H.: Virology. Prentice-Hall Inter. Inc., New Jersey. 1988
- Brudnjak, Z.: Medicinska virologija. Jumea, Zagreb. 1987
- Fields, B. N. i sur.: Virology. Raven Press, New York. 1990

PRAKTIKUM: Metode uzgoja i prijenosa biljnih i animalnih virusa. Načini identifikacije virusa. Purifikacija virusa ultracentrifugiranjem. Serološke metode u istraživanju virusa. Izolacija virusnih proteina i nukleinskih kiselina. Imunoelektroforeza i gel-elektroforeza u istraživanju virusa. Centrifugiranje virusa u gradijentu gustoće šećera. Izolacija virusa iz vode.

- Noordam, D.: Identification of Plant Viruses, Methods and Experiments. Pudoc, Wageningen. 1973
- Juretić, N.: Upute za praktikum iz virologije. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb. 1978

4151	OPĆA ZOOLOGIJA	2+2	2+2
-------------	-----------------------	------------	------------

Pregled životinjskog svijeta. Zoologija kao znanost i odnos prema drugim znanostima. Pregled razvitka zoologije. Osnovna načela klasifikacije životinja. Konceptija vrste i zoologijska nomenklatura. Strukturne i funkcionalne osobine živog organizma. Veličina, oblik i simetrije životinja. Građa i funkcija organela, organa i organskih sustava u životinjskom organizmu. Razmnožavanje životinja i određivanje spola. ametni razvoj (embriogeneza). Osmotska i ionska regulacija. Bioluminescencija. Ponašanje životinja. Položaj životinja u prostoru i vremenu (ekološki, zemljopisni i geološki položaj). Životinje danas. Osnovna metodološka načela u zoologijskim istraživanjima.

- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Dorit, R. L., Walker, W. F. Jr., Barnes, R. D.: Zoology. Saunders College Publishing, Rinehart and Winston, Inc. London. 1991
- Lawrence, G. M., Mutchmor, J. A., Dolphin, W. D.: Zoology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. New York. 1996

PRAKTIKUM: Organizacija rada u praktikumu i pribor za praktični rad sa životinjama. Upoznavanje mikroskopskih tehnika u izučavanju životinjskog materijala (privremeni i trajni mikroskopski preparati,

bojenje preparata, vitalno bojenje, skupljanje, konzerviranje i prepariranje životinja). Plan građe tijela životinja (simetrije životinja). Oblici životinjskih stanica. Pregled tkiva, građe i funkcije organela, organa i organskih sustava (kožni, potporni, mišićni, živčani, osjetni, probavni, dišni, optjecajni, hormonalni, izmetni i rasplodni). Razmnožavanje životinja i spolni dimorfizam. Embrionalni i postembrionalni razvitak. Ponašanje životinja. Određivanje životinja.

- Matonićkin, I., Erben, R., Habdija, I.: Praktikum iz Opće zoologije. Sv. naklada Liber, Zagreb. 1983
- Küenthal, W.: Leitfaden für das zoologische Praktikum Stuttgart, Gustav Fischer Verlag. 1980
- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Matonićkin, I., Habdija, I., Durbešić, P., Erben, R., Primc, B.: Praktikum iz Avertebrata. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb. 1986

4153	OPĆA ZOOLOGIJA	2+2	2+2
-------------	-----------------------	------------	------------

Pregled životinjskog svijeta. Zoologija kao znanost i njena područja.. Pregled razvitka zoologije. Osnovna načela klasifikacije životinja. Populacija, vrsta i zoologijska nomenklatura. Strukturne i funkcionalne osobine živog organizma. Plan građe tijela životinja. Građa i funkcija organela, organa i organskih sustava u životinja. Razmnožavanje životinja i određivanje spola. Zametni razvoj (embriogeneza). Osmotska i ionska regulacija. Bioluminescencija. Ponašanje životinja. Položaj životinja u prostoru i vremenu. Životinje danas. Osnovna metodološka načela u zoologijskim istraživanjima.

- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Dorit, R. L., Walker, W. F. Jr., Barnes, R. D. Zoology. Saunders College Publishing, Rinehart and Winston, Inc. London. 1991
- Solomon, E., Berg, L., Martin, D., Villee, C. A.: Biology. Saunders College Publishing, 4th Ed., New York 1996

PRAKTIKUM: Organizacija rada u praktikumu i pribor za praktični rad sa životinjama. Upoznavanje mikroskopskih tehnika u izučavanju životinjskog materijala (privremeni i trajni mikroskopski preparati, bojenje preparata, vitalno bojenje, skupljanje, konzerviranje i prepariranje životinja). Plan građe tijela životinja (simetrije životinja). Oblici životinjskih stanica. Pregled tkiva, građe i funkcije organela, organa i organskih sustava (kožni, potporni, mišićni, živčani, osjetni, probavni, dišni, optjecajni, hormonalni, izmetni i rasplodni). Razmnožavanje životinja i spolni dimorfizam. Embrionalni i postembrionalni razvitak. Određivanje životinja.

- Matonićkin, I., Erben, R., Habdija, I.: Praktikum iz Opće zoologije Sv. naklada Liber, Zagreb. 1983
- Küenthal, W.: Leitfaden für das zoologische Praktikum Stuttgart, Gustav Fischer Verlag. 1980
- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Matonićkin, I., Habdija, I., Durbešić, P., Erben, R., Primc, B.: Praktikum iz Avertebrata. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb. 1986

4155	OSNOVE BIOTEHNOLOGIJE	0+0	2+0
-------------	------------------------------	------------	------------

Dosadašnji razvoj, stanje biotehnologije i pravci budućeg razvoja, principi uzgoja mikroorganizama u djelu proizvodnje mikrobnog biomase, mikrobnih metabolita, sastojaka ili dijelova mikrobnog stanice. Biološka obrada otpadnih tvari, plinovitih, tekućih i krutih. Korištenje organizama dobivenih rekombinantnom DNA tehnologijom (genetičkim inženjerstvom). Osnovice uzgoja biljnih i životinjskih stanica. Ostupci iskorištavanja biokemije stanica i njihovih sastojaka, enzima, i imobiliziranih cijelih stanica i enzima. Vođenje procesa, pojedinačni procesi, tehnike rada, oprema i automatizacija procesa, kontrola i regulacija (mikrobiološka, kemijska i biokemijska). Izdvajanje proizvoda pripremljenih biotehnološkim postupcima.

- Maric, V. i sur.: Biokemijsko inženjerstvo. Prehrambeno biokemijski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. Sveučilišna skripta. 1988
- Glick, B. R. & Pasternak, J. J.: Molecular biotechnology. ASM Press Washington, D.C. 1994
- Primrose, S.B.: Modern biotechnology. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1987

4156	OSNOVE MIKROBIOLOGIJE	0+0	2+2
-------------	------------------------------	------------	------------

Morfologija i struktura bakterijske stanice. Fiziologija bakterija. Utjecaj fizičkih i kemijskih čimbenika na bakterijsku stanicu. Osnovna svojstva virusa i subviralnih infektivnih molekula. Životni ciklusi virusa. Tipovi virusnih gena. Onkogeni virusi. Epidemiologija bakterijskih i virusnih zaraznih bolesti.

- S. Duraković, Opća mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.
- H. Weisglass, Bakterije i bolesti čovjeka, Školska knjiga, Zagreb, 1983.
- H. Fraenkel-Conrat, Virology, Prentice-Hall Inter. Inc., New Jersey, 1988.
- Z. Brudnjak, Medicinska virologija, Jumena, Zagreb, 1987.

PRAKTIKUM: Glavni oblici bakterija, tehnike bojanja. Izolacija bakterija iz raznih substrata. Uzgoj bakterija na hranjivim podlogama. Metode uzgoja i prijenosa biljnih i animalnih virusa. Virusne stanične uklopine. Serološke metode u istraživanju virusa. Imunoelektroforeza.

- S. Duraković, Primijenjena mikrobiologija, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1996.
- N. Juretić, Upute za praktikum iz virologije. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1978.

4158	OSNOVE MOLEKULARNE BIOLOGIJE	2+0	0+0
-------------	-------------------------------------	------------	------------

Struktura nukleinskih kiselina. Replikacija molekule DNA i određivanje redosljeda nukleotida. Transkripcija. Funkcija molekula RNA. Sinteza proteina. Mutacije. Oštećenja i popravci molekule DNA. Homologna i nehomologna rekombinacija. Regulacija aktivnosti gena u prokariota i eukariota. Osnovne metode i tehnike molekularne biologije: elektroforeza, hibridizacija nukleinskih kiselina, reverzna transkripcija, lančana reakcija polimerazom (PCR). Uvod u tehnologiju rekombinantne DNA: restrikcijski enzimi i kloniranje gena.

- Tumer P.C., McLennan A.G., Baters A.D., White M.R.H.: Instant Notes in Molecular Biology. BIOS Scientific Publisher, Oxford. 2000
- Stryer L.: Biokemija. Školska knjiga, Zagreb. 1991
- H.F., A., P., C.A., M., M.P., S.L., J.: Molecular Cell Biology. W H Freeman & Co., New York. 2003
- Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P.: Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, New York. 2002

PRAKTIKUM (demonstracija). Upoznavanje s organizacijom rada u laboratoriju za molekularnu biologiju i temeljnom opremom. Demonstracija izolacije molekule DNA iz različitih vrsta organizama, elektroforeze u agaroznom gelu, primjene lančane reakcije polimerazom (PCR) i hibridizacije nukleinskih kiselina. Analiza rezultata dobivenih navedenim tehnikama. Tehnike se demonstriraju u okviru rješavanja konkretnih znanstvenih problema.

4159	OSNOVNE METODE MOLEKULARNE BIOLOGIJE	0+1	0+0
-------------	---	------------	------------

Upoznavanje s organizacijom rada u laboratoriju za molekularnu biologiju i temeljnom opremom. Demonstracija izolacije molekule DNA iz različitih vrsta organizama, elektroforeze u agaroznom gelu, primjene lančane reakcije polimerazom (PCR), hibridizacije nukleinskih kiselina i analize rezultata dobivenih navedenim tehnikama. Tehnike se demonstriraju u okviru rješavanja konkretnih znanstvenih problema. Teorijske osnove stječu se u okviru kolegija Osnove molekularne biologije (4158).

4160	PARAZITOLOGIJA	2+2	0+0
-------------	-----------------------	------------	------------

Temeljna načela parazitizma. Razvoj medicinske parazitologije. Epidemiologija i epizootologija invazijskih bolesti. Imunost na nametnike; imunost prema helmintima, imunost prema praživotinjama, imunost prema člankonošcima. Načela in vitro kultivacije parazita. Serološke i imunodijagnostičke metode u parazitologiji. Uloga molekulske biologije u liječenju i suzbijanju parazitskih bolesti. Nametničke praživotinje. Nametnički metilji. Nametnički oblici. Nametničke trakavice. Kukci i grinje kao uzročnici i prienosnici bolesti ljudi i životinja. Temeljna načela liječenja parazitskih bolesti. Otpornost parazita prema lijekovima. Vakcinacija u suzbijanju parazitskih bolesti.

- Mehlhorn, H.: Parasitology in focus. Ed. H. Mehlhorn, Springer-Verlag, Berlin 1992
- Roitt, I., Brostoff, J., Male, D.: Immunology, Mosby, London, Baltimore, Barcelona. 1996
- Bowman, D.D.: Parasitology for veterinarians. W.B. Saunders Company. 1995

4163	AGROEKOLOGIJA	0+0	2+0
-------------	----------------------	------------	------------

Zadaća i povijest poljoprivrede, kulturna biljka, poljoprivredni proizvodi, prostor-agrosfera, agroekološki čimbenici, oštećenja i zaštita tla, oštećenja tala Hrvatske, stupanj - slabo lako obnovljivo reverzibilno oštećenje, degradacija tala u intenzivnoj oraničnoj biljnoj proizvodnji, stupanj-oseđnje teško obnovljivo oštećenje, stupanj-teško (neobnovljivo-ireverzibilno) oštećenje tla, stupanj- nepovratno oštećenje tla - trajni gubitak tla.

4164	POPULACIJSKA GENETIKA	0+0	1+2
-------------	------------------------------	------------	------------

Definicija populacije, genetski parametri i struktura populacija, Hardy-Weinbergov zakon, varijabilnost kvalitativnih i kvantitativnih osobina, intra- i interpopulacijska varijabilnost, kromosomski polimorfizam, enzimski polimorfizam, određivanje frekvencije gena i alela (kodominantni, dominantno-recesivni, multipli aleli, kdominantni i dominantno-recesivni spolno vezani geni), genetička ravnoteža populacije, biotički

potencijal populacije, faktori koji mijenjaju genetičku strukturu populacije (mutacije, migracije, selekcija, genski drift), humana populacijska genetika.

- Bodmer, W.F., Cavalli-Sforza, L.L.: Genetics, evolution and man. Freeman W.H. & Co., San Francisco. 1976
- Hartl, D.L., Clark, A.G.: Principles of population genetics. Sinauer Ass., Inc. Massachusetts. 1989
- Mourant, A.E.: Blood relations - blood groups and anthropology. Oxford Univ. Press, Oxford. 1985

SEMINAR: Genetički parametri humane populacije, statistička obrada rezultata u populacijskoj genetici, uloga genetičke varijabilnosti u adaptaciji organizama, primjena rezultata populacijske genetike u proučavanju ekologije populacija te makro- i mikroevolucije vrta.

4165	MEHANIZMI STANIČNE DIFERENCIJACIJE	1+2	0+0
------	------------------------------------	-----	-----

Mehanizmi stanične diferencijacije, Metode, Prijenos signala, Diferencijacija stanica uvjetovana iskustvom, Diferencijacija - pitanje života i smrti, Dioba stanica, Apoptoza - programirana stanična smrt.

- Odabrana poglavlja iz: Immunobiology. Eds: C. Janeway and P. Travers, Current Biology, Garland Publishing, New York and London
- The Cell Cycle Eds: A. Murray and T. Hunt, Freeman and Company, New York

4166	PRIMIJEJENA ENTOMOLOGIJA	0+0	2+2
------	--------------------------	-----	-----

Primijenjena entomologija i gospodarstvo. Pregled gospodarstveno najznačajnijih vrsta kukaca po sistematskom slijedu. Kukci u procjeni područja za zaštitu prirode. Metode u zaštiti bilja od nametnika (integralne, mehaničke, kemijske i biološke).

- Brackenburg, J.: Insects and Flowers. A biological partnership. Blanford, London. 1995
- Ciglar, I.: Integralna zaštita voćnjaka i vinograda. Zrinski, Čakovec. 1988
- Maceljki, M.: Entomologija. Specijalni dio. Štetnici voćaka i vinove loze. Sveučilište u Zagrebu, 1982
- Maceljki, M. & J. Igrc: Entomologija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 1991
- Maceljki, M.: Poljoprivredna entomologija. Zrinski, Čakovec. 1999
- Samways, M. J.: Insects Conservation Biology. Chapman & Hall, London. 1994

PRAKTIKUM: Određivanje kukaca do viših sistematskih kategorija, te nekih gospodarstveno korisnih i štetnih kukaca do vrste. Metode utvrđivanja korisne i štetne entomofaune, te metode zaštite od štetne entomofaune. Izrada instktarija i uzgoj korisne entomofaune.

- Durbešić, P.: Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca. Mala ekološka biblioteka, Zagreb, 1988
- Hansell, M. H.: Animal Architecture & Building behavior, Longman, London. 1984
- Schmidt, L.: Tablice za determinaciju insekata. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 1970

4168	PRIMIJEJENA HIDROBIOLOGIJA	2+2	0+0
------	----------------------------	-----	-----

Definicija, zadatci i sadržaji primijenjene hidrobiologije. Priroda i postanak tekućica i stajaćica na kopnu. Različiti aspekti iskorištavanja voda. Hidroenergetska postrojenja i ekološka zaštita. Ekološki aspekti uređenja obala, nasipa i brana. Vodi režimi. Brzina strujanja, protok i vodostaj. Uređaji za pročišćavanje otpadnih voda. Biologija i tehnologija pročišćavanja voda. Ekološki aspekti vodoopskrbe i odvodnje otpadnih voda. Vodopskrbna postrojenja i postupci kondicioniranja voda.

PRAKTIKUM: Mjerni uređaji za brzinu strujanja vode, protok i vodostaj. Analiza fizičkih i kemijskih obilježja prirodnih i otpadnih voda. Granulometrijska analiza sedimenta. Biološkemetode klasifikacije voda.

- Klee, O.: Angewandte Hydrobiologie, G. Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 1985
- Hellmann, H.: Analytik der Oberflächengewässern, G. Thieme Verlag Stuttgart-New York, 1986

4170	RADIOBIOLOGIJA	2+1	0+0
------	----------------	-----	-----

Interakcija energije zračenja s materijom. Biološki učinci svih vidova zračenja na molekularnoj (DNA, enzimi...), staničnoj i organskoj razini. Reparativni procesi i kemijski modifikatori (radioprotektori i radiosenzibilizatori). Dozimetrija. Primjena radiobioloških istraživačkih tehnika, instrumenata i metoda u biologiji i biomedicinskoj razini. Reparativni mehanizmi: Dozimetrija, kemijski radioprotektori. Primjena radiobioloških istraživačkih metoda: Radioizotopi, UV i IR fotografija, primjena radiovalova i ultrazvuka u biološkim istraživanjima i biomedicini.

- Arena, V.: Ionizing Radiation and Life, C.V. Mosby Company. 1971
- Gogle, J.E.: Biological Effects of Radiation, IPS Taylor Francis Inc., New York. 1983
- Paić, V., Paić, G.: Osnove radijacione dozimetrije i zaštita od zračenja, Liber, Zagreb. 1983

- Medical Infrared Photography: Eastman Kodak Company. 1973
- Slater, R.J.: Radioisotopes in Biology, IRL Press, Oxford, 1990

PRAKTIKUM: Na različiti pokusnim modelima in vivo i ex vivo upoznati studente s biološkim učincima ionizirajućeg i neionizirajućeg zračenja. Ovim se vježbama studenti također upoznaju s instrumentima za detekciju zračenja i dozimetriju i njihovom primjenom u biološkim i biomedicinskim istraživanjima. Upoznavanje s instrumentima za detekciju i mjerenje onizacijskog zračenja (GM-detektor, scintilacijski uređaji, termoluminescentni dozimetri). Učinak ionizirajućeg zračenja na krvotorni sustav pokusnih životinja (krvna slika, eksperimentalna transplantacija koštane srži). Primjena radioizotopa u biološkim istraživanjima (autoradiografija, mjerenje proliferativne aktivnosti stanica u kulturi, test citotoksičnosti, RIA-test ...). Analiza citoloških preparata (kromosomske aberacije, mikronukleus i drugi indikatori oštećenja i mutagenog učinka na molekulu DNA).Neoionizacijsko zračenje. Upoznavanje s instrumentima za detekciju, mjerenje i dijagnostiku (UV, IR, radiovalovi, ultrazvuk).

- Nias, A.H.W.: An Introduction to Radiobiology. John Wiley & Sons Ltd. 1968
- Polk, C., Postow, E.: Biological Effects of Electromagnetic Fields, CRC Press. 1996
- Hitchcock, T., Patterson, R.M.: Radiofrequency and ELF Electromagnetic Energies, International Thompson Publ. Inc. 1995
- Tubiana, M., Dutreix, J., Wambersie, A., Bewley, D.: Introduction to Radiobiology, Taylor & Francis. 1990
- Kiefer, J.: Biological Radiation Effects, Springer Verlag. 1990
- IAEA: Biological dosimetry - Chromosomal aberration analysis for dose assessment. Int. Atomic Energy Tech. Report Series 260, IAEA. 1986

4172	UVOD U BIOLOGIJU (za inženjere fizike)	2+0	2+0
-------------	---	------------	------------

Biološke molekule. Virusi, viroidi, prioni. Onkogeni virusi i bolest AIDS. Građa i funkcija mRNA. Sinteza proteina, genetička šifra. Tehnologija i rekombinantne DNA. Osnove embriologije i genetike. Fiziologija tjelesnih tekućina i oblici transporta kroz stajnu membranu. Membranski i akcijski potencijali. Depolarizacija i repolarizacija stanične membrane. Podražaj i funkcija mišića, živčano mišićna veza, srce i krvni optok. Respiracijske membrane i transport plinova, hemoglobin i eritrociti. Fiziologija bubega. Fiziologija živčanog sustava. Imunobiološki mehanizmi. Biologija tumora.

- Berns, M.W.: Stanice, Školska knjiga, Zagreb. 1980
- Alberts, B. I sur.: Molecular Biology of the Cell, Garland Publishing, London. 1989
- Darnell, J. Lodish, H., Baltimore, D.: Molecular Cell Biology, Scientific American Books. 1986
- Guyton, A.C.: Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti, ur. A. Andreis, I. Andreis, Medicinska naklada, Zagreb. 1995

4173	SOFTVER U BIOLOGIJI	0+2	0+0
-------------	----------------------------	------------	------------

Operacioni sustavi Windows i Linux: dobre i loše strane, preporuke za upotrebu i zaštitu računala od neautoriziranih pristupa s mreže. Word, Excel, PowerPoint i analogni programi u Linuxu. Programi za razmjenu elektronske poste. Pravila rada na mreži (netiquette). Mrežni preglednici na Windowsu i Linuxu. Pravila pregledavanja sadržaja na mreži, spremanja na lokalni disk i ograničenja uporabe. Pretraživači i metapretraživači. Etika ekologa. Pregled baza ekoloških modela, podataka i informacija na mreži. Izbor softvera prema interesu studenata. Rad sa softverom. Prezentacija softvera. Analiza nedostataka. Procedure za olakšanje uporabe i obogaćenje svrhe softvera. Komunikacija s autorom i uključivanje u rad na poboljšavanju softvera za biologe.

- Legovic, T. <http://www.irb.hr/~legovic> (Ecological Modelling Links: (Sources of models, documents, databases, initiatives, societies, journals)
- Benz, J. and Legovic, T. <http://dino.wiz.uni-kassel.de-ecobas.html> (Models, Modelling and Simulation, Data-Sources, ISEM-Europe)
- Netiquette: <http://www.albion.com/netiquette/>
- Ecological Society of America Code of Ethics: <http://www.esapubs.org/esapubs/ethics.htm>

4174	BIOLOGIJA ALGA I GLJIVA (prof. biol. i kem.)	2+3	0+0
-------------	---	------------	------------

Osnovna obilježja, morfološka i anatomska građa talusa, tipovi razmnožavanja, razvojni ciklusi, nim i slatkovodnim ekosustavima te kopnenim biotopima. Načela taksonomske klasifikacije, filogenija i fiziološke prilagodbe protoktista te njihova važnost u prirodi. Determinacija vrsta, metode izrade zbirki i trajnih preparata, rasprostranjenost vrsta i njihov privredni značaj

- Hindak, F.; Marvan, P.; Komarek, J.; Rosa, K.; Popovsky, J. & O. Lhotsky: Sladkovodnie riasy. Slovenske Pedagogicne nakladatelstvo, Bratislava. 1978
- Hoek, van den C., Mann, D.G. & Jahns, H.M.: Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge. 1995

- Mägdefrau, K. & F. Ehrendorfer: Udžbenik botanike za visoke škole: sistematika, evolucija i geobotanika (prijevod udžbenika - Strasburger et al.), Školska knjiga, Zagreb. 1978
- Stein, J. (ed.): Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge University Press, Cambridge. 1973

PRAKTIKUM: Mikroskopske analize alga i gljiva, uvježbavanje determinacije glavnih oblika iz kopnenih voda, mora i terestričkih izotopa. Građa stanice, anatomija i morfologija talusa te rasplodnih organa kod alga i gljiva. Demonstracija izrade trajnih preparata i uzgoja čistih kultura algi.

4175	BIOLOGIJA ALGA I GLJIVA (ing. mol. biol.)	0+0	2+3
-------------	--	------------	------------

Principi taksonomske klasifikacije. Građa stanice, anatomija i morfologija talusa, pigmenti i kemotaksonomija, spolno i nespolno razmnožavanje, razvojni ciklusi. Gradivo o algama razčlanjeno je na dva odjela prokariota (Cyanobacteria, Prochlorophyta) i devet odjela eukariotskih alga (Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Raphidophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Charophyta, Phaeophyta i Rhodophyta). Carstvo gljiva obuhvaća Myxomycetes, Phycomycetes Ascomycetes, i Basidiomycete te gljive u simbiozi (lišajevi). Metode taksonomskog istraživanja na terenu i u laboratoriju. Rasprostranjenost alga i gljiva u moru, u kopnenim vodama i na kopnu.

- Ettl, H.: Grundriss der allgemeinen Algologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1980
- Hoek, C. van den, Mann, D.G. & Jahns, H.M.: Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge. 1995
- Mägdefrau, K. & Ehrendorfer, F.: Udžbenik botanike za visoke škole: sistematika, evolucija i geobotanika (prijevod udžbenika - Strasburger et al.), Školska knjiga, Zagreb. 1978

PRAKTIKUM: Izučavanje građe stanica, anatomije i morfologije talusa te rasplodnih organa kod glavnih predstavnika alga i gljiva (odjeli Cyanobacteria, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Fungi). Priprema uzorka alga kremenjašica za svjetlosnu i skanirajuću elektronsku mikroskopiju. Kulture alga (metode-demonstracija). Izrada presjeka dijelova talusa kod Chlorophyta, Charophyta, Phaeophyt i Rhodophyta.

- Priručnici za determiniranje vrsta.
- Stein, J. (ed.): Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge University Press, Cambridge. 1973
- Sournia, A. (ed.): Phytoplankton manual. UNESCO, Paris. 1978

4176	KORMOFITA (prof. biol. i kem.)	0+0	2+3
-------------	---------------------------------------	------------	------------

Filogenija i taksonomija mahovnjača, papratnjača i sjemenjača kao predstavnika podcarstva Cormobionta (kormofita, stablašice ili više biljke). Upoznavanje tipičnih predstavnika hrvatske flore s naglaskom na endemičnim, ugroženim i zaštićenim svojstama. Ekonomska, medicinska, civilizacijska i ekološka važnost pojedinih skupina i svojti. Isticanje onih primjera koji su instruktivni za provođenje nastave biologije, a djelomično i kemije u osnovnim i srednjim školama

- Mägdefrau K, Ehrendorfer F.: Udžbenik botanike za visoke škole. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb. 1984
- Pavlečić Zl.: Cormobionta - Interna skripta, PMF, 1997
- Raven P. H., Evert R. F., Eichhorn S. E.: Biology of plants. W H Freeman & Co., New York, 1999
- Liber Z.: Predavanja iz Kormofita /jednosemestralni kolegij/ (CD izdanje) 2003

Praktikum: Determinacija, taksonomija i nomenklatura. Analiza najtipičnijih porodica pojedinih nadređenih skupina. Metode molekularne sistematike. Upoznavanje tipičnih predstavnika hrvatske flore i načina njihove primjene u nastavi biologije u osnovnim i srednjim školama.

- Domac R.: Flora Hrvatske – priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Nikolić T.: Herbarijski priručnik. Školska knjiga. Zagreb. 1996
- URL <http://croatica.botanic.hr/praktikum/home.htm>

4177	KORMOFITA (ing. mol. biol.)	0+0	2+3
-------------	------------------------------------	------------	------------

Filogenija i taksonomija mahovnjača, papratnjača i sjemenjača kao predstavnika podcarstva Cormobionta (kormofita, stablašice ili više biljke). Osobita pažnja je posvećena najnovijim rezultatima molekularne sistematike. Ekonomska, medicinska, civilizacijska i ekološka važnost pojedinih skupina i svojti.

- Soltis D.E., Soltis S.S, Doyle J.J.: Molecular Systematics of plants II: DNA sequencing. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dodrecht, London. 1998
- Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A., Stevens P. F., Donoghue M. J.: Plant Systematics: Phylogenetic Approach. Second Edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, 2002
- Liber Z.: Predavanja iz Kormofita /jednosemestralni kolegij/ (CD izdanje) 2003

PRAKTIKUM: Analiza najtipičnijih porodica pojedinih nadređenih skupina. Upoznavanje tipičnih predstavnika hrvatske flore. Upoznavanje metoda molekularne sistematike.

- Domac R.: Flora Hrvatske – priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- URL <http://croatica.botanic.hr/praktikum/home.htm>

4178	BIOLOGIJA BESKRALJEŽNJAKA (prof. biol. i kem.)	0+0	2+3
4179	BIOLOGIJA BESKRALJEŽNJAKA (ing. mol. biol.)	0+0	2+3

Zoogeografska rasprostranjenost i funkcionalni položaj beskralježnjaka u biosferi. Načela klasifikacije i sistematske raspodjele beskralježnjaka. Embriogeneza tjelesnih šupljina u beskralježnjaka (acelomata, pseudocelomata i celomata). Strukturne i funkcionalne osobine Protozoa Teorije o podrijetlu Metazoa. Osnovne morfološke, anatomske i fiziološke karakteristike pojedinih organizacijskih tipova beskralježnjaka (Ameria, Polymeria i Oligomeria). Analiza srodstvenih odnosa i sistematski pregled najvažnijih skupina Avertebrata.

- Matonićkin, I.: Bezkralješnjaci. Biologija nižih Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb. 1990

PRAKTIKUM: Upoznavanje izvanjske morfologije i unutrašnje građe praživotinja i mnogostaničnih beskralježnjaka. Anatomska i funkcionalna građa organskih sustava beskralježnjaka. Temeljem sekcija i prepariranja pojedinih organa i organskih sustava upoznajete se anatomska građa organa i organskih sustava od jednostavnije građenih prema složenijim organizacijskim tipovima beskralježnjaka.

- Matonićkin, I., Habdija, I., Durbešić, P., Erben, R. & Primc, B.: Praktikum iz Avertebrata. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 1986
- Kükenthal, W. & Remer, M.: Leitfaden für das Zoologische Praktikum. G. Fischer Verlag. Stuttgart, 1980

4180	BIOLOGIJA KRALJEŠNJAKA (prof. biol. i kem.)	2+3	0+0
4181	BIOLOGIJA KRALJEŠNJAKA (ing. mol. biol.)	0+0	2+3

Anatomija, taksonomija i rasprostranjenje, kao i osnove biologije i ekologije sistematskih skupina kralježnjaka. Građa i biologija riba, s najvažnijim predstavnicima slatkih voda i Jadranskog mora Hrvatske. Ekonomsko značenje riba. Vodozemci, građa i funkcija sa sistematskim pregledom najvažnijih predstavnika faune vodozemaca Hrvatske. Međusobni filogenetski odnosi izumrlih i recentni skupina, te teorije o prelasku kralježnjaka iz vode na kopno. Građa pojedinih skupina gmazova. Najznačajniji predstavnici naše faune gmazova. Ptice: građa i sistematika. Migracije. Građa, sistematika i opće značajke sisavaca. Pregled faune sisavaca Hrvatske. U kolegiju je posebno dan naglasak na značajke i biologiju riba, vodozemaca, gmazova, ptica i sisavaca Hrvatske.

- B. Đulić, Zoologija vertebrata. I dio, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres II. Masson, Paris, 1976.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres III. Masson, Paris, 1976.
- J.Z. Young, The Life of Vertebrates, Clarendon Press, Oxford, 1985
- F.H. Pough, J.B. Heiser, W.M. Mc Farland, Vertebrate life, Prentice Hall International Editions, 1998.

PRAKTIKUM: Morfologija i komparativna anatomija predstavnika svitkoglavaca, riba, vodozemaca, gmazova, ptica i sisavaca. Daju se principi određivanja faune kralježnjaka kao i metode istraživanja pojedinih skupina. Praktikum obrađuju: Građu svitkoglavaca - Cephalochordata - (*Branchiostoma lanceolatum*). Građu riba - Osteichthyes - (*Perca fluviatilis*). Određivanje slatkovodnih i morskih vrsta riba. Građu vodozemaca - Amphibia - (*Rana ridibunda*). Građu gmazova - Reptilia - (*Lacerta agilis*). Određivanje vodozemaca i gazova. Građu ptica - Aves - (*Columba livia*). Određivanje ptica. Građu sisavaca - Mammalia - (*Rattus norvegicus*). Određivanje sisavaca.

- B. Đulić, Zoologija vertebrata. I dio, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres II. Masson, Paris, 1976.
- P.P. Grasse, Traite de zoologie. Vertebres III. Masson, Paris, 1976.
- J.Z. Young, The Life of Vertebrates, Clarendon Press, Oxford, 1985.
- F.H. Pough, J.B. Heiser, W.M. Mc Farland, Vertebrate life, Prentice Hall International Editions, 1998.

4182	SUBVIRALNE INFEKTIVNE MOLEKULE	1+2	0+0
------	--------------------------------	-----	-----

Molekularna i biološka svojstva satelitnih RNA, viroida i ribozima. Značenje RNA-patogena u molekularnoj evoluciji. Prioni i prionske bolesti. Molekularne osnove bolesti čiji su uzročnici subviralne infektivne molekule.

- K. Vogt & A. O. Jackson (eds.): Sateilites and Defective Viral RNAs. Springer-Verlag, Berlin. 1999
- J. S. Semancik (ed.): Viroids and Viroid-like Pathogens. CRC-Press, Boca Raton. 1987

- * E. Domingo, R. Webster & J. Holland (eds.): Origin and Evolution of Viruses. Academic Press, San Diego. 1999
- * J. Coalinge & M. S. Palmer (eds.): Prion Diseases. Oxford University Press, Oxford, 1997.

PRAKTIKUM: Izolacija i elektroforetska analiza replikativnog oblika satelitne RNA ili izolacija viroidne RNA, sukcesivna elektroforeza viroidne RNA i identifikacija metodom RT-PCR.

4184	ALGE I GLJIVE	1+2	1+2
-------------	----------------------	------------	------------

Principi taksonomske klasifikacije alga i gljiva. Građa stanice, anatomija i morfologija, pigmenti i kemotaksonomija, spolno i nespolno razmnožavanje, razvojni ciklusi kod bakterija, alga i gljiva. Građivo je razčlanjeno na tri odjela prokariota (Bacteriophyta, Cyanophyta, Prochlorophyta), devet odjelaeukariotskih alga (Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Raphidophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Charophyta, Phaeophyta i Rhodophyta), jedan odjel sa četiri razreda gljiva (Myxomycetes, Phycmycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes). Metode taksonomskih istraživanja na terenu i u laboratoriju. Rasprostranjenost u moru, u kopnenim vodama i na kopnu.

- * Ettl, H.: Grundriss der allgemeinen Algologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1980
- * Hoek, C. van den, Mann, D.G. & Jahns, H.M.: Algae. An introduction to phycoogy. Cambridge University Press, Cambridge. 1995
- * Mägdefrau, K. & Ehrendorfer, F.: Udžbenik botanike za visoke škole: sistematika, evolucija i geobotanika (prijevod udžbenika - Strasburger et al.), Školska knjiga, Zagreb. 1978
- * Riedl, R.: Fauna und Flora des Mittelmeeres. Paul Parey Verlag, Hamburg, 1983
- * Round, F.E.: The biology of the algae. Edward Arnold, London. 1966

PRAKTIKUM: Izučavanje građe stanica, anatomije i morfologije talusa te rasplodnih organa kod glavnih predstavnika alga i gljiva (odjeli Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Fungi). Priprema uzorka alga kremenjašica za svjetlosnu i skanirajuću elektronsku mikroskopiju. Kulture alg (metode-demonstracija). Izrada presjeka dijelova talusa kod Chlorophyta, Charophyta, Phaeophyta i Rhodophyta.

- * Priručnici za determiniranje vrsta.
- * Stein, J. (ed.): Handbook of phycolgical methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge University Press, Cambridge. 1973
- * Sournia, A. (ed.): Phytoplankton manual. UNESCO, Paris. 1978

4186	ALGE I GLJIVE (prof. biol.)	1+2	1+2
-------------	------------------------------------	------------	------------

Načela taksonomske klasifikacije. Anatomija, morfologija i građa stanice, stupanj talusne organizacije, pigmenti, rezervne tvari, tipovi razmnožavanja, indikatorske vrijednosti, rasprostranjenost, privredni značaj. Metode taksonomskih istraživanja na terenu i u laboratoriju te primjena taksonomije u ekološkim istraživanjima. Sakupljanje, prepariranje i determinacije glavnihoblika protoktista iz slanih i slatkovodnih ekosustava te kopnenih biotopa. Izrada trajnih preparata i metode uzgoja čistih kultura algi.

- * Hindak, F.; Marvan, P.; Komarek, J.; Rosa, K.; Popovsky, J. & O. Lhotsky: Sladkovodnie riasy. Slovenske Pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava. 1978
- * Hoek, van den C., Mann, D.G. & Jahns, H.M.: Algae. An introduction to phycoogy. Cambridge University Press, Cambridge. 1995
- * Mägdefrau, K. & F. Ehrendorfer: Udžbenik botanike za visoke škole: sistematika, evolucija i geobotanika (prijevod udžbenika - Strasburger et al.), Školska knjiga, Zagreb. 1978
- * Riedl, R.: Fauna und Flora des Mittelmeeres. Paul Parey Verlag, Hamburg, 1983

PRAKTIKUM: Izučavanje građe stanica, anatomije i morfologije talusa te rasplodnih organa kod alga i gljiva te gljiva u simbiozi (odjeli Cyanobacteria, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Fungi). Sakupljanje, prepariranje, mikroskopoliranje i određivanje vrsta koje obitavaju u vodenim i terestričkim biotopima. Demonstracija izrade trajnih preparata i metode uzgoja čistih kultura algi. Izrada presjeka dijelova talusa kod Chlorophyta, Charophyta, Phaeophyta i Rhodophyta.

4187	TERENSKA NASTAVA IZ BOTANIKE I ZOOLOGIJE	60 sati/god.
-------------	---	---------------------

Upoznavanje s metodama rada u terenskim istraživanjima vodenim i kopnenim ekosustava. Sakupljanje životinjskog materijala, kvalitativna i kvantitativna obrada, primjena terenskih istraživanja u praksi. Upoznavanje morfoloških osobitosti biljka kontinentalnog područja (okolica Zagreba) u proletnom i rano-ljetnom aspektu. Sabiranje i determiniranje biljaka i izrada herbarijske zbirke. Upoznavanje ugroženih i zaštićenih vrsta.

- * Domac, R.: Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb, 1994
- * Pignatti, S., Csapody, V.: Iconographia florum Hungaricae, Akademiai Kiado, Budapest (reprint). 1975

4188	TERENSKA NASTAVA IZ BOTANIKE I ZOOLOGIJE	120 sati/god.
-------------	---	----------------------

Upoznavanje rasprostranjenja beskralježnjaka u različitim biotopima. Tjelesna organizacija životinja, etologija i anatomija kao odraz prilagodbi na životni biotop. Analiza rasprostranjenosti talofita u prirodi. Tehnike prepariranja i konzerviranja materijala, te proučavanje anatomije talofita kao odraz prilagodbi na životni biotop.

- Matonićkin, I., Habdija, I., Durbešić, P., Erben, R. & Primc, B.: Praktikum u Avertebrata. Sveučilište u Zagrebu 1986
- Riedl, R.: Fauna und Flora des Mittelmeeres. Verlag Paul Parey, Hamburg. 1983.

4189	TERENSKA NASTAVA IZ BOTANIKE I ZOOLOGIJE	120 sati/god.
-------------	---	----------------------

Upoznavanje s biljnim i životinjskim svijetom ravninarskih i krških područja. Sakupljanje biljnog i životinjskog materijala. Promatranje pojave hibernacije. Upoznavanje objekata prikladnih za nastavu u školi. Upućivanje u sakupljanje objekata i izradu školske zbirke.

- Domac R.: Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb, 1994
- Nikolić T.: Herbarijski priručnik. Školska knjiga, Zagreb, 1996
- Arnold, E.N.: Reptiles and amphibians of Britain and Europe. Harper Collins, London. 2002
- Garms, H., Borm, L.: Fauna Evrope. Mladinska knjiga, Ljubljana. 1981
- Heinzel, H., Fitter, R., Patslow, J.: Ptice Hrvatske i Evrope sa Sjevernom Afrikom i Srednjim Istokom. Harper Collins, London. 1999
- MacDonald, D., Barrett, P.: Mammals of Britain and Europe. Harper Collins, London. 1993
- Maitland, P.S.: Freshwater Fish of Britain and Europe. Octopus, London. 2000

4190	TERENSKA NASTAVA IZ EKOLOGIJE	120 sati/god.
-------------	--------------------------------------	----------------------

Osnovni sadržaj terenske nastave iz botanike i ekologije bilja je biogeografsko razčlanjenje Hrvatske, a uključuje upoznavanje s osnovnim ekološkim čimbenicima koji utječu na horizontalno razčlanjenje biocenoza od primarne vazdazelene vegetacije do gornje granice šuma i planinskih rudina. Iz područja zoologije, ekologije životinja i biocenologije, studenti se upoznaju s faunom i ekološkim obilježjima većeg broja kopnenih i vodenih staništa, uključujući i osebujna podzemna staništa.

4191	UVOD U BOTANIKU	0+0	2+3
-------------	------------------------	------------	------------

Vrste i kemizam pričuvnih tvari u biljkama. Struktura i kemizam stanične stijenke i promjene u stijenci. Uloga i sastav stanične vakuole i kemizam tvari u staničnom soku. Biljna bojila, njihova lokacija, kemizam i uloga. Mirisne tvari u biljkama. Biljna tkiva, njihova struktura, značajke i zadaće. Morfologija i anatomija vegetativnih organa biljke i metamorfoze organa. Nespolno i spolno razmnožavanje biljaka. Razvojni ciklus mahovina, papratnjača i sjemenjača i redukcija gametofita. Pojam cvijeta, glavne oznake i razvoj cvijeta. Cvijet golo- i kritosjemenjača. Oplodnja i razvitak embrija i endosprema. Razvoj sjemenke i ploda. Vrste i podjela lodova. Cvatovi i vrste cvatova.

- Fahn, A.: Plant Anatomy. Pergamon Press, Oxford-New York. 1990
- Esau, K.: Plant Anatomy. John Wiley and Sons, Inc., New York-London-Sydney. 1965
- Denffer, D. i Ziegler, H.: Udžbenik botanike, Morfologija i Fizilogija. Školska knjiga, Zagreb. 1991
- Mägdefrau, K. i Ehrendorfer, F.: Udžbenik botanike, Sistematika, Evolucija i Geobotanika. Školska knjiga, Zagreb. 1991
- Troll, W.: Allgemeine Botanik. F: Enkel Verlag, Stuttgart. 1973
- Kauszmanh, B. und Schiewer, U.: Funktionelle Morphologie und Anatomie der Pflanzen. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 1989

PRAKTIKUM: Mikroskopska analiza i identifikacija pričuvnih tvari u biljci. Dokazivanje intakne biljne stanice. Promatranje intracelularnih kristalinih inkluzija i identifikacija tvari u vakuoli. Razlučivanje mikroskopske građe stanične stijenke i mikrokemijske reakcije na tvari u stijenci. Mikroskopska analiza strukture i karakteristika različitih biljnih tkiva. Upoznavanje primarne i sekundarne anatomske građe orijena i izdanka. Upoznavanje razvojnih ciklusa izospornih i heterospornih papratnjača i sjemenjača i pračenje redukcije gametofitne generacije. Razvojni ciklus mahovina. Analiza građe cvijeta većeg broja najistaknutijih i najpoznatijih porodica kritosjemenjača. Analiza građe cvijeta u golosjemenjača.

- Braune, W., Leman, A. und Taubert, H.: Pflanzenanatomisches Praktikum. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 1967
- Strasburger, E. und Koernicke, M.: Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1970
- Nultsch, W. und Grahe, A.: Mikroskopisch-Botanisches Praktikum. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 1974

4193	UVOD U ELEKTRONSKU MIKROKOPIJU	0+0	1+2
------	--------------------------------	-----	-----

Teorijske osnove svjetlosne mikroskopije - moć razlučivanja. Princip rada i primjena posebnih vrsta mikroskopa (tamno vidno polje, fazno-kontrastni mikroskop, diferencijalno-kontrastni mikroskop, fluorescencijska mikroskopija, konfokalna mikroskopija i d.). Pregled mjernih i analitičkih metoda u mikroskopiji - morfometrija i analiza slike. Primjena televizijske i video tehnike (VEC, AVEC). Princip rada transmisijskog elektronskog mikroskopa (elektronske leće, nastanak slike). Metode za istraživanja makroolekula, virusa i bakterija. Osnovne metode za istraživanje stanica i tkiva (fiksacija, kontrastiranje, citokemija, imunocitokemija, autoradiografija, ultramikrotomija, "freeze-fracturing", kvantitativne metode u elektronskoj mikroskopiji). Visokonaponskielektronski mikroskopi, rasterski elektronski mikroskopi (refleksijski i transmisijski), tunelska mikroskopija. Teorijske osnove i mogućnosti primjene roentgenske mikroanalize i EEL-spektroskopije u biološkim istraživanjima. Perspektive mikroskopskih istraživanja bioloških struktura.

- Bredbury, S.: Introduction to the Optical Microscopy, Revised Edition, Oxford Univ. Press. 1989
- Platner, H., Zingsheim, H.P.: Elektronenmikroskopische Methodik in der Zell- und Molekularbiologie. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1987
- Robards, A.W., Wilson, A.J.: Procedures in Electron Microscopy. John Wiley & Sons Ltd. 1993

PRAKTIKUM : Preparacija i fiksacija biološkog tkiva za transmisijski elektronski mikroskop. Izrada i kontrastiranje ultratankih preza. Negativno kontrastiranje i vakuumsko sjenčanje metalom virusa, makromolekula i sitnih čestica. Rad na transmisijskom elektronskom mikroskopu. Snimanje i izrada fotografija raznih bioloških preparata. Analiza i interpretacija bioloških ultrastruktura. Mjerenja, morfometrija teračunalna analiza slike. Primjena faznokontrastnog i diferencijalno interferencijskog svjetlosnog mikroskopa. Fluorescencijska mikroskopija - imunofluorescencija. Video u biološkim istraživanjima.

- Glauert, A.M. (ed.): Practical methods in electron microscopy. Vol. 1-10, Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford. 1972-1985

4195	UVOD U ZOOLOGIJU	2+3	0+0
------	------------------	-----	-----

Pregled životinjskog svijeta. Zoologija kao znanost i njena područja. Pregled razvitka zoologije. Osnovna načela klasifikacije životinja. Populacija, vrsta i zoologijska nomenklatura. Plan građe tijela životinja. Građa i funkcija organela, organa i organskih sustava u životinja. Razmnožavanje životinja i određivanje spola. Zametni razvoj i izmjena generacija. Ponašanje životinja.

- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994
- Dorit, R. L., Walker, W. F. Jr., Barnes, R. D.: Zoology. Saunders College Publishing, Rinehart and Winston, Inc. London. 1991
- Solomon, E., Berg, L., Martin, D., Villee, C. A.: Biology. Saunders College Publishing, Fourth Edition, New York. 1996

PRAKTIKUM: Organizacija rada u praktikumu i pribor za praktični rad sa životinjama. Plan građe tijela životinja (simetrije životinja). Pregled tkiva, građe i funkcije organela, organa i organskih sustava (kožni, potporni, mišićni, živčani, osjetni, probavni, dišni, optjecajni, hormonalni, izmetni i rasplodni). Razmnožavanje životinja i spolni dimorfizam. Embrionalni i postembrionalni razvitak. Određivanje životinja.

- Matonićkin, I., Erben, R., Habbija, I.: Praktikum iz Opće zoologije. Liber, Zagreb. 1983
- Küenthal, W.: Leitfaden für das zoologische Praktikum Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag. 1980
- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994

4197	VIROLOGIJA	2+3	0+0
------	------------	-----	-----

Biološke, kemijske i biofizičke osobine virusa. Priroda viroida i priona. Kubična i helikalna simetrija viriona. Virusi s podijeljenim genomom. Tipovi virusnog genoma. Mutiranje virusa. Faze infekcije. Replikacija, transkripcija i translacija. Virogenija. Onkogeni virusi. Molekularna osnova bolesti AIDS. Interferon. Mehanizmi djelovanja virusnih lijekova. Klasifikacija virusa.

- Fraenkel-Conrat, H.: Virology. Prentice-Hall Inter. Inc., New Jersey. 1988
- Cann, A. J.: Principles of Molecular Virology. Academic Press, London-New York. 1993
- Brudnjak, Z.: Medicinska virologija. Jumea, Zagreb. 1987
- Fields, B. N. i sur.: Virology. Raven Press, New York. 199

PRAKTIKUM: Načini uzgoja virusa. Metode purifikacije virusa. Izolacija virusnih proteina i nukleinskih kiselina. Imunokemijske metode u istraživanju virusa. Separacija viriona pomoću imunoelektroforeze i gel-elektroforeze. Analiza virusnih pripravaka centrifugiranjem u gradijentu gustoće.

- Noordam, D.: Identification of Plant Viruses, Methods and Experiments. Pudoc, Wageningen. 1973
- Maramorosch, K., Koprowski, H.: Methods in Virology. Vol. 1 - vol. 8. Acad. Press, NY. 1967-1984

4199	ZAŠTITA PRIRODE	2+1	0+0
------	-----------------	-----	-----

Razlozi i povijest pristupa zaštiti prirode i okoliša. Glavni poremećaji ekosistema utjecajem čovjeka. Uništavanje šuma. Melioracije. Onečišćavanje zraka, tla, kopnenih voda i mora. Uništavanje (istrebijavanje) vrsta i promjene sastava biocenoza. Metode i srestva zaštite prirode. Planiranje prostora, izrada stručnih studija, pročišćavanje otpadnih voda i plinova. Zakonodavstvo o zaštiti prirode i okoliša u svijetu i u Hrvatskoj. Kategorije zaštite dijelova prirode u Hrvatskoj. Održavanje i rast ljudske populacije i resursi biosfere. Temeljna načela održivog razvitka i zaštite predjela Hrvatske. Gospodarenje kopnenim i vodenim ekosustavima u Hrvatskoj i njihova zaštita. Socijalno - etički vidici zaštite prirode i okoliša.

- Z. Z. Badovinac, S. Bralić, M. Kamenarović, R. Kevo i Z. Mikulić, Prirodne znamenitosti Hrvatske, školska knjiga, Zagreb, 1982.
- I. Bralić, Nacionalni parkovi Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- R. Kevo i dr., Zaštita prirode u Hrvatskoj, Zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 1961.
- E.P. Odum, Fundamentals of Ecology, W.B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, 1971.
- J. Radović, Biološka i krajobrazna raznolikost Hrvatske, Drž. uprava za zaš. prir. i okoliša, Zg., 1999.
- F. Ramade, Elements d'ecologie appliquée. Mc Graw Hill, Paris, 1974.

4200	ZOOGEOGRAFIJA	2+0	0+0
------	---------------	-----	-----

Zoogeografija kao znanost, pojam areala, načini i tipovi širenja životinja. Ekološki čimbenici i njihov utjecaj na rasprostranjivanje životinja (klima, kompeticija, mutualizam, predatorstvo). Promjene faune tijekom geološke prošlosti, postanak današnje faune. Zoogeografija otoka. Faunistička carstva. Osnovne zoogeografske značajke pojedinih taksonomskih grupa (ptice, sisavci). Zoogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Utjecaj čovjeka na zoogeografiju pojedinih taksona.

- C. B. Cox & P. D. Moore 2000: Biogeography, An ecological and evolutionary approach. 6th edition, Blackwell Science, Oxford.
- J. H. Brown & M. V. Molino 1998: Biogeography. 2. ed. Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts.
- G. Veavers 1990: Veliki atlas životinja. D. Vujnović (urednik), Mladinska knjiga, Zagreb.
- D. Burnie 2001: Životinje, velika ilustrirana enciklopedija. I. Borovac (urednik), Mozaik knjiga, Zagreb.

4203	ZOOLOGIJA	2+2	2+2
------	-----------	-----	-----

Povijest zooloških straživanja u Hrvatskoj i svijetu. Funkcionalne i strukturalne osobine životinjskih organizama. Znanstvene metode u zoološkim istraživanjima. Osnovna načela anatomije, morfologije i klasifikacije životinja. pregled kroz životinjsko carstvo: Protozoa, Metazoa, America, Polymeria, Oligomeria, Tunicata, Cephalochordata, Cyclostomata, Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves, Mammalia. Naglašavaju se primjeri iz faune Hrvatske, te ukazuje na mogućnosti primjene molekularne biologije u rješavanju sistematskog položaja mnogih vrsta. Osnove filogenije životinjskog carstva.

- Đulić, B.: Zoologija Vertebrata. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 1973
- Matonićkin, I.: Beskralješnjaci, biologija nižih Avvertebrata. Školska knjiga, Zagreb. 1978
- Matonićkin, I.: Beskralješnjaci, biologija viših Avvertebrata. Školska knjiga, Zagreb. 1981
- Young, J. Z.: The life of Vertebrates. Oxford University Press, Oxford. 1985
- Keeton, W. T. & J. L. Gould: Biological Science. W. W. Norton & Comp. New York. 1986

PRAKTIKUM: Promorfologija. Mikroskop i mikroskopiranje. Upoznavanje vanjske i unutarnje građe prestavnika: Protozoa, Metazoa, America, Polymeria, Oligomeria, Tunicata, Cephalochordata, Cyclostomata, Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves, Mammalia.

- Kuententhal, W. & M. Renner: Leitfaden für das Zoologische Praktikum. Gustav Fischer, Stuttgart. 1980
- Matonićkin, I., I. Habdija, P. Durbešić, R. Erben, B. Primc: Praktikum iz Avvertebrata. Sveučilište u Zagrebu 1980

4209	OSNOVE PATOFIZIOLOGIJE	1+0	0+0
------	------------------------	-----	-----

Oštećenja stanica, tkiva i organa. Atrofija, hipertrofija, hiperplazija, aplazija i dr. Smrt stanica, nekroze, bolesti nakupljanja, upalne reakcije. Regeneracija upale. Poremećaji koncentracije vode i elektrolita. Poremećaji u snabdjevanju kisika. Poremećaji u lokalnom krvotoku. Poremećaji u kardiovaskularnom sustavu. Patofiziologija probave. Patofiziologija ekskrecije.

- O. Springer: Osnove patofiziologije, (skripta) 1998.

4210	BIOTESTOVI	2+2	0+0
------	------------	-----	-----

Biološke analize za utvrđivanje i procjenu jačine utjecaja onečišćenja na okoliš. Slijed promjena uzrokovanih onečišćenjem na različitim razinama biološke organizacije i njihovi pokazatelji. Biomonitoring i biomarkeri. Pregled laboratorijskih testova toksičnosti (biotestova) i bioloških reakcija okoliša u ekotoksikologiji, njihove prednosti i nedostaci. Analize populacija i zajednica (kvalitativne i kvantitativne) i analize promjena na staničnoj i molekularnoj razini s posebnim osvrtom na biomarkere genotoksičnosti. Procjena ekološkog rizika.

- Biomarkers of environmental contamination ed. McCarthy JF, Shugart LR, Lewis Publishers 1990
- Biomarkers – Research and application in the assessment of environmental health ed. Peakal DB, Shugart LR, Springer-Verlag 1993
- Principles of ecotoxicology 2nd ed. Walker CH, Hopkin SP, Sibly RM, Peakall DB, Taylor & Francis 2001
- Fundamentals of ecotoxicology Newman MC, Lewis Publishers 2001
- Ecotoxicology – A hierarchical treatment ed. Newman MC, Jagoe CH, CRC Press 1996

4211	NOMENKLATURA I DETERMINACIJA BILJAKA	0+0	2+2
-------------	---	------------	------------

Sinonimika viših taksonomskih jedinica. Važnost prepoznavanja i imenovanja biljnih vrsta, povijesni pregled. Binarna nomenklatura. Važnost botaničkih vrstova i herbarskih zbirki za determinaciju, korištenje kataloga, pregled takvih institucija u Europi. Otežavajuće okolnosti u determinaciji vrsta i nižih taksonomskih jedinica: broja sinonimika, prioritet autora, različiti stavovi prea «širokim» i «malim» vrstama. "Male" vrste- bogatstvo genofonda hrvatske flore. Potreba i način primjene različitih kratica. Nomenklatura kultiviranih svojti, mogućnost njihove determinacije

- Međunarodni botanički kodeksi. Liber Zagreb. Prijevod s francuskog: I. Šugar
- Denffer, D.H. Ziegler, F. Ehrendorfer, A. Bresinsky (1983): *Lerbuch der Botanik*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

4214	IHTIOLOGIJA SLATKIH VODA	0+0	2+2
-------------	---------------------------------	------------	------------

Osnove morfologije i fiziologije riba. Sistematika riba. Ihtiofauna Hrvatske, posebno slatkovodna. Dinamika populacija, osnove ekologije riba, rasprostranjenost, migracije, razmnožavanje, životne tabele, rast, mortaliteti. Principi gospodarenja ihtiološkim resursima, alati i tehnika ribolova: metode procjenjivanja količine ribe i modeli iskorištavanja.

- Bone, Q., Marshall, N.B., Blaxter, J.H.S. *Biology of fish*. Chapman & Hall, 1995
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., *Ichthyology*, Wiley, J. & Sons Inc., New York, 1963.
- *Fish production in fresh waters*. Ricker WE, Blackwell Scient. publ., Oxford, 1971
- Jardaš I., *Jadranska ihtiofauna*, Školska knjiga, 1996
- Wootton J.R., *Ecology of teleost fishes*, Chapman & Hall,

4215	FIZIOLOGIJA STRESA U BILJAKA	1+2	0+0
-------------	-------------------------------------	------------	------------

Stres u biljaka: abiotički stres (manjak vode, povišeni salinitet, visoka i niska temperatura, smrzavanje, UV svjetlost, nedostatak kisika), biotički stres (konkurentski odnosi među biljkama, odgovor biljaka na napad patogenih organizama). Mehanizmi zaštite biljaka od reaktivnih oblika kisika. Učinak onečišćenja okoliša (teški metali, plinovi u atmosferi i ksenobiotici) na biljke. Učinak okolišnih čimbenika na fotosintezu. Sekundarni biljni metaboliti.

- Brunold, Ch., Regsegger, A., Brndle, R. 1996. *Stress bei Pflanzen*. Verlag Paul Haupt, Bern.
- Buchanan, B. B., Grissem, W., Jones, R. L. 2002. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland.
- Mohr, H., Schopfer, P. 1995. *Plant Physiology*. Springer Verlag, Berlin.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*. Third Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts

PRAKTIKUM: Učinak toplotnog i svjetlosnog stresa na stope fotosinteze i disanja – mjerenje kisika Clark-ovom elektrodom. Kinetika fluorescencije klorofila u stresnim uvjetima. Izdvajanje i imunokemijsko dokazivanje proteina induciranih stresom. Određivanje količine kompatibilnog osmolita prolina sintetiziranog u uvjetima manjka vode. Oksidativni stres – lipidna peroksidacija i određivanje količine vodikovog peroksida. Određivanje aktivnosti antioksidacijskih enzima superoksid-dismutaze, katalaze, glutation-reduktaze i askorbat-peroksidaze. Određivanje sadržaja biljnih pigmenta u stresnim uvjetima metodom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti.

- Hall, D. O., Scurlock, J. M. O., Bolhr-Nordenkamp, H. R., Leegood, R. C., Long S. P. 1995. *Photosynthesis and Production in a Changing Environment. A field and laboratory manual*. Chapman & Hall, London.

- Reigosa Roger, M. J. 2001. Handbook of Plant Ecophysiology Techniques. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

4217	MODELIRANJE U EKOLOGIJI	2+1	0+0
-------------	--------------------------------	------------	------------

Dinamika jedne populacije: a) u neograničenom okolišu, b) u okolišu s konstantnim izvorom hrane, c) u periodičkom okolišu, d) u okolišu sa slučajnim izvorom hrane. Izlov. Maksimalni postojeći izlov. Dinamika jedne populacija s generacijama koje se ne prekrivaju. Diskretan rast logističke populacije i pojava kaotične dinamike. Stabilizacija kaotične dinamike. Dinamika dviju populacija. Ekološke interakcije. Plijen-predator modeli i Volterin princip. Modeli kompeticije i princip kompetitivne ekskluzije. Modeli kooperacije. Dinamika jedne populacije i zajednice populacija u kontinuiranoj kulturi i jezeru Modeli hranidbenih lanaca. Modeli hranidbenih mreža. Protok hranjivih tvari kroz ekosustav. Teorija epidemije. Prag epidemije. Invazija populacije u prostor.

- Legovic T. <http://www.irb.hr/~legovic> (Ecological Modelling Links: Documents)
- Murray J. D., Mathematical Biology, Springer, 2000.
- DeAngelis, D. L., Dynamics of Nutrient Cycling and Food Webs, Chapman & Hall, 1992.
- Edelstein-Keshet L., Mathematical Models in Biology, Random House, 1988.
- Svirezhev Yu.M. and Logofet D. O., Stability of Biological Communities, Mir, 1983.
- May R.M. (ed) Theoretical Ecology, Blackwell Sci. Pub., 1976

4218	OSNOVE BIOLOGIJE MORA	2+0	0+0
-------------	------------------------------	------------	------------

Podjela oceanskih područja. Sastav i svojstva morske vode. Gibanja mora. More kao životno područje. Načini života morskih organizama. Primarni proizvođači u moru: bakterije, fitoplankton, bentoske alge i morske cvjetnice. Čimbenici koji utječu na primarnu proizvodnju. Pregled morskih životinja: zooplankton, nekton i bentos. Odnosi među organizmima. Bentoske biocenoze: podjela. Staništa fotofilnih bentoskih algi. Livade morskih cvjetnica. Estuariji. Koraljni grebeni. Život u dubokom moru. Utjecaj čovjeka nabolišku raznolikost u moru.

- Pernetta, J. : Atlas of the Oceans, Rand McNally, 1994
- Požar-Domac, A.: O biologiji mora, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, 1988
- Sumich, J.L.: An Introd. to the Biol. of Marine Life, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 1992

4283	OSNOVE BIOLOGIJE (za inž. geologije i prof. geologije i geografije)	2+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Molekularni sastav i osobine života. Građa i funkcija stanice. Razmnožavanje i zakoni nasljeđivanja. Podrijetlo vrsta. Mehanizmi evolucije. Evolucija biološke raznolikosti. Osnovna morfološka, anatomska i fiziološka obilježja recentnih biljaka i životinja. Srodstveni odnosi i rodoslovna stabla biljaka i životinja.

PRAKTIKUM: Funkcionalna građa biljnih i životinjskih stanica. Simetrije i način života biljaka i životinja. Determinacija i binarna nomenklatura. Pregled morfoloških i anatomskih obilježja biljaka. Morfologija i anatomija osnovnih organizacijskih tipova životinja.

- Hopson, J.L. and Wessells, N.K.: Essentials of biology. McGraw-Hill Publ., New York. 1990
- Mädefrau, K. and Ehrendorfer, F.: Botanika. Sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb. 1988
- Matonićkin, I. and Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994

4308	METODE ISTRAŽIVANJA PROTEINA	0+0	1+2
-------------	-------------------------------------	------------	------------

Svojstva i klasifikacija biljnih proteina. Proteini kloroplasta i mjesto njihove sinteze. Proteini kao rezervna tvar u biljaka, izvanstanični proteini. Osnovni principi razdvajanja proteina - elektroforeza u poliakrilamidnom i agaroznom gelu. SDS-elektroforeza, izoelektrično fokusiranje, 2-D elektroforeza.

PRAKTIKUM: Ekstrakcija proteina iz biljnih tkiva. Priprema otopina i pufera. Homogeniranje biljnog tkiva. Centrifugiranje (diferencijalno ili u koncentracijskom gradijentu). Kvantitativno određivanje proteina u biljnom ekstraktu. Priprema uzoraka za elektroforezu (koncentriranje, pročišćavanje, denaturiranje). Elektroforeza u nativnim i denaturirajućim uvjetima. Izoelektrično fokusiranje i dvodimenzijaska elektroforeza. Bojanje proteina (Coomassie blue, srebrov nitrat), reakcije za dokazperoksidaza i esteraza. Analiza gelova i određivanje približne molekularne mase. Prijenos proteina na membranu. Detekcija glikoproteina.

- Bollag D. M., Edelstein S. J. Protein methods. Wiley.Liss 1991.
- Krsnik-Rasol M, Čipčić H. Elektroforetska anaiza proteina u biljnim ekstraktima. Interna skripta, Biološki odsjek PMFa 1999.
- Andrews A. T. Electrophoresis. Clarendon Press Oxford 1986.

- Dunn M. J. Gel electrophoresis: proteins. Bios Scientific Publishers, 1993.
- Richter R. Biochemie der Pflanzen. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1996.

4310	BIOMEMBRANE	0+0	1+2
-------------	--------------------	------------	------------

Stabilizacija rganizacije membrane i odnosu na funkciju. Lipid-protein međudjelovanje. Hidratacija i uređenje lipidnog dvosloja. Fazni prijelazi. Struktura amfilnih agregata. Liposomi i njihova primjena. Neki eksperimentalni pristupi proučavanju bioloških/sintetskih membrana.

- D. Voet, J.G. Voet, Biochemistry, John Wiley & Sons, Inc, 1995.
- D.D. Lasić, Liposomes: from physics to applications, Elsevier, Amsterdam, 1993.

4311	IMUNOST SLUZNICA	1+1	0+0
-------------	-------------------------	------------	------------

Povijesni aspekti mukozne imunologije. Građa i funkcija mukoznih barijera. Topografija i histocitološke osobitosti mukoznog imunosnog sustava. Diferencijacija, prometanje i udomljavanje imunosnih stanica mukoznih limfatičkih tkiva. Mukozni imunoglobulini. Mukozni citokini. Adhezijske molekule mukoznih limfocita. Interakcije ukoznih epitelnih i imunosnih stanica. Indukcija i regulacija mukozne imunosne reakcije. Prianjanje bakterija za mukozne površine. Mukozna imunost i infekcije. Oralna tolerancija. Imunodeficijencije i mukozna imunost. Alergijski odgovor mukoznog imunosnog sustava. Prenatalna i postnatalna sustavna i mukozna imunizacija. Nespecifična i specifična manipulacija mukoznim imunosnim sustavom. Ontogeneza mukozne imunosti i starenje. Filogenetskirazvitak mukoznog imunosnog sustava.

PRAKTIKUM: Metode izdvajanja mukoznih imunosnih stanica. Obilježavanje diferencijacijskih molekula mukoznih leukocita. Citometrija i imunohistologija. Funkcijski testovi mukoznih limfocita. Enzimski imunostez za utvrđivanje mukoznih protutijela. Kratkotrajne mikrokture mukoznih limfocita. Određivanje mukoznih citokina. Određivanje imunosnih aktivacijskih markera u mukozi. Pohranjivanje i provjera vijabilnosti mukoznih limfocita.

- Ogra P L i sur.: Mucosal Immunology. 2^d Edition. Acad Press Inc., San Diego, 1999
- Tumbleson M E, Schook L B (eds): Advances in Swine in Biomedical Research. Vol 1 and Plenum Press, New York, 1996
- Blecha F, Charley B (eds): Immunomodulation in Domestic Food Animals. Acad Press Inc., San Diego, 1990
- Blaser M J i sur. (eds): Infections of the Gastrointestinal Tract. Raven Press, New York 1995

4312	PONAŠANJE ŽIVOTINJA	0+0	2+1
-------------	----------------------------	------------	------------

Zašto proučavamo ponašanje životinja? Četiri pitanja o ponašanju životinja. Povijest proučavanja ponašanja životinja. Geni i ponašanje. Prirodna selekcija i ekologija ponašanja. Učenje. Pamćenje. Fiziologija ponašanja. Hormoni i ponašanje. Razvoj ponašanja. Biološki satovi i prilagodba životinja cikličnim promjenama u prirodi. Orijentacija u prostoru. Mehanizmi orijentacije. Migracije životinja. Traženje hrane. Antipredatorsko ponašanje. Spolno razmnožavanje i spolna selekcija. Briga roditelja za potomstvo i sustavi parenja. Ulaganje roditelja u potomstvo. Društvene zajednice. Komunikacija među životinjama i evolucija komunikacije. Altruizam. Društveno ponašanje životinja. Ponašanje čovjeka.

- Goodenough, J., McGuire, B., Wallace, R.A.: Perspectives on Animal Behavior, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York. 2000
- McFarland, D.: Animal Behaviour 3rd ed., Longman Publishers, London, 1998
- Drickamer, L.C., Vessey, S.H., Meikle, D.: Animal Behaviour – Mechanisms, Ecology, Evolution, 4th ed., Wm C. Brown Publishers, London
- Manning, A., Dawkins, M.S.: An Introduction to Animal Behaviour, 5th ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1998

4401	BIOLOGIJA (za studente kemije)	2+1	2+1
-------------	---------------------------------------	------------	------------

Organizacija prokariotske i eukariotske stanice. Jezgra, ribosomi, plazmatska membrana, mitohondriji i kloroplasti, citoskelet. Stanično disanje i fotosinteza. Putovi prijenosa signala. Razmnožavanje stanica, mitoza, mejoza i životni ciklusi. DNA, geni i kromosomi. Mendel i ideja o genu. Kromosomskaosnova nasljeđivanja i rekombinacija. Spolni kromosomi. Mikrobn modeli. Organizacija genoma. Ekspresija gena u prokariota i eukariota. DNA-tehnologija. Mehanizmi evolucije. Geni u populaciji. Porijeklo vrste. Mikroevolucija. Biljke: Oblik i funkcija. Građa i rast biljaka. Razmnožavanje i razvitak biljaka. Životinje. Pregled životinjskog svijeta. Zoologija kao znanost i njena područja. Osnovna načela klasifikacije životinja. Populacija, vrsta i zoologijska nomenklatura. Plan građe tijela životinja. Građa i funkcija organela, organa i organskih sustava u životinja. Razmnožavanje životinja i određivanje spola. Zametni razvoj i izmjena generacija. Ponašanje životinja.

- Campbell, N.A., Reece, J.B., Mitchell, L.G.: Biology. Addison-Wesley, Fifth Edition, New York. 1999
- Dorit, R.L., Walker, W.R.Jr, Barnes, R.D.: Zoology. Sanders College Publishing, Rinehart and Winston, Inc. London. 1991
- Mader, S.S.: Biology. WCB McGraw-Hill, Fifth Edition, Boston. 1996
- Matonićkin, I., Erben, R.: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb. 1994.
- Moore, R., Clark, W.D., Stern, K.R., Vodopich, D.: Botany. Wm.C. Brown Publishers, Boston. 1995
- Solomon, E., Berg, L., Martin, D., Villee, C.A.: Biology. Saunders College Publishing, Fourth Edition, New York. 1996

4402	METODIKA NASTAVE BIOLOGIJE	2+0	2+0
------	----------------------------	-----	-----

Metodologija nastave biologije. Komparativni pregled školskog plana i programa nastave prirode i biologije (curriculum). Prostori izvođenja nastave biologije. Uređenje školskog vrta. Nastavna sredstva i pomagala. Multimedijalni pristup nastavi. Kompjutoriu nastavi. Metodičko oblikovanje nastavnog procesa. Vremensko trajanje nastave. Mini lekcije. Oblici nastave. Stvaralaštvo. Nastavne metode (praktični radovi, vizualne, verbalne). Nastavni postupci (oluja ideja, morfološka analiza, radionica budućnosti, senarij, plan igra, igra uloga, projekt, analiza slučaja, igre za učenje). Rješavanje problema. Istraživanje. Kritičko mišljenje. Kooperativno učenje. Učenje po analogijama. Kumulativno učenje. Semantička mreža. Upotreba koncept mape u poučavanju. Portfoli (mapa). Biološka izložba. Nastavni sustavi (predavački, razvojni, programirani, egzemplarni, problemski). Izvanučionička nastava. Organizacija ekscurzije. Dopunske i izvanškolske aktivnosti. Učenici s posebnim potrebama. Natjecanja učenika. Pripremanje nastave. Evaluacija (učenika i nastavnika). Stilovi poučavanja. Efektivne strategije poučavanja. Socijalna i emocionalna klima. Odgajno-obrazovna komunikacija. Kvalitetna nastava u biologiji. Neshvaćanje i barijere kod učenja biologije. Smjernice za novog nastavnika.

- Killermann, W.: Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. Verlag Ludwig Auer. Donauwrth.
- Herr, N. 1995. Methods of Teaching Science (I & II), 1991
- Fisher, K.M., Wandersee, J.H., Moody, D.E.: Mapping Biology Knowledge. Kluwer Acad. Publishers. 2001
- Fleming, M.F.: Biology Teacher's Survival Guide: Tips, Techniques, & Materials for Success in the Classroom. 1993

4403	PRAKTIKUM IZ METODIKE NASTAVE BIOLOGIJE	0+2	0+2
------	---	-----	-----

Izbor praktičnih radova i demonstracijskih pokusa u obliku prikaznih vježbi. Studenti samostalno organiziraju i vode zadane vježbe (uloge nastavnik – učenici), te predstavljaju kolegama svoje prijedloge praktičnih radova i demonstracija prema temama u okviru nastavnog programa prirode i biologije osnovnih i srednjih škola. Trajni mikroskopski i makroskopski preparati. Uređenje vivarija. Sakupljanje i prepariranje materijala za školsku zbirku. Cijepljenje voćaka. Zaštita ornitofaune. Izrada igre za učenje. Izrada nastavnih listića. Upute za izradu mape i biološke izložbe. Uređenje panoa. Priprema prozirnice uz obradu slike. Izrada dijela nastavnog sata u obliku prezentacije. Internet linkovi za nastavu biologije. Cirkularno pismo za roditelje. Izrada video pikaza za upotrebu u nastavi.

- Filler, F.: Biologisches Praktikum. Buchner. Bamberg. 1984
- Morholt, E., Brandwein, P.: A Sourcebook for the Biological Sciences. Harcourt Brace Jovanovich. San Diego. 1986
- Bellamy, M.: Biology Discovery Activities: Lessons, Labs & Worksheets for Secondary Students. Center for Applied Research in Education. West Nyak. 1991

4404	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE BIOLOGIJE	2+0	2+0
------	---------------------------------------	-----	-----

Zimski semestar: izlaganje seminarskih radova vezanih uz nastavu biologije. Svaki student treba izraditi seminarski rad prema odabranom temi i sažetak za studente. Pored predložene literature poželjno je koristiti i izvore po svom izboru. Uz izlaganje potrebno je izvesti i primjenu analizirane teme u konkretnom radu s ostalim studentima na seminaru. Nakon izlaanja slijedi razgovor svih studenata i nastavnika o sadržaju seminara i načinu izvođenja s procjenom vrijednosti.

Ljetni semestar: prikaz izvedenog nastavnog sata *studenta nastavnika*. Video zapis određenog nastavnog sata studenta nastavnika, uz komentar *snimatelja*. Mišljenje *izvjestitelja* o izvedbi tog sata uz raspravu. Viđenje izvedenog nastavnog sata studenta nastavnika.

- Knjige, časopisi i drugi izvori sukladni seminarskim temama.

4405	METODIČKA PRAKSA IZ BIOLOGIJE	0+0	0+2
------	-------------------------------	-----	-----

Uzorna predavanja mentora u školama vježbalištima. Ustroj i rad škole. Školska dokumentacija. Razrednik. Suradnja s roditeljima. Priprema za izvođenje individualnih i javnih predavanja. Prisustvo na izvedbama nastavnog sata *studenta nastavnika*.

4406	BIOINFORMATIKA	0+0	1+2
------	----------------	-----	-----

Svrha predmeta je uputiti polaznike u metode računalne biologije i analize biološke informacije. Program: Uvod u bioinformatiku. Biološke baze podataka, arhitektura i pretraživanje. Algoritmi sravnjenja sljedova. Mnogostruko sravnjenje sljedova. Filogenija, evolucijske analize sljedova. Predviđanje sekundarne strukture proteina. Predviđanje gena. Klasifikacija proteina i predviđanje prostorne strukture (molekulska modeliranje). Genomske analize.

- D. W. Mount: Bioinformatics: sequence and genome analysis, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York 2001
- P. Baldi & S. Brunak: Bioinformatics: the machine learning approach, MIT press, Cambridge 2001
- R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh & G. Mitchison: Biological sequence analysis: probabilistic models of proteins and nucleic acids, Cambridge Univ. press, Cambridge, 1998

4407	EVOLUCIJA ČOVJEKA	2+0	0+0
------	-------------------	-----	-----

Evolucija čovjeka kao suvremena znanost u okviru biološke evolucije. Čimbenici evolucije i tempo evolucijskih procesa roda Homo. Dokazi evolucije čovjeka - paleontološki i molekularno-biološki. Okoliš i klimatski uvjeti u kenozoiku. Evolucija i filogeneza primata. Evolucija hominida. Migracije iz Afrike u Aziju i Europu. Kulturna evolucija i razvoj suvremenog ljudskog društva.

- Brown, G. D.: Human evolution. W.C. Brown Publishers. Iowa. 1995
- Facchini, F.: Stazama evolucije čovječanstva. Kršćanska sadašnjost. Zagreb. 1996
- Kottak, C. Ph.: Cultural anthropology. McGraw-Hill, Inc. New York. 1991
- Stein Ph. L. & Rowe B. M.: Physical anthropology. McGraw-Hill, Inc. New York. 1993

4408	RAČUNALSKI PRAKTIKUM	0+0	0+3
------	----------------------	-----	-----

Uvod u građu računala. Korištenje operativnog sustava Microsoft Windows. Programski paket Microsoft Office: Word, Excell, Powerpoint. Uvod u računalne mreže i rad u mrežnom okruženju. Internet i mrežni protokoli. Osnove rada "na daljinu" i uvod u operativni sustav Unix.

4409	AKTIVNO UČENJE U NASTAVI BIOLOGIJE	0+0	2+1
------	------------------------------------	-----	-----

Predavanja koncipirana u interaktivnoj formi, pri čemu studenti aktivnim sudjelovanjem upoznaju neke od nastavnih postupaka koji se mogu primijeniti kod otvorene nastave. Stilovi učenja i poučavanja. Portfolio (mapa poučavanja). Kooperativno učenje. Konceptualna promjena. Bioznanstveni koncepti na nastavi. Kriitičko mišljenje. Rješavanje problema. Istraživanje i projekt. Radionica u nastavi. Učenici u kreiranju nastave. Igre u poučavanju. Kartiranje znanja biologije.

- Killermann, W.: Biologieunterricht heute - Eine moderne Fachdidaktik. Verlag Ludwig Auer. Donauwrth. 1991.
- Krajick, S. J., Czerniak, Ch. M., Berger, C.: Teaching children science. A project-based approach. McGraw-Hill. 1999
- Fisher, K.M., Wandersee, J.H., Moody, D.E.: Mapping Biology Knowledge. Kluwer Acad. Publishers. 2001.

4410	POVIJEST BIOLOGIJE	2+0	0+0
------	--------------------	-----	-----

(I.) Životne pojave i antički svijet. Prvi mehanicisti, atomisti (Demokrit, Leukip i dr.). U svezi s biologijom glavni mislioci: Empedokle, Platon i Aristotel, kao vrhunac grčke biologije. Posljedice esencijalizma za razvoj prirodnih znanosti i u antropološkom razdoblju stočke filozofije i u europskom srednjem vijeku. Helenizam te važnost Galena. Plinija st. i Dioskurida na prijelazu iz staroga u srednji vijek. (II.) Srednji vijek. Stanje Europe nakon seobe naroda. Sukladnost tradicije stoicizma i neoplatonizma s vrijednosnim sustavom ranoga kršćanstva; posljedice za biologiju. Buđenje biologije na vrhuncu skolastike: animalisti, herbalisti, Albert Veliki kao promatrač prirodnih pojava, zoolog, fiziolog i anatom. (III.) Novi vijek, ponovno otkriće "prirode." Renesansa, razvoj anatomije (Vesalius), preporod botanike i zoologije; važnija imena (Brasevola, Cesalpinus, Gesner, Aldrovandi; prvi moderni biološki interesi u hrvatskih autora: F. Petrić, J. Sorkočević. Važnost otkrića novih zemalja. Važnost pronalaska novih tehnika (sitnozor). Prvi pokušaji rušenja ideje samorodstva (Spalanzani i dr.). Prva biološka revolucija (druga pol. 17. i poč. 18. st.): "otkriće" kvantitete, mjerenja i pokusa u biologiji. Uspon fiziologije. Razvoj klasifikacije. Ključna uloga C. Linnaeusa: paradigma fiksizma. Važnost binarne nomenklature. Problem postanka jedinke (rađanja, generatio) - ideje

preformacionista. Pitanje promjenljivosti vrste. Ideja transformacije živih bića (Buffon, Lamarck, E. Darwin). Cuvier i teorija katastrofa. Lyell, uniformizam i gradualizam (žive) prirode. *Biologija u prvoj polovici 19. st. Prirodna teorija (Natural Theology)*. Hijerarhijsko ustrojstvo žive prirode. Design Argument. Problemi oko pojma napretka (prograsa) u prirodi. Darvinizam kao gradualizam i varijacijski *transmutacionizam*. Pojam i kategorija vrste. (IV) *Biologija u Hrvata* u 19. i 20. st. Osnutak nekih kulturnih nacionalnih institucija važnih i za biologiju. (V) *Treća biološka revolucija* - otkriće genetičkog koda; okolnosti otkrića, posljedice. Pregled povijesti genetike, ekologije. Molekularna biologija. Biotehničke znanosti i izazovi genetičkog inženjerstva. Najnoviji problemi (kloniranje, GMO i sl.).

- MAYR, E.: *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press. 1982
- GRMEK, M.D.: *Prva biološka revolucija*. Razmišljanja o fiziologiji i medicini 17. st. Prev. K. Jančin i I. Gotthardi Skiljan. Nakladni zavod Globus. Zagreb. 1992
- BALABANIĆ, J.: *Darvinizam u Hrvatskoj*. JAZU, Poseb. izd. knj. IX, Zagreb. 1982
- MAYR, E.: *To je biologija*. Znanost o živome svijetu. DiS i HPM, Zagreb. 1998.
- MAYR, E.: *Darwinov Veliki dokaz*. Charles Darwin i postanak moderne evolucijske misli. DiS i HPM. 2000.

4440	MOLEKULARNA BIOFIZIKA	2+0	2+0
-------------	------------------------------	------------	------------

U okviru predmeta u dva semestra dat će se interdisciplinarni pogled na biološke probleme. Uvod: definicija biofizike, povijest biofizike, teorijski koncepti za opis sistema; Strukture bioloških makromolekula: hijerarhijska struktura bioloških sistema, strukturni i funkcionalni problemi, interakcije, struktura proteina i interakcija u proteinu, struktura nukleinskih kiselina i interakcija u nukleinskim kiselinama; Termodinamika: molekulska interpretacija termodinamskih veličina, termodinamika otopina, molekulska mehanika, kemijske ravnoteže; Supramolekulske strukture: Membrane: funkcija membrana, ravnoteža kroz membrane, termodinamika transportnih procesa, transport kroz biološke membrane; lipoproteini: struktura i funkcija; Biološke metode spektroskopije: a) optičke, apsorpcijske (V/UV/IR), linearni i cirkularni dikroizam, fluorescencija, nuklearna magnetska rezonancija (NMR), elektronska spinska rezonancija (ESR), b) masena spektrometrija, c) difrakcijske, d) hidrodinamske metode.

- van Holde, K.E., Johnson, W.C., Ho, P.S.: *Principles of Physical Biochemistry*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1998
- van Holde, K.E.: *Physical Biochemistry*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliff. 1985
- Cantor, C.R., Schimmel, P.R.: *Biophysical Chemistry*, I, II, III. Freeman and Co., San Francisco. 1980
- Sybesma, C.: *Biophysics, An Introduction*. Kluwer Acad. Pub., London. 1989
- Stryer, L.: *Biochemistry*, III ed. Freeman and co., New York. 1988
- Freifelder, D.: *Physical Biochemistry (Application to Biochemistry and Molecular Biology)*. Freeman and co., New York. 1976
- Voet, D., Voet, J.G.: *Biochemistry*. J. Wiley, New York. 1995
- Weiss, T.F.: *Cellular Biophysics I, II*. MIT Press, Cambridge, 1996
- Bergethon, P.: *The Physical Basis of Biochemistry. The Foundation of Molecular Biophysics*, Springer Verl. 1998
- Noll, F., Winter, R.: *Methoden der Biophysikalischen Chemie*. B.G. Tuehen, Stuttgart. 1998

Daune, M.: *Molecular Biophysics*. Oxford University Press, Oxford. 1999

4441	PRAKTIKUM IZ MOLEKULARNE BIOFIZIKE	0+1	0+2
-------------	---	------------	------------

4442	GENOMIKA I RAČUNALNA BIOLOGIJA	2+1	0+0
-------------	---------------------------------------	------------	------------

Kolegij daje pregled najvažnijih rezultata do kojih su došli genomske projekti, te uvod u metode istraživanja genoma i genomske sadržaja. Teme su: uvod u genomiku; organizacija i evolucija genoma; algoritmi u istraživanju genoma; komparativna genomika; varijabilnost u ljudskom genomu i klinička genomika; funkcionalna genomika i genomske tehnologije; eksperimentalni pristup istraživanju genoma; analiza transkripta; mreže i budućnost računalne biologije.

- A.M. Campbell, L.J. Heyer: *Discovering Genomics, Proteomics and Bioinformatics*. J.H.Wiley & Sons (poglavlja 1-6) 2002
- D.W. Mount: *Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis*. CSHL Press (poglavlja 8 i 10) 2001
- J. Meidanis, J.C. Setubal: *Introduction to Computational Molecular Biology*, Thomson Learning (poglavlja 2 i 4) 1996

4.2.6. GEOLOGIJA

5001	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE I PETROLOGIJE (prof. geografije i povijesti)	30 sati/god.
------	---	--------------

Terensko upoznavanje normalne superpozicije naslaga, bora, rasjeda i transgresija, te minerala i stijena.

5002	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE (prof. geol. i geog.)	30 sati/god.
------	--	--------------

Upoznavanje vrsta stijena i minerala na terenu. Upoznavanje naslaga i geološke građe na terenu. Mjerenje položaja slojeva i rasjeda, rekonstrukcija bora. Upoznavanje padinskih procesa i njihovih posljedica. Korištenje osnovnih geoloških pomagala. Orijentacija u prirodi, i po karti. Vođenje terenskog dnevnika, i uzimanje uzraka. Nakon obavljene terenske nastave studenti predaju pismeni izvještaj s vlastitim opažanjima, mjerenjima i geološkim kartama.

5003	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE (prof. geol. i geog.)	60 sati/god.
------	--	--------------

Terensko upoznavanje naslaga i fosila iz različitih perioda geološke prošlosti. Metodološki pristupi rada na terenu. Proučavanje pojedinačnih i kombiniranih značajki sedimentata na izdancima i interpretacija taložnih procesa i uvjeta u okolišu.

5004	GEOLOŠKO KARTIRANJE - SAMOSTALNI TERENSKI RAD (ing. geologije)	45 sati/god.
------	---	--------------

Kartiranje stijenskog tijela odabranog u smislu specifičnog cilja istraživanja u nekom području. Izrada izvještaja o rezultatima istraživanja.

- Bahun, S.: Geološko kartiranje. Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- Barnes, J.: Basic Geological Mapping. Open University Press. Milton Keynes, 1981.
- Dimitrijević, M.: Geološko kartiranje, ICS, Beograd, 1978.

5006	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE (prof. geol. i geog.)	30 sati/god.
------	--	--------------

Samostalno kartiranje geoloških elemenata. Konstrucija manuskriptne karte.

5007	TERENSKA NASTAVA IZ PETROLOGIJE (prof. geol. i geog.)	30 sati/god.
------	--	--------------

Terenske vježbe vezane su za odgovarajuće eruptivne i metamorfne terene. Sastoje se u prepoznavanju raznih tipova eruptivnih i metamornih stijena.

5008	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE (prof. geol. i geog.)	45 sati/god.
------	--	--------------

Upoznavanje građe i tektonskih odnosa jedinica tipičnih za alpski ciklus.

5009	TERENSKA NASTAVA IZ MINERALOGIJE (prof. geol. i geog.)	30 sati/god.
------	---	--------------

Na pogodnim izdancima studenti će se upoznati s načinom pojavljivanja, uvjetima postanka i drugim svojstvima minerala u okviru različitih mineralnih asocijacija.

5011	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE (ing. geologije)	45 sati/god.
------	---	--------------

Upoznavanje vrsta stijena i minerala na terenu. Upoznavanje naslaga i geološke građe na terenu. Mjerenje položaja slojeva i rasjeda, rekonstrukcija bora. Upoznavanje padinskih procesa i njihovih posljedica. Korištenje osnovnih geoloških pomagala. Orijentacija u prirodi, i po karti. Vođenje terenskog dnevnika, i uzimanje uzraka. Nakon obavljene terenske nastave studenti predaju pismeni izvještaj s vlastitim opažanjima, mjerenjima i geološkim kartama.

5012	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE (ing. geologije)	90 sati/god.
------	---	--------------

Obilazak pogodnih izdanaka i kamenoloma s različitim tipovima magmatskih i metamornih stijena. Određivanje osnovnih teksturnih i strukturnih karakteristika stijena. Efuzivi, intruzivi, metamorfiti. Analiza sastava i strukture klastičnih sedimentata. Taložne teksture i interpretacija hidrodinamike okoliša. Mjerenje

polarnih i nepolarnih tekstura. Karakter slojnih ploha. Sedimenti gravitacijskih tokova. Postsedimentacijske teksture. Struktura, sastojci i strukturni tipovi karbonata. Taložne i diagenetske teksture u karbonatima. Upoznavanje drugih vrsta sedimenta. Upoznavanje s tipičnim razvojem paleozoika, mezozoika i paleogena u Dinaridima i neogena u Sjevernoj Hrvatskoj. Metodologija rada na terenu (profiliranje, snimanje detaljnih geoloških stupova, uzorkovanje stijena i fosila, pisanje dnevnika, izvođenje sinteza i rekonstrukcija na temelju terenskih podataka.

5013	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE HRVATSKE (ing. geol.)	45 sati/god.
------	---	--------------

Nastava uključuje: profil Karlovac - more, Istra i/ili Hrvatsko primorje, Dalmaciju s otocima, sjevernu Hrvatsku (Hrv. zagorje i/ili slavonske planine).

5014	TERENSKA NASTAVA IZ MINERALOGIJE I PETROLOGIJE (ing. geologije)	45 sati/god.
------	--	--------------

Obilazak pogodnih izdanaka, kamenoloma i rudnika s različitim tipovima stijena i orudnjenja. Određivanje osnovnih teksturnih i strukturnih karakteristika stijena. Metodologija rada na terenu (profiliranje, snimanje detaljnih geoloških stupova, uzorkovanje stijena, pisanje dnevnika, izvođenje sinteza i rekonstrukcija na temelju terenskih podataka.

5015	TERENSKA NASTAVA IZ TALOŽNIH BAZENA (ing. geologije)	45 sati/god.
------	--	--------------

Rad na izdancima. Analiza facijesa. Paleostrukture. Vertikalne tendencije. Diskontinuiteti. Parasekvencija. Cikličnost. Grafički log. Skica izdanka. Progradacija. Taložni sustav. Datiranje i korelacija. Stratigrafske jedinice i razlučivanje. O kartiranju bazena. Izbor metoda.

- Bhattacharyya, A. & Chakraborty, C., 2000, Analysis of Sedimentary Successions. Balkema, Rotterdam.
- Collinson, J.D. & Thompson, D.B., 1989, Sedimentary Structures. 2. izd. Chapman & Hall, London.

5017	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOGIJE MINERALNIH LEŽIŠTA (ing. geologije)	15 sati/god.
------	--	--------------

Priprema za vježbe uključuje pregled literature, crtanje karte i trase pregleda terena. Terenski rad uključuje vođenje dnevnika, uzimanje i determinaciju uzoraka stijena, minerala i ruda. Završni izvještaj sadrži dnevnik, kartu i seminarski rad o posjećenoj mineralnoj pojavi ili rudštu.

5019	TERENSKA NASTAVA IZ HIDROGEOLOGIJE 1 (ing. geologije)	8 sati/god.
------	---	-------------

Posjet meteorološkoj stanici "Maksimir". Obilazak hidrogeoloških objekata u okolici Zagreba (crpilišta Zagrebačkog vodovoda i istraživačkih radova koji su u tijeku).

5020	TERENSKA NASTAVA IZ STRUKTURNE GEOLOGIJE (ing. geol.)	15 sati/god.
------	---	--------------

Mjerenje strukturnih elemenata na izdanku i zapisnici.

5021	TERENSKA NASTAVA IZ GEOLOŠKOG KARTIRANJA (ing. geol.)	60 sati/god.
------	---	--------------

Terensko prepoznavanje izdvojenih geoloških jedinica, orijentacija na terenu, rad na točkama opažanja, terenski dnevnik, radna karta, uzorci stijena. Samostalni terenski rad: kartiranje na prometnim komunikacijama, profiliranje, kartiranje rasjednog kontakta, kartiranje transgresivnog kontakta. Rad u terenskoj bazi (karta tura, centralna geološka karta, dnevnik).

- Bahun, S.: Geološko kartiranje. Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- Dimitrijević, M.: Geološko kartiranje. ICS, Beograd, 1978.

5022	DIPLOMSKI RAD (prof. geologije i geografije)	0+3	0+5
------	--	-----	-----

Upoznavanje studenata s teorijskim osnovama te metodama i tehnikama koje će koristiti kod izrade diplomskog rada. Samostalan terenski, laboratorijski i/ili teorijski rad na izabranoj temi iz područja geologije i geografije. Prikupljanje i obrada potrebne literature, interpretacija dobivenih rezultata, te pisanje diplomskog rada, sve pod nadzorom i u suradnji s voditeljem.

5023	DIPLOMSKI RAD (ing. geologije)	0+5	0+5
-------------	---------------------------------------	------------	------------

Upoznavanje studenata s teorijskim osnovama te metodama i tehnikama koje će koristiti kod izrade diplomskog rada. Samostalan terenski i laboratorijski rad na izabranoj temi. Prikupljanje i obrada potrebne literature, interpretacija dobivenih rezultata, te pisanje diplomskog rada, sve pod nadzorom i u suradnji s voditeljem.

5024	SEMINAR UZ DIPLOMSKI RAD (prof. geologije i geografije)	0+2	0+2
5025	SEMINAR UZ DIPLOMSKI RAD (inž. geologije)	0+2	0+2

Studenti se preko konzultacija pripremaju za izradu diplomskog rada, skupljaju i obrađuju znanstvene članke vezane uz zadanu temu.

5101	OPĆA GEOLOGIJA (prof. geografije)	2+1	2+1
-------------	--	------------	------------

Postanak i opća konstitucija Zemlje. Osnovne tektonske jedinice litosfere. Vanjska dinamika Zemlje (insolacija, tekućice, mora, led, atmosfera). Unutarnja dinamika (vulkanizam, potresi, metamorfoze). Geološki kompas. Grafički zadatci iz tektonike. Upoznavanje geoloških karata, stupova i profila.

- Herak, M.: Geologija, 5. izd., Školska knjiga, Zagreb, 1990.

5102	OSNOVE OPĆE GEOLOGIJE (prof. geografije i povijesti)	1+1	1+1
-------------	---	------------	------------

Postanak i konstitucija Zemlje. Primarni položaj stijena u litosferi. Osnovne tektonske jedinice litosfere. Dinamika Zemlje. Osnove za vremenske podjele geološke prošlosti. Fosili, facijesi. Geološki kompas. Grafički zadatci iz tektonike. Upoznavanje geoloških karata, stupova i profila.

- Herak, M.: Geologija, 5. izd., Školska knjiga, Zagreb, 1990.

5104	OPĆA PALEONTOLOGIJA (ing. geologije)	0+0	2+2
-------------	---	------------	------------

Pojam i zadaća paleontologije. Fosili i procesi fosilizacije - petrifikacija, inkrustacija, karbonizacija, mumifikacija, konzervacija. Tafonomski procesi. Fosilna ležišta. Osnove paleoekologije. Načini života organizma - kretanje, prehrana. Fosili kao indikatori okoliša. Ekološki čimbenici. Odnosi među vrstama. Biocenoze i fosilne "zajednice". Facijesi i ihnofacijesi. Pojam vrste u paleontologiji. Biološka sistematika i nomenklatura. Pregled najvažnijih fosilnih skupina. Zakoni i teorije filogenetskog razvoja. Masovno izumiranje. Određivanje relativne starosti stijena pomoću fosila. Metode rada u paleontologiji: Terenski rad; preparacija makrofosila; preparacija mikrofosila (metoda izbrusaka, izrada acetatnih folija, muljenje, bojanje preparata), izrada orijentiranih presjeka. Makrofotografija i mikrofotografija.

- Doyle, P.: Understanding Fossils. An Introduction to Invertebrate Palaeontology, Wiley, Chichester, 1996.
- Raup, D.M. & Stanley, S.M.: Principles of Paleontology. 2. izd., Freeman, San Francisco, 1978.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.
- Ziegler, B.: Einführung in die Paläobiologie, Teil 1. Allgemeine Paläontologie. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1972.

5105	GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJOM (ing. ekologije)	2+2	0+0
-------------	---	------------	------------

Geologija u okviru prirodnih znanosti i njena veza sa srodnim znanostima, posebno s biologijom. Upoznavanje tektonike i dinamike Zemlje. Razvoj života na Zemlji od postanka litosfere do danas.

- Herak, M.: Geologija, 5. izd., Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- Allison, P.A. & Briggs, D.E.G.: Taphonomy. Releasing the data locked in fossil record. Bristol, 1991.
- Chernicoff, S., Fox, H.A. & Tanner, L.H.: Earth: Geologic Principles and History. Houghton Mifflin Comp., Boston 2002.
- Stewart, W.N.: Paleobotany and the Evolution of Plants. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 1990.
- Haq, B.U. & Boersma, A.: Introduction to Marine Micropaleontology, Elsevier, Amsterdam, 1998.

PRAKTIKUM: Upoznavanje osnovnih vrsta stijena. Tektonski elementi građe litosfere. Načini fosilizacije; ihnofosili i pseudofosili. Prepoznavanje najznačajnijih fosilnih organizama.

5107	OPĆA GEOLOGIJA (prof. geologije i geografije)	2+2	2+1
-------------	--	------------	------------

Predmet bavljenja geologije; odnos geologije prema drugim prirodnim znanostima. Razvitak Sunčevog sustava i Zemlje. Ekstraterestrička materija; asteroidi, meteoriti, komete, impakti. Oblik i građa Zemlje.

Minerali i stijene kao temeljno gradivo litosfere. Endodinamika: magmatizam, postanak magmatskih stijena. Tektonika ploča; vrste rubova ploča, Wilsonov ciklus. Vulkanizam, vrste i građa vulkana, vrste erupcija, postvulkanske pojave. Potresi, vrste valova, širenje valova kroz Zemlju, MCS i Richterova skala. Primjena seizmičkih istraživanja u geologiji. Tektonika; slojevi, mjerenje položaja. Deformacije zemljine kore; bore, rasjedi, navlake. Proces i na površini Zemlje: trošenje, postanak tala, padinski procesi, mehanizmi prijenosa i taloženja detritusa, diageneza. Vode u prirodi; prirodni ciklus vode; podzemna voda; akviferi, barijere, vodno lice, razvodnice, vrste izvora. Okoliši i njihov geološki značaj; procesi, reljef, sedimenti. Rijeke; vrste, evolucija reljefa, ravnotežni profil. Delte i ušća. Estuariji. Jezera. Krš; reljefni oblici, dinamika voda. Led; dinamika, reljefni oblici, sedimenti i sedimentna tijela i oledbe. Pustinje. Mora i oceani; podjele morskih prostora, dinamika okoliša, procesi i sedimenti. Taložni bazeni, vrste, vrste sedimentata. Fizika Zemlje; temperatura, magnetizam, gravitacija; izostazija. Određivanje starosti u geologiji. Osnovne stratigrafske podjele; klasifikacije- vremenske ljestvice. Okoliši i facijesi. Prikaz geološke građe terena: vrste geoloških karata, geološki profil, geološki stupovi, blok-dijagrami, geološki modeli.

Vježbe: Rješavanje zadataka iz tektonike ploča, seizmologije, tektonike, egzodinamike.

- Plummer, Ch.C. & McGeary, D.: Physical Geology, 5. izd., WC Brown Publishers, 1991.
- Plummer, Ch.C., McGeary, D., Carlson, D.: Physical Geology, 8th Ed. Mc Graw Hill, Boston, 2001.
- Tarbuk, E.J. & Lutgens, F.K.: Earth Science. 5. izd., Merrill Publ. Company, Columbus, 1988.
- Murck B.W., Skinner B.J., Porter S.C.: Environmental Geology, John Wiley & Sons, New York, 1996.
- Duff D.: Holme's Principles of Physical Geology. 4th Ed., Chapman & Hall, London, 1993.
- Marjanac T.: Predavanja iz fizičke (opće) geologije, 2. izd. skripta i zbirka zadataka

5108	OPĆA PALEONTOLOGIJA (prof. geologije i geografije)	0+0	1+1
------	--	-----	-----

Pojam i zadaća paleontologije. Fosili i procesi fosilizacije - petrifikacija, inkrustacija, karbonizacija, mumifikacija, konzervacija. Tafonomski procesi. Osnove paleoekologije. Načini života organizama - kretanje, prehrana. Fosili kao indikatori okoliša. Ekološki čimbenici. Odnosi među vrstama. Biocenoze i fosilne "zajednice". Facijesi i ihnofacijesi. Pojam vrste u paleontologiji. Biološka sistematika i nomenklatura. Zakoni i teorije filogenetskog razvoja. Masovno izumiranje. Određivanje relativne starosti stijena pomoću fosila. Metode rada u paleontologiji: terenski rad, preparacija makrofosila; preparacija mikrofosila (metoda izbrusaka, izrada acetatnih folija, muljenje, bojanje preparata), izrada orijentiranih presjeka. Makrofotografija i mikrofotografija.

- Doyle, P.: Understanding fossils. An introduction to Invertebrate Paleontology. Wiley, Chister, 1996.
- Raup, D.M. & Stanley, S.M.: Principles of Paleontology. 2. izd., Freeman, San Francisco, 1978.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.
- Ziegler, B.: Einführung in die Paläobiologie. Teil 1. Allgemeine Paläontologie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1972.

5109	OSNOVE STRATIGRAFSKE GEOLOGIJE (prof. geografije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Prirodoslovni i povijesni pristup u istraživanju Zemljine povijesti. Princip aktualizma i njegova ograničenja. "Apsolutna" (radiometrijska) i relativna starost. Postanak Zemlje. Pretkambrij. Arhaik: Stijene, fosili. Postanak života. Proterozoik: oledbe; "crvena stijna" (red beds), stromatoliti, eukariota, metazoa. Paleozoik: Tomotijski kat i Burgess-shale fauna. Kambrijska "eksplozija". Ordovicijska oledba. Takonska orogeneza. Srednjopaleozojski grebeni. Osvajanje kopna. Početak stvaranja Pangee: kaledonska orogeneza. "Stari crveni kontinent". Gornjopaleozojska flora i fauna. Gornjokarbonska oledba. Karbonski ciklotemi. Permsko masovno izumiranje. Završno formiranje Pangee. Hercinska orogeneza. Mezozoik: Trijas - geokratno doba, život. Početak raspada Pangee. Jura: život, cijepanje Pangee, oceanski Tetis. Kreida. Pojava planktona, život općenito. Stagnirajući oceani, globalne oceanske anoksične epizode. Završno kredno izumiranje. Kenozoik. Paleogeografija, klimatske promjene. Psikrosfera. Alpska orogeneza. Paratetis. Pleistocenska oledba: Les. Hominizacija. Uz svako razdoblje ukratko se prikazuje, s posebnim naglaskom, situacija u Europi odnosno u širem Mediteranskom prostoru (Alpe - Dinaridi - Panonski prostor).

- Cooper, J.D., Miller, R.H. & Patterson, J.: A Trip through Time. Merill Publishing Co., 1990.
- Herak, M.: Geologija. 5. izd., Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- Stanley, S.M.: Earth and Life Through Time. Freeman, New York, 1986.
- Wicander, R. & Monroe, J.S.: Historical Geology. West Publishing Co., 1989.

5110	HISTORIJSKA GEOLOGIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Prirodoslovni i povijesni pristup u istraživanju Zemljine povijesti. Princip aktualizma i njegova ograničenja. "Apsolutna" (radiometrijska) i relativna starost. Postanak Zemlje. Pretkambrij. Arhaik: Stijene (ploče, kratoni, štitovi); atmosfera; fosili. Postanak života. Proterozoik: početci tektonike ploča; oledbe; "crvena stijena" (red beds). Život: stromatoliti, eukariota, metazoa. Arhaiski i proterozojski kratoni. Paleozoik: Tomotijski kat i

Burgess-shal fauna. Kambrijska "eksplozija". Ordovicijska oledba. Takonska orogeneza. Srednjopaleozojski grebeni. Osvajanje kopna. Početak stvaranja Pangee: kaledonska orogeneza. "Stari crveni kontinent". Gornjopaleozojska flora i fauna. Gornjokarbonska oledba. Karboski ciklotemi. Permsko masovno izumiranje. Završno formiranje Pangee. Hercinska orogeneza. Mezozoik: Trijas - geokratno doba, život. Karoo - slijed. Početak raspada Pangee. Jura: život, daljnje cijepanje Pangee, oceanski Tetis. Kreda. Pojava planktona, život općenito. Stagnirajući oceani, globalne oceanske anoksične epizode. Završno kredno izumiranje; činjence i hipoteze. Kenozoik. Paleogeografija, klimatske promjene. Psikosfera. Alpska orogeneza. Paratetis. Recentno riftovanje Afrike. Pleistocenska oledba: činjence i hipoteze. Les. Hominizacija. Uz svako razdoblje ukratko se prikazuje, s posebnim naglaskom, situacija u Europi odnosno u širem Mediteranskom prostoru (Alpe - Dinaridi - Panonski prostor).

- Cooper, J.D., Miller, R.H. & Patterson, J.: A Trip through Time. Merrill Publishing Co., 1990.
- Herak, M.: Geologija. 5. izd., Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- Stanley, S.M.: Earth and Life Through Time. Freeman, New York, 1986.
- Wicander, R. & Monroe, J.S.: Historical Geology. West Publishing Co., 1989.

5111	PALEONTOLOGIJA 1 (prof. geologije i geografije)	1+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Invertebratni fosili: upoznavanje građe, načina života i stratigrafskog raspona pojedinih skupina. Taksonomski pregled po skupinama.

- Boardman, R.S. et al.: Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publ., Palo Alto, 1987.
- Kochansky-Devide, V.: Paleozoologija. Školska knjiga, Zagreb, 1964.
- Lehmann, U. & Hillmer, G.: Wirbellose Tiere der Vorzeit. 2. izd., Enke Verlag, Stuttgart, 1988.
- Sokač, A.: Invertebratni fosili. Skripta. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zareb, 1994.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.
- Ziegler, B.: Einführung in die Paläobiologie. Teil 2. Spezielle Paläontologie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1983.

5112	PALEONTOLOGIJA 2 (prof. geologije i geografije)	0+0	1+1
-------------	--	------------	------------

Paleontologija vertebrata, osobit osvrt na razvoj primata i porijeklo čovjeka. Značaj i uloga vertebrata u evoluciji i biostratigrafiji. Osnove paleobotanike. Osvrt na značajna paleontološka nalazišta fosilnih vertebrata i fosilnog bilja u nas.

- Benton, M.J.: Vertebrate Paleontology. Chapman & Hall, London, 1998.
- Chaline, J.: Paleontology of Vertebrates. Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- Stewart, W.N.: Paleobotany and the Evolution of Plants. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 1990.
- Kuhn-Schnyder, E. & Rieber, H.: Paläozoologie. Morphologie und Systematik der ausgestorbenen Tiere. Thieme Verlag, Stuttgart, 1984.
- Stewart, W.N.: Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990.

5113	MIKROFOSILI I OKOLIŠI (prof. geologije i geografije)	1+1	0+0
-------------	---	------------	------------

Pregled mikrofosilnih grupa (vapnenačke alge, nanoalge, konodonti, radiolarije, pteropodi, spore i polen, foraminifere, ostrakodi) kroz geološko vrijeme. Foraminifere i ostrakodi indikatori uvjeta i dinamike morskih i boćatih okoliša danas i kroz geološku prošlost. Varijacije oblika, anomalija u građi skeleta foraminifera i ostrakoda, izumiranje i pojavljivanje izazvana različitim vrstama zagađenja. Utjecaj antropogenih promjena na zajednice foraminifera (npr. Tršćanski zaljev).

- Haq, B.U. & Boersma, A.: Introduction to Marine Micropaleontology, Elsevier, New York. 1998.
- Martin, R.E., Environmental Micropaleontology. Kluwer Academic Publ., 2001.
- Murray, J.W., Ecology and Paleoecology of Benthic Foraminifera. Pearson Education Ltd., Harlow, 416 2001.
- Scott, D.B., Medioli, F.S. & Schafer, C.T., Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators. Cambridge University Press, Cambridge, 192 str., 2001.
- Sen Gupta, B. (Ed.), Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 351 str., 1999.

5114	GEOLOGIJA MORA (ing. geologije)	2+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Povijest istraživanja mora. Morfolologija i geneza oceanskih prostora. Sedimentacija i sedimenti u moru. Elementi fizičke oceanografije važni za nastanak i raspored sedimentata u moru (valovi, struje, morske mijene). Obale, morska razina i njihove promjene. Odras klimatskih promjena. Organizmi i morsko dno. Kemija morske vode. Koncept vremena zadržavanja ojedinih tvari u moru. Palaeoceanografija. Sredozemlje i Jadran. Temelji geološkog kartiranja podmorja. Uzorkovanje i rad na moru.

- Juračić, M.: Geologija mora (interna skripta), 1997.
- Seibold, E. & Berger, W.H.: The Sea Floor. An introduction to Marine geology. Springer Verlag, Berlin, 1996.

5115	GEOLOGIJA I HIDROGEOLOGIJA KRŠA (prof. geol. i geog.)	2+0	0+0
------	--	-----	-----

Površinske i podzemne krške pojave. Klasifikacije krša. Hidrogeološke specifičnosti krša. Krš Dinarida.

- Herak, M. & Stringfield, V.T.: Karst. Important Karst Regions of the Northern Hemisphere. Elsevier Publ. Comp. Amsterdam, 1972.
- Jakus, L.: Morphogenetics of Karst Regions. Akademia Kiado, Budapest 1977.

5116	GEOLOŠKE KARTE (prof. geologije i geografije)	1+2	1+2
------	--	-----	-----

Sadržaj i vrste geoloških karata. Prepoznavanje geoloških struktura u terenu i u kartama. Osnove strukturne geologije. Osnove neotektonike.

- Bahun, S.: Geološko kartiranje. Školska knjiga, Zagreb, 1993.

5117	PALEONTOLOŠKI ASPEKTI EVOLUCIJE (prof. geol. i geog.)	2+0	0+0
------	--	-----	-----

Značenje paleontologije za dokazivanje vulucije. Specijacija, paleobiogeografija i paleoekologija. Filetski gradualizam. Interpretaciji punktualizma. Zakonitosti evolucije na temelju paleontoloških dokumenata.

- Dobzhansky, T., Ayala, F.J., Stebbins, G.L., Valentine, J.W.: Evolution. Freeman, San Francisco, 1977.
- Mayr, E.: Animal Species and Evolution. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, 1963.
- Stanley, S.M.: Macroevolution; Pattern and Process. Freeman, San Francisco, 1979.

5118	GEOLOŠKI SEMINAR (prof. geologije i geografije)	0+1	0+1
------	--	-----	-----

Analiza jednog do dva znanstvena rada na stranom jeziku. Proširivanje znanja o zadanoj problematici uz raspravu s nastavnikom. Sastavljanje pismenog rada. Predavanje uz raspravu.

5120	PRIMIENJENA GEOLOGIJA (prof. geologije i geografije)	2+0	0+0
------	---	-----	-----

Geološki sadržaji kao osnova za primjenu u privredi. Geologija u svakodnevnoj primjeni, vodoprivredi (hidrogeologija), graditeljstvu (inženjerska geologija), rudarstvu (rudarska geologija/ geologija mineralnih ležišta), istraživanju nafte i plina (geologija nafte i plina), istraživanju ugljena (geologija ugljena), zaštiti okoliša i u vojne svrhe (vojna geologija).

- Domenico, P.A. & Schwartz, F.W.: Physical and chemical hydrogeology. J. Wiley & Sons, 1990.
- Bell, F.G.: Engineering Geology, Blackwell Sci. Publ., Oxford, 1993.
- Montgomery, C.W.: Environmental Geology. WCB Publisher, Dubuque, IA, USA, 4th ed. 1995.
- Doveton, J.H.: Long Analysis of Sunsurface Geology. A Wiley-Interscience Publ., New York 1986
- Hobson, G.D.: Developments in Petroleum Geology. Applied Science Publishers LTD, London 1977.

5121	GEOLOGIJA ZAŠTITE OKOLIŠA (ing. geologije)	2+0	0+0
------	---	-----	-----

Uloga geologije u zaštiti okoliša. Geološke opasnosti. Hidrološki ciklus, podzemne vode i njihova kakvoća. Otpad i odlagališta otpada. Erozija. Suspendirani materijal i njegovo taloženje. Onečišćenje i eutrofikacija mora (Jadran). Elementi u tragovima u okolišu. Toksičnost i dostupnost elemenata akvatičkom životu i čovjek. Prirodne koncentracije i antropogeni doprinosi.

- Juračić, M.: Geologija zaštite okoliša (intern skripta), 1997.
- Mayer, D.: kvaliteta i zaštita podzemnih voda. Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora, Zagreb, 1993.
- Milnes, A.G.: Geology and radwaste. Academic Press, London 1985.
- Montgomery, C.W.: Environmental Geology. WCB Publisher, Dubuque, IA, Usa, 4th ed., 1995.

5122	FIZIČKA GEOLOGIJA (ing. geologije)	3+2	2+2
------	---	-----	-----

Predmet bavljenja geologije; odnos geologije prema drugim prirodnim znanostima. Razvitak Sunčevog sustava i Zemlje. Ekstrateristička materija; asteroidi, meteoriti, komete, impakti. Oblik i građa Zemlje. Minerali i stijene kao temeljno gradivo litosfere. Endodinamika: magmatizam, postanak magmatskih stijena. Tektonika ploča; vrste rubova ploča, Wilsonov ciklus. Vulkanizam, vrste i građa vulkana, vrste erupcija, postvulkanске pojave. Potresi, vrste valova, širenje valova kroz Zemlju, MCS i Richterova skala. Primjena

seizmičkih istraživanja u geologiji. Tektonika; slojevi, mjerenje položaja. Deformacije zemljine kore; bore, rasjedi, navlake. Procesi na površini Zemlje: trošenje, postanak tala, padinski procesi, mehanizmi prijenosa i taloženja detritusa, dijageneza. Vode u prirodi; prirodni ciklus vode; podzemna voda; akviferi, barijere, vodno lice, razvodnice, vrste izvora. Okoliši i njihov geološki značaj; procesi, reljef, sedimenti. Rijeke; vrste, evolucija reljefa, ravnotežni profil. Delte i ušća. Estuariji. Jezera. Krš; reljefni oblici, dinamika voda. Led; dinamika, reljefni oblici, sedimenti i sedimentna tijela i ledbe. Pustinje. Mora i oceani; podjele morskih prostora, dinamika okoliša, procesi i sedimenti. Taložni bazeni, vrste, vrste sedimenta. Fizika Zemlje; temperatura, magnetizam, gravitacija; izostazija. Određivanje starosti u geologiji. Osnovne stratigrafske podjele; klasifikacije - vremenske ljestvice. Okoliši i facijesi. Prikaz geološke građe terena: vrste geoloških karata, geološki profil, geološki stupovi, blok-dijagrami, geološki modeli.

Vježbe: Rješavanje zadataka iz tektonike ploča, seizmologije, tektonike, egzodinamike.

- Plummer, Ch.C. & McGeary, D.: Physical Geology, 5. izd., WC Brown Publishers, 1991.
- Plummer, Ch.C., McGeary, D., Carlson, D.: Physical Geology, 8th Ed. Mc Graw Hill, Boston, 2001.
- Tarbuk, E.J. & Lutgens, F.K.: Earth Science. 5. izd., Merrill Publ. Company, Columbus, 1988.
- Murck B.W., Skinner B.J., Porter S.C.: Environmental Geology, John Wiley & Sons, New York, 1996.
- Duff D.: Holme's Principles of Physical Geology. 4th Ed., Chapman & Hall, London, 1993.
- Marjanac T.: Predavanja iz fizičke (opće) geologije, 2. izd. skripta i zbirka zadataka

5123	GEOLOGIJA (ing. geofizike)	3+2	0+0
------	-----------------------------------	-----	-----

Teorija o evoluciji Zemlje. Dijastofizam, bore, rasjedi, navlake, uzroci dinamike Zemlje. Osnove za vremenske podjele geološke prošlosti. Fosili, facijesi. Geološke karte, stupovi i profili. Inženjerska geologija i hidrogeologija. Minerali i stijene. Geološki kompas. Grafički zadatci iz tektonike. Geološke karte. Redoslijed geoloških zbivanja.

- Nusset A.E., Khan M.A. (2000): Looking into the Earth. An introduction to geological geophysics. Cambridge University press. Cambridge.

5124	GEOLOGIJA HRVATSKE (ing. geol., prof. geol. i geog.)	0+0	1+0
------	---	-----	-----

Povijest geološke misli o tlu Hrvatske. Kratak pregled razvoja geotektonskih koncepcija o Dinaridima. Najvažniji geotektonski modeli na području Hrvatske uz kraće osvrt na susjedna područja (Bosna i Hercegovina, Slovenija, Mađarska). Problem granica između osnovnih geotektonskih jedinica. Vanjski Dinaridi, Unutrašnji Dinaridi i Panonske strukture: prikaz osnovnih stratigrafskih i tektonskih elemenata uz rekonstrukciju paleogeografskih odnosa i geotektonskih zbivanja u pojedinim razdobljima geološke prošlosti. Geneza današnjih strukturnih odnosa.

- Herak, M.: Geologija, 5. izd., Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- Herak, M.: A new concept of geotectonics of the Dinarides. Acta geol., 16/1, JAZU, Zagreb, 1986.
- Herak, M.: Dinaridi (Dinarides). Mobilistički osvrt na genezu i strukturu. Acta geol. 21/2, Zagreb, 1991.
- Odabrani članci iz geoloških časopisa i zbornika (domaćih i inozemnih).

5125	SEMINAR IZ GEOLOGIJE HRVATSKE (ing. geologije, prof. geologije i geografije)	0+0	0+1
------	---	-----	-----

Studenti samostalno obrađuju pojedine teme iz dobivene literature, usmeno izlažu obrađenu problematiku te nakon diskusije uređuju i predaju izvještaj u pismenom obliku.

5126	GEOLOŠKO KARTIRANJE (ing. geologije)	2+4	1+3
------	---	-----	-----

Uvod. Povijest geološkog kartiranja. Geološka karta (topografska osnova, poznavanje stratigrafije i paleontologije, petrologije i sedimentologije), primarni odnosi među stijenama (geološki stup), poznavanje strukturnih odnosa i tektonskih pokreta, današnji prostorni raspored geoloških tijela (položaj graničnih ploha prema reljefu), dubljine izdvojenih geoloških jedinica. Prepoznavanje geoloških struktura na geološkim kartama i na terenu (bore, transgresije, rasjedi, navlake), prikazi geoloških struktura (geološki profili i blok-dijagrami). Pripreme za terensko kartiranje (studij postojećih podataka, fotogeološka obradba. Početna koncepcija o geološkoj građi područja istraživanja. Terenski rad (smještaj, terenska oprema, metode geološkog kartiranja, orijentacija na terenu, rad na dnevnoj turi, rad u terenskoj bazi). Kabinetski rad (analiza uzoraka stijena, definitivno oblikovanje geološke karte, stupova i profila, umač geološke karte). Specijalne (namjenske) karte. Geološka karta Republike Hrvatske u mjerilu 1:50 000.

- Bahun, S.: Geološko kartiranje. Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- Barnes, J.W.: Basic Geological Mapping. Open Univ. Press & Halste Press, New York, 1981.
- Butler, B.C.M. & Bell, J.D.: Interpretation of Geological Maps. Longman Scientific & Technical, 1988.

- Bolton, T. & Proudlove, P.: Geological Maps. Cambridge Univ. Press, 1989.
- Dimitrijević, M.: Geološko kartiranje. ICS, Beograd, 1978.

5127	MIKROPALEONTOLOGIJA 1 (ing. geol.)	0+0	1+2
------	---	-----	-----

Pojam i zadaci mikropaleontologije. Uzorkovanja, metode prepariranja, načini fosilizacije i promatranja mikrofosila. Morfologija, organizacija, načini života, te taksonomija i evolucija najvažnijih skupina u geološkom vremenu i prostoru. Značaj mikrofosila u biostratigrafiji i istraživanju nafte.

- Bignot, G.: Elements of Micropalaeontology. Graham & Trotman Lim., London, 1985.
- Haq, B.U. & Boersma, A.: Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier, New York, 1998.
- Riding, R.: Calcareous Algae and Stromatolites. Springer Verlag, Berlin, 1991.

5131	GEOLOGIJA KRŠA (ing. geologije)	2+0	0+0
------	--	-----	-----

Uvod. Povijest proučavanja krša. Pristup proučavanju krša (speleološki, deskriptivni, genetski). Tektonetska klasifikacija krša (orogenski, epiorogenski). Vode u kršu, Raspored krša u svijetu. Krš Dinarida (litostratigrafija, tektonika, vrijeme okršavanja, jadranski pojas, visokokrški pojas, unutrašnji pojas). Morfološka evolucija krša (početak i mogućnosti okršavanja, dubina okršavanja). Postanak krških oblika (ponikve, polja, zaravnji). Postanak krških izvora. Površinski tokovi i okršavanje.

- Ford, D. & Williams, P.: Karst Geomorphology and Hydrology. Chapman & Hall, London, 1992.
- Herak, M. & Stringfield, V. T.: Karst. Important Karst Regions of the Northern Hemisphere. Elsevier Publ. Comp., Amsterdam, 1972.

5140	PALEOEKOLOGIJA (ing. ekologije)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Pojam i zadatci paleoekologije. Pristup paleoekološkoj analizi. Način života kopnenih i vodenih organizama - kretanje, disanje, ishrana i razmnožavanje. Abiotički i biotički čimbenici u okolišu. Tafonomija i fosilna ležišta (očuvanost skeleta, sortiranje i orijentacija, dijageneza fosila). Funkcionalna morfologija. Mineralnisastav površina i skeletna građa. Pregled najvažnijih fosilnih skupina i njihovo značenje u paleoekologiji. Mikrofosili i mikrofacijesi. Tragovi fosila - klasifikacija i interpretacija. Inhofacijesi. Paleogeografska rekonstrukcija od litoralne do abisalne zone. Biotički i paleobiotički sustavi: jedinka, vrsta, populacija i životna zajednica u paleontologiji. Fosilni ekosustavi.

- Ager, D.V.: Principles of Paleocology. Mc Graw - Hill Book Comp., New York, 1963.
- Mc Kerrow, W.S. (edit.): The Ecology of Fossils - an illustrated Guide. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981.
- Sokač, A.: Paleoekologija (skripta). Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 1996.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.

5142	PALEONTOLOGIJA BEZKRALJEŽNJAKA (ing. geologije)	2+2	0+0
------	--	-----	-----

Invertebratni fosili. Građa tijela; mineralni sastav skeleta i glavni skeletni elementi; način života; stratigrafski raspon pojedinih skupina bezkralježnjaka. Tafonomija. Najvažniji predstavnici - facijesni i provodni fosili, rodovi važni za geologiju Hrvatske. Taksonomski pregled po skupinama: Protozoa (foraminifere, radiolarije), Parazoa (spužve, arheocijatidi), Ameria (žarnjaci, mekušci - osobito školjkaši, puževi i glavonošci), Polymeria (kolutičavci, člunkonošci - trilobiti, raci i kukci), Oligomeria (mahovnjaci, ramenonošci, bodljikaši - osobito morski liližani i ježinci, polusvitkovci - graptoliti).

- Boardman, R.S. et al.: Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publ., Palo Alto, 1987.
- Doyle, P.: Understanding Fossils. An Introduction to Invertebrate Palaeontology. Wiley, Chichester, 1996.
- Kochansky-Devide, V.: Paleozoologija. Školska knjiga, Zagreb, 1964.
- Lehmann, U. & Hillmer, G.: Wirbellose Tiere der Vorzeit. 2. izd., Enke Verlag. Stuttgart, 1988.
- Sokač, A.: Invertebratni fosili. Skripta. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 1994.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.
- Ziegler, B.: Einführung in die Paläobiologie. Teil. 2. Spezielle Paläontologie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1983.

5143	PALEONTOLOGIJA KRALJEŽNJAKA (ing. geologije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Fosilni nalazi i fosilizacija skeleta kralježnjaka u morskim i kontinentalnim sedimentacijskim prostorima. Principi klasične, evolucijske i filogenetske sistematike (kladizam). Karakteristike građe dijelova skeleta glave, osnog skeleta i kostiju udova. Taksonomija najčešćih fosilno sačuvanih kralježnjaka od bezčeljusnica

do sisavaca. Glavni primjeri evolucijskih nizova, rasprostranjenosti i izumiranja. Uloga kralježnjaka u biostratigrafiji. Paleobiogeografija.

- Benton, M.J.: Vertebrate Paleontology. Chapman & Hall, London, 1998.
- Carroll, R.L.: Vertebrate paleontology and evolution. W.H. Freeman & Co., New York, 1988.
- Carroll, R.L.: Patterns and processes of vertebrate evolution. Cambridge Univ. Press 1997.
- Chalain, J.: Paleontology of Vertebrates. Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- Radović, J.: Dragutin Gorjanović-Kramberger i krapinski pračovjek: počeci suvremene paleoantropologije. Hrvatski prirodoslovni muzej, Školska knjiga, Zagreb, 1988.

5144	SEMINAR (ing. geologije)	0+1	0+1
-------------	---------------------------------	------------	------------

Student u toku semestra referira jedan objavljeni rad iz uglednog časopisa o čemu izrađuje pismeni sastav i usmeno ga izlaže pred studentima i nastavnicima.

5145	TALOŽNI BAZENI (ing. geologije)	2+1	1+1
-------------	--	------------	------------

Okoliši i facijes. Taložni sustavi, bazeni i razvitak prostora. Od okoliša do stratigrafije. Taložni sustavi: procesi, okoliši, facijesi, uvjeti, građa, razvitak. Riječni sustavi. Aluvijalna lepeza. Riječna ušća. Klastične obale. Klastični šelf. Obalni i plitkomorski karbonati. Organski grebeni. Dubokomorski sustavi. Jezera. Pustinje. Glacijalni sedimenti. Vulkanski okoliši. Uloga prinosa, tektonike, klime i gibanja morske razine u razvitku taložnih sustava: progradacija, agradacija, regresija, transgresija, kontinuitet, diskontinuitet, stratigrafske sekvencije. Allostratigrafija. Litostratigrafija. Taložni sustavi kao sastavnice taložnih bazena. Ciklusi i globalne promjene. Stratigrafska korelacija. Datiranje. Biostratigrafija. Značajke i razvitak taložnih bazena vezanih uz rift, kontinentalni rub, subdukciju, kontinentalnu koliziju, te uzdužno kretanje. Intrakratski bazeni.

- Nichols, G., 1999, Sedimentology and Stratigraphy. Blackwell, Oxford.
- Walker, R.G., James, N.P., 1992, Facies Models: Response to Sea Level Change. Geological Association of Canada, St. John's.
- Miall, A.D., 2000, Principles of Sedimentary Basin Analysis. 3. izd. Springer, New York.
- Einsele, G., 2000, Sedimentary Basins. 2. izd. Springer, Berlin.

5146	SEMINAR IZ TALOŽNIH BAZENA (ing. geologije)	0+0	0+2
-------------	--	------------	------------

Proučavanje i prikaz važnijih i novijih istraživanja taložnih sustava i izgradnje taložnih sustava i bazena. Rasprava o pristupima tumačenju, o analitici, te o značenju prikazane tematike. Širenje znanja o raznim stratigrafskim temama.

- Izbor važnijih i novijih članaka.

5147	STRATIGRAFSKA KLASIFIKACIJA I KORELACIJA (ing. geol.)	2+0	0+0
-------------	--	------------	------------

Litostratigrafija: jedinice, odnos među jedinicama, vrste i narav granica, vrste facijelnih kontakata, vertikalni i lateralni slijed naslaga, Waltherov zakon, relativne promjene razine mora, taložne sekvencije, parasekvencije, taložni sistemi i njihovi traktovi, problemi korelacije. Seizmostratigrafija: parametri u interpretaciji, oblik i narav refleksa, kontinuitet/diskontinuitet refleksa, intervalna brzina, seizmička razolucija, seizmofacijes. Magnetostratigrafija: remanentni magnetizam, paleomagnetizam, polaritetne zone, problemi korelacije. Biostratigrafija: biostratigrafske jedinice, vrste zona, biogeografske provincije, biokorelacija. Kronostratigrafija: izokronične i dijakronične jedinice, odnos kronostratigrafskih i geokronoloških jedinica, polaritetne jedinice, osnove geološke vremenske ljestvice, biokronologija, radiokronologija, kronokorelacija.

- Boggs, S. Jr.: Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Merrill, 1987.
- Wilgus C.K., Hastings B.S., Ross C.A., Posamentier H., Wagoner J.V. & Kendall Ch.G.St.C. (eds.): Sea-level changes: An integrated approach. S.E.P.M. Sp. Publ. 42, 1988
- Bally A.W.: Atlas of Seismic Stratigraphy. AAPG Studies in Geology 27., 1989

5148	ELEMENTI ZNANSTVENOG RADA (ing. geologije)	1+1	0+0
-------------	---	------------	------------

Posvudašnje korištenje znanosti i znanstveno istraživanje kao način stjecanja znanja za znanosti i primjenu čine potrebnim poučavanje o osnovnim značajkama znanstvenog rada.

- Schumm, S.A.: To interpret the Earth. Ten ways to be wrong. Cambridge University Press, 1991.
- Silobričić, V.: Kako sastaviti i objaviti znanstveno djelo. 3. izd., Medicinska naklada, Zagreb, 1994.

5149	GLOBALNA TEKTONIKA (ing. geol., prof. geol. i geog.)	1+0	2+0
------	---	-----	-----

Obuhvaćeni su svi važni aspekti tektonike ploča (tektonski događaji na rubovima odnosno u unutrašnjosti ploča). Strukture: tipovi i uvjeti postanka. Režim stresa. Rasjedi: tipovi, geneza i važnost u strukturnom sklopu. U seminaru studenti obrađuju i prezentiraju zanimljiva pitanja o tektonskoj evoluciji drevnih i mladih planinskih pojasova na Zemlji; ilustriraju različite primjere transformnih rasjeda; analiziraju različitost postanka kontinentalnih sitnih zona; objašnjavaju razliku kontinentalne i oceanske kore.

- Anderson, D.L.: Theory of the Earth. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1989.
- Cox, A. & Hart, R.B.: Plate Tectonics. How it works. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1986.
- Kearey, P. & Brooks, M.: An Introduction to Geophysical Exploration. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 1984.
- Kearey, P. & Vine, F.J.: Global Tectonics. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1990.

5150	METODE PALEONTOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA (ing. geol.)	1+3	0+0
------	--	-----	-----

Primjene specijalističkih metoda u makropaleontologiji i mikropaleontologiji. Laboratorijske obrade mikropaleontoloških uzoraka - izbrusci, nabrusci, orijentirani presjeci, muljenje ("šlemanje"). Osnove biometrije i primjena matematičke statistike u paleontologiji. Izrada samosalnog paleontološkog izvješća.

- Kummel, B. & Raup, D.: Handbook of Paleontological Techniques. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 1965.
- Feldmann, R.M., Chapman, R.E. & Hannibal, J.T.: Paleotechniques. The Paleontological Society Special Publication 4, Knoxville, 1989.
- Molina, E. (ed.): Micropaleontología. Colección Textos Docentes, no. 93, Pensas Univ. de Zaragoza, 2003.

5151	PALEOBOTANIKA (ing. geologije)	0+0	1+1
------	---------------------------------------	-----	-----

Pojam i značenje paleobotanike. Fossilizacija biljnih ostataka - stanična permineralizacija, karbonizacija, inkrustacija, duripatričko sačuvanje. Sistematika i nomenklatura carstva Plantae. Pregled po skupinama: Bryophyta (jetrenjarkje i prave mahovine), Pteridophyta (prapaprti, cvrtočine, preslice, prave paprti), Spermatophyta (igličaste gološjemenjače, perastolisne gološjemenjače, kritosjemenjače). Važniji stadiji u evoluciji biljnog svijeta (ravoj primitivne "flore", prijelaz flore na kopno - vegetativne i reproduktivne adaptacije, evolucija sjemena). Kopnena flora od devona do kvartara.

- Herak, M.: Paleobotanika. Školska knjiga, Zagreb, 1964.
- Sremac, J.: Paleobotanika (Plantae). Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1997.
- Stewart, W.N.: Paleobotany and the Evolution of Plants. 5 izd., Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990.

5152	GEOLOŠKE METODE U NAFTNIM ISTRAŽIVANJIMA (ing. geol.)	0+0	2+1
------	--	-----	-----

Podrijetlo, priroda i rana dijageneza organske tvari u sedimentu. Kerogen: sastav, klasifikacija i smještaj u taložini. Podpovršinski procesi generiranja nafte i plina. Istiskivanje, migracija i smještaj nafte. Izmjene nakon smještaja. Teške nafte i "katranski pijesci". Primjena biološkog makera. Taložni okoliš naftnih matičnih stijena. Stratigrafska načela kartiranja matičnih slojeva. Zakonitosti rasporeda matičnih stijena na globalnom planu. Predviđanje pronalaza nafte primjenom geološko-geokemijskih metoda.

- Tissot, B.P. & Welte, D.H.: Petroleum Formation and Occurrence. Springer Verlag, 1984.
- Emery, D. & Myres, K.J. (eds.): Sequence Stratigraphy. Blackwell Sci. Oxford, 1996.
- Miall, A.D.: The geology of Stratigraphic Sequences. Springer Verlag, Berlin, 1997.

5153	SEMINAR IZ STRATIGRAFIJE (ing. geologije)	0+1	0+1
------	--	-----	-----

Na temelju novijih važnijih radova, poglavito iz inozemne literature, studenti prikazuju novija znanstvena istraživanja na području stratigrafije i/ili historijske geologije. Nakon diskusije o pristupu, interpretaciji, analitici, značenju prikazane tematike i dr., studenti predaju izrađen pismeni referat. Može biti vezan uz tematiku diplomskog rada.

- Izbor važnijih članaka iz uglednih geoloških publikacija (časopisa, zbornika).

5154	SEMINAR IZ PALEONTOLOGIJE KRALJEŽNJAKA (ing. geol.)	0+0	0+1
------	--	-----	-----

Na temelju novijih važnijih radova iz područja vertebratologije, poglavito iz inozemne literature, studenti, uz konzultacije s voditeljem, izrađuju pismeni sastav koji izlažu pred ostalim sudionicima seminaru.

5155	MIKROPALAEONTOLOGIJA 2 (ing. geologije)	1+3	0+0
------	--	-----	-----

Aspekti i različitost pristupa taksonomskoj klasifikaciji u mikropaleontologiji. Zoološka i paleozoološka nomenklatura pravila. Pojam tipusa. Primjeri za razumjevanje evolucije. Ekološki i paleoekološki odnosi značajnijih formi i mikrozajednica u recentnim i fosilnim morskim ekosistemima. Taksonomija i detaljni morfološke građe, strukture stijenki i unutrašnje građe foraminifera, algi, "hitinoznih" i drugih značajnijih mikrofosila. Analiza mikrofacijesa.

- Haq, B.U. & Boersma, A.: Introduction to Marine Micropaleontology, Elsevier, Amsterdam, 1998.
- Brasier, M.D.: Microfossils. G Allen & Uniwinn Ltd., London, 1985.
- Flügel, E.: Microfacies Analysis of Limestones. Springer-Verlag, Berlin, 1982.
- Hottinger, L. Halicz, E. & Reiss, Z.: Recent Foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Dela SAZU, 33, Ljubljana, 1993.
- Loeblich, A.R. & Tappan, H.: Foraminiferal Genera and Their Classification. Van Nostrand Reinhold, knj. 1 i knj. 2, New York, 1988.
- Riding, R.: Calcareous Algae and Stromatolites. Springer Verlag, Berlin, 1991.

5156	PALEOEKOLOGIJA (ing. geologije)	0+0	2+1
------	--	-----	-----

Pojam i zadatci paleoekologije. Pristup paleoekološkoj analizi. Način života kopnenih i vodenih organizama - kretanje, disanje, ishrana i razmnožavanje. Abiotički i biotički čimbenici u okolišu (temperatura, salinitet, svjetlost, otopljeni plinovi, tlak, sastav morskog dna, dubina vode, energija vode, sadržaj kalcij-karbonata u vodi; produktivnost i biomasa, odnosi među organizmima). Tafonomija i fosilna ležišta (očuvanost skeleta, sortiranje i orijentacija, dijageniza fosila). Funkcionalna morfologija. Mineralni sastav skeleta i skeletna građa. Tragovi fosila - klasifikacija i interpretacija. Inhofacijesi. Paleogeografska rekonstrukcija od litoralne do abisalne zone. Biotički i paleobiotički sustavi: jedinka, vrsta, populacija i životna zajednica u paleontologiji. Fosili ekosustavi. Pregled paleoekoloških istraživanja u Hrvatskoj.

- Bames, R.S.K. & Hughes, R.N.: An introduction to Marine Ecology. Blackwell Science, 1999.
- Brenchley, P.J. & Harper, D.A.T.: Palaeoecology. Ecosystem, Environments and Evolution. Chapman & Hall, London, 1998.
- Prothero, D.R.: Bringing Fossils to life - an Introduction to Paleobiology. McGraw-Hill, London, 1998.
- Sokač, A.: Paleoekologija (skripta). Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 1996.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.

5157	SEMINAR IZ PALEOEKOLOGIJE (ing. geologije)	0+0	0+1
------	---	-----	-----

Svaki student dobiva na početku semestra temu iz domaćeg ili stranog znanstvenog časopisa, te, uz konzultacije s voditeljem, izrađuje pismeni sastav, koji kasnije prikazuje pred ostalim sudionicima seminara.

- Izabrani znanstveni radovi iz područja paleoekologije iz stranih i domaćih časopisa.

5158	POVIJEST GEOLOGIJE (ing. geologije)	0+0	2+0
------	--	-----	-----

Svrha predmeta je upoznavanje studenata s povijesnim razvojem ideja u geologiji, kako bi ih, zajedno s načelima i činjenicama koje su čuli u toku studija, povezali u cjelovitu sliku geologije kao jedinstvene prirodno-povijesne znanosti i spoznali ovisnost promjene ideja o općim društveno-kulturnim pilikama. Ovo je najprikladnije postići prikazujući kronološkim redoslijedom "borbe mišljenja", odnosno kontroverze o geološkim koncepcijama i postupnu pobjedu novih ideja. Primjerice: neptunisti - vulkanisti - plutonisti, katastrofisti - uniformisti, ledena doba, starost Zemlje, fiksisti - mobilisti odnosno koncepcija geosinklinala - tektonika ploča, i konačno, promjene (i ograničenja) u shvaćanju principa aktualizma (uniformnosti) i njegovu primjenu u ostalim prirodnim znanostima. Povijest geologije u Hrvatskoj.

- Hallam, A.: Great geological controversies. Oxford Univ. Press. 1983.
- Hallam, A.: Revolutions in Earth History. Oxford Univ. Press. 1982.
- Odabrani članci iz domaćih i inozemnih geoloških časopisa.

5159	SEMINAR IZ GEOLOGIJE KRŠA (ing. geologije)	0+1	0+0
------	---	-----	-----

Svaki od studenata tijekom godine referira dva objavljena znanstvena ili stručna rada iz novije domaće ili strane krške literature, o čemu izrađuje pismeni sastav i usmeno izlaže pred ostalim studentima i nastavnicima uz raspravu.

- Tekuća novija domaća i strana krška literatura.

5161	SEMINAR IZ GEOLOGIJE MORA (ing. geologije)	0+1	0+0
------	---	-----	-----

Samostalna izrada i prezentacija rada iz područja koje se obrađuje u kolegiju.

5162	GEOLOŠKI SEMINAR (ing.geologije)	0+1	0+0
------	---	-----	-----

Proširenje znanja o raznim temama prema sklonosti studenata.

- Izbor važnijih i novijih članaka.

5163	GEOLOGIJA MORA (ing. ekologije)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Povijest istraživanja mora. Morfologija i geneza prostora. Sedimentacija i sedimenti u moru. Elementi fizičke oceanografije važni za nastanak i raspored sedimenta u moru (valovi, struje, morske mijene). Obale, morska razina i njihove promjene. Odras klimatskih promjena. Organizmi i morsko dno. Kemija morske vode. Koncept vremena zadržavanja pojedinih tvari u moru. Paleoceanografija. Sredozemlje i Jadran. Temelji geološkog kartiranja podmorja. Uzorkovanje i rad na moru.

- Juračić, M.: Geologija mora (interna skripta), 1997
- Seibold, E. & Berger, W.H.: The Sea Floor. An introduction to Marine geology. Springer Verlag, Berlin, 1996.

5164	GEOLOGIJA ZAŠTITE OKOLIŠA (ing. ekologije)	2+0	0+0
------	---	-----	-----

Uloga geologije u zaštiti okoliša. Geološke opasnosti. Hidrološki ciklus, podzemne vode i njihova kakvoća. Otpad i odlagališta otpada. Erozija. Suspendirani materijal i njegovo taloženje. Onečišćenje i eutrofikacija mora (Jadran). Elementi u tragovima u okolišu. Tosičnost i dostupnost elemenata akvatičkom životu i čovjeku. Prirodne koncentracije i antropogeni doprinosi.

- Juračić, M.: Geologija zaštite okoliša (interna skripta), 1997.
- Mayer, D.: Kvaliteta i zaštita podzemnih voda. Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora, Zagreb, 1993.
- Montgomery, C.W.: Environmental Geology. WCB Publisher, Dubuque, IA, Usa, 4th ed., 1995.
- Milnes, A.G.: Geology and radwaste. Academic Press, London 1985.

5165	GEOLOGIJA MORA (prof. geologije i geografije)	2+1	0+0
------	--	-----	-----

Povijest istraživanja mora. Morfologija i geneza oceanskih prostora. Sedimentacija i sedimenti u moru. Elementi fizičke oceanografije važni za nastanak i raspored sedimenta u moru (valovi, struje, morske mjene). Obale, morska razina i njihove promjene. Odras klimatskih promjena. Organizmi i morsko dno. Kemija morske vode. Koncept vremena zadržavanja pojedinih tvari u moru. Palaeoanografija. Sredozemlje i Jadran. Temelji geološkog kartiranja podmorja. Uzorkovanje i rad na moru.

- Juračić, M.: Geologija mora (interna skripta), 1997.
- Seibold, E. & Berger, W.H.: The Sea Floor. An introduction to Marine geology. Springer Verlag, Berlin, 1996.

5166	GEOLOŠKI HAZARDI	2+1	0+0
------	-------------------------	-----	-----

Hazard i rizik. Ranjivost. Prevencija, obrana, gospodarenje. Vulkanizam. Lava. Padanje pepela i kršja, piroklastični tokovi, plinovi. Sekundarni hazardi: masena kretanja, lahari, bujice, poplave, požari, promjene hidrografije. Potresi. Potresni valovi i grada terena. Sekundarni hazardi: likvefakcija, podzemne vode, masena kretanja, poplave, požari, tsunami. Masena kretanja. Padanje, puzanje, klizanje i gravitacijsko tečenje sedimenta. Usjedanje. Uzroci. Rijeke. Erozija i akumulacija. Poplave. Padine. Spiranje. Bujice. Vjetar. Deflacija. Prijenos i taloženje pijeska. Obale. Klifovi i žala. Erozija i akumulacija. Oluje. Procesi oko riječnih ušća. Globalne promjene. Analitički pristupi. Procjena utjecaja na okoliš. Obilazak klizišta.

- Keller, E. A., 2000, Environmental Geology. 8. izd. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Smith, K., 2001, Environmental Hazards. Routhledge, London.
- McCall, G. J.H., Laming, D. J.C., Scott, S.C., 1992, Geohazards. Chapman & Hall, London.

5167	PALEOEKOLOGIJA (za studente RGNF-a)	0+0	2+1
------	--	-----	-----

Pojam i zadatci paleoekologije. Pristup paleoekološkoj analizi. Način života kopnenih i vodenih organizama - kretanje, disanje, ishrana i razmnožavanje. Abiotički i biotički čimbenici u okolišu (temperatura, salinitet, svjetlost, otopljeni plinovi, tlak, sastav morskog dna, dubina vode, energija vode, sadržaj kalcij-karbonata u vodi, produktivnost i biomasa, odnosi među organizmima). Tafonomija i fosilna ležišta (očuvanost skeleta, sortiranje i orijentacija, dijageneza fosila). Funkcionalna morfologija. Mineralni sastav skeleta i skeletna grada. Tragovi fosila - klasifikacija i interpretacija. Inhofacijesi. Paleogeografska rekonstrukcija od litoralne

do abisalne zone. Biotički i paleobiotički sustavi: jedinka, vrsta, populacija i životna zajednic u paleontologiji. Fosilni ekosustavi. Pregled paleoekoloških istraživanja u Hrvatskoj.

- Barnes, R.S.K. & Hughes, R.N.: An introduction to Marine Ecology. Blackwell Science, 1999.
- Brenchley, P.J. & Harper, D.A.T.: Palaeoecology. Ecosystem, Environments and Evolution. Chapman & Hall, London, 1998.
- Prothero, D.R.: Bringing Fossils to life - an Introduction to Paleobiology. McGraw-Hill, London, 1998.
- Sokač, A.: Paleogeologija (skripta). Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 1996.
- Sremac, J.: Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1999.

5201	MINERALOGIJA (prof. kemije i ing. kemije)	2+2	2+2
-------------	--	------------	------------

Osnovne kristalografske zakonitosti, izvedene prema harmonijskim svojstvima oblika kristala i simetriji atomskog rasporeda u njima. Pregled osobina kristala koje su uvjetovane simetrijom njihove građe. Najčešći načini postanka i osnovna svojstva najznačajnijih minerala.

- Borchardt-Ott, W.: Crystallography, Springer, Berlin, 1995.
- Klein, C. : Mineral Science, John Wiley & Sons, New York, 2002.
- Međimolec, S.: Kristalna optika - interna skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, 1998.
- Nesse W.D. : Introduction to mineralogy, Oxford University Press, Oxford, 2000

5202	STATISTIČKA ANALIZA U GEOLOGIJI (ing.geologije)	2+2	0+0
-------------	--	------------	------------

Definicija i zadaća geostatistike. Mjerni sustavi u geostatistici. Statistički skup, osnovni skup i uzorak. Elementarna statistika i primjena u geologiji (vrijednost, testovi populacija, analiza varijance). Analiza sekvenci. Geološka mjerenja u sekvencama. Analiza i statistički prikaz na kartama (raspodjela točaka, konturni dijagrami, kriging, analiza trenda, usporedba karata). Multivarijantna analiza u geologiji (višestruka regresija, diskriminacijske funkcije, klaster analiza, faktorska analiza, korespondentna analiza). Plan uzorkovanja. Stratificirani uzorak. Uzorak skupina (klaster uzorak).

- Davis, C.J.: Statistics and Data Analysis in Geology, 2. izd., John Wiley & Sons, New York, 1986.
- Šošić, I., Serdar, V.: Uvod u statistiku. Školska knjiga, Zagreb, 1995.

5203	MINERALOGIJA (ing. geologije)	2+1	2+2
-------------	--------------------------------------	------------	------------

Teorija ponavljanja i translacijska periodičnost. Moguće rotacijske simetrije (osi simetrije) kristala i njihove kombinacije; kombinacije više refleksija sa ili bez inverzije. Izvod kristalnih klasa i Bravaisovih rešetki. Pregled svih točkinih grupa i kristalnih formi. Račun osnih kutova i osnog odnosa pomoću sfernetrigonometrijskih relacija. Simetrija fizičkih svojstava kristala za sebe - Neumannov princip - i u interakciji sa simetrijom polja - Curieov princip; nekristalografske konačne grupe simetrije i njihove indeksne površine. Skalarna i tenzorska svojstva kristala s težištem na termičkim, električkim, magnetskim i mehaničkim. Linearne transformacije i operacije točkinih grupa pomoću matrica. Matički tenzor u rješavanju kristaloloških zadataka. Ionski, atomski, kovalentni radiji, različiti tipovi kejskih veza i očekivane koordinacije. Paulingova pravila. Energija ionske kristalne rešetke. Defekti u kristalima. Difuzija u čvrstom stanju, fazne transformacije, plastične deformacije. Guste slagaline. Opis kristalnih struktura i svojstava odabranih minerala i kristalokemijskih grupa.

- Buerger, M.J.: Elementary Crystallography. J.Wiley & Sons New York 1965.
- Giacobozzo, C. ed: Fundamentals of Crystallography. Intern. Union of Cryst. Oxford U. Press 1992.
- Klein, C. & Hurlbut, C.S. Jr.: Manual of Mineralogy. 21. izd., J. Wiley & Sons Inc. New York 1993.
- Kleber, W.: Einführung in die Kristallographie, 17.izd., Verlag Technik GmbH, Berlin 1990.

5204	SEDIMENTOLOGIJA 1 (prof. geologije i geografije)	2+1	0+0
-------------	---	------------	------------

Uvod. Trošenje. Postanak tla. Porijeklo, uvjeti postanka i vrste sastojaka sedimentata. Terigeni i klastični sastojci. Karbonatni sastojci. Silicijski talozi, fosfati, evaporiti, boksiti, organska tvar. Svojstva čestica. Organizacija čestica. Struktura sedimentata. Prijenos i taložne tekture. Postsedimentacijske tekture. Biogene taložne tekture. Ihnofosili. Dijagenetski procesi. Principi klasifikacija sedimentata.

- Chamley, H.: Sedimentology. Springer. Berlin, 1990.
- Tucker, M.E.: Sedimentary petrology. An Introduction. Blackwell. Oxford, 1991.
- Tišljar, J.: Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- Thompson, G.R. & Turk, J.: Earth Science and the Environment. Harcourt Brace College Publishers, Orlando, 1999.

5205	PETROLOGIJA S MINERALOGIJOM (prof. geografije)	1+1	1+1
------	--	-----	-----

Petrogeni i rudni minerali i njihova struktura i postanak. Nastanak magmatskih, sedimentnih i metamorfnih stijena na temelju strukturalnih, teksturalnih i kompozicijskih značajki. Proces i unutrašnjosti i na površini Zemlje. Ekonomsko značenje minerala i stijena.

- Tajder, M. i Herak. M.: Petrologija i geologija, Školska knjiga, Zagreb, 1972.
- Vrkljan M.: Mineralogija i petrologija. Osnove i primjena. RGNF, Zagreb 2001.
- Thompson, G.R. & Turk, J.: Earth Science and the Environment. Harcourt Brace College Publishers, Orlando, 1999.

5206	OSNOVE PETROLOGIJE I MINERALOGIJE (prof. geog. i pov.)	1+1	0+0
------	--	-----	-----

Značajke i postanak petrogenih i rudnih minerala. Proces postanka magmatskih, sedimentnih i metamorfnih stijena na temelju strukturalnih, teksturalnih i kompozicijskih značajki. Endogeni i egzogeni procesi. Uporaba minerala i stijena.

- Tajder, M. i Herak. M.: Petrologija i geologija, Školska knjiga, Zagreb, 1972.
- Vrkljan M.: Mineralogija i petrologija. Osnove i primjena. RGNF, Zagreb 2001.

5207	OPĆA MINERALOGIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
------	--	-----	-----

Elementi simetrije. Zone. Koordinatni sustavi. Osnovna (jedinična) ploha. Zakon o racionalnom odnosu parametara. Weissovi simboli. Millerovi indeksi. Zakon o stalnosti kutova. Projekcije u kristalografiji. Kristalne klase. Srastanja. Jedinična ćelija. Bravaisove rešetke. Elementi simetrije fine strukture. Prostorne grupe. Pravci i mrežne ravnine u strukturi. Rentgenske zrake i primjena. Laueovi uvjeti. Braggova jednačba. Tvrdća, lom, kalavost i lučenje. Deformacije materijala. Električna, magnetska i termička svojstva. Kristalna optika. Vibracijski smjerovi. Indeks loma, reljef. Dvolom, pseudoapsorpcija. Boja, pleokrozam. Ploha brzine zraka. Optička indikatriša. Disperzija. Polarizacijski mikroskop. Interferencijske boje. Optički izotropni i anizotropni presjeci. Kompenzatori. Potamnjena. Optički jednoosni i dvoosni materijali. Kristalokemija. Vrste kemijske veze. Koordinacijski broj i polieder. Tipovi struktura. Polimorfija. Izomorfija. Čvrste otopine. Politipija. Miješano slojne trukture. Voda (koordinacijska i strukturalna). Ekspanzija rešetke.

- Kleber, B.: Einführung in die Kristallographie, 17. izd., Verlag Technik GmbH, Berlin, 1990
- Klein, C. & Hurlbut, C.S.: Manual of Mineralogy, John Wiley & Sons, New York, 1993.
- Međimurec, S.: Kristalna optika - interna skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1998.
- Nesse W.D.: Introduction to mineralogy, Oxford University Press, Oxford, 2000.

5208	SISTEMATSKA MINERALOGIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Na osnovi sastava prezentirat će se kemijska podjela minerala u razred: samoradni elementi; sulfidi; halogenidi; oksidi; nitrati; karbonati i borati; sulfati, volframati, molibdati; fosfati, arsenati, vanadati; silikati; organski spojevi.

- Bermanec, V.: Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Targa, Zagreb, 1999.
- Ramdohr, P. & Strunz, H.: Klockmanns Lehrbuch der mineralogie. F. Enke Verl., Stuttgart 1978.
- Rosler, H. J.: Lehrbuch der Mineralogie. VEB Verl., Leipzig 1980.
- Slovenec V. & Bermanec V.: Sistematska mineralogija - mineralogija silikata, Denona d.o.o. Zagreb, 2003.

5209	SEDIMENTOLOGIJA 2 (prof. geologije i geografije)	0+0	2+1
------	--	-----	-----

Erozijski ravnotežni i taložni okoliši. Facijes, taložni sustav i taložni bazen. Utjecaj i kombiniranje osnovnih uvjeta: taložni procesi, prinos sedimenta, klima, tektonska dinamika, gibanje morske razine, biloška aktivnost, kemija vode, vulkanizam. Glacijalni predjeli; pustinje; jezera; padine i podnožja; rijeke; riječna ušća; obale i plitka mora - klastična sedimentacija; obale i plitka mora - karbonatna sedimentacija; dubokomorski predjeli. Progradacija-agradacija-transgresija-regresija i nastanak aložnih jedinica.

- Chamley, H. (1990) Sedimentology, Springer. Berlin.

5210	MAGMATSKE I METAMORFNE STIJENE (prof. geol. i geog.)	2+1	1+1
------	--	-----	-----

Postanak magme. Magmatski procesi. Magmatske stijene: kisele, neutralne, bazične i ultrabazične stijene. Metamorfne stijene i procesi. Karakteristike i klasifikacija metamorfnih stijena. Veza osnovnih tektonskih sredina s magmatskim i metamorfim zajednicama stijena.

- Hydman, D. W. : Petrology of Igneous and Metamorphic rocks. McGraw-Hill Book Comp., NY 1985.
- Best, M.G. : Igneous and metamorphic petrology. Blackwell Sci. Publ., 2003.

5211	MINERALNE SIROVINE (prof. geografije)	1+1	1+1
-------------	--	------------	------------

Osnovna podjela sirovina prema njihovoj namjeni. Principi postanka ležišta i njihova genetska klasifikacija. Magmatska, sedimentna i metamorfna mineralna ležišta. Globalna tektonika i mineralna ležišta. Mineralna ležišta u Dinaridima. Osvrt na energetske sirovine: nuklearne, čvrsta fosilna goriva i bituminozne stijene, nafta i zemni plin. Građevinski materijal.

- Bender, F. : Angewandte Geowissenschaften, Band IV, F. Enke Verlag, Stuttgart, 1986.
- Kniill, J.L. : Industrial geology. Oxford University Press, 1978.
- Riley, Ch.M. : Our Mineral Resources. John Wiley & Sons Inc., New York, 1959.
- Sinha, R.K. : Industrial Minerals. A.A. Balkema. Rotterdam, 1986.

5212	UVOD U GEOKEMIJU (prof. geologije i geografije)	0+0	2+0
-------------	--	------------	------------

Geokemijski sustavi i varijable. Ravnoteže u Geokemiji. Osnove termodinamike. Osnove kozmologije. Geokemijski sustav. Zemlje (Zemljina kora, plašt i jezgra). Geokemijski sustav atmosfere. Geokemijski sustav hidrosfere. Geokemijski sustav biosfere. Geokemija sedimentnih stijena.

- Prohić, E. : Geokemija. Targa, Zagreb, 1998.

5213	DETERMINATIVNE METODE U MINERALOGIJI I PETROLOGIJI (prof. geologije i geografije)	1+2	1+2
-------------	--	------------	------------

Osnove uzorkovanja. Priprema uzorka za analizu. Osnovni analitički parametri, granica detekcije, osjetljivost, točnost, preciznost, analitička greška. Tradicionalne analitičke metode ("mokra kemija"). Elektromagnetski spektar, spektrometrijske metode. Elektrokemijske metode, mjerenje Eh, pH, polagrafija. Principi izotopne geologije, radioaktivni raspad, frakcionacija izotopa. Masena spektrometrija. Radiometrija, određivanje "apsolutne" starosti. Uvod u rendgensku difrakciju; instrumentacija, spektar rendgenskog zračenja, interakcija rendgenskog zračenja i materije, Braggov zakon, intenziteti refleksa. Metoda praha: kvalitativna analiza (baze podataka i njihovo pretraživanje), osnove kvantitativne analize. Osnove elektronske mikroskopije. Osnove termičkih metoda analize.

- Gill, R. : Chemical Fundamentals of Geology. Chapman & Hall, London, 1996.
- Jones, M.P. : Methoden der Mineralogie. Ferdinand Enke Verl., Stuttgart, 1997.
- Skoog, D.A. & Leary, J.J. : Principles of Instrumental Analysis. Saunders College Publishing, Fort Worth, 1992.
- Rollinson, H. : Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman Group Ltd., Harlow, 1993.
- Skoog, D.A., West, D.M. & Holler, F.J. : Fundamentals of analytical chemistry. Saunders College Publishing, New York, 1996.
- Whiston, C. : X-Ray Methods. John Wiley & Sons, New York, 1987.

5214	PRAKTIKUM IZ MINERALOGIJE I PETROLOGIJE (prof. geologije i geografije)	1+2	0+0
-------------	---	------------	------------

Primjena polarizacijskog mikroskopa s prolaznom i reflektiranom svjetlošću u mineralogiji, petrologiji i rudnoj petrologiji. Mikroskopske karakteristike i prepoznavanje glavnih skupina petogenih i rudnih minerala (kvarc, karbonati, olivini, pirokseni, amfiboli, tinjci, kloriti, gline, feldspati, serpentin).

- Barić, Lj. & Tajder, M. : Mikrofiziografija petrogenih minerala. Školska knjiga, Zagreb, 1967.
- Kerr, P.F. : Optical mineralogy. McGraw-Hill, New York, 1977.
- Pichler, H. & Schmitt-Riegraf, C. : Gesteinsbildende Minerale im Dunnschliff. F. Enke, Stuttgart, 1987.

5215	GEOLOŠKI SEMINAR (prof. geol. i geog.)	0+1	0+1
-------------	---	------------	------------

Proučavanje jednog do dva znanstvena rada. Proširivanje znanja o zadanoj problematici uz raspravu s nastavnikom. Samostalno pisanje i prezentacija seminarskog rada, uz raspravu pred ostalim studentima.

5216	OPĆA MINERALOGIJA (ing. geologije)	2+1	2+1
------	------------------------------------	-----	-----

Osnovni pojmovi kristalografije. Elementi simetrije. Simboli elemenata simetrije. Zone. Zakon stalnosti kuteva. Weissovi parametri. Millerovi indeksi. Jedinične plohe. Koordinatni sustavi. Kristalne klase. Simboli kristalnih klasa. Srastanja. Jedinične ćelije. Bravaisove rešetke. Elementi simetrije fine strukture. Prostorne grupe. Pravci i mrežne ravnine u strukturi. Rendgenske zrake i njihova primjena. Laueovi uvjeti. Braggova jednadžba. Kristalna fizika. Gustoća, tvrdoća, lom, kalavost, lučenje. Deformacije. Električna, magnetska i termička svojstva. Boja, ogreb, sjaj. Kristalna kemija. Kristalna optika. Polarizacijski mikroskop.

- Klein, C.: Mineral Science, J. Wiley & Sons, New York, 2002.
- Kleber, B.: Einführung in die Kristallographie, 17th ed. Verlag Technik GmbH, Berlin, 1990.
- Međimorec, S.: Kristalna optika. Inetna skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, 1998.
- Nesse W.D.: Introduction to mineralogy, Oxford University Press, Oxford, 2000

5217	SISTEMATSKA MINERALOGIJA (ing. geologije)	2+1	1+1
------	---	-----	-----

Definicija minerala. Elementi klasifikacije minerala. Mineralni razredi. Mineralni tipovi. Mineralne grupe. Minerali. Samorodni elementi. Sulfidi i sulfosoli. Oksidi i hidroksidi. Halidi. Karbonati. Nitrati. Borati. Sulfati. Kromati. Volframati. Molibdati. Fosfati. Arsenati. Vanadati. Silikati: nezosilikati, sorosilikati, ciklosilikati, inosilikati, filosilikati, tektosilikati. Upoznavanje i određivanje minerala na osnovi fizičkih svojstava - nedestruktivnim metodama.

- Bermanec, V.: Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Targa, Zagreb, 1999.
- Hurlbut, C.S. Jr. & Klein, C.: Manual of mineralogy, 21. izd., J. Wiley & Sons, New York, 1993.
- Ramdohr, P. & Strunz, H.: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie. F. Enke Verlag, Stuttgart, 1967.
- Slovenec, D. & Bermanec, V.: Sistematska mineralogija silikata. Denona, Zagreb, 2003.

5218	MIKROFIZIOGRAFIJA MINERALA (ing. geologije)	2+4	0+0
------	---	-----	-----

Karakteristike i primjena polarizacijskog mikroskopa. Optička indikatrixa. Ortoskopska opažanja bez uključenog analizatora (oblik, kalavost, lučenje, Beckeova linija, reljef, šagren, pseudoapsorpcija, boja i pleokroizam). Ortoskopska opažanja minerala sa uklonjenim analizatorom (potamnjena, interferencijske boje, procjena debljine preparata, određivanje vibracijskih smjerova u dvolomnim presjecima, optički karakter zone izduženja presjeka). Karakteristike kompenzatora i njihova primjena (gipsna i tinjeva pločica, kvarcni klin). Konoskopska opažanja: izotropni i anizotropni minerali (pozitivni ili negativni jednoosni i dvoosni, procjena kuta optičkih osi). Odnos optičkih i geometrijskih elemenata odabranih petrogenih minerala.

- Međimorec, S.: Kristalna optika. interna skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, 1998.
- Nesse, W.D.: Introduction to optical mineralogy, 2. izd., Oxford University Press, Oxford, 1991.
- Pichler, H. & Schmitt-Riegraf, C.: Gesteinsbildende Minerale im Duennschliff. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1987.

5219	PETROLOGIJA MAGMATSKIH I METAMORFNIH STIJENA (ing. geologije)	0+0	3+3
------	--	-----	-----

Građa Zemlje. Osnove geološke evolucije. Uvod u petrogenezu magmatskih stijena. Postanak magmi. Mineralni i kemijski sastav magmatskih stijena. Strukture i tekture. Način pojavljivanja i lučenja. Klasifikacijske sheme: kisele, neutralne, bazične i ultrabazične stijene. Piroklastične i žilne stijene. Asocijacije magmatskih stijena. Fizikalno-kemijski uvjeti metamorfizma. Tipovi metamorfizma. Metamorfni procesi. Mineralni i kemijski sastav metamorfnih stijena. Stabilnost minerala. Teksture i strukture. Način pojavljivanja. Klasifikacijske sheme: metamorfni facijesi.

- Best, M.G.: Igneous and metamorphic petrology. Blackwell Publ., 2003.
- Blatt, H. & Tracy, R.J.: Petrology: Igneous, sedimentary and metamorphic. Freeman & Co., NY 1996.
- Hyndman, D. V.: Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks. McGraw-Hill Book Co. NY, 1985.
- Turner, F.J.: Metamorphic Petrology, 2. izd., McGraw-Hill Book Co. New York, 1981.

5221	GEOKEMIJA (ing. geologije)	2+1	2+1
------	----------------------------	-----	-----

Definicija i podjela geokemije. Povijesni pregled. Geokemijski parametri. Osnove termodinamike i kristalokemije. Kristalizacija magme. Prva i druga točka ključanja. Fazni dijagrami. Kompatibilni i inkompatibilni elementi. Geokemija lantanida. Kemijska ravnoteža. Elementi teorije otopina. Kiseline i baze, hidroliza, trošenje stijena, karbonatna ravnoteža, aktivitet, ionska jakost otopina. Eh-pH dijagrami. Koloidi.

Minerali glina kao koloidni sustavi. Osnov geokemije stabilnih i radioaktivnih izotopa. Ocean kao geokemijski sustav. Atmosfera kao geokemijski sustav. Osnove organske geokemije. Kora i plašt Zemlje kao geokemijski sustavi. Osnove geokemije sedimentnih stijena i procesa. Osnove geokemije eruptivnih stijena i procesa. Osnove geokemije metamorfih stijena i procesa. Osnove kozmokemije.

- Prohić, E.: Geokemija. Targa, Zagreb, 1998.
- Richardson, S.M. & McSween, H.Y.Jr.: Geochemistry. pathways and processes, Prentice-Hall Inc, New Jersey, 1989.
- Rollinson, H.: Using geochemical data. Longman Group, 1995.

5222	MIKROFIZIOGRAFIJA STIJENA (ing. geologije)	0+3	0+0
------	---	-----	-----

Samostalni rad s mikroskopom. Određivanje raznih vrsta stijena: fazni sastav, strukture, teksture i reakcije. Eruptivne stijene: intruzivi, efuzivi i žične stijene. Metamorfne stijene: kontaktni, kataklastični i regionalni metamorfizam.

- Barić, Lj. & Tajder, M.: Mikrofiziografija petrogenih minerala. Školska knjiga, Zagreb, 1967.
- Shelley, D.: Igneous and metamorphic rocks under the microscope: classification, textures, microstructures and mineral preferred orientations. Chapman & Hall, London, 1995.
- Međimorec, S.: Kristalna optika. Interna skripta, PMF, Zagreb, 1998.

5223	SEDIMENTOLOGIJA (ing. geologije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

Uvod. Trošenje. Postanak tla. Porijeklo, uvjeti postanka i vrste sastojaka sedimenata. Terigeni i klastični sastojci. Karbonatni sastojci. Silicijski talozi, fosfati, evaporiti, boksiti, organska tvar. Svojtva čestica. Organizacija čestica. Struktura sedimenata. Prijenos i taložne teksture. Postsedimentacijske teksture. Biogene taložne teksture. Inhofosili. Dijagenetski procesi. Principi klasifikacija sedimenata. Erozijski ravnotežni i taložni okoliši. Facijes, taložni sustav i taložni bazen. Utjecaj i kombiniranje osnovnih uvjeta: taložni procesi, prinos sedimenta, klima, tektonska dinamika, gibanje morske razine, biloška aktivnost, kemija vode, vulkanizam. Glacijalni predjeli; pustinje; jezera; padine i podnožja; rijeke; riječna ušća; obale i plitka mora - klastična sedimentacija; obale i plitka mora - karbonatna sedimentacija; dubokomorski predjeli. Progradacija-agradacija-transgresija-regresija i nastanak taložnih jedinica.

- Chamley, H. (1990) Sedimentology, Springer. Berlin.
- Tucker, M.E. (1981): Sedimentary petrology. An Introduction. Blackwell. Oxford.

5225	TEODOLITNA ODREĐIVANJA MINERALA (ing. geologije)	1+2	1+2
------	---	-----	-----

Kristalografski zakoni. Kristalometrija (dvokružni refleksi goniometar). Gnomonska, stereografska i paralelnoperspektivna projekcija kristala. Određivanje sustava, trahta i habitusa kristala. Elementi projekcije, polarni i linearni elementi. Sraslice. Optička indikatrixa Višeosni mikroskopski sustavi (teodolitni mikroskop, univerzalni stolčić) te njihova primjena kod rješavanja sastava čvrstih otopina na primjerima petrogenih minerala (glinenci, amfiboli, pirokseni...) i u strukturnoj geologiji. Određivanje glavnih viracijskih smjerova i kutova optičkih osi. Maksimalni kut kosog potamnjena. Nagibni kompenzatori. Određivanje dvoloma. Odnos optičkih elemenata i stupnja uređenosti plagioklasa. Konoskopska opažanja. Disperzija indikatrikse i njezino značenje za određivanje kristalnog sustava.

- Međimorec, S.: Kristalna optika - interna skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1998.
- Sarančina G.M. & Koževnikov V.N.: Fedrovskii metod (Opredelenie mineralov, mikrostrukturnjii analiz). Nedra, Leningrad, 1985.

5229	MINERALOGIJA NESILIKATA (ing. geologije)	0+0	2+1
------	---	-----	-----

Kristalokemijske karakteristike važnijih mineralnih grupa i minerala iz razreda: sulfida i sulfosola, oksida i hidroksida, halida, karbonata, borata, sulfata i fosfata.

- Bermanec, V.: Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Targa, Zagreb, 1999.
- Hurlbut, C.S. Jr & Klein, C.: Manual of mineralogy, 21. izd., J. Wiley & Sons, New York, 1993.
- Ramdohr, P. & Strunz, H.: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie. F. Enke Verlag, Stuttgart, 1967.

5230	PRAKTIKUM IZ MINERALOGIJE I PETROLOGIJE 2 (prof. geologije i geografije)	0+0	0+2
------	---	-----	-----

Određivanje mineralnog sastava, struktura i tekstura stijena pomoću polarizacijskog mikroskopa. Odabrani primjeri osnovnih skupina stijena: intruzivne, efuzivne, sedimentne, metamorfne.

- Barić, Lj. & Tajder, M.: Mikrofiziografija petrogenih minerala. Školska knjiga, Zagreb, 1967.

- Hydman, D.W.: Petrology of Igneous and Metamorphic rocks. McGraw-Hill Book Co., NY 1985.
- Međimorec, S.: Kristalna optika. Interna skripta, PMF, Zagreb, 1998.
- Tišljar, J.: Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 1994.

5231	PETROLOGIJA SEDIMENATA (ing. geologije)	1+3	2+3
------	--	-----	-----

Sedimentni ciklus. Standardne metode terenskih i laboratorijskih istraživanja. Procesi i produkti trošenja. Fizička svojstva fluida, mehanizmi transporta i taloženja. Suspenzijski i vučni transport. Svojstva gravitacijskih tokova. Sloj. Slojni oblici. Taložne, postaložne, erozijske tekture. Paleotransport. Dijagenetski procesi i okoliši. Klastični sedimenti (sitnozrnati klastiti, pijesci i pješčenjaci, konglomerati i breče). Struktura. Strukturna zrelost. Vrste čestica. Kompozicijska zrelost. Teški minerali. Čitanje porijekla čestica. Faktori koji utječu na sastav klastita. Modifikacije izvornog materijala. Studij provenijencije. Petrofacijes. Tektonika i sedimentacija. Principi klasifikacije. Taložni okoliši. Vulkanoklastiti. Karbonatni sedimenti. Vapnenci: alokemi i mkrit, stromatoliti, grebeni. Dijageneza. Povijest poroziteta. Postsedimentacijske tekture. Dolomiti. Dolomitizacija. Principi klasifikacije karbonata. Taložni okoliši. Pedogeneza. Tlo. Kalkret, silikret. Utjecaj organizama na sedimente. Biogene tekture. Organska tvar u sedimentima. Termalna povijest. Dijagenetski okoliši na temelju stabilnih izotopa. Postanak evaporita, željezovitih sedimentata, fosforita. Boksiti i lateriti. Rožnjaci i srodni sedimenti. ekonomska važnost sedimentata.

- Collinson, J.D. & Thompson, B.D.: Sedimentary Structures. 2. izd., Chapman & Hall, London, 1993.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R.: Sand and Sandstone. Springer Verlag, Berlin, 1987.
- Tišljar, J.: Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- Tucker, M.E.: Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks. Blackwell Sci. Publ., London, 1994.
- Tucker, M.E. & Wright, V.P.: Carbonate Sedimentology. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 1990.
- Priručnici i članci prema temama zadataka vježbi.

5232	PETROLOGIJA MAGMATSKIH I METAMORFNIH STIJENA 2 (ing. geologije)	0+0	2+2
------	--	-----	-----

Kristalizacija i taljenje u eksperimentalnim uvjetima. Razni sistemi: dvokomponentni, trokomponentni. Tipovi magmi i njihova geneza. Autometamorfoza. Pneumatolitski i hidrotermalni procesi. Raspodjela magmatskih i metamorfnih stijena u okolišu geotektonskih jedinica. Mikro i makroelementi u magmi. Značaj tlaka i temperature u metamorfnim procesima. Reakcije među mineralima. Grafički prikaz metamorfnih zajednica i interpretacija. Približno određivanje p-T uvjeta pri terenskim istraživanjima.

- Best, M.G.: Igneous and metamorphic petrology. Blackwell Publ., 2003.
- Hyndman, D.W.: Petrology of igneous and metamorphic rocks. Mc Graw Hill Inc., New York, 1985.
- Turner, F.J.: Metamorphic petrology. 2. izd., McGraw Hill Co., New York, 1981.

5233	SEMINAR IZ MINERALOGIJE ILI PETROLOGIJE (ing. geologije)	0+0	0+1
------	---	-----	-----

Student u toku semestra referira jedan objavljeni rad iz uglednog časopisa o čemu izrađuje pismeni sastav i usmeno ga izlaže pred studentima i nastavnicima.

5234	TERENSKI PRAKTIKUM (ing. geologije)	0+2	0+1
------	--	-----	-----

Samostalni rad uključuje primjenu terenskih analitičkih postupaka, komplementarne laboratorijske analize stijena, tla i determinaciju minerala, te obradu, uz korištenje objavljenih, temeljnih i regionalnih radova. Istraživanja obuhvaćaju mineralošku i petrografsku analizu, identifikaciju i odnose stijena na terenu, te izradu geološke karte i stupa istraživanog terena. Rekonstruirati se geneza. Izrađuju se pismena izvješća s grafičkim prilozima. Kolegij predstavlja uvod u diplomski rad.

- Priručnici, udžbenici i drugi radovi prema temi praktikuma.

5237	PRAKTIKUM IZ ELEMENTNE I FAZNE ANALIZE (ing. geologije)	0+2	0+1
------	--	-----	-----

Spektrometrijske metode (UV, VIS, AAS, grafitna kiveta, ICP-AES, XRF), priprema uzoraka za analizu i prikaz rada s instrumentima. Istraživanje fluidnih inkluzija, priprema preparata, kriometrija i homogenizacija. Vitritna refleksija. Kromatografija. Masena spektrometrija, Radiometrija. Snimanje i očitavanje rentgenograma praha. Jednofazni i višefazni sustavi. Baze podataka. Određivanje morfoloških karakteristika pomoću elektronske mikroskopije. Očitavanje termogravimetrijskih dijagrama. Interpretacija IR spektara. Elementi rudne mikroskopije.

- Bish, D.L. & Post, J.E. (Eds.): Modern Powder Diffraction. Reviews in Mineralogy, Vol. 20. Mineralogical Society of America, 1989.
- Craig, J.R., & Vaughan, D.J.: Ore microscopy and ore petrography. Wiley, New York, 1981.
- Gill, R.: Chemical Fundamentals of Geology. Chapman & Hall, London, 1996.
- Rollinson, H.: Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman, Harlow, 1993.
- Skoog, D.A., West, D.M. & Holler, F.J.: Fundamentals of analytical chemistry. Saunders College Publishing, New York, 1996.
- Whiston, C.: X-Ray Methods. John Wiley & Sons, New York, 1987.

5238	GEOKEMIJA MAGMATSKIH I METAMORFNIH STIJENA (ing. geol.)	2+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Kemijski sastav magme, magmatskih i metamorfnih stijena. Priroda i geokemijske karakteristike silikatne taljevine. Kristalizacija silikatne taljevine. Diferencijacija u talina-kristal sustavu. Termodinamički efekti taljenja. Tipovi i uzroci taljenja. Frakciona kristalizacija. Kemijski varijacijski dijagrami. Harkerovi dijagrami. Kompatibilni i inkompatibilni elementi. Frakcionacija elemenata u tragovima za vrijeme taljenja i kristalizacije. Sastav metamorfnih fluida. Interakcije fluida i stijena. Evolucija izotopnog sastava magmatskih i metamorfnih stijena. Geotermometrija i geobarometrija.

- Rollinson, H.: Using geochemical data. Longman Group. 1995.
- Nordstrom, D.K. & Muroz, J.L.: Geochemical thermodynamics. Benjamin Cummings Publ. Comp., 1985.
- Prohić, E.: Geokemija. Targa, Zagreb, 1998.

5239	GEOKEMIJA SEDIMENATA (ing. geologije)	2+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Sedimentacija kao geokemijski proces. Kemijski sastav karbonatnih i klastičnih sedimentata (makro elementi i elementi u tragovima). Topljivost silicijskog dioksida, gipsita, silikata i alumosilikata. Topljivost kalcijevog karbonata. Interakcije između karbonatnih minerala i otopine. Dijageneza marinskih i nemarinskih karbonatnih sedimentata (geokemijski pristup). Fizičko-kemijski faktori sedimentacije (ionski potencijal, pH i oksido-redukcijski potencijal). Mehanizmi kemijskog trošenja (otapanje, oksidacija, hidroliza, trošenje kompleksnih silikatnih minerala) Kontrolni mehanizmi reakcija trošenja (temperatura, dinamika vode, mineralne reakcije i prezasićenje otopine, tip matične stijene, biologija i pedoprocesi). Kemija površinskih voda.

- Morse, W.J. and Mackenzie, T.F.: Geochemistry of Sedimentary Carbonates, 1990.
- Prohić, E.: Geokemija. Targa, Zagreb, 1998.
- Richardson, S.M. and McSween, H.Y. Jr.: Geochemistry - Pathways and Processes, Prentice Hall, New Jersey, 1989.

5240	GEMOLOGIJA (ing. geologije)	1+1	1+1
-------------	------------------------------------	------------	------------

Opća i specijalna gemologija. Klasifikacija dragog kamenja. Fazna analiza u mineralogiji (optičke i rentgenografske metode - primjena u gemologiji). Elementna analiza (fizičko - kemijske, rentgenografske, spektroskopske i nuklearne metode - primjena u gemologiji). Posebne metode ispitivanje minerala koji se koriste u draguljarstvu. Posebne metode ispitivanja dragulja - rezanog i brušenog dragog kamenja. Metode ispitivanja dragulja organskog porijekla (biser, koralj, jantar itd.). Odabrana poglavlja mineralne fizike i kristalokemije. Porijeklo i uzroci obojenja kod minerala/dragulja. Metode mijenjanja fizikalnih svojstava dragog kamenja. Mineralizacije, odabrana poglavlja iz nauke o ležištima, s obzirom na nalazišta dragog kamenja. Sinteza mineralnih faza koje se koriste u draguljarstvu. Sintetski (umjetni) dragulji i imitacije. Osnove graduiranja dijamanta. Zakonska regulativa i osnovne trgovinske uzanse. Osnovni pojmovi iz forenzičke gemologije.

- Anderson, B. W.: Gem Testing. 10th edition (revised by E. A. Jobbins). Butterworths, London 1990.
- Nassau, K.: Gemstone Enhancement, Butterworths, London 1984.
- Read, P. G.: Gemology. Butterworths-Heinemann, Oxford 1991.

5241	SOFTWARE U GEOLOGIJI (ing. geologije)	0+2	0+2
-------------	--	------------	------------

Osnove rada na PC računalu. Uvod u rad s tekst procesorima i bazom podataka. Praktični rad s programima u geologiji, mineralogiji, petrologiji i geokemiji. Osnovni statistički programski paketi i osnovni grafički paketi. Upoznavanje s pristupom mrežnim sustavima.

- Upute za rad s pojedinim programima. Word, Excel, Minpet, Atoms.

5242	GEOKEMIJA OKOLIŠA (ing. geologije)	0+0	2+1
-------------	---	------------	------------

Elementi u tragovima u okolišu. Elementi u tragovima u hidrosferi i atmosferi. Koncept vremena zadržavanja ("residence time"). Veza elemenata u tragovima i ljudskog zdravlja. Bioesencijalni i toksični elementi.

Sinergizam. Zagađivalo i kontaminant. Definicija zagađivanja i onečišćenja okoliša. Vrste i izvori zagađivanja. Procjena rizika. Faktori toksičnosti. Dostupnost elemenata akvatičnom životu i čovjeku. Metode određivanja prirodnog i antropogenog doprinosa. Normalizacija podatka. Zagađivanje u specifičnim okolišima (kopno i površinske vode, podzemne vode, estuarij, more, atmosfera, urbane sredine). Zkonska regulativa u području zaštite okoliša.

- Adriano, D. C.: Trace elements in the terrestrial environment, Springer-Verlag, New York, 1986.
- Andrews, E. J., Brimblecombe, P., Jickels D.J., and Liss, S.P.: An introduction to environmental chemistry, Blackwell Science, Oxford, 1996.
- Prohić, E.: Geokemija. Targa, Zagreb, 1998.

5243	METODE GEOKEMIJSKIH ISTRAŽIVANJA MINERALNIH LEŽIŠTA (ing. geologije)	2+1	0+0
------	---	-----	-----

Otkrivanje skrivenih mineralnih ležišta: Osnovni principi mikroanalize, primarno rasijavanje, površinsko raspadnje, pedogeneza, sekundarno rasijavanje, anomalije u pokrovnim tlovinama, pedološko-geokemijska istraživanja, anomalije u prirodnim vodama, vodotočnim sedimentima, hidrografskoj mreži i vegetaciji, geokemijske metode u istraživanju mineralnih sirovina. Laboratorijske metode istraživanja mineralnih ležišta: Studij fluidnih inkluzija, stabilnih i radiogenih izotopa (S, O, C, H, Rb/Sr, K/Ar, Sm/Nd, U-Th, Pb), rijetkih zemalja (lantanidi), elemenata u tragovima. Elementi spektroskopskih metoda i rudne mikropkopije: Teksture i strukture ruda, paragenetski odnosi.

- Craig, J. and Vaughan, D.: Ore microscopy and ore petrography, Wiley, New York, 1981.
- Jones, M.J.: Applied Mineralogy, a quantitative approach, Graham, Salisbury, 1987.
- Rolinson, H.: Using geochemical data, Longman, New York, 1993.
- Rose, A., Hawkes, H., Webb, J.: Geochemistry in mineral exploration, Academic press, London, 1979.
- Shepherd, T.J., Rankin, A.H., Alderton, D.H.: A practical guide to fluid inclusion studies, Blackie, Glasgow, 1985.

5244	GEOLOGIJA MINERALNIH LEŽIŠTA (ing. geologije)	0+0	3+1
------	--	-----	-----

Građa Zemlje. Podrijetlo magme i elementi tektonike ploča. Građa Dinarida. Geotektonski raspored magmatskih, sedimentnih i metamorfnih ležišta. Magmatska rudna ležišta. Likvidno-magmatska ležišta, kristalizacijski diferencijati, likvidni segregati, karbonatiti, dijamantska lež., nefeliniti i apatiti, titanomagnetiti, masivni sulfidi, Ciparski tip, Komatijski tip. Kasnomagmatska ležišta (Kiruna tip). Postmagmatska, pegmatiti, pneumatoliti. Hidrotermalna ležišta, lutonska (kata, mezo, epi) Submarinska ekshalativna ležišta (Vareš tip, Kuroko tip). Subvulkanska i vulkanska ležišta (epitermalna, nisko i visokosulfidna, porfira bakarna), Mississippi tip Pb-Zn. Sedimentna rudna ležišta. Rezištati, precipitati, hidroliati (boksiti, lateriti, Ni-kore trošenja), oksidati i bioliti. Metamorfna rudna ležišta. Kontaktno-termometamorfizirana ležišta, regionalno metamorfizirana ležišta (itabiriti), polimetamorfna ležišta. Metamorfogena ležišta (mezotermalna lež. Au). Osnovni rikaz metalogenih provincija u Dinaridima.

- Evans, A.M.: Ore Geology and industrial minerals. 3. izd., Blackwell Sci. Publ., London, 1990.
- Sawkins, F.J.: Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. Springer - Verlag, 1990.

5245	METODIKA NASTAVE GEOLOGIJE (prof. geol. i geogr.)	0+0	2+0
------	--	-----	-----

Predmet i zadatci metodike nastave geologije. Ciljevi i zadatci nastave geologije u srednjoj školi i analiza programskih sadržaja. Nastavna sredstva i pomagala. Oblici rada u nastavi geologije. Terezni rad i ekskurzije u nastavi geologije. Primjena računala u geološkom obrazovanju. Korelacije s ostalim nastavnim predmetima.

5246	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE GEOLOGIJE (prof. geologije i geografije)	0+0	3+0
------	---	-----	-----

Seminarski radovi studenata. Metodička nastavna praksa studenata po srednjim školama. Diskusija o održanim nastavnim satima.

5247	OSNOVE IZOTOPNE GEOLOGIJE	1+0	0+0
------	----------------------------------	-----	-----

Principi izotopne geologije, radioaktivni raspad, masena spektrometrija, radiometrija. Rb-Sr, datiranje, izotopna geologija Sr, K-Ar datiranje, Ar-Ar datiranje, Sm-Nd datiranje, U-Pb-Th datiranje, metoda "zajedničkog olova", "višestruko" olovo, metoda fisionih tragova. Datiranje u kvartarologiji: C-14, Be-10, U-neravnoteža, tricij. Stabilni izotopi: frakcionacija izotopa, O-,H-izotopi u hidrosferi, atmosferi, litosferi.

C-izotopi, S-izotopi. Obrada odabranih izotopnih studija na geološkim objektima u zemlji i u svijetu. Primjena u ekologiji i zaštiti okoliša.

- Bowen, R.: Isotopes in the Earth Sciences, Elsevier, London, 1998.
- Faure, G.: Isotope Geology. John Wiley & Sons, New York, 1989.
- Geyh, A. & Schleicher, H.: Absolute age determination, Springer - Verlag, Berlin, 1990.
- Hoefs, J.: Stable Isotope Geochemistry, Springer-Verlag, 1998.

5248	OSNOVE ELEMENTNE I FAZNE ANALIZE	1+0	1+1
------	----------------------------------	-----	-----

Osnove uzorkovanja. Čuvanje i priprema uzorka za analizu, metode računanja. Osnovni analitički parametri, granica detekcije, osjetljivost, točnost, preciznost, analitička greška. Tradicionalne analitičke metode (mokra kemija). Elektromagnetski spektar, spektrometrijske metode, (UV, VIS, AAS, FAAS, grafitna kiveta, ICP-AES, ICP-MS, NAA, XRF). Elektrokemijske metode, mjerenje Eh - pH, polarografija. Ramanovspektrometrija, Kromatografske metode. Uvod u rendgensku difrakciju: instrumentacija, spektar rendgenskog zračenja, interakcija rendgenskog zračenja i materije, Braggov zakon, intenziteti refleksa. Metoda praha, kvalitativna analiza (baze podataka i njihovo pretraživanje), osnove kvantitativne analize. Elektronska mikroskopija.; SEM, TEM, elektronska mikroproba. Termičke metode analize: TG, DTA IR spektroskopija.

- Bisch, D.L., Post. J.E.: Modern Powder Diffraction. Reviews in Mineralogy, 20, Mineralogical Society of America, 1989.
- Gill, R.: Chemical Fundamentals of Geology. Chapman & Hall, London 1996.
- Jones, M.P.: Methoden der Mineralogie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1997.
- Skoog, D.A., Leary. J.J.: Principles of Instrumental Analysis, Saunders College Publ., Fort Worth, 1992.
- Whiston, C.: X-ray methods, Wiley, New York 1987.

5804	GEOLOGIJA KAUSTOBIOLITA (ing. geologije)	2+2	0+0
------	--	-----	-----

Ugljen kao energetska gorivo te metalurška i kemijsko-tehnološka sirovina. Rezerve i potrošnja u svijetu i Hrvatskoj. Organski i anorganski spojevi u građi bilja. Akumulacija i razgradnja biljne tvari. Treset, sapropel. Pouglnjavanje, biokemijski i geokemijski procesi. Genetska klasifikacija ugljena. Taložne sredine, teorije autohtonizma i alohtonizma. Ugljenonosne formacije. Bitumeni, ugljikovodici. Postanak, migracija i nakupljanje nafte i plina; matične i druge stijene - bituminozni škriljavci; prirodni rezervoar, zamka, ležište, polje, potolina, bazen, provincija. Voda, nafta i plin u ležištu. Rad geologa u prethodnim istraživanjima terena, zatim prigodom dubokog bušenja i prijelaz u kasniji studijski rad. Istraživanje nafte i plina u Hrvatskoj i svijetu.

- Litke, R.: Deposition, Diagenesis and Weathering of Organic Matter-Rich Sediments. Lecture Notes in Earth Sci., Springer-Verlag, Heidelberg 1993.
- Tissot, B.P. & Welte, D.H.: Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration. 2. izd., Springer-Verlag, New York 1984.

5805	METODE GEOFIZIČKIH ISTRAŽIVANJA (ing. geologije)	2+2	0+0
------	--	-----	-----

Seizmička istraživanja - Temeljni zakoni širenja seizmičkih valova. Graf vrijeme-udaljenost za sloujevu sredinu. Instrumenti i oprema: izvori seizmičkih valova, geofoni, seizmografi. Refrakcijska istraživanja: mjerenje i obrada podataka, metode interpretacije, poteškoće u interpretaciji ("slijepl" i "skriven" slojevi), primjena refrakcijskih istraživanja. Refleksijska istraživanja: mjerenje, obrada podataka (statičke, dinamičke i rezidualne korekcije, analiza brzina), mjerenje seizmičkih brzina, interpretacija seizmičkih profila, migracija, primjena refleksijskih istraživanja. Geoelektrična istraživanja - Pregled geoelektričnih metoda. Električna svojstva stijena. Metoda spontanog potencijala. Metoda električne otpornosti. Geoelektrično sondiranje i profiliranje: instrumenti i oprema, mjerenje, obrada podataka, interpretacija. Primjena geoelektričnih istraživanja. Osnove gravimetrijskih i magnetometrijskih istraživanja. Pregled metoda geofizičkih mjerenja u bušotinama.

- Griffiths, D.H. & King, R.F.: Applied Geophysics for Geologists and Engineers. Pergamon, Oxford, 1981.
- Parasnis, D.S.: Principles of Applied Geophysics. Chapman and Hall, New York, 1986.
- Šumanovac, F.: Geofizička istraživanja, geoelektrične i seizmičke metode. RGN fakultet, Zagreb, 1999.

5806	STRUKTURNA GEOLOGIJA (ing. geologije)	0+0	2+2
------	---------------------------------------	-----	-----

Snimanje strukturnih elemenata magmatskih, sedimentnih i metamorfnihi stijena. Mehaničko oblikovanje stijena. Osnova površina i os, elementi bora. Tipovi struktura, klasifikacija. Primarne i sekundarne strukture. Analiza elemenata sklopa. Odnosi inaeicije, folijacije i litaža. Škriljavost, lučenje. Rupturne strukture i deformacijski oblici. Tipovi naprezanja uslijed kojih nastaju pojedine ruptule. Pukotine u raznovrsnim stijenama. Tipovi rasjeda, klasifikacija, određivanje veličine cjelokupnog tektonskog kretanja kod rasjeda. Uporaba elipse i/ili elipsoida deformacija. Tektonski koordinatni sustav. Izrada polukružnih roze-a-dijagrama.

Izrada točkastih i konturnih dijagrama. Upotreba položajne lopte, ekvatorijalna i polarna mreža, način prikazivanja pravaca i ravnina. Rotacije položajne lopte.

- Billings, M.P.: Structural Geology. Prentice-Hall. New Jersey, 1962.
- Davis, J.C.: Statistics and Data Analysis in Geology. Wiley, New York 1973.
- Ramsey, J.G.: Folding and Fracturing of Rocks. McGraw-Hill, London, 1967.

5807	HIDROGEOLOGIJA 1 (ing. geologije)	2+2	0+0
------	-----------------------------------	-----	-----

Definicija i klasifikacija hidrogeologije. Povijesni razvitak hidrogeologije. Veza hidrogeologije s drugim geološkim disciplinama. Voda na Zemlji. Bilanca voda. Podrijetlo podzemne vode. Infiltracija. Vodonosnici s međuzrnskom poroznošću. Vodonosnici s pukotinskom poroznošću. Strujanje (tečenje) podzemne vode. Linearni zakon filtracije. Tipovi vodonosnika s obzirom na značajke krovine i podine. Hidrogeološki parametri. Pokusno crpljenje (izvođenje i interpretacija rezultata). Hidrogeologija krških terena. Zalihe podzemnih voda. Zaštita podzemnih voda.

- Mayer, D.: Kvaliteta i zaštita podzemnih voda. Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora, Zagreb, 1993.
- Miletić, P. & Heinrich-Miletić, M.: Uvod u kvantitativnu hidrogeologiju. Viša geotehn. škola, Varaždin, 1981.
- Pollak, Z.: Hidrogeologija za građevinare. Građ. fakultet Sveuč. u Zagrebu, Zagreb.

5808	INŽENJERSKA GEOLOGIJA 1 (ing. geologije)	0+0	2+1
------	--	-----	-----

Uvod i osnovni pojmovi. Inženjerskogeološke klasifikacije stijena. Inženjerskogeološke skupine stijena i njihova osnovna svojstva. Fizička svojstva tla i stijena. Mehanička svojstva tla i stijena. Voda u tlu i stijenama. Inženjerskogeološka svojstva stijenskih masa. Suvremeni fizičko-geološki procesi i pojave kao geotehnički hazard.

- Bell, F.G.: Engineering Geology, Blackwell Sc. Publ., Oxford, 1993.
- Keller, E.A.: Environmental Geology, Merrill, Columbus, Ohio, 1981.
- Šestanović, S.: Osnove inženjerske geologije, primjena u graditeljstvu. Split, 1993.

5813	STRUKTURNA GEOMORFOLOGIJA (ing. geologije)	1+2	0+0
------	--	-----	-----

Sadržaj geomorfologije i primjena u geologiji. Metode proučavanja. Vanjski oblici. geneza i razvitak reljefa. Strukturna geomorfologija. Morfometrija. Geomorfološki pokazatelji neotektonskih i recentnih pokreta. Način izrade i interpretacija različitih geomorfoloških i morfometrijskih karata. Strukturno-geomorfološka karta.

- Billings, M.P.: Structural Geology. Prentice-Hall. New Jersey, 1962.
- Davis, J.C.: Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley and Sons, 1973.
- Ramsey, J.G.: Folding and Fracturing of Rocks. McGraw-Hill, London, 1967.

4.2.7. GEOGRAFIJA

6101	UVOD U GEOGRAFIJU	1+0	0+0
------	-------------------	-----	-----

Osnovni pojmovi o geografiji- pojam, predmet istraživanja, ciljevi, sustav geografskih znanosti. Razvoj geografije u svijetu i Hrvatskoj- do kraja antike, u srednjem vijeku, velika geografska otkrića u 17. i 18. stoljeću, u 19. i 20. stoljeću, novi pogledi na razvoj geografije. Razvoj geografije u Hrvatskoj. Metodologija i tehnika geografije - geografska terminologija, uporaba izvora i literature, seminarski rad i vježbe, praktikum i terenski rad, geografski elaborati i studije, geografija u edukaciji. Pregled geografske literature - po geografskim disciplinama - u svijetu i Hrvatskoj.

- Roglić, J., Geografski elementi i faktori, Zagreb 1976.
- Vrišer, I., Uvod u geografiju, Ljubljana 1988.
- Feletar, D., Razvoj geografije u Hrvatskoj, Acta Geographica Croatica, Zagreb 1993.

6102	KLIMATOLOGIJA	2+1	2+1
------	---------------	-----	-----

Vrijeme i klima, klimatski elementi i faktori. Kemijski sastav atmosfere, vertikalna struktura atmosfere. Radijacija. Temperatura. Vjetar. Tlak zraka. Zračne mase i klimatske fronte. Produkti kondenzacije, padaline. Tipovi cirkulacije zraka. Klima Hrvatske.

Vježbe se sastoje u crtanju klimatskih dijagrama i obradi statističkih podataka kao ilustracija predavanog materijala na svakom satu predavanja.

- T. Šegota i A. Filipčić, Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- A. Simović, Meteorologija, Školska knjiga, Zagreb 1970.
- B. Gelo, Opća i prometna meteorologija, Školska knjiga, Zagreb 1994.
- B. Penzar i suradnici, Meteorologija za korisnike, Školska knjiga, Zagreb 1996.

6104	KARTOGRAFIJA (prof. geografije)	2+2	2+2
------	---------------------------------	-----	-----

Zemlja kao objekt proučavanja. Oblik i dimenzije Zemlje. Određivanje položaja na Zemlji. Prikazivanje površine Zemlje na kartama. Geografska karta, elementi sadržaja i vrste karata. Mjerilo. Kartografska generalizacija. Kartografske projekcije. Prikazivanje reljefa. Kartografski znakovi. Topografske karte. Tematske karte. Kartama srodni prikazi. Toponimi i kartografska transkripcija. Povijest kartografije. Digitalna kartografija. Korištenje karata.

Vježbe: Orijentacija i kretanje na terenu pomoću topografske karte, kompasa i ručnog GPS uređaja, određivanje geografskih i pravokutnih koordinata na topografskim kartama, konstrukcija grafičkog mjerila, izrada profila, mjerenja na topografskim kartama (duljina, površina, horizontalnih kutova, nagiba), izrada tematske karte (software ArcView GIS), čitanje i interpretacija sadržaja topografskih karata.

- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., Guptill, S. C.: Elements of Cartography, John Wiley & Sons, New York, 1995.
- MacEachren, Alan M.: How Maps Work. Representation, Visualization and Design, The Guilford Press, New York, 1995.
- Lovrić, P.: Opća kartografija, SN Liber, Zagreb, 1988.
- Frančula, N.: Kartografske projekcije, Geodetski fakultet, Zagreb, 2000.
- Frančula, N.: Digitalna kartografija, 3. prošireno izdanje, Geodetski fakultet, Zagreb, 2002.

6106	OSNOVE STATISTIKE S GEOGRAFSKIM GRAFIČKIM METODAMA	2+2	2+2
------	--	-----	-----

Predmet istraživanja i osnovne definicije. Teorija vjerojatnosti. Osnovni statistički nizovi. Relativni brojevi. Mjere centralne tendencije. Mjere varijabilnosti. Mjere asimetrije. Osnovni principi korelacije. Vremenski i prostorni nizovi. Trendovi. Metoda uzoraka. Hipoteze i njihovo testiranje. Osnove faktorske analize: jesto i uloga grafičkih metoda u geografskoj metodologiji. Potreba grafičkog istraživanja. Izvori podataka. Tehnička strana primjene. Objekt, metode i tehnika geografskog istraživanja. Osnovne zakonitosti izrade i upotrebe. Tipizacija. Crteži i slike u ravnini. Jednostavni crteži. Dijagrami. Mreže. Profili. Tematske karte. Fotografije. Modeli u prostoru. Didaktički aspekt primjene.

- I. Šošić: Zbirka zadataka iz osnova statistike, Ekonomski fakultet, Zagreb, 1987.
- B. Petz: Osnove statističke metode za nematematičare, Liber, Zagreb, 1981.
- F. J. Monkhouse, H.R. Wilkinson: Maps and Diagrams, Methuen, London, 1978.
- G. C. Dickinson: Statistical mapping and the presentation of statistics, Arnold, London, 1974.
- V. Serdar, I. Šošić: Uvod u statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- J. Bertin: Graphic and Graphic Information Processing, Walter de Gruyter, Berlin, 1981.

6107	GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI	0+0	0+2
------	----------------------------------	-----	-----

Uvod u kolegij; stvarni svijet i njegov odraz u geografskim modelima; priroda geografskih podataka; modeli; osnova primjene teorije skupova u geografskim modelima. Obrada podataka pomoću računala. Gis pojam i osnovne značajke; tipovi gisa. Arc/info - struktura, mogućnosti, osnovni pojmovi. Stvaranje baze podataka - priprema za rad; unos; podataka; pogreške i ispravljanje; topologija. Atributne tablice: izgradnja, nadogradnja, obrada; veza tabličnih i grafičkih podataka. Rad s izrađenim coverageom, coverage kao baza podataka. Operacije prostornog preklapanja i spajanja coveragea - osnovne mogućnosti analize. Grafički prikaz provedene analize - priprema i iscrtavanje.

- Brukner, M. M., Olujić, S. Tomanić: Gizis - metodološka studija, INA-info, Zagreb, 1992
- Van Deursen, W. P. A.: Geographical Information Systems and Dynamic Models, 1995
- Netherlandse Geografische Studies 190, Utrecht.
- Cole, J. P., C. A. M. King: Quantitative Geography - Techniques and Theories in Geography, Wiley, New York, 1968
- Chorley, R. J. & P. Haggett: Integrated Models in Geography, Methuen & Co LTD, London, 1969
- Tomlin, C. D.: Geographical Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1990
- Understanding GIS, Environmental Systems Research Institute, Redlands, Ca.1990.

6108	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (I. godina) (prof. geol. i geog., prof. geog. i pov.)	30 sati/god.
------	---	--------------

Terenska nastava povezana je s programom predmeta prve godine studija, te se jednokratno izvodi u obliku terenskih izlazaka i praktikumata u različitim predjelima.

6109	KARTOGRAFIJA (prof. geogr. i pov., prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
------	---	-----	-----

vidi 6104

6201	HIDROGEOGRAFIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
------	---	-----	-----

I. Opći dio. Hidrogeografija u sklopu znanosti o vodi. Razvoj atmosfere i hidrosfere, pokretanje hidrološkog ciklusa. Svojstva vode. Količina i raspodjela vode na Zemlji, planetarno kruženje i obnova vode, bilanca vode na kopnu, raspoloživost pitke vode na kopnu. II. Prirodnogeografske značajke vode na kopnu. Elementi tekućice, elementi poriječja, vodna bilanca u poriječju, riječni režimi, velerijeke, prirodnogeografsko značenje rijeka. Priroda jezera. Močvare. Geografska raspodjela i značenje leda na Zemlji. Voda u podzemlju, gibanje vode u podzemlju, voda u kršu. III. Korištenje vodnih resursa. Historijskogeografski aspekt upravljanja vodnim resursima. Voda u poljodjelstvu i stočarstvu, ribarstvo na kopnenim vodama. Promet na unutrašnjim vodama. Iskorištavanje vodne snage. Industrijska uporaba vode. Vodoopskrba stanovništva, historijskogeografski pregled, rastuće potrebe za pitkom vodom u svijetu, izvori pitke vode. Vodoopskrba gradova i ruralnih krajeva. Turizam i rekreacija na vodi i snijegu. Onečišćenje vodnih resursa. IV. Voda u prostoru i društvu. Naseljenost, krajolik i vodni resursi. Religijsko-kulturna uloga vode. Dolina kao životni prostor, poplave i njihove posljedice, regulacije i oprirodnjavanje tekućica, granične rijeke. Život uz jezera. Regionalnogeografski primjeri kompleksnih sustava iskorištavanja vodnih resursa. Voda kao strateško dobro 21. st., sukobi i/ili dogovori o uporabi vodnih resursa.

- Riđanović, J.: Hidrogeografija. II. izmijenjeno i dopunjeno izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1993
- Plut, D.: Geografija vodnih virov. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografiju, Ljubljana, 2000
- Žugaj, R.: Hidrologija. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2000
- Wilhelm, F.: Hydrogeografie. II. izd. Westermann, Braunschweig, 1993
- Baumgartner, A., Marcinek, J., Rosenkranz, E.: Das Wasser der Erde. Justus Perthes Verl., Gotha, 1996
- de Villiers, M.: Water Wars. Is the World's Water Running Out? Phoenix Press, London, 2001

6202	SEMINAR IZ HIDROGEOGRAFIJE (prof. geografije)	0+2	0+2
------	--	-----	-----

Hidrogeografski izvori podataka. Odabrane hidromorfometrijske metode. Izrada grafičkih priloga, rad na orohidrografskim listovima, mjerenje pojedinih hidroveličina na terenu. Samostalno pisanje seminarskog rada na temelju strane literature (uglavnom inozemni časopisi) i prezentacija, uz raspravu pred ostalim studentima.

6203	GEOMORFOLOGIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
------	--	-----	-----

Uvod. Zemljina reljefnost. Čimbenici razvoja reljefa. Strukturno-geomorfološke osobine reljefa (planetarni reljef, reljef kontinenata; reljef recentnih geosinkonalnih pojaseva i sustava; oceanski bazeni, pragovi i zavale; srednjeoceanski hrptovi). Egzogeomorfološke osobine reljefa - egzogene sile, agensi i procesi; čimbenici razvoja reljefa; vrste egzogenog reljefa (reljef oblikovan trošenjem, padine i padinski proces i njima oblikovan reljef, fluvijalni reljef, marinski i limnički reljef, krški i fluvio-krški reljef, glacijalni i periglacijalni reljef, sufozijski reljef, eolski reljef, biogeni reljef, antropogeni reljef). Klimageomorfološke zone i područja. Ekološko inženjersko vrednovanje reljefa.

- Bognar, A. (1981): Globalna tektonika ploča i reljef Zemlje, Geografski horizont, god. 27/1-4, GDH, Zagreb
- Bognar, A.: Tipovi reljefa Hrvatske, Zbornik radova, Geografski odjel PMF-a, Zagreb, 1987
- Bognar, A. (1991): Osobine i zakonomjernosti oblikovanja strukturnog reljefa Zemlje, Geografski horizont br. 1, Zagreb
- Bognar, A.: Reljef, Geografija 1, Profil, Zagreb, 1999
- Bognar, A.: Geomorfologija i njezin razvoj u Hrvatskoj, 2. hrvatski geografski kongres – zbornik radova,, Zagreb, 1999
- Roglić, J.: Reljef naše obale. Pomorski zbornik I, Zagreb, 1962

6204	SEMINAR IZ GEOMORFOLOGIJE	0+2	0+2
------	----------------------------------	-----	-----

Prepoznavanje osnovnih oblika strukturnog i egzogenog reljefa na kartama i aviosnimcima. Izrada morfofmetrijskih i morfostrukturnih karata. Terenski rad i geomorfološko kartiranje kroz pet jednodnevnih ekskurzija.

6205	DEMOGEOGRAFIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
-------------	--	------------	------------

Razmještaj stanovništva na Zemlji. Kontinentalne i regionalne razlike. Gustoća naseljenosti. Razvoj naseljenosti na Zemlji. Dinamika i struktura stanovništva (prirodno kretanje, migracija). Stanovništvo i geografski okoliš. Prirodna osnova kao element naseljenosti. Društvena sredina kao činitelj naseljenosti. Statističke i grafičke metode u obradi razmještaja (gustoće), kretanja (natalitet, mortalitet, priraštaj) i sastava (po spolu, dobi, obrazovanju, gospodarskoj djelatnosti i dr.). Usporedbe trenda u prostoru i vremenu. Kontinentski i regionalni primjeri.

- D. Breznik, Demografija. Analiza, metode i modeli. Naučna knjiga, Beograd 1980.
- M. Friganović, Demogeografija, Školska knjiga, Zagreb, IV. izd. 1990.
- A. Wertheimer-Baletić, Demografija. Stanovništvo i ekonomski razvitak, Informator, Zagreb, 1982.

6206	VJEŽBE IZ DEMOGEOGRAFIJE (prof. geografije)	0+2	0+2
-------------	--	------------	------------

Stručna, znanstvena i metodičko-didaktička primjena kvantitativnih, grafičkih i ostalih demogeografskih metoda razmatranja dinamike, strukture i ostalih obilježja stanovništva, pretežno na primjeru stanovništva Hrvatske, a po potrebi i drugih zemalja i svijeta.

6207	HISTORIJSKA GEOGRAFIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
-------------	--	------------	------------

Historijska geografija - pojam i objekt istraživanja. Položaj historijske geografije u sustavu geografske znanosti. Relacije s drugim znanostima. Razvoj discipline i konteksti. Posebni pristupi pojedinih škola. Historijska geografija u Hrvatskoj. Institucije i historijska geografija. Podaci: kvantitativni; kvalitativni. Izvori podataka. Načini interpretacije izvora. Računalna obrada. Metode. Posebne aktualne teme. Primijenjena historijska geografija. Historijska geografija Hrvatske: periodizacija.

- Rogić, V.: Regionalna geografija Jugoslavije, knj. 1, Školska knjiga, Zagreb, 1992
- Butlin, R.A.: Historical geography, Edward Arnold, London, 1993
- Butlin, R.A. & Dodgson (ur.): Historical Geography of Europe, Clarendon Press, Oxford, 1998
- Braudel, F.: Sredozemlje i sredozemni svijet u doba Filipa II, Antibarbarus, Zagreb, 1997
- Simmons, I.G.: Environmental History, Blackwell, Oxford & Cambridge, 1993
- Graham, B., Nash, C. (ur.): Modern Historical Geographies, Longman, London, 2000

6208	BIOGEOGRAFIJA S EKOLOGIJOM	2+0	2+0
-------------	-----------------------------------	------------	------------

Pojam i zadaća biogeografije, pojam areala, kartografski prikaz areala, tipovi areala, florni elementi, florni kontrast. Flora i vegetacija tijekom geološke prošlosti, postanak današnje flore i vegetacije. Florna carstva. Raščlanjenje vegetacije na Zemlji – vegetacijske zone. Biljnogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Ekologija kao interdisciplinarna i multidisciplinarna znanost. Autekologija: osnovni životni procesi biljaka i ekološki faktori koji utječu na njih; svjetlo, voda, tlo, klima.

- Crawley, M. (ed.): Plant Ecology. Blackwell Science, Oxford. 1998
- Glavač, V.: Uvod u globalnu ekologiju. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb. 1999
- Schroeder, F.-G.: Lehrbuch der Pflanzengeographie, Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden. 1998
- Tivy, J.: Biogeography. Longman group Ltd., Harlow. 1995
- Mägdefrau, K. & Ehrendorfer: Udžbenik iz botanike. Školska Knjiga, Zagreb. 1978
- Nentwig, W., Bacher, S., Beierkuhnlein, C., Brandl, R. & Grabherr, G.: Ökologie. Spektrum Akad. Verl., Berlin. 2004

Biogeografija kao znanost, pojam areala, načini i tipovi širenja životinja. Ekološki čimbenici i njihov utjecaj na rasprostranjivanje životinja (klima, kompeticija, mutualizam, predatorstvo). Promjene faune tijekom geološke prošlosti, postanak današnje faune. Faunistička carstva. Zoogeografsko raščlanjenje Hrvatske. Utjecaj čovjeka na zoogeografiju pojedinih taksona.

- C. B. Cox & P. D. Moore: Biogeography, An ecological and evolutionary approach. 6th edition, Blackwell Science, Oxford. 2000
- Danica Vujnović. (urednik): Veliki atlas životinja. Mladinska knjiga, Zagreb. 1990

6209	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (II. godina) (prof. geografije, prof. geografije i povijesti)	120sati/god.
-------------	---	---------------------

Terenska nastava povezana je s programom predmeta druge godine studija, te se jednokratno izvodi u obliku terenskih obilazaka i praktikuma u različitim predjelima.

6210	PEDOGEOGRAFIJA	0+0	2+0
-------------	-----------------------	------------	------------

Tlo kao ekološki čimbenik. Uloga i važnost pedo-fizikalnih osobina tla za ekološko vrednovanje tla. Kemijske osobine tla. Tlo kao prostorna jedinica i sustav klasifikacije. Geografija tala. Tipovi tala. Geografija i strukture tala u Hrvatskoj. Terenski rad. Metode određivanja teksture. Stabilnost strukturnih agregata. Određivanje vodno-zračnih osobina, propusnosti, relacija, količine i karakterata humusa i kvalitete i stanja adsorpcijskog kompleksa u tlu. Principi određivanja biogenih elemenata u tlu.

- A. Škorić, Tipovi naših tala, Zagreb 1977.
- A. Škorić, Pedologija, Zagreb 1961.
- Bognar, A.: Tla, Geografija 1, Profil, Zagreb, 1999

6211	HIDROGEOGRAFIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
-------------	---	------------	------------

vidi 6201, za seminar vidi 6213

6212	HIDROGEOGRAFIJA (prof. geografije i povijesti)	1+0	1+0
-------------	---	------------	------------

vidi 6201, skraćeno i prilagođeno.

6213	SEMINAR IZ HIDROGEOGRAFIJE (prof. geografije i povijesti)	0+1	0+1
-------------	--	------------	------------

Samostalno pisanje seminarskog rada na temelju strane literature (uglavnom inozemni časopisi) i prezentacija, uz raspravu pred ostalim studentima.

6214	GEOMORFOLOGIJA (prof. geografije i povijesti)	2+0	2+0
-------------	--	------------	------------

6215	GEOMORFOLOGIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
-------------	--	------------	------------

vidi 6203 i 6204

6216	DEMOGEOGRAFIJA (prof. geografije i povijesti)	1+0	1+0
-------------	--	------------	------------

6217	DEMOGEOGRAFIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	2+1
-------------	--	------------	------------

vidi 6205

6218	SEMINAR IZ DEMOGEOGRAFIJE (prof. geografije i povijesti)	0+1	0+1
-------------	---	------------	------------

vidi 6206

6219	HISTORIJSKA GEOGRAFIJA (prof. geografije i povijesti, prof. geologije i geografije)	2+0	2+0
-------------	--	------------	------------

Historijska geografija - pojam i objekt istraživanja. Položaj historijske geografije u sustavu geografske znanosti. Relacije s drugim znanostima. Razvoj discipline i konteksti. Posebni pristupi pojedinih škola. Historijska geografija u Hrvatskoj. Institucije i historijska geografija. Podaci: kvantitativni; kvalitativni. Izvori podataka Načini interpretacije izvora. Računalna obrada. Metode. Posebne aktualne teme. Primjenjena historijska geografija. Historijska geografija Hrvatske: periodizacija.

- Rogić, V.: Regionalna geografoja Jugoslavije, knj. 1, Školska knjiga, Zagreb, 1992
- Butlin, R.A.: Historical geography, Edward Arnold, London, 1993
- Butlin, R.A. & Dodgson (ur.): Historical Geography of Europe, Clarendon Press, Oxford, 1998
- Simmons, I.G.: Environmental History, Blackwell, Oxford & Cambridge, 1993
- Graham, B., Nash, C. (ur.): Modern Historical Geographies, Longman, London, 2000

6260	METODIKA NASTAVE GEOGRAFIJE I GEOLOGIJE	2+0	2+0
-------------	--	------------	------------

Uvod. Geografija i geologija kao nastavni predmeti (stručno-znanstvene osnove). Ciljevi nastave geografije i geologije. Psihološke pretpostavke nastave. Planovi i programi. Nastavna sredstva i pomagala. Oblici rada u nastavi geografije i geologije. Nastavne metode. Terenski rad i ekskurzije u nastavi geografije i geologije. Načela u nastavi. Korelacija s ostalim nastavnim predmetima. Organizacija nastavnog sata. Godišnji orijentacijski raspored gradiva u osnovnim i srednjim školama. Izvedbeni nastavni programi u osnovnim i srednjim školama. Pripremanje za nastavu. Pripreme za nastavu s primjerima. Praćenje i ocjenjivanje učenika. Analiza nastave. Predavač - nastup i retorika. Pedagoška dokumentacija. Zakonodavstvo o školstvu Republike Hrvatske (zakoni i pravilnici).

- Brazda, M.: Metode rada s audiovizualnim sredstvima u nastavi zemljopisa, priručnik za nastavnike, Školska knjiga, Zagreb. 1983
- Brazda, M.: Terenski rad i ekskurzije u nastavi geografije, prir. za nast., Školska knjiga, Zagreb. 1985
- Krželj, B.: Korelacija geografije s ostalim nastavnim predmetima, Školska knjiga, Zagreb. 1987
- Malkoč, I.: Programirana nastava geografije, priručnik za nastavnike, Školska knjiga, Zagreb. 1981
- Matas, M.: Metodika nastave geografije, Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb. 1996
- osnovnoškolski i srednjoškolski udžbenici i priručnici

6261	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE GEOGRAFIJE I GEOLOGIJE	0+3	0+3
------	---	-----	-----

Hospitacije. Rukovanje nastavnim sredstvima i pomagalicama. Izrade priprema za nastavu. Upoznavanje s pedagoškom dokumentacijom. Sudjelovanje u radu razrednih i učiteljskih vijeća. Javna predavanja - probna i ogledna u osnovnoj i srednjoj školi. Časopisi, atlas, udžbenici i priručnici.

6262	GEOZNASTVENE OSNOVE ZAŠTITE OKOLIŠA (prof. geologije i geografije)	1+0	1+0
------	---	-----	-----

Geoznanosti i zaštita okliša. Geološke opasnosti. Podzemne vode i njihova kakvoća. Otpad i odlagališta otpada. Erozija, suspendirani materijal i njegovo taloženje. Onečišćenje i eutrofikacija mora. Problemi zaštite atmosfere, hidrosfere i pedosfere. Desertifikacija. Nuklearna energija i zaštita okoliša. Zaštita okoliša u Hrvatskoj: nacionalni parkovi itd. Što je geoekologija. Istraživanje ekosustava i temelji geoekološkog planiranja i gospodarenja prostorom.

- Mayer, D.: Kvaliteta i zaštita podzemnih voda. Hrvatsko društvo za zaštitu vode i mora, Zagreb, 1993.
- Montgomery, C.W.: Environmental Geology, 4. izd., WCB Publishers, Dubuque, 1995.
- Milnes, A.G.: Geology and raswaste. Academic Press, London 1985.
- Gams, I.: Osnove pokrajinske ekologije. Univ. v Ljubljani, Oddelek za geografiju, Ljubljana, 1986.
- Bognar, A.: Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa. Geografski glasnik 52, Zagreb, 1990.
- Bognar, A.: Uloga i zadaci geomorfologije u proučavanju i zaštiti okoliša, *Geographica Slovenica*, 9 1979.
- Hidore, J.J.: Global Environmental Change its Nature and Impact, London

6269	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (II. godina) (prof. geologije i geografije)	60sati/god.
------	---	-------------

vidi 6209

6277	SEMINAR IZ HISTORIJSKE GEOGRAFIJE (prof. geografije)	0+1	0+1
------	---	-----	-----

Pregled izabranih tema iz tekuće svjetske i domaće literature. Samostalni praktični rad. korištenje i obada primarnih izvora te samostalna interpretacija rezultata.

- Baker, A.R.H., Billings, M. (ur.): Period and Place: Research Methods in Historical Geography, Cambridge Univ. Press 1982
- Butlin, R.A. & Dodgson (ur.): Historical Geography of Europe, Clarendon Press, Oxford 1998
- Head, L.: Cultural Landscapes and Environmentac Change. Arnold, London, 2000
- Journal of Historical Geography, Academic press
- Robinson, G.M.: Methods and Techniques in Human Geography, John Wiley & Sons, Chichester, 1998

6301	URBANA GEOGRAFIJA (prof. geografije, prof. geografije i povijesti)	2+0	2+0
------	---	-----	-----

Grad i urbanizacija. Urbanizacija svijeta i Hrvatske. Funkcije grada. Funkcionalna klasifikacija. Prostorna struktura grada. Grad i okolica. Metropolitanizacija. Nodalne regije. Urbani sistemi i njihova obilježja. Razvoj urbanih sistema svijeta.

Metode istraživanja grada i urbanizacije. Kartiranje urbanih područja. Modeli u urbanoj geografiji. Analiza dinamike urbanizacije.

- M. Pacione: Urban Geography: A Global Perspective, 2001
- H. Heidenberg: Stadtgeographie, 2001
- M. Vresk: Grad i urbanizacija, 2002
- M. Vresk: Razvoj urbanih sistema u svijetu, 2002

6302	SEMINAR IZ URBANE GEOGRAFIJE (prof. geografije)	0+2	0+0
------	--	-----	-----

Izvori urbano-geografske dokumentacije. Kartiranje urbanog sadržaja. Određivanje centraliteta naselja.

6303	EKONOMSKA GEOGRAFIJA	2+0	2+0
------	-----------------------------	-----	-----

Definicija ekonomske geografije. Elementi i tipovi prostirnih sistema. Teorije i modeli socioekonomskog razvoja. Proizvodni prostorni sistemi: agrarne proizvodnje, industrijske proizvodnje. Trgovina kao prostorni sistem uslužnih djelatnosti. Globalni i regionalni razvoj. Globalizacija svjetske privrede. Industrijalizacija svjetske privrede. Industrijalizacija slabo razvijenih zemalja.

- P. Dicken: Global shift. Industrial Change in a Turbulent World. Harper & Row, London 1986.
- W. Ritter: Allgemeine Wirtschaftsgeographie. Oldenburg Verlag, München, Wien 1991.
- G. Voppel: Die Industrialierung der Erde. B. G. Teuber, Stuttgart 1990.

6304	SEMINAR IZ EKONOMSKE GEOGRAFIJE	0+0	0+2
------	--	-----	-----

Tematski se prati kolegij Ekonomska geografija. Na temelju strane literature (uglavnom časopisi) izrađuju se seminarski radovi.

6305	PROMETNA GEOGRAFIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
------	---	-----	-----

Uvod. Pojam, suština i značenje prometa. Razvoj, koncept, zadatci i metode prometne geografije. Prometne mreže: razvoj mreža kopnenog, pomorskog i zračnog prometa. Faktori razvoja prometnih mreža: prirodno-geografski, ekonomski, tehnološki, ekološki, socijalni, politički i povijesni faktori. Prometni sistem i organizacija prostora: lokacija i razvoj gospodarskih djelatnosti. Gradski promet. Promet i regionalni razvoj. Prometni sistemi svijeta. Prometni sistem Hrvatske.

- J.E. Taaffe L.H. Gauthier, Geography of Transportation, Englewood Cliff, 1973.
- G. Voppel, Verkehrsgeographie, Darmstadt, 1980.
- H.P. White, M.L. Seenior, Transport Geography, Harlow, 1983.
- M. Wolkowitsch, Géographie des transports, Paris, 1981.

6306	SEMINAR IZ PROMETNE GEOGRAFIJE (prof. geografije)	0+2	0+0
------	--	-----	-----

Seminarska obrada odabranih poglavlja iz prometne geografije. Analiza prometnih mreža uz pomoć statističkih i matematičkih metoda. Rad na osnovi literature i statističkih izvora.

6307	INDUSTRIJSKA GEOGRAFIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
------	---	-----	-----

Teorijsko-metodološka osnovica industrijske geografije. Pojam i interpretacija industrije. Industrija u ekonomsko-geografskoj strukturi svijeta. Industrija kao faktor razvoja Hrvatske. Glavne osobine utjecaja industrije na transformaciju geografskog prostora.

- W. Gaebe: Industrie in Raum, Frankfurt/M., 1989.
- W. Brucher: Industriegeographie, Braunschweig, 1982.
- J. Chardonet: Géographie industrielle, Paris, 1965.
- I. Vrišer: Industrijalizacija Slovenije, Ljubljana, 1974.
- D. Feletar: O osnovama metodologije industrijske geografije, Geografski glasnik, 45, Zagreb, 1985.

6308	SEMINAR IZ INDUSTRIJSKE GEOGRAFIJE	0+1	0+1
------	---	-----	-----

Razrada nekih kvantitativnih metoda industrijske geografije po grupama i pisanje seminarskih radova.

- W. Gaebe: Industrie in Raum, Frankfurt/M., 1989.
- W. Brucher: Industriegeographie, Braunschweig, 1982.
- J. Chardonet: Géographie industrielle, Paris, 1965.
- I. Vrišer: Industrijalizacija Slovenije, Ljubljana, 1974.
- D. Feletar: O osnovama metodologije industrijske geografije, Geografski glasnik 45, Zagreb, 1985.

6309	GEOGRAFIJA EUROPE	2+0	2+0
------	--------------------------	-----	-----

Posebnosti Europe. Proces europske integracije. Prirodno-geografske specifičnosti. Stanovništvo i urbanizacija. Gospodarski razvoj Europe. Europa kao žarište globalnog razvoja. Regionalni disparitet u Europi. Zemlje centra i periferije europskog prostora i tendencije njihovog razvoja. Prosperitetne i problemske regije pojedinih zemalja Europa.

- G.N. Minshull: The New Europe into the 1990s. Hodder & Stoughton, London 1990.
- C. Bertaud: Le Marche Commun des origines a nos jours. Masson, Paris 1991.

6310	RURALNA GEOGRAFIJA (prof. geografije, prof. geografije i povijesti, prof. geologije i geografije)	2+0	2+0
-------------	--	------------	------------

Pojam Ruralne geografije. Ruralni prostor. Čimbenici oblikovanja ruralnog prostora. Kategorije površina ruralnog prostora. Socijalno-posjedovni odnosi. Ruralno-geografske funkcije i strukture. Demogeografski aspekt ruralnog prostora. Način korištenja zemljišta u primarnim, ekundarnim i tercijarnim djelatnostima. Mreža, oblici i tipovi naselja u ruralnom prostoru. Ruralna geografija i etnografija. Ruralna geografija i geoekologija. Ruralni prostor kao čimbenik razvoja i prostornog uređenja.

- Butler, R., Hall, M.C., Jenkins, J.: Tourism and Recreation in Rural Areas, John Wiley & Sons., Chichester 1998
- Cloke, P., Little, J.: Contested countryside cultures - otherness, marginalisation and rurality, Routledge, London. 1997
- Crkvenčić, I., Malić, A., Agrarna geografija, Školska knjiga, Zagreb. 1988
- Ilbery, B.: The Geography of Rural Change. Addison Wesley Longman Limited, Harlow. 1998
- Robinson, G. M.: Conflict and change in countryside: rural society, economy and planning in the development world, John Wiley & Sons, Chichester. 1990

6311	GEOGRAFIJA RUSIJE	0+0	2+0
-------------	--------------------------	------------	------------

Rusija - značenje, veličina, geografski položaj, granice. Razvoj i širenje ruske države. Raspad SSSR-a - političko-geografske posebnosti. Ruska federacija - složenost političko-teritorijalne organizacije. Fizičko-geografske posebnosti prostora. Naseljenost i problemi razvoja stanovništva. Prostorni aspekt prijelaza planske u tržišnu ekonomiju. Urbani sistem - razvoj i suvremene promjene. Problem prometne povezanosti prostora. Problemi regionalnog razvoja Regija jezgre - periferne regije. Rusija u suvremenom svijetu.

- Shaw, Denis J.B.: Russia in the modern world. A new geography, Blackwell, Oxford, 1999.
- Brade, I., Schulze, M.: Rusland – aktuell, Institut für Länderkunde, Leipzig, 1997.
- Barina, I., Dronov, V., Rom V.: Fizičeskaja i ekonomičeskaja geografij Rusii, Gotovimja k ekzamenu po geografiji, Airis Press, Moskva, 1999.
- Hruščev, A. T. (ur.): Ekonomičeskaja i socijalnaja geografij Rusii, Kron Press, Moskva, 1997.
- De Blij, H. J., Muller, P. O.: Geography. Realms, Regions, and Concepts, John Wiley&Sons., N.Y. 1998.

6312	METODIKA NASTAVE GEOGRAFIJE	2+0	2+0
-------------	------------------------------------	------------	------------

Uvod. Geografija kao natavni predmet (stručno-znanstvene osnove). Ciljevi nastave geografije. Psihološke pretpostavke nastave geografije. Planovi i programi nastave geografije. Nastavna sredstva i pomagala. Oblici rada u nastavi geografije. Nastavne metode. Terenski rad i ekskurzije u nastavi geografije. Načela u nastavi geografije. Korelacija geografije s ostalim nastavnim predmetima. Organizacija nastavnog sata. Godišnji orijentacijski raspored gradiva geografije u osnovnim i srednjim školama. Izvedbeni nastavni programi u osnovnim i srednjim školama. Pripremanje za nastavu. Pripreme za nastavu s primjerima. Praćenje i ocjenjivanje učenika. Analiza nastave. Predavač - nastup i retorika. Pedagoška dokumentacija. Zakonodavstvo o školstvu Republike Hrvatske (zakoni i pravilnici).

- Brazda, M.: Metode rada s audiovizualnim sredstvima u nastavi zemljopisa, priručnik za nastavnike, Školska knjiga, Zagreb. 1983
- Brazda, M.: Terenski rad i ekskurzije u nastavi geografije, priručnik za nastavnike, Školska knjiga, Zagreb. 1985
- Krželj, B.: Korelacija geografije s ostalim nastavnim predmetima, Školskaknjiga, Zagreb. 1987
- Malkoč, I.: Programirana nastava geografije, priručnik za nastavnike, Školska knjiga, Zagreb. 1981
- Matas, M.: Metodika nastave geografije, Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb. 1996
- osnovnoškolski i srednjoškolski udžbenici i priručnici

6313	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (III. godina) (prof. geogr.)	120 sati/god.
-------------	--	----------------------

Terenska nastava povezana je s programom predmeta treće godine studija, te se jednokratno izvodi u obliku terenskih obilazaka i praktikumaa u različitim predjelima.

6314	POLITIČKA GEOGRAFIJA	0+0	2+0
-------------	-----------------------------	------------	------------

Status političke geografije. Teorije razvoja i teorija svjetskih sistema. Nacija, država i teritorij. Politička geografija Europske unije. Geografija izbora. Globalizacija i svijet globalnih gradova.

- * Hastings, A.: The construction of nationhood. Ethnicity, religion and nationalism. Cambridge Univ. Press. 1997
- * Hobsbawn, E.J.: Nacije i nacionalizam: program, mit, stvarnost. Novi Liber, Zagreb. 1993
- * Short, J.R.: An introduction to political geography. 2nd ed. Rutledge, London, New York. 1993
- * Taylor, P.J. & Colin, F.: Political Geography. World-economy, nation-state & locality. 4th ed. Pearson Education Ltd., Harlow. 2000
- * Wolkersdorfer, G.: Politische Geographie und Geopolitik zwischen Moderne und Postmoderne. Heidelberger Geographische Arbeiten 111. 2001

6315	AUSTRALIJA S OCEANIJOM	2+0	0+0
-------------	-------------------------------	------------	------------

Geografski položaj Australije, Novog Zelanda i Oceanije. Problemi koji su proizašli iz geografske perifernosti i izolacije iako spada u pojas "Rimlanda". Bjelačka naseljenost i razvijeno gospodarstvo učinili su Australiju i Novi Zeland dijelom Zapada. Naseljavanje Australije, Novog Zelanda i Oceanije. Postanak Australije i Novog Zelanda kao geotektonske cjeline. Reljef, postanak i utjecaj na demografski i gospodarski razvoj. Klima, vode i biljni pokrov kao jedinstveni kompleks koji je omogućio jaki razvoj samo dijela australskog ruba. Borba protiv suše. Njen utjecaj na silno razvijeno stočarstvo. Stanovništvo Australije, rijetka naseljenost i silna koncentracija u uskom obalnom pojasu. Urbanizacija na američko-europskoj razini. Gospodarstvo kao odraz prirodne osnove, ali više u prošlosti nego danas. Jaka trgovačka povezanost s dinamičnim azijskim zemljama. Regionalna podjela Australije. Hrvatska dijaspora u Australiji i Novom Zelandu.

- * McKnight, T.L.: Oceania: The Geography of Australia, New Zealand and the Pacific Islands. Prentice Hall 1995
- * Blij, H.J. de, Muller, P.O.: Geography. Realms, regions and concepts, Wiley, New York. 1997

6316	URBANA GEOGRAFIJA (prof. geologije i geografije)	2+0	2+0
-------------	---	------------	------------

vidi 6301

6317	PROMETNA GEOGRAFIJA (prof. geologije i geografije)	2+1	0+0
6318	PROMETNA GEOGRAFIJA (prof. geografije i povijesti)	2+0	0+0

vidi 6305

6319	INDUSTRIJSKA GEOGRAFIJA (prof. geologije i geografije)	0+0	2+1
6320	INDUSTRIJSKA GEOGRAFIJA (prof. geografije i povijesti)	0+0	2+0

vidi 6307

6321	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (III. godina) (prof. geografije i povijesti)	120 sati/god.
6322	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (III. godina) (prof. geologije i geografije)	60 sati/god.

vidi 6313

6323	SEMINAR IZ RURALNE GEOGRAFIJE (profesor geografije)	0+0	0+2
6324	SEMINAR IZ RURALNE GEOGRAFIJE (prof. geografije i povijesti, prof. geologije i geografije)	0+0	0+1

Cilj seminara je proširenija i produbljenija obrada pojedinih dijelova sadržaja predmeta samostalnim radom studenata, odnosno njihovo uvođenje u metodologiju rada iz ruralne geografije. Sadržaji: ruralnogeografska dokumentacija, katastar, komasacija, aronacija, primjeri analize iz Ruralne geografije, primjeri izrade grafičkih priloga iz Ruralne geografije.

- * Butler, R., Hall, M.C., Jenkins, J.: Tourism and Recreation in Rural Areas, John Wiley & Sons., Chichester 1998
- * Cloke, P., Little, J.: Contested countryside cultures - otherness, marginalisation and rurality, Routledge, London. 1997
- * Flowerdew, R., Martin, D.: Methods in Human Geography, A guide for students doing a research project. 1997
- * Ilbery, B.: The Geography of Rural Change. Addison Wesley Longman Limited, Harlow. 1998
- * Robinson, Guy M.: Conflict and change in countryside: rural society, economy and planning in the development world, John Wiley & Sons, Chichester. 1990

6325	ZEMLJE U RAZVOJU	2+0	0+0
------	------------------	-----	-----

6377	SEMINAR IZ PROMETNE GEOGRAFIJE (prof. geol. i geogr.)	0+1	0+0
------	---	-----	-----

vidi 6306

6401	TURISTIČKA GEOGRAFIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
------	--	-----	-----

Pojam turizma i rekreacije: suvremeni turizam, njegove funkcije i faktori te njegov prostorni aspekt: regionalni pregled turizma u svijetu: europska turistička područja, posebno Mediteran i Alpe: Hrvatski turizam, njegovi atraktivni sadržaji i materijalna baza: hrvatska turistička područja, jadransko, planinsko i panonsko.

- I. Blažević, Z. Pepeonik: Turistička geografija, Školska knjiga, Zagreb 1995.
- Z. Marković, S. Marković: Osnove turizma, Školska knjiga, Zagreb 1984.
- I. Blažević: Turistička geografija Hrvatske, Opatija 1994.
- H. Robinson: A Geography of Tourism, Mc Donald & Evans Ltd., Plymouth 1979.

6402	SEMINAR IZ TURISTIČKE GEOGRAFIJE	0+1	0+1
------	----------------------------------	-----	-----

Na osnovi literature i statističkih pokazatelja izrađuju se seminarski radovi. Prednost je dana turističko-geografskim značajkama Hrvatske. Obrađuju se atraktivni prirodno-geografski i društveno-geografski turistički činitelji, turističke regije i turizam gradova. Posebna pozornost posvećuje se pravilnom korištenju podataka i citiranju literature i izvora.

- I. Blažević, Z. Pepeonik: Turistička geografija, Školska knjiga, Zagreb 1995.
- Z. Marković, S. Marković: Osnove turizma, Školska knjiga, Zagreb 1984.
- I. Blažević: Turistička geografija Hrvatske, Opatija 1994.
- H. Robinson: A Geography of Tourism, Mc Donald & Evans Ltd., Plymouth 1979.

6403	TEORIJA GEOGRAFIJE	2+0	0+0
------	--------------------	-----	-----

Uvod. Geografija kao znanstvena disciplina. Geografija u sastavu znanstvenih disciplina. Pojava i razvoj geografske misli do 19. stoljeća. Razvoj moderne geografije (1800-1950). Metodološki sustav geografije. Opća i posebna (regionalna geografija). Dualizam u geografiji. Determinizam i posibilizam. Idiografski i nomotetički pristupi. Struktura i razvoj opće geografije. Fizička geografija. Antropogeografija (socijalna geografija). Regionalna geografija. Horologizam u geografiji. Geografija kao Landschaftskunde. Pojava i razvoj "nove geografije". Objekt "nove geografije". Prostorni koncept. Prostorni sistemi. Kvantitativna geografija. Razvoj i primjena metoda u "novoj geografiji". Behaviorizam u geografiji. Ekološki pristupi u geografiji. Geoekologija. Geosistemi. Koncept ekosistema. Ekološki pristupi u konceptu geografije. Položaj i razvoj fizičke geografije u okviru "nove geografije". Humanistički i strukturalistički pristupi u geografiji. Idealizam, fenomenologija, egzistencijalizam. Primjena i značenje strukturalizma. Primjenjena geografija. Razvoj. Karakteristični pristupi. Normativne metateorije. Geografija u školi. Ciljevi i zadatci. Konceptije "školske" geografije. Nove sinteze. Sistemi (prostorni, ekološki) kao ključ sinteze (integracije) u geografiji. "Nova" regionalna geografija.

6404	UVOD U PROSTORNO PLANIRANJE	0+0	2+0
------	-----------------------------	-----	-----

Planiranje -pojam. Ekonomsko, socijalno, fizičko (prostorno) planiranje. Razina planiranja. Pojava i razvoj planiranja. Novi sustav planiranja u Hrvatskoj. Regionalno planiranje. Pojava i razvoj regionalnog planiranja. Nejednaki regionalni razvoj kao doktrina planiranja. Uzroci nejednakog regionalnog razvoja. Teorija polariziranog razvoja. Primjena teorije polarizacije u regionalnom planiranju. Proces planiranja. Konceptije planske politike. Sredstva i instrumenti planske politike. Prostorni planovi. Planerski timovi.

Regionalna analiza. Analiza prirodne osnove i prirodnih resursa. Analiza naseljenosti, stanovništva i funkcionalne (centralnomjesne) organizacije. Analiza prostornih procesa. Sinteze i sugestije. Lokalno planiranje. Pojava i razvoj urbanog planiranja. Glavni pravci urbanog planiranja. Mjere planske politike u gradu. Urbanistički planovi. Proces planiranja. Grad kao ekosistem. Razvoj i uređenje gradskih aglomeracija. Ruralno planiranje. Ruralno (seosko) naselje i ruralni prostor. Ruralni pejzaž. Uređenje seoskog prostora. Uređenje seoskih naselja. Revitalizacija. Zaštita ruralnog naslijeđa. Zaštita prirodnih resursa u ruralnim područjima.

- Albers et al: Grundriss der Stadtplanung, 1983.
- Friedmann J., Weaver C., Territory and Function. The Evolution of Regional Planning, 1979.
- Vrišer I., Regionalno planiranje, 1978.

- * Vresk M., Grad u regionalnom i prostornom planiranju, 1990.

6405	GEOEKOLOGIJA	0+0	2+0
-------------	---------------------	------------	------------

Uvodne napomene - što je geoeкологија (ekologija krajolika), što je geo(eko)sustav, krajolik - prostranost i položaj. Teorijski i metodološki trendovi u geoeкологији - geoeколоško istraživanje ekosustava i njihovih prostornih odnosa; principi i metode prikupljanja i obrade podataka; teorijski temelji geoeколоškoг planiranja i gospodarenja prostorom. Primjena geoeколоških pristupa i metoda - ekološka stabilnost i bioraznolikost; primjeri primjene u raznim sektorima društvenih djelatnosti i različitim tipovima krajolika; interdisciplinarnost i značaj geografije u geoeкологији.

- * Bognar, A.: Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa, Geografski glasnik br. 52, Zagreb 1990
- * Gams, I.: Osnove pokrajinske ekologije, Univ. E. Kardeľja, Oddelek za geografiju, Ljubljana 1986
- * Goudi, A.: The Nature of Environment, Oxford, 1984
- * Forman, R.T.T. i Gordon, M.: Landscape Ecology, John Willey & Sons, New York, 1987
- * Bognar, A. i Saletto Janković, M.: Geoeколоški pristupi u gospodarenju prostorom (okolišem, krajolikom), Ekološke monografije 8., Varaždin. 1996

6406	SEMINAR IZ GEOEKOLOGIJE	0+0	0+1
-------------	--------------------------------	------------	------------

Vježbe iz Geoeкологије temelje se na analizi, razradi i usporedbi podataka o ekologiji pejzaža, sa dijelom identifikacije ekološki optimalne pejzažne strukture i stvaranja baze ekoloških podataka bitnih u prostornom planiranju. Analitički dio vježbi obuhvaća primjenu metoda uglavnom kvantitativne prirode u svrhu analize ekoloških podataka o pejzažu (reljef, geološka osnova, klima, vode, tla, biljni i životinjski svijet, socioekonomske prilike itd.). Zatim slijedi interpretacija i pejzažno-ekološka sinteza u svrhu izdavanja pejzažno-ekoloških tipova i ekoregija, te geoeколоška optimizacija korištenja pejzaža. Uslijed kompleksnosti navedene metodologije, težište rada sa studentima je na usvajanju određenog broja metoda bitnih u geoeколоškoј analizi, te na ukazivanju na mogućnosti i svrhu analize geoeколоških podataka, njihove sinteze i vrednovanja.

- * Chapman, J. L., Reiss, M. J.: Ecology: Principles and Applications, Cambridge University Press, Cambridge 1990
- * Gams, I.: Osnove pokrajinske ekologije, Filozofska fakulteta Univerze E. Kardeľja u Ljubljani, Oddelek za geografiju, Ljubljana, 1974
- * Mitchell, C.: Terrain evaluation, Longman scientific & technical, Essex, 1991
- * Ružička M., Miklos L.: Basis Premises and Methods in Landscape Ecological Planning and Optimisation, Changing Landscapes: an Ecological Perspective, Springer Verlag, New York. 1990

6407	GEOGRAFIJA JUGOISTOČNE EUROPE (prof. geografije, prof. geografije i povijesti, prof. geologije i geografije)	0+0	2+0
-------------	---	------------	------------

Prostorni pojam Jugoistočne Europe, Balkana i Balkanskog polotoka. Osnove regionalne izdvojenosti. Jugoistočna Europa i europski procesi. Značajke geografskog položaja. Geoprostorna struktura (prirodno-geografska i društveno-geografska obilježja). Aktualna geografska problematika pojedinih država Jugoistočne Europe (funkcionalna organizacija, socijalno-geografski procesi, razvojni problemi).

- * Atlas Europe, urednik M. Klemenčić, Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb, 1997.
- * DeBlij, H. J., Muller, P. O.: Geography: realms, regions and concepts, John Wiley & Sons, Inc., New York. 1997
- * Rogić, V.: Regionalna geografija Jugoslavije, Školska knjiga, Zagreb. 1990
- * Europa Regional, Institut für Länderkunde, Leipzig, 1993-1999.

6408	GEOGRAFIJA HRVATSKE (prof. geografije, prof. geologije i geografije)	2+0	2+0
-------------	---	------------	------------

Republika Hrvatska - veličina, granice, položaj, razvoj državnosti. Stanovništvo Hrvatske. Prirodna osnova kao faktor naseljavanja i organizacije života. Razvoj naseljenosti i organizacije života hrvatskih pokrajina. Industrijalizacija, deagrarizacija i urbanizacija. Polarizirani razvoj u uvjetima industrijalizacije. Nejednaki regionalni razvoj. Problemska područja. Granični krajevi. Urbani i prometni sistemi. Hrvatska i globalni razvoj.

- * Grupa autora: Geografija Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb, 1974/75.
- * Znanstveni i stručni radovi tiskani u časopisima Acta Geographica Croatica (Radovi), Geografski glasnik i Geografski horizont.

6409	AZIJA (prof. geografije)	2+0	2+0
-------------	---------------------------------	------------	------------

Azija, kontinent superlativa (površine, reljefa, stanovništva, baštine, suvremenih trendova). Središnja, Jugozapadna, Južna i Istočna Azija. Regionalne sličnosti i različitosti. Primjeri zemalja, od Bliskog do Dalekog istoka.

- M. Friganović: Regionalna geografija III, skripta, Zagreb, 1970.
- M. Friganović: NR Kina, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
- M. Friganović: Azijsko Sredozemlje, Školska knjiga, Zagreb, 1980.
- P. Novosel-Žic: Indija, Školska knjiga, Zagreb, 1970.
- M. Friganović: Japan, Školska knjiga, Zagreb, 1970.

6410	ANGLOAMERIKA	2+0	0+0
------	--------------	-----	-----

Pojam; otkriće i naseljavanje; uloga u svijetu i povezanost sa svijetom jednog od najrazvijenijeg dijela svijeta; prirodni i društveni uvjeti razvoja; prikaz po regijama - Nova Engleska, New York, Atlantska obalna ravnica, Apalači, Srednji zapad, Jug, Visoki ravnjaci, Stjenjak, Međuplaninski ravnjaci i zavale, Sjeverozapad, Kalifornija, Alaska i Hawai; suvremeni problemi.

- M. Brazda; SAD, Geografska biblioteka "Širom svijeta", Školska knjiga, Zagreb, 1981.
- A. Wright: United States and Canada, New York, 1976
- S. Birdsall, J. Florin: Regional Landscapes of the United States & Canada, J. Wiley & Sons, NY 1985

6411	GEOGRAFIJA MORA (prof. geografije)	2+0	2+0
------	------------------------------------	-----	-----

Uključivanje mora (oceana) u razvojne tokove ljudskog društva. Povijest istraživanja mora. Geografija mora u sklopu znanosti o moru. Podrijetlo mora. Geografska raspodjela kopna i mora na Zemlji. Promjene razine mora. Reljef dna mora, kontinetski rub, dubokomorske ravni i bazeni, dubokomorske uzvisine, dubokomorski jarci. Geografska i dubinska raspodjela temperature mora, kemijski sastav mora, geografska i dubinska raspodjela slanosti mora, odnos temperature, slanosti i gustoće mora. Atmosfersko-oceanska interakcija, oceani i klimatske promjene, oceanske klimatske regije, led u moru. Dinamika mora, horizontalna cirkulacija, vertikalna cirkulacija, cirkulacija u oceanima, ENSO, cirkulacija u rubnim morima. Valovi. Morske mijene. Prirodogeografske značajke obala, tipovi obala, estuariji, delte. Život u moru, kruženje tvari i energije u moru, rasprostranjenost života u moru, raspodjela fotosintetičke primarne produkcije u moru. Obale kao gospodarski, turistički i životni prostor. Međunarodne pravne odredbe o moru, granice i interesne zone. Ribarstvo i marikultura, mogućnosti i ograničenja. Eksploatacija nafte, zemnog plina i drugih ruda iz podmorja. More - izvor energije. Litoralizacija. Pomorstvo, svjetske luke, pomorska trgovina. Vojnostrateška uporaba mora. Onečišćenje mora, onečišćenja naftom, ostali polutanti. Turizam i more. Plansko upravljanje morem, obalom i priobaljem. Geografska regija hrvatskog Jadrana.

- Riđanović, J.: Hidrogeografija. II. izmijenjeno i dopunjeno izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1993
- Riđanović, J.: Geografija mora. Hrvatski zemljopis, Bibliotheka Geographia Croatica, Zagreb, 2002
- Thurman, H. V. i Burton, E. A.: Introductory oceanography. 9th edition. Prentice Hall, New Jersey, 2001
- Kelletat, D.: Physische Geographie der Meere und Küsten. 2. auflage. Teubner Studienbücher Geographie, Stuttgart, 1999
- Gierloff-Emden, H. G.: Geographie des Meeres Ozeane und Küsten. Walter de Gruyter, Berlin - New York, u dva sveska: 1, 2, 1980
- Stražičić, N.: Pomorska geografija svijeta. III. izmij. i dop. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1996
- Stražičić, N.: Pomorska geografija Jugoslavije. Školska knjiga, Zagreb, 1989
- Bonačić, D.: Osnove oceanografije. Školska knjiga, 1987
- Požar-Domac, A.: O biologiji mora. Hrvatsko ekološko društvo, Mala ekološka biblioteka, Zagreb, 1988

6412	SEMINAR IZ METODIKE NASTAVE GEOGRAFIJE	0+3	0+3
------	--	-----	-----

Hospitacije. Rukovanje nastavnim sredstvima i pomagalicama. Izrade priprema za nastavu. Upoznavanje s pedagoškom dokumentacijom. Sudjelovanje u radu razrednih i učiteljskih vijeća. Javna predavanja - probna i ogleдна u osnovnoj i srednjoj školi. Časopisi, atlas, udžbenici i priručnici.

6413	DIPLOMSKI RAD	0+4	0+4
------	---------------	-----	-----

Prikupljanje, obrada i prezentiranje gradiva skupljenog za diplomski rad te, primjenom geografskih metoda, osposobljavanje studenata za samostalan stručni i znanstveni rad.

6414	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (prof. geografije, prof. geografije i povijesti, IV. godina)	120 sati/god.	
------	--	---------------	--

Terenska nastava povezana je s programom predmeta četvrte godine studija te se jednokratno izvodi u obliku terenskih obilazaka i praktikuma u različitim predjelima.

6415	LATINSKA AMERIKA	0+0	2+0
-------------	-------------------------	------------	------------

Geografski položaj i geografska struktura. Prostorne (administrativno - političke) jedinice. Društveno-gospodarske značajke. Specifičnosti tropskog dijela. Glavne značajke van-tropskih krajeva. Brazil - Argentina; Meksiko - Kuba - Panama. Latinska Amerika i suvremeni svijet.

- Riđanović, J.: Brazil. Širom svijeta, Školska knjiga, Zagreb, 1980
- Pleše, B.: Meksiko. Širom svijeta, Školska knjiga, Zagreb, 1970
- Stražičić, N.: Pomorska geografija svijeta. III. izmijenjeno i dop. izdanje, Školska knjiga, 1996
- Der Fischer Weltatmanach, Frankfurt am Main, 1998

6416	AFRIKA	0+0	2+0
-------------	---------------	------------	------------

Prirodna i društvena obilježja kontinenta i posebnosti pojedinih regionalnih cjelina. Teritorijalno politička podjela i prirodna i društvena obilježja pojedinih zemalja. Afrika u svjetskim razmjerima: gospodarstva, društveno-politička zbivanja. Tropsko-subtropska obilježja kontinenta te raspored i struktura stanovništva. Političko-teritorijalna podjela kao odraz kolonijalizma. Suvremeni društveno-ekonomski problemi i procesi.

- I. Crkvenčić: Afrika - regionalna geografija, Školska knjiga, Zagreb, 1988.
- A. Manshard: A Tropical Agriculture, NY, 1981.
- A. Hazlewood: Africal Integration and Disintegration, London - New York - Toronto, 1977.
- B. Davidson, Afrika u povijesti, Zagreb 1984.

6417	TURISTIČKA GEOGRAFIJA (prof. geografije i povijesti, prof. geologije i geografije)	1+0	1+0
-------------	--	------------	------------

vidi 6401

6419	GEOGRAFIJA HRVATSKE (prof. geografije i povijesti)	2+1	2+1
-------------	---	------------	------------

vidi 6408

6420	AZIJA (prof. geografije i povijesti, prof. geologije i geografije)	2+0	0+0
-------------	---	------------	------------

vidi 6409

6421	GEOGRAFIJA MORA (prof. geografije i povijesti)	1+0	1+0
-------------	---	------------	------------

6422	GEOGRAFIJA MORA (prof. geologije i geografije)	1+1	1+1
-------------	---	------------	------------

vidi 6411

6424	TERENSKA NASTAVA IZ GEOGRAFIJE (prof.geologije i geografije, IV. godina)	90 sati/god.	
-------------	--	---------------------	--

vidi 6414

6425	KULTURNA GEOGRAFIJA	0+0	2+0
-------------	----------------------------	------------	------------

6488	SEMINAR IZ GEOGRAFIJE HRVATSKE (prof. geogr. i povijesti)	0+1	0+1
-------------	--	------------	------------

Na Seminaru iz Geografije Hrvatske obrađuju se, na bazi postojeće literature, slijedeće kompleksne teme: Regionalizacija Hrvatske. Nodalno-funkcionalna organizacija Hrvatske. Makroregionalni centri i njihovo značenje.

6489	SEMINAR IZ GEOGRAFIJE HRVATSKE (prof. geografije, prof. geologije i geografije)	0+2	0+2
-------------	---	------------	------------

Na Seminaru iz Geografije Hrvatske obrađuju se, na bazi postojeće literature, slijedeće kompleksne teme: Regionalizacija Hrvatske, Nodalno-funkcionalna organizacija Hrvatske. Makroregionalni centri i njihovo značenje.

4.2.8. GEOFIZIKA

7001	DINAMIČKA METEOROLOGIJA 1, 2	2+1	2+1
------	------------------------------	-----	-----

Opća saznanja o planeti i atmosferi. Čest zrak. Razni tipovi procesa u atmosferi. Politrope. Termodinamika suhog zraka. Termodinamika vodene supstance i vlažnog zraka. Hidrostatička ravnoteža i Boussinesqova aproksimacija. Vertikalne ćelije. Analiza dimenzija procesa u atmosferi. Izobarni, sferni i prirodni koordinatni sustav. Jednadžbe tendencije tlaka. Trajektorije i strujnice. Geostrofička i gradijentska ravnoteža. Razni oblici neakceleriranog gibanja. Bjerknesov cirkulacioni teorem. Barotropnost, baroklinost, solenoidi. Jednadžba vrtložnosti. Očuvanje apsolutne vrtložnosti. Plitki fluid. Potencijalna vrtložnost. Zavjetrinska ciklogeneza. Jednadžba divergencije. Helmholtzov teorem. Jednadžba ravnoteže. Rossbyjevi valovi u geostrofičkoj i kvazigeostrofičkoj atmosferi. Kvizigeostrofička jednadžba vrtložnosti. Rossbyjev radius deformacije. Osnovna saznanja o općoj cirkulaciji atmosfere. Prosječna troćeljska struktura. Zonalni indeks. Laboratorijski pokusi.

- Holton, J.R.: An Introduction to Dynamic Meteorology, Academic Press Inc., San Diego 1992.
- Bluestein, H.B.: Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes, Vol. I: Principles of Kinematics and Dynamics, Oxford University Press, New York 1992.
- Gelo, B.: Opća i prometna meteorologija, Školska knjiga, Zagreb 1992.

7002	DINAMIČKA METEOROLOGIJA 3, 4	3+2	3+2
------	------------------------------	-----	-----

Divergencija u prirodnom koordinatnom sustavu. Vertikalna struktura makroporemecaja. Proučavanje gibanja u atmosferi pomoću sustava izvedenih jednadžbi. Barotropni i baroklini dinamički modeli atmosfere. Hidrodinamika nestabilnosti atmosferskih makroprocesa. Očuvanje opće cirkulacije atmosfere (Palm-Eliassenov tok). Energijska ravnoteža opće cirkulacije atmosfere. Očuvanje kinetičke energije i enstrofije. Osnovna saznanja o mezoskalnim procesima. Interni težinski valovi i planinski valovi. Granični sloj atmosfere (podjela, karakteristike i teorijski prikaz). Zakon laminarnog gibanja. Turbulencija zračne struje (karakteristike i teorijski prikazi). Primjena spektralne analize u proučavanju turbulencije. Kinetička energija turbulencije i hipoteze Kolmogorova. Jednadžba kinetičke energije turbulencije i turbulentnih tokova (Reynoldsove napetosti). Teorija sličnosti. Modeli atmosferskog graničnog sloja različitog reda zatvaranja. Transport i difuzija primjesa u atmosferi.

- Holton, J.R.: An Introduction to Dynamic Meteorology, Academic Press, San Diego 1992.
- Panofsky, H.A., J.A. Dutton: Atmospheric Turbulence, Wiley, New York 1984.
- Pasquill, F., F.B. Smith: Atmospheric Diffusion, Chichester-Ellis Horwood, New York 1983.
- Stull, R.B.: An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer, Dordrecht 1988.

7003	SEMINAR IZ DINAMIČKE METEOROLOGIJE	1+0	1+0
------	------------------------------------	-----	-----

Seminar se sastoji iz samostalne obrade određene teme iz područja dinamičke meteorologije. Student iznosi razradu problema, rezultate obrade i dobivene zaključke (jedan referat semestralno). U razgovoru s nastavnikom i polaznicima seminar produbljuje se znanje stečeno na predavanjima i vježbama. Seminarske teme se odabiru iz članaka u tekućim stranim časopisima ili iz udžbenika.

7005	SEMINAR IZ KLIMATOLOGIJE	1+0	1+0
------	--------------------------	-----	-----

Seminar se sastoji iz samostalne obrade određene teme iz područja klimatologije. Student iznosi razradu problema, rezultate obrade i dobivene zaključke (jedan referat semestralno). U razgovoru s nastavnikom i polaznicima seminar produbljuje se znanje stečeno na predavanjima i vježbama. Seminarske teme se odabiru iz članaka u tekućim stranim časopisima ili iz udžbenika.

7006	SINOPTIČKA METEOROLOGIJA	2+2	2+2
------	--------------------------	-----	-----

Globalni motriteljski sustav. Kontrola meteoroloških informacija. Analitički materijali s posebnim osvrtom na kartografske projekcije. Atmosferski sustavi: zračne mase, fronte i barički sustavi (ciklone i anticiklone), uključujući ciklogenezu i frontogenezu. Barički sustavi u okviru opće atmosferske cirkulacije. Subjektivne metode prognoze vremena: metoda tendencije i teorije razvoja. Objektivne metode: deterministički i statistički (empirički) pristup. Deterministički pristup uključuje: razmatranje hidrodinamičkih jednadžbi u različitim koordinatnim sustavima, metode njihove numeričke integracije (konačnih razlika, spektralna i metoda konačnih elemenata), filtriranje numeričke nestabilnosti (nisko propusni i vrpčasti filter), definiranje graničnih i početnih (inicijalizacija) uvjeta, barotropni model za ograničeno područje na stožastoj projekciji, hemisferski šestoslojni prognostički model s primitivnim jednadžbama, spektralni globalni model Europskog

centra za srednjoročnu prognozu vremena. Nedeterministički pristup obuhvaća: regresijsku i metodu analogija. Kraći osvrt na interpretaciju prognostičkih polja kako subjektivnim tako i objektivnim metodama (statistika rezultata modela i mezomodeli). Prognoze za posebne namjene. Verifikacija prognoza.

Program vježbi: Izrada algoritama i računalnih programa u programskom jeziku FORTRAN uključujući jednostavne grafičke prikaze rezultata. Programi pokrivaju područja: motrenja i kontrole podataka, objektivne analize kao i numerički barotropni model u stožastoj projekciji.

- Bluestein, H.B.: Synoptic-dynamic meteorology in midlatitudes (Vol. I, II), Oxford University Press, New York 1992.
- Daley, R.: Atmospheric data analysis, Cambridge University Press, Cambridge 1991.
- Haltiner, G.J.: Numerical weather prediction, Wiley, New York 1971.
- Kurz, M.: Synoptic meteorology, Deutscher Wetterdienst, Offenbach 1998.
- Pettersen, S.: Weather analysis and forecasting (Vol. I, II), McGraw-Hill, New York 1956.
- Radinović, Đ.: Prognoza vremena, Univerzitet u Beogradu, Beograd 1979.

7007	SEMINAR IZ SINOPTIČKE METEOROLOGIJE	1+0	1+0
-------------	--	------------	------------

Seminar se sastoji iz samostalne obrade određene teme iz područja sinoptičke meteorologije. Student iznosi razradu problema, rezultate obrade i dobivene zaključke (jedan referat semestralno). U razgovoru s nastavnikom i polaznicima seminara produbljuje se znanje stečeno na predavanjima i vježbama. Seminarske teme se odabiru iz članaka u tekućim stranim časopisima ili iz udžbenika.

7008	FIZIČKA METEOROLOGIJA 1, 2	2+1	2+1
-------------	-----------------------------------	------------	------------

Procesi zračenja Sunca i Zemlje. Energetska bilanca. Ekstinkcija zračenja u atmosferi. Mjerenje svih komponenti zračenja. Optičke pojave. Akustičke pojave. Fizika oblaka i oborina. Umjetna modifikacija vremena.

- Coulson, K.L.: Solar and Terrestrial Radiation, Academic Press, New York 1975.
- Mason, B.J.: The Physics of Clouds, Clarendon Press, Oxford 1971.
- Selby M.L.: Fundamentals in Atmospheric Physics. Academic Press 1996.

7010	ODABRANA POGLAVLJA METEOROLOGIJE	1+0	1+0
-------------	---	------------	------------

Fizika planeta i planetarnih atmosfera. Opća građa tijela planetarnog sustava. Kemijski sastav, visinska razdioba atmosfere i fizički procesi. Magnetosfera i uloga Sunca. Metode istraživanja.

- Chamberlain, J.W., D.M. Hunten: Theory of Planetary Atmospheres, Academic Press, New York 1986.
- Vujnović V.: Astronomija I/II. Školska knjiga 1992/1993.

7011	METEOROLOŠKA MJERENJA	2+2	0+0
-------------	------------------------------	------------	------------

Instrumentalna prizemna i aerološka mjerenja temperature, tlaka, vlažnosti, oborina, vjeta, kratkovalnog i dugovalnog Sunčevog zračenja. Vizualna opažanja naoblake, jačine vjeta, meteoroloških pojava. Daljinska i satelitska mjerenja. Meteorološki simboli.

- Houghton, D.D. (ur.): Handbook of applied meteorology, Wiley, New York 1985.
- Ludlum D.M.: National Audubon Society: Field Guide to North American Weather, Chantideer Press Inc. N.Y. 1997.
- Neukamp, E.: Oblaki in vreme. Mladinska knjiga, 1988.

7012	METEOROLOŠKI PRAKTIKUM 1	0+0	1+3
-------------	---------------------------------	------------	------------

Stjecanje znanja o funkcioniranju mreže meteoroloških postaja te djelovanju i ulozi Svjetske meteorološke organizacije. Svladavanje tehnike pripremanja meteoroloških izvještaja za potrebe vremenske prognoze i sastavljanja vremenskih izvještaja.

- Priručnici Svjetske meteorološke organizacije, materijali za obradu i meteorološki podaci za odabranu vremensku situaciju.

7013	METEOROLOŠKI PRAKTIKUM 2, 3	1+2	1+2
-------------	------------------------------------	------------	------------

Praktični aspekti rada prognostičke službe. Vrste sinoptičkog materijala. Osnovna načela analize vremenskih karata. Analiza prizemne sinoptičke karte prema proceduri T. Bergerona i G. Swobode. Analiza visinskih sinoptičkih karata. Analiza vertikalnih presjeka. Subjektivne interpretacije meteoroloških polja i elemenata. Izrada kratkoročnih prognoza. Nazivlje u vremenskim izvješćima. Sastavljanje vremenskih

izvješća. Operativni atmosferski prognostički modeli različitih razmjera. Vrste prognostičkih podloga. Diseminacijski kodovi. Dinamička i statistička adaptacija. Oblici postprocesne obrade prognostičkih podataka. Vizualizacija. Objektivna dijagnoza i interpretacija vremenskih i prostornih vertikalnih presjeka atmosfere uz primjenu dijagnostičkog modela HRID visoke razlučne moći u izentropskom koordinatnom sustavu. Vertikalni profili i meteogrami osnovnih i izvedenih termodinamičkih parametara te parametara stabilnosti atmosfere. Osnove interpretacije satelitskih i radarskih slika u prognostičke i dijagnostičke svrhe (nowcasting).

Program vježbi: Kompletna analiza jedne prizemne sinoptičke karte sukladno preporučenoj proceduri (školski primjer). Djelomična analiza jedne aktualne vremenske karte. Analiza visinskih sinoptičkih karata AT 850 hPa, AT 700 hPa i AT 500 hPa. Analiza jednog vremenskog vertikalnog presjeka za Zagreb. Sastavljanje vremenskih izvješća na primjerima aktualnih situacija. Primjeri dekodiranja prognostičkih proizvoda. Primjena softverskih alata na računalima za postprocesnu obradu i vizualizaciju prognostičkih podataka, te manipulaciju satelitskim i radarskim slikama oblaka.

- Glasnović, D., Čačić, I., N. Strelec: Methodology and application of High Resolution Isentropic Diagnostic Model (HRID), sterreichische Beiträge zur Meteorologie und Geophysik, Wien, Vol. 10, 109-136, 1994.
- Glasnović, D., Strelec, N., Č. Branković: Objektivna dijagnoza i prognoza pojave obilnog snijega sredinom studenog 1993. godine u Hrvatskoj, Izvanr. meteor. i hidrol. prilike u Hrvat., 17, 21-45, 1994.
- Kurz, M.: Synoptic meteorology, Deutscher Wetterdienst, Offenbach 1998.
- Nenadić, Ž., Čačić, I., M. Sijerković: Vremenska prognoza danas. Govor 1, 9-24, 1994.
- Sijerković, M., B. Gelo: Meteorološko nazivlje u vremenskim prognozama u elektronskim javnim glasilima, Govor 2, 14-42, 1994.
- WMO: Guide to WMO binary code forms, WMO TD-No 611, Geneva 1994.
- WMO: Guide to public weather services practices, WMO-No 834, Geneva 1996.
- Zwatz-Meise, V.: Contributions to satellite and radar meteorology in Central Europe, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Heft 10, Wien 1994.

7014	GEOFIZIČKI SEMINAR	1+0	1+0
-------------	---------------------------	------------	------------

Iznošenje rezultata svojih ili tuđih istraživanja, upućivanje u načine predočavanja rezultata i stvaranje zaključaka, savladavanje tehnike držanja predavanja. Sudjelovanje u raspravama i izlaganjima svojih kolega, nastavnika i stranih znanstvenika. Studenti iznose i svoje prikaze određenih tema (diplomski radovi).

7015	TEORIJA ELASTIČNOSTI S PRIMJENOM U GEOFIZICI	2+1	2+1
-------------	---	------------	------------

Osnove teorije elastičnosti. Analiza napetosti i deformacije. Lameove jednadžbe. Potencijali pomaka. Helmholtzov i Lameov teorem. Kirchoffovo integralno rješenje valne jednadžbe.

- Aki, K., P.G. Richards: Quantitative Seismology, 2nd Ed., Univ. Science Books, Sansalito, Calif. 2002.
- Bath, M.: Mathematical Aspects of Seismology, Elsevier, Amsterdam 1968.
- Love, A.E.H.: A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, Dover Publications, New York 1944.
- Müller, G.: Theorie der elastischen Wellen, Univ. Frankfurt, Frankfurt 1986.

7016	STATISTIČKE METODE U GEOFIZICI	2+1	2+1
-------------	---------------------------------------	------------	------------

Deskriptivna statistika. Diskretne, kontinuirane i vektorske varijable. Združene i uvjetne vjerojatnosti. Statistike za opis razdiobe čestina. Teoretske razdiobe za kontinuirane varijable. Metode procjene parametara. Intervalne procjene parametara. Testiranje hipoteza. Neparametarski testovi. Međuzavisnost slučajnih varijabli. Bivarijatna normalna razdioba. Višestruka regresija. Osnovi analize vremenskih nizova. Ispitivanje homogeniteta podataka. Fourierov red. Fourierov integral i transformacija. Funkcija autokorelacije i spektar gustoće energije. Diracova funkcija. Digitalno filtriranje. Teorem o uzorkovanju.

- Bath, M.: Spectral Analysis in Geophysics, Elsevier, Amsterdam 1974.
- Bracewell, R.N.: The Fourier Transform and its Application, McGraw-Hill, New York 1986.
- Papoulis, A.: The Fourier Integral and its Applications, McGraw-Hill, New York 1962.
- Penzar, B., B. Makjanić: Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji, Sveučilište u Zagrebu 1978.
- Wilks, D.S.: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, Academic Press, New York 1995.

7017	FIZIČKA OCEANOGRAFIJA 1, 2	2+1	2+1
-------------	-----------------------------------	------------	------------

Predmet istraživanja i metodologija. Mjerni instrumenti. Polazne jednadžbe. Svojstva mora. Salinitet, temperatura, tlak, gustoća, vodene mase. Gibanje u moru. Kvazistacionarno strujanje, slobodne oscilacije (valovi u dubokoj i plitkoj vodi, gravitacijsko-inercijalni i Rossbyjevi valovi), prisilne oscilacije (morska boba,

djelovanje atmosfere na more, termohalini efekti). Obrada i analiza temperaturnih i salinitetnih podataka te strujomjernih, valomjernih i mareografskih registracija za područje Jadrana.

- Bowden, K.F.: Physical Oceanography of Coastal Waters, Ellis Horwood, Chichester 1983.
- McLellan, H.J.: Elements of Physical Oceanography, Pergamon Press, Oxford 1965.
- Pickard, G.L.: Descriptive Physical Oceanography, Pergamon Press, Oxford 1979.
- Pond, S., G.L. Pickard: Introductory Dynamic Oceanography, Pergamon Press, Oxford 1983.
- Proudman, J.: Dynamic Oceanography, Methuen, London 1953.

7018	SEMINAR IZ FIZIČKE OCEANOGRAFIJE	1+0	1+0
------	----------------------------------	-----	-----

Seminar se sastoji iz samostalne obrade određene teme iz područja fizičke oceanografije. Student iznosi razradu problema, rezultate obrade i dobivene zaključke (jedan referat semestralno). U razgovoru s nastavnikom i polaznicima seminarara produbljuje se znanje stečeno na predavanjima i vježbama. Seminarske teme se odabiru iz članaka u tekućim stranim časopisima ili iz udžbenika.

7019	SEIZMOLOGIJA 1	2+2	2+2
------	----------------	-----	-----

Klasifikacija, uzroci i geografska razdioba potresa. Seizmičnost Zemlje. Upoznavanje sa strukturom Zemlje. Makroseizmika: ljestvice intenziteta potresa, izoseiste, interpretacija makroseizmičkih karata. Valna gibanja i valna jednadžba. Prostorni valovi potresa. Koeficijenti refleksije i refrakcije. Mohorovičičev diskontinuitet. Jednadžba staze vala. Analiza seizmograma. Wiechert-Herglotzov teorem. Površinski valovi potresa. Disperzija površinskih valova. Fazna i grupna brzina površinskih valova potresa. Pomak čestica sredstva pri prolazu površinskih valova.

- Aki, K., P.G. Richards: Quantitative Seismology, 2nd Ed., University Science Books, Sansalito, California 2002.
- Menahem, A. Ben, S.J. Singh: Seismic Waves and Sources, Springer-Verlag, New York 1981.
- Kulhanek, O.: Anatomy of Seismograms, Developments in Solid Earth Geophysics, Vol.18, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam 1990.
- Lay, T., T.C. Wallace: Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego 1995.
- Shearer, P. M.: Introduction to Seismology, University Press, Cambridge 1999.
- Udias, A.: Principles of Seismology, University Press, Cambridge 1999.

7020	SEIZMOLOGIJA 2	2+1	2+1
------	----------------	-----	-----

Površinski valovi potresa. Rayleighova jednadžba. Rasprostriranje i disperzija površinskih valova potresa u vertikalno heterogenom sredstvu (Thomson-Haskellova metoda i metoda matrice rasprostriranja). Računanje disperzije površinskih valova potresa. Rasprostriranje površinskih valova u lateralno heterogenom sredstvu. Raspršenje i atenuacija prostornih valova potresa. Koda valovi. Slobodne oscilacije Zemlje.

- Aki, K., P.G. Richards: Quantitative Seismology, 2nd Ed., University Science Books, Sansalito, California 2002.
- Ben Menahem, A., S.J. Singh: Seismic Waves and Sources, Springer-Verlag, New York 1981.
- Lapwood E.R., T. Usami: Free Oscillations of the Earth, Cambridge University Press, Cambridge 1981.
- Lay, T., T.C. Wallace: Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego 1995.
- Sato, H., M. C. Fehler: Seismic Wave Propagation and Scattering in the Heterogeneous Earth, Springer Verlag, Berlin 1997.
- Stein, S. & Wyession: An introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure, Blackwell Publ. 2003.

7021	SEMINAR IZ SEIZMOLOGIJE	1+0	1+0
------	-------------------------	-----	-----

Iznose se dostignuća iz seizmologije na osnovi novije literature i radova u znanstvenim časopisima uz aktivno sudjelovanje studenata (semestralno po jedan referat).

7022	FIZIKA UNUTRAŠNOSTI ZEMLJE	2+1	0+0
------	----------------------------	-----	-----

Inverzne metode u seizmologiji. Lanczosova dekompozicija. Gustoća Zemlje. Adams-Williamsonov postupak određivanja prostorne razdiobe gustoće. Energija prostornih i površinskih valova potresa. Magnituda potresa. Fizika seizmičkih izvora. Teorija elastičkog povratnog djelovanja. Prikaz seizmičkog izvora. Kinematika potresa promatrana na velikoj udaljenosti od izvora. Dinamika širenja pukotine. Seizmički moment.

- Aki, K., P.G. Richards: Quantitative Seismology, Theory and Methods, Vol. I,II., W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980.

- Ben Menahem, A., B.A. Singh: Seismic Waves and Sources, Springer-Verlag, New York 1981.
- Bullen, K.E., B.A. Bolt: An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge University Press, Cambridge 1985.
- Tarantola, A.: Inverse Problem Theory, Methods for Data Fitting and Model Parameter Estimation, Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1987.
- Lay, T., T.C. Wallace: Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego 1995.

7023	TEŽA I OBLIK ZEMLJE	0+0	2+1
-------------	----------------------------	------------	------------

Elementi teorije potencijala. Normalno polje sile teže. Redukcija sile teže i anomalije. Geoid. Osnove teorije izostazije i izostatska redukcija mjerenih vrijednosti.

- Lambeck, K.: Geophysical Geodesy, Clarendon Press, Oxford 1988.
- Vaniček, P., E. Krakiwsky: Geodesy, The Concepts, Elsevier, Amsterdam 1986.
- Grušinski, N.P.: Osnovi gravimetrii, Nauka, Moskva 1983.
- Kasumović, M.: Opća i primjenjena geofizika s osnovama sferne astronomije, I dio, PMF, Zagreb 1971.

7024	MAGNETIZAM ZEMLJE	2+0	0+2
-------------	--------------------------	------------	------------

Geomagnetski elementi. Magnetsko polje Zemlje. Vremenske i prostorne promjene zemljinog magnetizma. Mjerenje magnetske deklinacije. Apsolutno mjerenje horizontalnog intenziteta. Osnove sferne astronomije.

- Jacobs, J.A. (ur.): Geomagnetism, Academic Press, Vol. 1, London 1987.
- Merrill, R.T. and M.W. Elhinny: The Earth's Magnetic Field, Academic Press, New York 1983.
- Kasumović, M.: Opća i primjenjena geofizika s osnovama sferne astronomije, I i III dio, PMF, Zagreb 1971.
- Rakitake T., Honkura Y.: Solid Earth Geomagnetism. Terra Scientific Publishing Company. Riedel Publishing Company. Tokyo 1985.

7025	ODABRANA POGLAVLJA GEOFIZIKE	2+2	0+0
-------------	-------------------------------------	------------	------------

Mehanizam pomaka u žarištu potresa. Modeli seizmičkog izvora: jednostruki i dvostruki par sila. Vrste rasjedja. Stereografske projekcije. Praktično određivanje mehanizma potresa.

- Kasahara, K: Earthquake mechanics, Cambridge University Press 1981.
- Aki, K., P.G. Richards: Quantitative Seismology, Theory and Methods, Vol. I, II., W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980.
- Ben Menahem, A., S.J. Singh: Seismic Waves and Sources, Springer-Verlag, New York 1981.

7026	RAČUN IZJEDNAČENJA	1+1	0+0
-------------	---------------------------	------------	------------

Osnove teorije slučajnih pogrešaka. Gaussov zakon o vjerojatnosti pogrešaka. Ocjene točnosti direktnih opažanja (mjerenja). Izjednačenje posrednih opažanja. Jednadžbe pogrešaka i normalne jednadžbe, pogreške izjednačenih veličina.

- Feil, L.: Teorija pogrešaka i račun izjednačenja, Geodetski fakultet, Zagreb 1989.

7027	AERONOMIJA 1, 2	2+1	2+1
-------------	------------------------	------------	------------

Fizički procesi u višoj atmosferi: stratosferi, mezosferi i termosferi. Atomski i molekularni procesi, s posebnim osvrtom na ozonski sloj. Prijenos zračenja. Elektromagnetsko polje atmosfere. Ionosfera, magnetosfera i utjecaj svemira.

- Banks, P.M., G. Kocharts: Aeronomy, Academic Press, London 1980.
- Meszaros, E.: Atmospheric Chemistry, Elsevier, Amsterdam 1981.
- Salby, M.L.: Fundamentals of Atmospheric Physics. Academic Press, N.Y. 1996.

7028	GEOFIZIČKI PRAKTIKUM 1, 2	0+2	0+2
-------------	----------------------------------	------------	------------

Lociranje epicentara potresa postupkom L. Geigera. Određivanje mehanizma pomaka u žarištu potresa. Mjerenje geomagnetskih elemenata i njihova redukcija.

7031	DIPLOMSKI RAD		
-------------	----------------------	--	--

7032/13704	FIZIKA ZEMLJE I ATMOSFERE	2+1	0+0
------------	---------------------------	-----	-----

Osnove utvrđivanja fizikalnih parametara unutrašnjosti Zemlje: valovi potresa, teža, geomagnetsko polje. Modeli Zemlje. Fizikalni procesi u atmosferi odgovorni za stanje i pojave u zraku koji čine vrijeme: zračenje Sunca i Zemlje, grijanje zraka, pretvorba vode, oblaci i oborina, tlak i strujanje. Određivanje brzine valova potresa. Određivanje gustoće Zemlje. Određivanje geomagnetskih elemenata. Izrada zadataka u vezi s gradivom iz fizike atmosfere i upoznavanje s osnovnim instrumentima.

- Shearer, P. M.: Introduction to Seismology, University Press, Cambridge 1999.
- Skoko, D., J. Mokrović: Mohorovičić, Školska knjiga, Zagreb 1998.
- Stacey, F.D.: Physics of the Earth, Wiley, New York 1977.
- Kasumović, M.: Opća i primjenjena geofizika s osnovama sfere astronomije (I dio – Opća geofizika), Sveučilište u Zagrebu 1971.
- Makjanić, B.: Osnove meteorologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1967.
- Moran, J.M., Morgan M.D.: Meteorology. Mc Millan Publ. Company, New York 1989.

7033	OSNOVE GEOFIZIKE 1	2+1	0+0
------	--------------------	-----	-----

Osnove značajke valne teorije. Valovi potresa. Seizmičnost. Određivanje fizikalnih svojstava unutrašnjosti Zemlje. Teža i oblik Zemlje. Teorija izostazija. Mjerenje i značenje anomalija gravitacije. Geomagnetski elementi. Mjerenje i promjene magnetskog polja Zemlje. Tok topline u Zemlji (osnovne relacije, mjerenje toka topline). Geodinamika – tektonika ploča

- Garland, G. D.: Introduction to geophysics. W.B. Saunders Co., Toronto 1979.
- Bullen, K. E., B. A. Bolt: Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge 1985.
- Lay, T., T. C. Wallace: Modern Global Seismology. Academic Press, Toronto 1995.
- Kasumović, M.: Opća i primjenjena geofizika s osnovama sfere astronomije (I dio – Opća geofizika), Sveučilište u Zagrebu 1971.

7034	OSNOVE GEOFIZIKE 2	0+0	2+0
------	--------------------	-----	-----

Atmosfera, klimatske promjene. More. Mjerni instrumenti. Osnovne jednadžbe. Vanjski utjecaji na more. Morska doba, djelovanje atmosfere na more.

- Makjanić, B.: Osnove meteorologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1967.
- Penzar, I. i B. Penzar: Agroklimatologija, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- Pickard, G.L., W.J. Emery: Descriptive Physical Oceanography, Pergamon Press, Oxford 1990.
- Pond, S., G.L. Pickard: Introductory Dynamic Oceanography, Pergamon Press, Oxford 1983.
- Volarić, B. i I. Penzar: Osnove meteoroloških motrenja i mjerenja, Sveuč. u Zagrebu, Zagreb 1967.

7036	GEOFIZIKA	2+1	0+0
------	-----------	-----	-----

Osnovne značajke valne teorije. Valovi potresa. Seizmičnost. Određivanje fizikalnih svojstava unutrašnjosti Zemlje. Teža i oblik Zemlje. Teorija izostazija. Mjerenje i značenje anomalija gravitacije. Geomagnetski elementi. Mjerenje i promjene magnetskog polja Zemlje. Tok topline u Zemlji (osnovne relacije, mjerenje toka topline). Geodinamika – tektonika ploča

- Garland, G. D.: Introduction to geophysics. W.B. Saunders Co., Toronto 1979.
- Bullen, K. E., B. A. Bolt: Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge 1985.
- Lay, T., T. C. Wallace: Modern Global Seismology. Academic Press, Toronto 1995.
- Kasumović, M.: Opća i primjenjena geofizika s osnovama sfere astronomije (I dio – Opća geofizika), Sveučilište u Zagrebu 1971.

7037	DINAMIKA ATMOSFERE I MORA	0+0	2+1
------	---------------------------	-----	-----

1. Atmosfera: Sastav zraka, podjela atmosfere, plinska jednadžba. Energija Sunčevog i Zemljinog zračenja te protuzračenje atmosfere. Grijanje i hlađenje kopna, mora i zraka. Pretvorba vode i proizvodi pretvorbe. Fizika oblaka i oborina. Polje tlaka i gibanje zraka. Vjetrovi i planetarno kruženje, vrtložni sustavi. Osnovne prognoze vremena. Umjetno djelovanje na vrijeme.

2. More: Svojstva mora i gibanje u moru - pregled. Mjerni instrumenti: "in situ" i daljinska istraživanja. Salinitet: razmjena vlage na granici atmosfera/more, razdioba saliniteta. Temperatura: razmjena topline između atmosfere i mora, razdioba temperature. Tlak, gustoća, vodene mase; miješanje; advekcija/konvekcija. Cirkulacija u morima i oceanima; geostrofičke struje, vjetrovne struje (Ekmanova spirala), termohaline struje. Vjetrovni valovi, tsunamii, seši, inercijalne oscilacije, Rossbyjevi valovi. Plima i oseka: sila

uzročnica, opis pojave, elementarna dinamika. Olujni uspori: utjecaj tlaka zraka i vjetra na gibanje u probalnom području. Sezonske oscilacije.

3. Sustav atmosfera-more: Klimatske fluktuacije, El NiZo, veza Atlantik-Europa. Klimatske promjene, astronomski ciklusi, antropogeni efekti.

- Open University Course Team: Seawater - its composition, properties and behaviour, Pergamon Press, Oxford 1991.
- Open University Course Team: Ocean circulation, Pergamon Press, Oxford 1991.
- Open University Course Team: Waves, tides and shallow-water processes, Pergamon Press, Oxford 1991.
- Penzar, I. i B. Penzar: Agroklimatologija (drugo izdanje). Školska knjiga, Zagreb 1989.
- Volarić, B. i I. Penzar: Osnove meteoroloških motrenja i mjerenja, Sveuč. u Zagrebu 1967.

7038	UVOD U GEOFIŽIČKU DINAMIKU FLUIDA	2+1	0+0
-------------	--	------------	------------

Sustav atmosfera-more. Sunčevo zračenje. Razdioba temperature. Efekt staklenika. Konvekcija, horizontalni gradijenti, varijabilnost radijacijskog forsiranja. Međudjelovanje atmosfere i mora.

Svojstva fluida u stanju mirovanja. Jednadžba stanja. Termodinamičke varijable - unutrašnja energija, entropija, specifična toplina, entalpija. Vodena para u atmosferi, fazne promjene, latentna toplina. Ravnoteža sila - gradijent tlaka, teža, hidrostatska jednadžba. Vertikalna struktura atmosfere i mora, statička stabilnost, Brunt-Väisälä frekvencija, potencijalna temperatura, potencijalna gustoća. Stabilnost zasićene atmosfere. Grafički prikaz vertikalnih profila.

Fluid u gibanju. Čestica fluida. Jednadžba sačuvanja mase. Jednadžba sačuvanja skalame veličine (vlažnost, salinitet). Jednadžba sačuvanja topline. Jednadžba gibanja - lokalno i advektivno ubrzanje, Coriolisova sila, viskozni efekti (molekularni, turbulentni), plimotvorna sila. Rubni uvjeti (čvrsta granica, unutrašnje granične plohe). Skale gibanja.

- Cushman-Roisin, B.: Introduction to geophysical fluid dynamics, Prentice Hall, New Jersey 1994.
- Gill, A.E.: Atmosphere-ocean dynamics, Academic Press Inc., Boston 1990.
- Kundu, P.K.: Fluid mechanics, Academic Press Inc., Boston 1990.
- Pedlosky J.: Geophysical fluid dynamics, Springer Verl., New York 1987.

7039	SEIZMOMETRIJA	0+0	2+1
-------------	----------------------	------------	------------

Mehanički, kapacitivni i elektromagnetski seizmografi, jednadžba indikatora. Frekventne i fazne karakteristike. Akcelerografi i povratna sveza. Širokopolasni seizmografi. Digitalni zapis. Strain-metri. Tiltmetri. Sustav za točno vrijeme i globalni pozicijski sustav.

- Agnew, D.C.: Strainmeters and tiltmeters, Rev. of Geophysics, Vol. 24, No. 3, 579-624, 1986.
- Skoko D.: Osnove teorije seizmografa, Institut za zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija na Univerzitetu "Kiril i Metodij", Skopje 1981.
- Dewey, J. and P. Byerly: The early history of seismology (to 1900), Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 59, 183-227, 1969.
- Willmore, P.L.: The application of the Maxwell bridge to the calibration of electromagnetic seismographs, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 49, 99-114 1959.
- Šantić, A.: Elektronička instrumentacija, Školska knjiga, Zagreb 1988.
- Schlerbaum F.: Of Poles and Zeros. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands 1996.

7040	INŽENJERSKA SEIZMOLOGIJA	0+0	2+1
-------------	---------------------------------	------------	------------

Katalozi potresa. Gutenberg-Richterova relacija. Analiza potpunosti kataloga. Seizmičko zoniranje. Funkcije atenuacije najvećih intenziteta, akceleracije, brzine i pomaka. Dinamički faktor amplifikacije. Seizmički hazard i rizik.

- Agarwal, P.N.: Engineering Seismology, Oxford & IBH Publishing, New Delhi 1991.
- Medvedev, S.V.: Inženjerska seizmologija, Gosudarstvenoe izdatelstvo literaturi, Moskva 1962.
- Reiter L.: Earthquake Hazard Analysis. Columbia University Press. New York 1991.

7041	SEIZMOTEKTONIKA	0+0	2+1
-------------	------------------------	------------	------------

Tektonika ploča. Širenje oceanske kore, zone subdukcije. Pomaci kontinenata. Seizmotektonici aktivne zone. Strukturni odnosi u Sredozemlju. Područje Hrvatske. Regionalne strukturne jedinice. Podaci o dubinskoj geološkoj građi, reporni horizonti. Geološke strukture, tipovi, postanak, aktivnost, pomaci. Režim stresa. Rasjedi, tipovi, važnost u seizmotektonskim odnosima, zone, vrste, genaiza. Transformni, transkurentni i navlačni pomaci. Primjeri. Neotektonska aktivnost. Tektonski uzročnici nastanka potresa. Određivanje strukturnih elemenata u žarištima potresa. Seizmotektonske provincije. Javljanje potresa,

odnosi s geološkim strukturama i tektonskim pokretima. Seizmotektonski aktivne zone u prostoru. Seizmotektonska karta i profil. Prikaz struktura i rasjeda na terenu.

- Park, R.G.: Geological Structures and Moving Plates, Chapman and Hall, New York 1988.
- Sylvester, A.G.: Wrench Fault Tectonics, A.A.P.G., Tulsa 1985.
- Wells, D.L., K.J. Coppersmith, K. J.: New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement, Bull. Seism. Soc. Am., No 4, vol 84, 1994.

7042	GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA S TERENSKIM RADOM	2+2	2+5
------	--	-----	-----

Gravimetrijska istraživanja – Fizikalne osnove. Gravimetar. Gravimetrijsko djelovanje pravilnih geometrijskih tijela. Instrumenti i oprema. Mjerenje i obrada podataka. Transformiranje gravimetrijskih karata. Gustoće stijena. Interpretacija. Gravimetrijska višeznačnost. Izostazija. Primjena gravimetrijskih istraživanja. Geomagnetna istraživanja – Instrumenti i oprema. Magnetno polje Zemlje. Inducirana i remanentna magnetizacija. Magnetični minerali i stijene. Mjerenje protonskim magnetometrom. Obrada podataka. Interpretacija. Primjena geomagnetnih istraživanja. Geoelektrična istraživanja – Pregled geoelektričnih metoda. Električna svojstva stijena. Metoda spontanog potencijala. Metoda električne otpornosti. Geoelektrično sondiranje i profiliranje: instrumenti i oprema, mjerenje, obrada podataka, interpretacija. Primjena geoelektričnih istraživanja. Metoda inducirane polarizacije. Seizmička istraživanja – Temeljni zakoni širenja seizmičkih valova. Graf vrijeme-udaljenost za slojevitu sredinu. Instrumenti i oprema: izvori seizmičkih valova, geofoni, seizmografi. Refrakcijska istraživanja: mjerenje i obrada podataka, metode interpretacije, poteškoće u interpretaciji, primjena refrakcijskih istraživanja. Refleksijska istraživanja: mjerenje, obrada podataka (statički, dinamički i rezidualni popravci, analiza brzina), mjerenje seizmičkih brzina, interpretacija seizmičkih profila, migracija, primjena refleksijskih istraživanja. Geofizička mjerenja u bušotinama – Pregled karotažnih metoda. Električna svojstva stijena i faktor formacije. Raspored tekućina i otpornosti u propusnom sloju. Karotaža spontanog potencijala. Karotaža otpornosti: normalna i inverzna sonda, sond e s usmjerenim strujama, mikrosonda, induktivna sonda. Radioaktivne karotažne metode: karotaža prirodne radioaktivnosti, gama-gama karotaža, neutronska karotaža. Zvučna karotaža. Ostale karotažne metode: mjerenje temperature, promjera bušotine i nagiba slojeva. *Program vježbi*: Upoznavanje s geofizikom opremom i instrumentima. Izrada karte gravimetrijskog reziduala. Interpretacija geomagnetnih profila. Obrada i interpretacija podataka geoelektričnog sondiranja i profiliranja. Obrada i interpretacija podataka refrakcijskih i refleksijskih seizmičkih mjerenja. Elektrokarotažna mjerenja na modelu.

Terenska nastava: Gravimetrijska, geomagnetna, geoelektrična i seizmička mjerenja na terenu.

- Griffiths, D.H., R.F. King: Applied Geophysics for Engineers and Geologists, Pergamon Press, Oxford 1981.
- Parasnis, D.S.: Principles of Applied Geophysics, Chapman and Hall, New York 1986.
- Šumanovac, F.: Geofizička istraživanja, geoelektrične i seizmičke metode, RGN, Zagreb 1999.

7043	KLIMATOLOGIJA 1	2+1	2+1
------	------------------------	-----	-----

Definicije klime. Povijesni razvoj klimatologije. Klimatski sistem. Klimatski elementi i faktori. Sunčevo zračenje. Dugovalno zračenje Zemlje i atmosfere. Bilanca zračenja. Toplinska bilanca. Prostorne i vremenske promjene temperature zraka. Maritimnost i kontinentalnost klime. Opća cirkulacija atmosfere. Strujanja sinoptičkih i lokalnih razmjera. Hidrološki ciklus. Prostorne i vremenske promjene količina oborine. Osnovi bioklimatologije. Klasifikacije klime. Prirodne i antropogene klimatske promjene.

- Penzar, B. i B. Makjanić: Uvod u opću klimatologiju, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1978.
- Hidore, J.J., J.E. Oliver: Climatology: An Atmospheric Science, Macmillan 1993.
- Hartmann D.L.: Global Physical Climatology. Academic Press, NY 1994.

7044	KLIMATOLOGIJA 2	1+1	1+1
------	------------------------	-----	-----

Izvori klimatoloških podataka. Klimatološki bilteni i atlasi. Klimatski monitoring. Simulacije meteoroloških nizova. Osnove sinoptičke i primijenjene klimatologije. Vježbe se sastoje iz izrade jednostavnijih programa za računalu i interpretacije dobivenih rezultata.

- Thompson, R.D., A. Perry: Applied Climatology, Routledge 1997.
- Wilks, D.S.: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, Academic Press, San Diego 1995.

7045	DINAMIKA OBALNOG MORA	1+1	1+1
------	------------------------------	-----	-----

Vjetrovno strujanje u morima: modeli Weeninka, Falzenbauma i Welandera. Usporedba s vjetrovnim strujanjem u oceanima: kinematika, modeli Sverdrupa, Stommela i Munka. Seši: analitičko modeliranje generiranja i gušenja, izrada jednodimenzionalnog numeričkog modela, usporedba s opažanjima. Topografski Rossbyjevi valovi: analitički modeli za slučaj ravne obale i kružnog bazena.

- LeBlond, P.H., L.A. Mysak: Waves in the Ocean, Elsevier, Amsterdam 1978.
- Schwind, J.J.: Geophys. Fluid Dynamics for Oceanographers, Prentice Hall, Englewood Cliffs 1980.
- Simons, T.J.: Circulation Models of Lakes & Inland Seas, Dep.of Fisheries & Oceans, Ottawa 1980.
- Stocker, T., K. Hutter: Topographic Waves in Channels and Lakes on the f-Plane, Springer Verl., New York 1987.
- Wilson, B.W.: Seiches, Advances in Hydrosience, 8, 1972.

7046	HIDROLOGIJA	2+1	2+1
-------------	--------------------	------------	------------

Definicija hidrologije i povezanost s drugim znanostima. Kruženje vode u prirodi. Povijest, razvoj, zadatci i primjena hidrologije. Procijenjene količine vode na Zemlji. Prosječne godišnje oborine na slivu. PTP i ITP krivulje i njihova primjena u hidrologiji. Isparavanje s vodne površine i evapotranspiracija. Infiltracija i vlaga u tlu. Hidraulika otvorenih tokova: primjena Bernoullijeve jednadžbe za idealnu i realnu tekućinu, jednoliko tečenje, mjerni uredaji, preljevi, nejednoliko tečenje. Filtracija: Darcyev zakon, Dupuitova pretpostavka. Značajke hidroloških pojava, hidrološki podaci, sliv, faktori otjecanja. Hidrometrija. Nivogram, protočna krivulja, hidrogram i njegovi sastavni dijelovi, krivulje učestalosti i trajanja vodostaja i protoka, otjecajni koeficijent i specifični dotok sa sliva. Vjerojatnost i statistika u hidrologiji. Linearna i nelinearna korelacija, dvostruke sumarne količine. Velike vode: krivulje raspodjele, jedinični hidrogram, hidrogram u obliku trokuta, metoda izokrona, iskustveni izrazi. Male vode i hidrološka suša. Nanos. Opća jednadžba hidrološke bilance. Regionalna hidrološka analiza.

- Bonacci, O.: Hidrometrija, Tehnička enciklopedija, Sv. 6, Jug. leks. zavod, Zagreb, 416-426, 1979.
- Bonacci, O.: Meteorološke i hidrološke podloge, Priručnik za hidrotehničke melioracije (ur. Z. Kos), I. kolo Odvodnjavanje, Knjiga 2, Podloge, Društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje Hrvatske, Zagreb, 39-130, 1984.
- Srebrenović, D.: Primijenjena hidrologija, Tehnička knjiga, Zagreb 1986.

5. POSTDIPLOMSKI STUDIJI

5.1. Nastavni planovi za akademsku godinu 2004./2005.

PRAVILA ZA IZVOĐENJE POSLIJEDIPLOMSKOG ZNASTVENOG (MAGISTARSKOG I DOKTORSKOG) STUDIJA NA PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOM FAKULTETU

Na temelju članka 115. stavka 3. Zakona o visokim učilištima (Narodne novine 59/96 - pročišćeni tekst), te članka 21. stavka 3. i članka 136. stavka 2. Statuta Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, dekan fakulteta, na prijedlog Fakultetskog vijeća utvrđenog na sjednici od 20. veljače 1997. godine, donio je

ODLUKU O PRAVILIMA ZA IZVOĐENJE POSLIJEDIPLOMSKOG ZNASTVENOG (MAGISTARSKOG I DOKTORSKOG) STUDIJA NA PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOM FAKULTETU

I. Ustroj studija:

1. Poslijediplomski znanstveni studiji (dalje: studiji) iz prirodoslovja i matematike ustrojavaju se kao redoviti sveučilišni studiji na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (dalje: Fakultet, PMF), u skladu sa Zakonom o visokim učilištima.

2. Poslijediplomski studiji ustrojeni su kao studiji za stjecanje akademskih stupnjeva magistra znanosti (magistarski studiji) i doktora znanosti (doktorski studiji).

Magistarski studiji obuhvaćaju prve dvije godine studija i započinju upisom na studij. Magistarski studiji završavaju obranom magistarskog rada.

Doktorski studiji obuhvaćaju i treću godinu studija, a upisuju se najkasnije tri godine nakon upisa studija pod uvjetima iz točaka 15 i 16. Doktorski studiji završavaju obranom disertacije.

3. Fakultetsko vijeće PMF-a prenosi obavljanje dijela djelatnosti ustanove iz područja poslijediplomskih studija na vijeća Sveučilišnih odjela (dalje: vijeća). Studije za pojedina znanstvena polja, odnosno grane, ustrojavaju Sveučilišni odjeli i to:

Studij matematičkih znanosti (grane: matematika, primijenjena matematika i matematičko modeliranje, statistika, računalstvo) - Sveučilišni odjel za matematiku;

Studij fizikalnih znanosti (grane: fizika, geofizika, biofizika, astronomija i astrofizika) - Sveučilišni odjel za fiziku i geofiziku;

Studij kemijskih znanosti - Sveučilišni odjel za kemiju;

Studij bioloških znanosti (grane: biologija, ekologija, molekularna biologija i biokemija, antropologija) - Sveučilišni odjel za biologiju;

Studij geoloških znanosti (grane: geologija, mineralogija) - Sveučilišni odjel za geologiju;

Studij geografskih znanosti - Sveučilišni odjel za geografiju;

Interdisciplinarni studij oceanologije - Sveučilišni odjel za geologiju.

4. Svaki navedeni studij može imati više smjerova, specificiranih nastavnim planovima za pojedina polja, odnosno grane i ogranke.

5. Dužnosnike studija (voditelj, zamjenik voditelja, voditelji smjerova) i nastavnike za pojedine studije predlažu i imenuju vijeća Sveučilišnih odjela prije početka akademske godine. Odjeli također mogu imenovati savjetodavna tijela za studij.

II. Upis:

6. Natječaj za upis u studij objavljuje se svake godine, u pravilu u mjesecu lipnju, u dnevnom tisku. Odluku o raspisivanju i sadržaju natječaja donosi Fakultetsko vijeće.

7. Natječaj obvezatno sadržava popis studija i studijskih smjerova, uvjete upisa i podatke o troškovima studija. Odluku o troškovima studija za danu akademsku godinu donosi

Fakultetsko vijeće.

8. Uvjet za upis na prvu godinu studija je završen odgovarajući dodiplomski studij, što podrobnije utvrđuje svaki odjel zasebno. Pristupnici sa završenim dodiplomskim studijem koji nije odgovarajući mogu upisati prvu godinu studija uz obvezu polaganja odgovarajućih kolegija iz dodiplomskog studija na PMF-u po odluci vijeća a na prijedlog voditelja smjera i voditelja studija.

9. Minimalna prosječna ocjena dodiplomskog studija potrebna za upis je 3,5. Upis s nižom prosječnom ocjenom moguć je uz upis dodatnih dodiplomskih kolegija koje pristupnik treba položiti s prosječnom ocjenom većom ili jednakom 4,0 te uz preporuku dvaju profesora od kojih se jedan odlukom vijeća imenuje mentorom. O dodatnim upisanim kolegijima odlučuje voditelj studija odnosno studijskog smjera.

10. Pristupnici koji udovoljavaju uvjetima natječaja i odobri im se upis, upisuju studij u pravilu u rujnu. Pristupnik upisom stječe sva prava redovitog studenta prema Zakonu o visokim učilištima.

III. Uvjeti studiranja:

11. Pristupnik u prve dvije godine upisuje ukupno, ovisno o polju odnosno grani, najmanje 180 sati predavanja danog ili srodnih studija odnosno studijskih smjerova. Uz predavanja se obvezatno upisuju i drugi vidovi nastave (vježbe, terenska nastava, seminari i sl.), po planu i programu danog studija odnosno studijskog smjera. Iznimno se odobrava kombinirati programe različitih studija i (ili) smjerova, s time da se mora utvrditi matični studij odnosno polje unutar kojeg se mora upisati najmanje 60% sati. Za odobrenje ovakvog upisa nadležna su vijeća Sveučilišnih odjela na kojima se studiji provode.

Podrobnosti o minimalnom broju sati i strukturi upisanih predmeta (tj. njihovoj razdiobi na opće, temeljne i specijalne) specificiraju se nastavnim planovima i programima za pojedine studije.

12. Radi okupljanja većeg broja polaznika nastava iz pojedinih predmeta može se odvijati naizmjenice svake druge godine.

13. Studentu se u pravilu tijekom prve godine studija imenuje mentor odgovoran za njegovu uključivanje u znanstveni rad. Mentora imenuje vijeće.

14. Tijekom prve dvije godine student je dužan održati za sve studente danog studija odnosno smjera barem jedan seminar čiju temu određuje voditelj smjera u dogovoru s nastavnicima.

15. Doktorski studij mogu upisati studenti koji su položili ispite iz prve dvije godine studija s prosječnom ocjenom većom od 4,0 (ili ekvivalentnog broja bodova po pojedinom nastavnim planu i programu), uspješno održali seminar iz točke 14 (pismeno mišljenje voditelja smjera), te imali uspješnu znanstvenu djelatnost (izradili barem jedan znanstveni rad koji je prošao međunarodnu recenziju, odnosno ispunili preduvjete za stjecanje doktorata iz danog znanstvenog polja odnosno grane kakvi se traže na uglednim svjetskim sveučilištima).

16. Doktorski studij mogu upisati i studenti koji su ranije uspješno obranili magistarski rad, te objavili najmanje jedan znanstveni rad koji je prošao međunarodnu recenziju, odnosno ispunili preduvjete za stjecanje doktorata iz danog znanstvenog polja odnosno grane kakvi se traže na uglednim svjetskim sveučilištima.

17. Molbu studenata za upis u doktorski studij razmatraju dužnosnici studija, a vijeće donosi konačnu odluku i imenuje mentora.

18. Student koji nakon tri godine od upisa na studij ne upiše doktorski studij nastavlja studij kao magistarski studij.

19. Tijekom doktorskog studija student je dužan održati barem dva seminara (jedan iz teme disertacije, drugi iz srodnog područja izvan te teme). Temu drugog seminara određuje voditelj smjera. Student može također na prijedlog voditelja smjera i mentora upisati dodatnu nastavu u skladu s nastavnim planom i programom danog studija odnosno studijskog smjera.

IV. Uvjeti za izradbu magistarskih radova i disertacija:

20. Postupak prihvata tema te ocjene magistarskih radova i disertacija utvrđen je Statutom Sveučilišta i posebnom odlukom Fakultetskog vijeća.

IVa. Magistarski rad:

21. Tema magistarskog rada odobrava se najkasnije u roku od tri godine od upisa na studij. Tema se prihvaća na vijeću, temeljem mišljenja povjerenstva koje ima najmanje tri člana i u kojem mentor ne može biti predsjednik.

22. Uvjeti za predaju magistarskog rada na ocjenu su uspješno položeni ispiti, uspješno održan seminar (po pismenom mišljenju voditelja smjera), uspješan znanstveni rad (pismeno mišljenje mentora), te pozitivno izvješće povjerenstva za prihvrat teme magistarskog rada.

23. Magistarski rad treba sadržavati izvorne rezultate koji po ocjeni povjerenstva za ocjenu rada okvirno odgovaraju najmanje jednom znanstvenom radu u časopisu s međunarodnom recenzijom, odnosno magistarskom radu iz danog polja odnosno grane na uglednim svjetskim sveučilištima.

IVb. Disertacija:

24. Tema disertacije odobrava se u pravilu tijekom doktorskog studija. Tema se prihvaća na sjednici vijeća temeljem mišljenja povjerenstva koje ima najmanje tri člana i u kojem mentor ne može biti predsjednik.

25. Student može predati rad na ocjenu nakon ispunjenja obveza unutar doktorskog studija, o čemu pismena mišljenja podnose dva nastavnika od kojih je jedan mentor.

26. Disertacija treba sadržavati originalne rezultate koji po ocjeni povjerenstva za ocjenu rada odgovaraju najmanje trima znanstvenim radovima u časopisima s međunarodnom recenzijom, odnosno disertaciji iz danog polja odnosno grane na uglednim svjetskim sveučilištima.

27. Izradbi i obrani disertacije izvan doktorskog studija može pristupiti osoba koja je stekla akademski stupanj magistra znanosti i objavila najmanje jedan znanstveni rad u časopisima s priznatom međunarodnom recenzijom ili najmanje godinu dana sudjelovala u istraživačkom radu visokog učilišta ili znanstvenoistraživačkog instituta.

IVc. Postupak ocjenjivanja i obrane radova:

28. Pojedina vijeća sveučilišnih odjela mogu uspostaviti strože kriterije od onih specificiranih u točkama 23 i 26 u vrednovanju znanstvenog rada studenata, posebno u karakterizaciji objavljenih znanstvenih radova i ekvivalentnog sadržaja magistarskih radova i disertacija.

29. Povjerenstvo za ocjenu magistarskog rada ili disertacije se sastoji od najmanje tri člana. Mentor pristupnika ne može biti predsjednik povjerenstva.

30. Magistarski rad, odnosno disertacija, ocjenjuju se u izvješću članova povjerenstva. Izvješće povjerenstva za ocjenu magistarskog rada podnosi se na vijeću Sveučilišnog odjela. Izvješće povjerenstva za ocjenu disertacije podnosi se na Fakultetskom vijeću putem vijeća odjela.

31. Pristupnik uvezuje magistarski rad, odnosno disertaciju, nakon prihvaćanja ocjene, a prije obrane.

32. Obrane magistarskog rada i disertacije otvorene su za javnost i odvijaju se pred povjerenstvima koja imaju najmanje tri člana (i najmanje jedan član u zamjeni). Mentor pristupnika ne može biti predsjednik povjerenstva. Obrana se sastoji od izlaganja pristupnika koje se ne prekida i može trajati najviše 45 minuta za magistarski rad i 60 minuta za disertaciju, od odgovora pristupnika na pitanja članova povjerenstva, te od odgovora na pitanja iz auditorija. Povjerenstvo većinom glasova odlučuje je li pristupnik uspješno obranio magistarski rad, tj. disertaciju, te javno pred pristupnikom obznanjuje svoju odluku. Rezultat obrane može biti:

- obranio jednoglasnom odlukom povjerenstva;
- obranio odlukom većine članova povjerenstva;
- nije obranio.

33. Isti magistarski rad, odnosno disertacija, može se braniti samo jedamput.

34. O obrani magistarskog rada i disertacije vodi se zapisnik koji potpisuju svi članovi povjerenstva. Zapisniku se prilaže životopis pristupnika i sažetak rada.

35. Diplom o magisteriju znanosti izdaje Fakultet, a pristupniku ih uručuje dekan na svečanoj promociji.

36. Diplom o doktoratu znanosti izdaje Sveučilište, a pristupniku ih uručuje rektor na svečanoj promociji.

V. Trajanje studija:

37. Student ima studentska prava tijekom četiri godine (dvije studijske i dvije apsolventske) ako pohađa magistarski studij, šest godina (tri studijske i tri apsolventske) ako pohađa doktorski studij, te četiri godine (jedna studijska i tri apsolventske) ako pohađa doktorski studij nakon magisterija. Ukoliko postoje opravdani i dokumentirani razlozi Vijeće može iznimno na temelju zamolbe studenta produžiti trajanje ovih prava za jednu godinu u slučaju magistarskog studija i doktorskog studija nakon magisterija, odnosno dvije godine u slučaju doktorskog studija.

38. Predmet završnog rada (magistarskog rada, disertacije) koji nije obranjen u roku od deset godina od dana prihvatanja teme rada, podliježe ponovnom postupku prihvatanja.

VI. Prijelazne i završne odredbe:

39. Za tumačenje ovog pravilnika nadležno je Fakultetsko vijeće.

40. Do formiranja vijeća Sveučilišnih odjela za prirodoslovna polja i polje matematike Fakultetsko vijeće PMF-a prenosi obavljanje dijela djelatnosti ustanove iz područja poslijediplomskih studija na vijeća odsjeka PMF-a. Studije za pojedina znanstvena polja, odnosno grane izvode odsjeci PMF-a i to:

Studij matematičkih znanosti (grane: matematika, primijenjena matematika i matematičko modeliranje, statistika, računalstvo) – Matematički odsjek;

Studij fizikalnih znanosti (grane: fizika, geofizika, biofizika, astronomija i astrofizika) – Fizički odsjek i Geofizički odsjek;

Studij kemijskih znanosti – Kemijski odsjek;

Studij bioloških znanosti (grane: biologija, ekologija, molekularna biologija i biokemija, antropologija) – Biološki odsjek;

Studij geoloških znanosti (grane: geologija, mineralogija) – Geološki odsjek;

Studij geografskih znanosti – Geografski odsjek;

Interdisciplinarni studij oceanologije – Geološki odsjek.

Točke 30, 35. i 36. naknadno će se prilagoditi ustrojstvu poslijediplomskog studija na Sveučilišnim odjelima.

41. Studenti poslijediplomskog studija koji su studij započeli prije stupanja na snagu ove odluke završavaju studij po ranijim propisima.

42. Na osnovu pojedinačnih molbi može se odlukom odsječkog vijeća dozvoliti nastavak studija po ovim pravilima onim studentima, koji su poslijediplomski studij na Fakultetu započeli u akademskim godinama 1995/96 i 1996/97.

43. Za pristupnike kojima je postupak prihvatanja teme disertacije započeo prije stupanja na snagu ove odluke postupak stjecanja stupnja doktora znanosti provodit će se po ranijim propisima.

44. Ova odluka o pravilima za izvođenje poslijediplomskog (magistarskog i doktorskog) studija stupa na snagu nakon potvrđivanja Sveučilišnog senata, danom objave na oglasnim pločama Fakulteta.

Broj: 01N-104/1-97.

Zagreb, 21. veljače 1997.
fakulteta:

Dekan Prirodoslovno-matematičkog

Prof. dr. sc. Biserka Nagy, v. r.

POSILIJEDIPLOMSKI ZNANSTVENI STUDIJ IZ ZNANSTVENOG POLJA FIZIKE

Akad. god. 2004/2005.

<http://www.phy.hr/pdip/>

Voditelj studija: Dr. sc. Ivica Picek, red. prof.

Zamjenik voditelja studija: Dr. sc. Davor Kirin, znan. savj.

Za studente koji se žele dalje usavršavati u znanstvenom radu pruža se mogućnost poslijediplomskog studija i izrade doktorske disertacije na Fizičkom odsjeku, Geofizičkom odsjeku ili drugim znanstvenim ustanovama. Poslijediplomski studij traje do tri godine, izvodi se u okviru nekog od znanstvenih projekata i završava stjecanjem akademskoga zvanja magistra znanosti. Nastavu obavljaju odabrani nastavnici Fizičkog odsjeka, Geofizičkog odsjeka i znanstvenici-fizičari iz drugih ustanova. Magistri fizičkih znanosti mogu nastaviti znanstveno usavršavanje izradom doktorske disertacije.

AKADEMSKA ZVANJA

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Fizika elementarnih čestica)

Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam particularis) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Nuklearna fizika)

Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam nuclearem) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Fizika čvrstog stanja)

Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam status solidi) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Atomska i molekularna fizika i astrofizika)

Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam atomicam et molecularem et astrophysicam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Biofizika)

Magister scientiarum naturalium ad physicam (biophysicam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Medicinska fizika)

Magister scientiarum naturalium ad physicam (physicam medicam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika (Geofizika)

Magister scientiarum naturalium ad physicam - geophysicam pertinentium

Doktor prirodnih znanosti, znanstveno polje fizika

Doctor scientiarum naturalium ad physicam

DUŽNOSNICI POSILIJEDIPLOMSKOG ZNANSTVENOG STUDIJA IZ POLJA FIZIKE

Voditelji smjerova:

1. *Fizika elementarnih čestica*: Dr. sc. Silvio Pallua, red. prof.
2. *Nuklearna fizika*: Dr. sc. Đuro Miljanić, znan. savj.
3. *Atomska i molekularna fizika i astrofizika*: Dr. sc. Goran Pichler, znan. savj., *koordinator za astrofiziku* Dr. sc. Krešimir Pavlovski, red. prof.
4. *Fizika čvrstog stanja*: Dr. sc. Slaven Barišić, red. prof.
5. *Biofizika*: Dr. sc. Janko Herak, red. prof.
6. *Medicinska fizika*: Dr. sc. Mladen Vrtač, doc.
7. *Geofizika - Fizika atmosfere i mora*: Dr. sc. Mirko Orlić, red. prof.
8. *Geofizika - Fizika unutrašnjosti Zemlje*: Dr. sc. Marijan Herak, red. prof.

NASTAVNI PLAN POSLIJEDIPLOMSKOG ZNANSTVENOG STUDIJA IZ POLJA FIZIKE

I. Naziv i ustroj studija

Poslijediplomski znanstveni studij iz fizikalnih znanosti omogućava stjecanje akademskog stupnja magistra znanosti (magistarski studij) i doktora znanosti (doktorski studij). Studij se ustrojava na sljedećim smjerovima:

- 1) Fizika elementarnih čestica
- 2) Nuklearna fizika
- 3) Atomska i molekularna fizika i astrofizika
- 4) Fizika čvrstog stanja
- 5) Biofizika
- 6) Medicinska fizika
- 7) Geofizika - Fizika atmosfere i mora
- 8) Geofizika - Fizika unutrašnjosti Zemlje.

II. Nositelj

Nositelj poslijediplomskog znanstvenog studija iz fizikalnih znanosti je Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF) u sklopu kojega se vođenje poslova studija prenosi na Fizički odsjek i Geofizički odsjek.

Dužnosnike studija (voditelj studija, zamjenik voditelja studija i voditelji smjerova) imenuju Vijeće Fizičkog odsjeka i Vijeće Geofizičkog odsjeka na zajedničkoj sjednici.

III. Upis na studij

Opća pravila upisa utvrđena su Odlukom o pravilima za izvođenje poslijediplomskog znanstvenog (magistarskog i doktorskog) studija na PMF-u.

U prvu godinu studija mogu se upisati pristupnici koji su završili dodiplomski studij profila diplomirani inženjer fizike (upis na smjerove 1- 6), diplomirani inženjer fizike - struka geofizika - smjer meteorologija i fizička oceanografija (upis na smjer 7), diplomirani inženjer fizike - struka geofizika - smjer seizmologija i fizika čvrste Zemlje (upis na smjer 8), odnosno pristupnici kojima je priznata istovrijednost diplome stečene na inozemnom sveučilištu, a uz odobrenje Vijeća Fizičkog odsjeka i Vijeća Geofizičkog odsjeka i uz obvezu polaganja odgovarajućih kolegija iz dodiplomskog studija na PMF-u i pristupnici koji su završili srodne dodiplomske studije (npr. profila profesor fizike).

IV. Uvjeti studiranja

Opći uvjeti studiranja utvrđeni su Odlukom o pravilima za izvođenje poslijediplomskog znanstvenog (magistarskog i doktorskog) studija na PMF-u.

Popis predmeta i razdioba na opće i temeljne (obvezne) i specijalne (izborne) utvrđen je u priloženim nastavnim planovima i programima pojedinih smjerova studija. Svi predmeti upisuju se u dogovoru s voditeljem smjera, uvažavajući sugestije mogućeg mentora. Polaznici doktorskog studija dodatno upisuju jedan izborni predmet u trećoj godini studija. U svakoj godini studija treba upisivanjem i polaganjem prikupiti 60 bodova, tj. ukupno 120 bodova za magistarski studij, odnosno 180 bodova za doktorski studij.

V. Uvjeti za izradu magistarskih radova i disertacija

Uvjeti za stjecanje magisterija i doktorata određeni su Odlukom o pravilima za izvođenje poslijediplomskog znanstvenog (magistarskog i doktorskog) studija na PMF-u. Dodatno, traži se da doktorska disertacija pokazuje sposobnost pristupnika da samostalno istražuje i znanstveno radi.

VI. Posebne odluke Vijeća Fizičkog odsjeka i Geofizičkog odsjeka: dodatna pravila uz magistarski i doktorski studij

1. Pisanje na engleskom jeziku

Moguće je pisanje magistarskih radnji i doktorskih disertacija na engleskom jeziku uz ispunjavanje barem jednog od uvjeta:

- a) Ukoliko je mentor ili član povjerenstva iz strane države i pismeno potvrđuje svoje sudjelovanje na obrani. Preporuča se da dotični bude i član povjerenstva za ocjenu rada;
- b) Ako je sam kandidat strani državljanin;
- c) Ako je disertacija kao cjelina prihvaćena za objavljivanje kao znanstveni rad na engleskom jeziku.

U svim navedenim slučajevima na hrvatskom jeziku se piše prošireni sažetak po poglavljima (cca 20% opsega originalne radnje/disertacije).

(Odluka Vijeća F.O. i G.O. od 19.3.2002.)

Povjerenstvu za ocjenu rada predaje se primjerak napisan u skladu s pravilima, a ono se o tome (kao i o jezično-terminološkoj korektnosti) očituje u svojemu izvješću.

(Odluka Vijeća F.O. i G.O. od 17.12.2002.)

2. Doktorski studij

Zahtjev za Doktorski studij pokreće mentor kandidata. Uz molbu potpisanu od mentora i voditelja smjera, kandidat prilaže pismeno mišljenje mentora i pismeno mišljenje voditelja smjera. Zahtjev se putem Vijeća voditelja upućuje na Vijeće odsjeka.

Izvjestitelj pri prihvaćanju teme/ocjene je mentor (iako nije predsjedavajući povjerenstva).

(Odluka Vijeća F.O. i G.O. od 17.09.2002)

3. Odluka o podusmjerenu astrofizike

Studenti koji žele odabrati astrofiziku kao dio svog poslijediplomskog curriculuma, mogu odabrati kao osnovni jedan od smjerova

- a) smjer 1 - Fizika elementarnih čestica
- b) smjer 2 - Nuklearna fizike
- c) smjer 3 - Atomska i molekularna fizika

U tom slučaju studenti upisuju sljedeće kolegije:

- Kolegije iz grupe obaveznih kolegija iz smjera 1-3 u iznosu 60 bodova
- 27312 Struktura i razvoj zvijezda (20 bodova)
- 27113 Gravitacija i kozmologija (20 bodova)
- Jedan od pripadnih seminara iz smjera 1-3
- Kolegije iz grupe izbornih predmeta iz bilo kojeg smjera do potrebne kvote bodova (120).

(Odluka Vijeća F.O. i G.O. od 17.12.2002.)

SMJER 1. FIZIKA ELEMENTARNIH ČESTICA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

26101	B. Nižić	Teorija polja I i II	50+25	
26102	B. Guberina, I. Picek	Elementarne čestice I i II	50+25	30
26103	N. Zovko	Uvod u istraživanje sa seminarom	15+10	
26104	K. Kadija	Eksperimentalna fizika visokih energija	50+25	
26105	M. Furić	Eksperimentalne metode u fizici elementarnih čestica	35+15	10
26106	S. Pallua	Seminar iz fizike elementarnih čestica	30+0	
27107	S. Pallua	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	60+0	4

Napomena: Teoretičari obvezno upisuju kolegije 101, 102 i 103, eksperimentalci mogu jedan od tih kolegija zamijeniti kolegijem 104 ili 105. Kolegije 106 i 107 upisuju i teoretičari i eksperimentalci.

Izborni predmeti:

27108	N. Bilić, I. Dadić, S. Pallua, D. Tadić	Odabrana poglavlja	25+12	20
27109	A. Švarc	Fizika na srednjim energijama	25+12	2
27110	D. Klabučar	Hadronska fizika	25+12	2
27111	S. Meljanac	Grupe	25+12	2
27112	D. Svrtan	Geometrija i topologija	25+12	2
27113	S. Pallua	Gravitacija i kozmologija	25+12	2
27114	T. Prokopec	Ravnotežna i neravnotežna teorija polja	25+12	2
27115	L. Bonora	Teorija struna i D-opne	25+12	2
27116	D.E. Miller	Bose-Einsteinova kondenzacija	25+12	2

Napomena 1: Pored navedenih izbornih predmeta mogu se izabrati i kolegiji 104 te 105 (ako nisu upisani kao obvezni). Od izbornih predmeta treba upisati i položiti dva kolegija.

Napomena 2: Studenti mogu odabrati podusmjerenje astrofizike. Tada uz ostale obvezatne predmete trebaju odabrati kolegije 27312 i 27113.

Napomena 3: Mogu se upisati i odabrani kolegiji s drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike.

SMJER 2. NUKLEARNA FIZIKA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

26201	K. Ilakovac, V. Paar	Nuklearna struktura i raspadi	35+18	21
26202	R. Čaplar	Nuklearne reakcije	25+12	15
26203	I. Šlaus	Nuklearne sile i simetrije	25+12	
26204	M. Furić, Đ. Miljanić	Eksperimentalne metode subatomske fizike	30+15	18
26205	R. Čaplar	Seminar iz nuklearne fizike	50+0	

27206	Đ. Miljanić	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	75+0	45
-------	-------------	--	------	----

Izborni predmeti:

27207	K. Kadija, M. Martinis	Relativistički sudari jezgara	25+12	15
27208	Đ. Miljanić	Nuklearna energija	25+12	15
27209	V. Paar	Niskodimenzijski nelinearni sustavi	30+15	15
27210	K. Pisk	Procesi i raspršenja fotona s atomom	25+12	15
27211	V. Valković	Nuklearne analitičke metode	25+12	
27212	D. Vretenar	Matematičko modeliranje i numeričke metode	30+15	

Napomena 1: Studenti mogu odabrati podusmjerenje astrofizike. Tada uz ostale obvezatne predmete trebaju odabrati kolegije 27312 i 27113.

Napomena 2: Mogu se upisati i odabrani predmeti iz drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike i iz poslijediplomskog studija matematike.

SMJER 3. ATOMSKA I MOLEKULARNA FIZIKA I ASTROFIZIKA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred. +vj.	

Obvezni predmeti:

26301	Z. Maksić	Kvantna teorija atoma i molekula	45+30	
26302	S. Bosanac	Atomski i molekularni sudarni procesi	30+15	20
26303	G. Pichler	Atomska fizika i spektroskopija	30+15	20
26304	D. Kirin	Molekulska fizika i spektroskopija	30+15	20
26305	G. Pichler	Seminar iz atomske i molekularne fizike i astrofizike	30+0	5
27306	G. Pichler	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	60+0	40

Izborni predmeti:

27308	A. Dulčić	Nelinearna optika	30+15	20
27309	B. Vršnak	Fizika plazme	30+15	20
27310	V. Vujnović, N. Demoli	Optika i holografija	30+15	20
27311	V. Ruždjak	Fizika sunca	30+15	20
27312	K. Pavlovski	Struktura i razvoj zvijezda	30+15	20
27313	D. Veža	Nekonvencionalne tehnike u laserskoj spektroskopiji	15+15	10
27314	S. Milošević	Metode atomskih i molekularnih snopova	15+15	10
27315	R. Beuc	Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava	15+15	10
27316	M. Movre	Fizika hladnih sudara	15+15	
27116	D.E. Miller	Bose-Einsteinova kondenzacija	25+12	20

Napomena 1: Studenti mogu odabrati podusmjerenje astrofizike. Tada uz ostale obvezatne predmete trebaju odabrati kolegije 27312 i 27113.

Napomena 2: Mogu se upisati i odabrani predmeti iz drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike i iz poslijediplomskog studija matematike.

SMJER 4. FIZIKA ČVRSTOG STANJA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

26401	A. Bjeliš	Fizika čvrstog stanja	45+30	
26402	S. Popović, A. M. Tonejc, J. R. Cooper, E. Babić, A. Dulčić	Eksperimentalna istraživanja u fizici čvrstog stanja	15+60	28
26403	M. Šunjić	Fizika mnoštva čestica	30+30	24
26404	S. Barišić	Seminar iz fizike čvrstog stanja	30+0	
27405	S. Barišić	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	60+0	

Napomena: Kolegij 26402 u ukupnu satnicu ulazi sa 60 sati.

Izborni predmeti:

27406	M. Šunjić	Fizika površina	30+30	26
27407	S. Barišić	Teorija faznih prijelaza	30+15	26
27408	A. Bjeliš	Nelinearni kontinuumi	15+15	14
27409	S. Barišić	Fizika visokotemperaturne supravodljivosti	15+15	14
27410	B. Leontić	Fizika keramika i polimera	15+15	14
27411	E. Tutiš	Fizika poluvodiča	15+15	14
27412	A. Tonejc	Fizika metala i slitina	15+15	14
27413	A. Hamzić	Suprafluidnost i supravodljivost	15+15	14
27414	E. Babić, K. Zadro	Neuređeni sustavi	15+15	14

Mogu se upisati i odabrani predmeti iz drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike, poslijediplomskog studija matematike i poslijediplomskog studija kemije.

SMJER 5. BIOFIZIKA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

26501	J. Herak	Spektroskopija bioloških sustava	30+15	21
26502	D. Juretić	Bioenergetika	30+15	21
26503	J. Herak	Seminar iz biofizike	30+0	
27504	J. Herak i suradnici	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	60+0	40

Izborni predmeti:

27505	J. Brnjas-Kraljević	Magnetska tomografija	15+15	15
27506	D. Krilov, J. Herak	Biofizika membrana i lipoproteina	30+15	20
27507	M. Ilakovac-Kveder	Spinsko označavanje u biofizici	15+15	15

27508	S. Tomić	Modeliranje biomakromolekula	15+5	10
27509	S. Supek	Neinvanzivne metode za funkcionalno oslikavanje mozga	30+15	20

Predmeti s drugih studija:

	M. Flögel-Mršić	Struktura i funkcija proteina*	30+15	20
	I. Weygand, Ž. Kučan	Nukleinske kiseline i genetička informacija**	30+0	20
	B. Kojić-Prodić, M. Lučić	Makromolekularna kristalografija i biomolekularno modeliranje**	30+15	20

* Kolegij se predaje na poslijediplomskom studiju medicinske biokemije na Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu.

** Kolegij se predaje na poslijediplomskom studiju iz biokemije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu.

Mogu se upisati i kolegiji s drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike, te kolegiji iz poslijediplomskih studija kemije, biokemije i molekulske biologije.

SMJER 6. MEDICINSKA FIZIKA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

26601	S. Lončarić	Fizika u nuklearnoj medicini	30+15	20
26602	M. Vrtar	Radiološka fizika	30+15	20
26603	B. Breyer, G. Žauhar	Fizika i tehnika ultrazvuka u medicini	30+15	20
26604	M. Vrtar, S. Lončarić	Dozimetrija i zaštita od zračenja	30+15	20
26605	S. Lončarić	Metode tomografske rekonstrukcije u medicini	30+15	10
26606	A. Šantić	Biomedicinska elektronika i instrumentacija	30+15	10
26607	Ž. Reiner	Odabrana poglavlja fiziologije s patofiziologijom	30+15	10
26608	R. Štern- Padovan	Radiološka anatomija	30+15	10
26609	M. Vrtar, S. Lončarić	Seminar iz medicinske fizike	30+0	5
27610	M. Vrtar i S. Lončarić	Doktorski seminar	60+0	40

Izborni predmeti:

27212	D. Vretenar	Matematičko modeliranje i numeričke metode	30+15	10
27611	Z. Roller-Lutz	Primjena lasera u medicini	20+15	10
27505	J. Brnjas- Kraljević	Magnetska tomografija	15+15	10
27612	Z. Krajina	Odabrana poglavlja onkologije	15+15	10

Mogu se upisati i odabrani predmeti iz drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike, kao i iz poslijediplomskog studija nuklearne medicine na Medicinskom fakultetu.

SMJER 7. GEOFIZIKA – FIZIKA ATMOSFERE I MORA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

76701	B. Zelenko	Numeričke metode i matematičko modeliranje u geofizici	30+15	20
76702	M. Herak, M. Orlić	Geofizički seminar	30+0	5
77703	M. Herak, M. Orlić	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	60+0	40

Izborni predmeti:

77704	D. Koračin, N. Šinik	Modeliranje atmosfere	45+30	30
77705	Z. Bencetić-Klaić	Odabrana poglavlja iz fizike atmosfere	30+15	21
77706	B. Grisogono	Odabrana poglavlja iz atmosferske turbulencije i difuzije	30+15	20
77707	I. Lisac	Antropogene promjene u atmosferi	30+15	21
77708	M. Orlić	Dinamička oceanografija	45+15	10

Mogu se upisati i odabrani kolegiji s drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike, kao i s poslijediplomskog studija matematike i poslijediplomskog studija oceanologije.

SMJER 8. GEOFIZIKA – FIZIKA UNUTRAŠNOSTI ZEMLJE

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	ECTS
			Pred.+vj.	

Obvezni predmeti:

76701	B. Zelenko	Numeričke metode i matematičko modeliranje u geofizici	30+15	20
76702	M. Herak, M. Orlić	Geofizički seminar	30+0	5
77703	M. Herak, M. Orlić	Doktorski seminar (samo za doktorski studij)	60+0	40

Izborni predmeti:

77801	D. Skoko	Fizika unutrašnjosti Zemlje	45+15	30
77802	M. Herak	Fizika žarišta potresa	45+15	30
77803	E. Prelogović	Seizmotektonski parametri i magnituda potresa	30+15	20
77804	M. Herak	Odabrana poglavlja iz seizmologije	30+15	20
77805	F. Šumanovac	Odabrana poglavlja iz geofizičkih istraživanja	30+15	20

Mogu se upisati i odabrani kolegiji s drugih smjerova poslijediplomskog studija fizike, kao i s poslijediplomskog studija matematike i poslijediplomskog studija geologije.

OPISI KOLEGIJA S OSNOVNOM LITERATUROM

Smjer 1: Fizika elementarnih čestica

26101. TEORIJA POLJA

I. Uvod u teoriju polja. Klasična teorija polja. Langregeov i Hamiltonov formalizam za klasičnu teoriju polja. Simetrije i zakoni sačuvanja. Noetherin teorem. Skalarno polje. Vektorsko polje sa masom. Elektromagnetsko polje. Spinorno polje. Klein-Gordonova i Diracova jednadžba kao teorije za jednu česticu. Problemi relativističkih jednadžbi za jednu česticu i reinterpretacija rješenja negativne energije. Kvantna teorija slobodnih polja. Opći principi kvantizacije. Skalarno polje. Vektorsko polje. Elektromagnetsko polje. Fermionsko polje. Spin, statistika i lokalna teorija polja. Diskretne simetrije. CPT teorem. Teorija polja u interakciji. Račun smetnje i S matrica. Wickov teorem. Svođenje S matrice na normalnu formu. Feynmanova pravila. Računanje udarnih presjeka. Najniži red računa smetnje. II. Renormalizacija u kvantnoj elektrodinamici. Vlasita energija elektrona. vlasita energija fotona. Vršni dijagram. Uklanjanje divergencija. Wardov identitet. Opći program renormalizacije – klasifikacija divergencija. Program uklanjanja divergencija u bilo kojem redu računa smetnje. III. Neabelovske baždarnе teorije polja. Funkcionalne metode. Neabelovske baždarnе teorije. Spontano narušenje simetrije. Goldstoneov teorem. Higgs-Kibbleov mehanizam. Kvantizacija neabelovskih teorija. Renormalizacija neabelovskih baždarnih teorija. Generalizirani Wardovi identiteti. BRST transformacije. Anomalije u teoriji polja. Renormalizaciona grupa. Razvoj produkata operatora kod malih udaljenosti.

- Bogoliubov, Shirkov: Introduction to the theory of quantized fields, Wiley- Interscience, 1958
- A. I. Akhiezer, V. B. Berestetskii: Quantum Electrodynamics, Interscience Publishers, 1965
- C. Itzykson, J.B. Zuber: Quantum Field Theory, McGraw-Hill, 1980
- L. H. Ryder: Quantum field theory, Cambridge University Press, 1996 (1985)
- P. Pascual, R. Tarach: QCD: Renormalization for the practitioner, Springer-Verlag, 1984

26102. ELEMENTARNE ČESTICE

Fizika čestica na razini kvantnih petlji (QED kao uzor). Dimenzionalna transmucija, anomalije, renormalizacijska grupa, dimenzionalna regularizacija. Simetrije jakog međudjelovanja i kvarkovski model. Algebra naboja i struja (niskoenergijski teoremi). Goldstonovi bozoni. Kiralni kvarkovski model i kiralna perturbativna teorija. Neperturbativni aspekti niskoenergijske QCD (lomljenje kiralne simetrije i zatočeništvo). Model vreće, instantoni i račun na rešetki. Elektrolaba međudjelovanja (s QCD učincima). Slabi procesi (leptonski, semileptonski i neleptonski). Raspadni sustava lakih i teških kvarkova. Leptonski sektor i fizika neutrina. CP narušenje i Higgsov sektor standardnog modela. Fizika izvan standardnog modela. Efektivne (učinkovne) teorije. Velika i suprasimetrična ujedinjenja. Supragravitacija i suprastruna. Problem fermionskih naraštaja. Fizika čestica i kozmologija. Rani svemir i bariogeneza. čestični kandidati za tamnu tvar. Topološki objekti. Fizika u doba supraakceleratora i neakceleratorskih pokusa.

- Cheng T-P and L-F Li, Gauge Theory of Elementary Particle Physics, Oxford University Press, 1984.
- Donoghue J.F., E. Golowich and B. Holstein, Dynamics of the Standard Model, Cambridge University Press, 1992.
- Mohapatra R.N., Unification and Supersymmetry, Springer 1986.
- Okun L.B., Kvarci i leptoni, Nauka, Moskva 1980.
- Pascual P. and Tarach R., Renormalization for the Practitioner, Springer 1984.
- Peskin M.E. and D.V. Schroeder, Quantum Field Theory, Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
- Picek I., Fizika elementarnih čestica, HINUS, Zagreb, 1997.

26104. EKSPERIMENTALNA FIZIKA VISOKIH ENERGIJA

Kolegij sadrži predavanja o svojstvima elementarnih konstituenata materije na energijskoj skali dostupnoj postojećoj eksperimentalnoj tehnici. Daje se prikaz najvažnijih eksperimentalnih rezultata i njihovih fenomenoloških i teoretskih interpretacija. Također se iznose najvažniji problemi u kompletniju eksperimentalne potvrde postojeće teoretske slike strukture i svojstava tvari. Elementarne čestice: otkrića, svojstva, produkcija i raspadi, klasifikacija. Hadronska spektroskopija i kvarkovi: kvarkovi, kvarkovski multipleti, unitarne simetrije i klasifikacija hadrona. Duboko-neelastični procesi i partoni: lepton-hadron srazovi, strukturne funkcije i skaliranje, fragmentacija partona, mlazovi, hadron-hadron srazovi, elektron-pozitron srazovi, raspršenja sa velikim transverzalnim impulsima. Ultrarelativistički srazovi teških iona: nuklearna tvar u ekstremnim uvjetima velike gustoće i temperature. Nerješeni problemi eksperimentalne fizike čestica.

- E. Segre: Nuclei and Particles, W.A. Benjamin, New York, 1977
- F.E. Close: An Introduction to Quarks and Partons Academic Press, London, 1979
- D.H. Perkins: Introduction to High Energy Physics, 2nd Edition, Addison Wesley, Reading, MA. 1982
- E.V. Shuryak: The QCD Vacuum. Hadrons and the Superdense Matter, World Scientific, 1988
- L.B. Okun: Fizika Elementarnih čestica, Nauka, Moskva, 1984
- K.N. Muhin: Eksperimentalna Jadrana Fizika II, /Fizika elementarnih čestica/ ATOMIZDAT, Moskva, 1974
- G.I. Kopilov: Osnovi kinematike rezonansov, Nauka, Moskva, 1970.

26105. EKSPERIMENTALNE METODE U FIZICI ELEMENTARNIH ČESTICA

Interakcija zračenja s materijom. Ionizacioni procesi. Scintiliranje. čerenkovljevo zračenje. Detektori za zračenje. Elektronički uređaji i logički sklopovi. Revija osnovnih modula. Vremenska razmatranja. Logičke sheme. Uloga računala i CAMAC povezivanje. Eksperimentalne opservable. Ekskluzivni eksperimenti. Inkluzivni eksperimenti. Polarizacioni eksperimenti. Mjere tehnike pojedinih veličina. Impuls. Energija. Vrijeme proleta. Prostorna koordinata. Dobivanje i kontroliranje visokoenergetskih snopova. Protonski sinkrotron. /Storage ring/ Sekundarni snopovi. Separatori. Sastav snopa. Spremišni prsten. Prvi niz elementarnih čestica i njihova klasifikacija. Pion. Kaon. Lambde. Eksperimentalna evidencija o kvarkovima: SU/3/ spektroskopija. Duboko neelastično raspršenje. Potraga za kvarkovima. Kvar-kvark dinamika i mlazovi. Uloga čarobnosti i drugih "okusa", /J čestica, D mezon, Otkriće u. Teški lepton. Zaokruženje OCD. Evidencija za boju. Weinberg-Salam unifikacija. Neutralne struje. Otkriće W i Z. Velika unifikacija i kozmologija. Poluživot protona.

- P. Rice-Evans: Spark, Streamer, Proportional and Drift Chambers, The Richeleu Press, London, 1974.
- E. Segre: Nudei and Particles, W.A. Benjamin, New York, 1977.
- M. H. Blewet: Theoretical Aspects of the Behaviour of Beams in Accelerators and Storage Rings, CERN, Yellow report - 13, 1977.
- R. Hagedorn: Relativistic Kinematics, The Benjamin Publ. Comp., Reading, 1963.
- F. E. Close: An Introduction to Quarks and Partons, Academic Press, London, 1979.
- D. H. Perkins: Introduction to High Energy Physics, 2nd Edition, Addison Wesley, Reading, MA, 1982.

27109. FIZIKA NA SREDNJIM ENERGIJAMA

Hadronska fenomenologija. Barioni i barionski spektar, mezoni i mezonski spektar. Sačuvanje izospina, barionskog broja, stranosti i čarobnosti. S-matrica i analitička svojstva amplitude raspršenja. Definicija S i T matrice, unitarnost, veza s mjernim veličinama. Disperzione relacije, razvoj u parcijalne valove, analitička svojstva. Definicija i proučavanje vezanih stanja i rezonancija. Polarizacijski fenomeni u hadronskoj i mezonskoj fizici. Višekanalni separabilni potencijali. Nuklearni optički potencijal i rješavanje problema nekoliko tijela u modelu separabilnih potencijala. Međudjelovanje piona, eta mezona i kaona s nukleonima. Kinematika dvaju i triju tijela. Spinska struktura amplitude raspršenja. Fazni pomaci. Ponašanje T-matrice u blizini praga reakcija. Amplitude raspršenja van liske mase. Pregled elementarnih procesa međudjelovanja mezona i nekoliko nukleona. Metode i postupak prilagodbe faznih pomaka eksperimentalnim podacima.

- A. D. Martin, T.D. Spearman: Elementary Partide Theory, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1970
- John R. Taylor: Scattering Theory, John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney, Toronto 1972.
- C. Bourrely, E. Leader and J. Soffer, Polarization Phenomena in Hadronic Reactions, Phys. Rep. 59 No 2 (1980) 95-297
- G. Hoehler: Elastic and Charge Exchange Scattering of Elementary Partides; Subvolume b: Pion-Nucleon Scattering, Part 2. Methods and results of Phenomenological Analysis. Landolt-Boernstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, Ed. H. Schopper, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1983
- M.P. Locher, M.E. Sainio, A. Švarc: Dibaryon Resonances, Advances in Nudear Physics, Vol. 17 (1986) 47-142
- C. Itzykson, J.B. Zuber: Quantum Field Theory, McGraw-Hill International Book Company, 1980
- K. Huang: Quarks, Leptons & Gauge Fields, World Scientific (1982)
- T. Ericson and W. Weise: Pions and Nucleons, Oxford Science Publications (1988)

27110. HADRONSKA FIZIKA

Hadronska fenomenologija: Barioni, mezoni i podaci o njihovim spektrima i procesima. Međudjelovanje hadrona mezonskom izmjenom. Sačuvanje izospina, stranosti, čarobnosti i barionskog broja. Hadronska spektroskopija i kvarkovska podstruktura: Povijest i pretpostavke kvarkovske ideje. Kvantni brojevi kvarkova, SU(N) simetrije i reprezentacije. Izgradnja barionskih i mezonskih multipleta. Kvantna kromodinamika na niskim i srednjim energijama: Osnovni pojmovi bažarnih teorija. Kvalitativni prikaz asimptotske slobode i zatočeništva boje u kvantnoj kromodinamici. Kiralna simetrija i njeno spontano narušenje, pion kao Goldstoneov bozon, PCAC. Fenomenološki kvarkovski i solitonski modeli hadrona: Konstituentni kvarkovski modeli, MIT model vreće, kiralni modeli. Toploški i netoploški solitoni, sigma-modeli i Skyrmeov model, barioni u modelu kiralnog topološkog solitona, fenomenološki aspekti SU(2) Skyrmona. Topološki i netoploški hibridni modeli. Pristup kvarkovima i hadronima kroz sisteme Schwinger-Dysonovih jednadžbi: Schwinger-Dysonova jednadžba za kvarkovske propagatore, te s njom konzistentne Bethe-Salpeterove jednadžbe za kvarkovska vezana stanja - hadrone. Razrješenje dihotomije "kvark-antikvark vezano stanje ili Goldstoneov bozon" za pseudoskalarne mezone. Neki procesi s tako konstruiranim hadronima. Razrješenje problema koja kvark-antikvark vezana stanja inače imaju s aksijalnom anomalijom elektromagnetskih interakcija.

- U. Mosel: Fields, Symmetries and Quarks (2nd Ed.), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1999.
- M. D. Scadron: Advanced Quantum Theory and its Applications Through Feynman Diagrams (2nd Ed., Texts and Monographs in Physics), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1991.
- J. F. Donoughe, E. Golowich, and B. R. Holstein: Dynamics of the Standard Model, Cambridge Univ. Press

1992.

- R. Alkofer and L. von Smekal: The infrared behavior of QCD Green's functions: confinement, dynamical symmetry breaking, and hadrons as relativistic bound states, Phys. Rept. 353 (2001) 281, also available in e-Print Archive as hep-ph/0007355.
- C. D. Roberts: Nonperturbative QCD with modern tools, available in e-Print Archive as nucl-th/9807026 and published in Proceedings of the 11th Physics Summer School: Frontiers in Nuclear Physics, edited by S. Kuyucak (World Scientific, Singapore, 1999).
- C. D. Roberts and A. G. Williams: Dyson Schwinger Equations and their Application to Hadronic Physics, Prog. Part. Nucl. Phys. 33 (1994) 477.
- F. E. Close: An Introduction to Quarks and Partons, Academic Press, London 1979.
- F. Mandl and G. Shaw: Quantum Field Theory, John Wiley and Sons (Revised edition 1993.)

27111. GRUPE

Osnove algebarske teorije grupa i njihovih reprezentacija. Reprezentacije konačnih grupa - posebno simetričnih grupa. Konačno dimenzionalne reprezentacije klasičnih grupa. Youngovi dijagrami. Osnove teorije Lievih algebri i njihovih reprezentacija. Struktura polujednostavnih Lievih algebri. Dynkinovi dijagrami. Reprezentacije polujednostavnih Lievih algebri. Topološka svojstva grupa i njihovih reprezentacija. Svojstva povezanosti grupa. Fundamentalna grupa. Osnovi teorije Lievih grupa. Veza između Lievih grupa i Lievih algebri.

- H. Boerner: Representations of Groups, North Holland, Amsterdam, 1963.
- H. Weyl: Classical Groups, Princeton, 1939.
- H. Weyl: The Theory of Groups and Quantum Mechanics, Dover, New York, 1950.
- M. Naimark, A. Stern: Teorija predstavljenja grupi, nauka, Moskva, 1976. /francuski prijevod: Theorie des representations des groupes, Edition Mir, Moscou, 1979.
- H. Bacry: Lecon su la theorie des groupes et les symmetries des particules elementaries, Gordon Breach, Paris, 1976.
- B.C. Wybourne: Classical groups for physicists, John Wiley Sons, 1974.
- R. Gilmore: Lie groups, Lie algebras and some of their applications, John Wiley & Sons, 1974.
- E.B. Dynkin: Struktura poluprostih algebri, Uspehi Matematičeskikh Nauk /n.S./2,4/20/, 59-127/1947/ prevedeno na engleski u E.B. Dynkin: The structure of semisimple algebras, Amer. Math. Soc. Transl. no 97/1953/
- E.B. Dynkin: Survey of the basic concepts and facts in the theory of linear representations of semisimple Lie algebras /Supplement of E.B. Dynkin: The maximal subgroups of the classical groups, Amer. Soc. Transl. Ser. 2 Vol 16, 254-378 /1957/.
- H. Georgi: Lie algebras in particle physics /From isospin to unified theories/, The Benjamin/Cummings Publish. Comp. Inc. 1982.
- L.S. Pontryagin: Topological groups, Gordon and Breach, 1977.

7112. GEOMETRIJA I TOPOLOGIJA

Napomena: Ovaj predmet bi držao netko od matematičara u suradnji sa fizičarima. Osnovni zadatak bi mu bio da upozna fizičare elementarnih čestica sa modernim metodama dif. geometrije i topologije i njihovim primjenama na Yang-Mills teorije. Mnogostrukosti i dif. forme: tangentni i katangentni prostor, dif. forme, homologija, kohomologija. Kompleksne mnogostrukosti: kompleksni prostori, Kaehler prostor, holonomija, SU/3/holonomija i Calabi-Yau prostori. Svežnjevi: vektorski svežnjevi, glavni svežanj, spin svežanj, koneksije na svežnjevima. Karakteristične klase. Indeks teoremi: de Rham i Dolbeault kompleks, spin kompleks. Primjena na Yang-Mills teorije: monopoli, instantoni, teorije u deset dimenzija i kompaktifikacija na $d = 4$.

- T. Eguchi, P.B. Gilkey and A.J. Hanson: Gravitation, Gauge Theories and Differential Geometry, Phys. Reports 66 213 /1981/
- B.A. Dubrovin, A.T. Fomenko, S.P. Novikov: Modern Geometry Methods and Applications, Volumes 1-3 Springer-Verlag 1987
- M. Green, J.H. Schwarz and E. Witten: Superstring Theory Vol. 2, Univ. of Cambridge Press, 1987

27113. GRAVITACIJA I KOZMOLOGIJA

Opća teorija relativnosti. U prvom dijelu predavanja bi se izložili osnovi teorije gravitacije s nekoliko fizikalnih primjena uključujući klasične testove za gravitacionu teoriju. Teorija gravitacije i razvoj zvijezda. Teorija gravitacije i kozmologija. U trećem dijelu su predviđene neke od sljedećih tema: Robertson-Walkerova metrika - kozmološki crveni pomak (Hubbleov zakon). Standardni kozmološki model. Kozmologija i teorija elementarnih čestica. Inflacija. Kvantni efekti. Hawkingovo zračenje.

- Adler, Bazin, Schiffer: Introduction to general relativity McGraw-Hill Kogakusha, International Student Edition, 1975.
- S. Weinberg: Gravitation and Cosmology-Principles and Application of the General Theory of Relativity, John Wiley, 1972.
- P.A.M. Dirac: General Theory of Relativity, John Wiley and Sons, 1975.

- * C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Whesler; Gravitation, W.H. Freeman, 1973.
- * R.M. Wald: General Relativity, The University of Chicago Press, 1984.
- * J.D. Barrow, Cosmology and elementary particles, Fundamentals of cosmic physics, VIII (1983) PP.83200.
- * E.V. Kolb, M.S. Turner, The early universe, Addison-Wesley Publishing Company, 1990.

27114. RAVNOTEŽNA I NERAVNOTEŽNA TEORIJA POLJA

Termička ravnoteža: Debyeovo zasjenjenje, Landauovo prigušenje, tvrde termalne petlje (HTL): dijagramatski i kinetički opis, kvantna kromodinamika (QCD) na konačnim gustoćama, neutronske zvijezde. Ravnotežna dinamika: Langevinove jednadžbe u teoriji polja: stohastički Isingov model i Bodekerova teorija. Ne-ravnotežna dinamika: dvočestično reducibilno (2PI) efektivno djelovanje u Schwinger-Keldyshovom formalizmu: primjena na Langevinovu (stohastičku) dinamiku, fazni prijelazi. Bariogeneza na elektroslabom prijelazu. Jednadžbe fluida i (magneto-hidrodinamika kao granica Dyson-Schwingerovih jednadžbi. Transportni koeficijenti.

- * M. Le Bellac, Thermal Field Theory, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.
- * J. Zinn-Zustin, Quantum Field Theory and Critical Phenomena, Clarendon Press, Oxford, 1996.
- * E. M. Lifshitz, L. P. Pitaevskii, Physical Kinetics, Course of Theoretical Physics, 10, Pergamon Press, Oxford, 1981.
- * K. Rajagopal and F. Wilczek, The condensed matter physics and QCD [<http://www.lanl.gov arXiv:hep-ph/0011333>], 2000.
- * L. McLerran, The Color Glass Condensate at Small x Physics: 4 Lectures [arXiv:hep-ph/0104285]
- * D. Bödeker (1999), From hard thermal loops to Langevin dynamics, Nucl. Phys. B559, 502-538, 1999 [arXiv:hep-ph/9905239]
- * J.-P. Blaizot and E. Iancu, The Quark-Gluon Plasma: Collective Dynamics and Hard Thermal Loops, Phys. Rept. [arXiv:hep-ph/0101103], 2001.

27115. TEORIJA STRUNA I D-OPNE

Bozonska teorija struna (stara i nova). Teorija superstruna (tipa I, II i heterotički). Amplitude struna, efektivne teorije polja na niskim energijama. Kompaktifikacije, D-brane, tahionska kondenzacija.

- * M. Green, J. H. Schwarz, E. Witten, Superstring theory, Cambridge University Press (vol I i II).
- * J. Polchinsky, String Theory, Cambridge University Press (vol I i II).
- * J. Polchinsky, TASI lectures on D-branes, hep-th/9611050.

Smjer 2: Nuklearna fizika

26201. NUKLEARNA STRUKTURA I RASPADI

Fenomenologija atomske jezgre. Veličina. Energetska stanja i Paulijev princip. Model nezavisnih čestica. Jednočestični potencijali. Interakcija spina i staze. Mikroskopske teorije. Hartree-Fockova aproksimacija. BCS aproksimacija. Aproksimacija nezavisnih čestica. Sila sparivanja. Modeli kvazičestica: Tamm-Dancoffova i RPA aproksimacija. Prošireni shematski model. Jezgre s dvostruko i jednostruko zatvorenim ljuskama. Jednočestična (kvazičestična) stanja nukleona. Sferni model (model jezgrinih ljusaka) i Nilssonov model. Miješanje konfiguracija. Kolektivna gibanja nukleona. Površinske vibracije. Vibracije sparivanja. Rotacije. Vezivanje čestičnih i kolektivnih gibanja nukleona. Efektivna interakcija u sistemu normalnih modova. Nuklearni raspadi. Eksperimentalne metode. α -, β - i γ -radioaktivnost. Multipolni razvoj. Kvantizacija elektromagnetskog polja. Kutne raspodjele zračenja. Prijelazne vjerojatnosti u jednočestičnom modelu. Kutne korelacije. Polarizacija. Interakcija nukleona i leptona. Fermijevi i Gamow-Tellerovi prijelazi. Izborna pravila. Vjerojatnost raspada za dozvoljene prijelaze. Kutne korelacije elektron-neutrino. Nesačuvanje parnosti. Longitudinalna polarizacija. Inverzija vremena.

- * I. Supek: Teorijska fizika i struktura materije, Školska knjiga, 1964.
- * A. Bohr & B.R. Mottelson: Nuclear Structure, Vol. I, Benjamin, New York, 1969; Vol. II, Addison-Wesley, New York, 1975.
- * J.M. Eisenberg and W. Greiner: Nuclear Theory, Vol. II, North Holland, Amsterdam, 1970.
- * H.F. Schopper: Weak Interactions and Nuclear Beta Decay, North Holland, Amsterdam, 1966.
- * B.L. Cohen: Concepts of Nuclear Physics, McGraw-Hill, New York, 1971.
- * P. Ring and P. Schuck: The Nuclear Many-Body Problem, Springer, Berlin, 1980.
- * A. de Shalit and H. Feshbach: Nuclear Physics, McGraw-Hill, New York, 1980.
- * R.D. Lawson: Theory of the Nuclear Shell Model, Clarendon, Oxford, 1980.
- * K. Heyde: The Nuclear Shell Model, Springer, Berlin, 1990.

26202. NUKLEARNE REAKCIJE

Pregled procesa pri sudarima jezgara. Formalizam procesa nuklearnih sudara. Elastično raspršenje; razvoj u parcijalne valove. Perturbacijski opis dvokanalnih reakcija (formalizam; Bornova aproksimacija, DWBA, primjena na reakcije prijenosa jednog i više nukleona, "stripping" i zahvat ("pick-up") nukleona; spektroskopske informacije). Modeli procesa nuklearnih sudara. Optički model nuklearnih reakcija; primjena na elastično raspršenje. Model složene jezgre (evaporacija, Weisskopf-Ewingov izraz, kvantnomehanički opis stvaranja i raspada složene jezgre, Hauser-Feshbachov izraz). Rezonancije u nuklearnoj fizici (fenomenologija, Breit-Wignerov izraz). Predravnotežni procesi (ekscitonski modeli). Proces pri sudarima teških iona. Klasični prikaz teškoionskih sudara; defleksijska funkcija, kut okružnica. Klasifikacija teškoionskih reakcija (kvazielastični sudari, periferni procesi, dubokoneelastični procesi, centralni sudari: fuzija-fizija, fuzija-evaporacija, brza fisija.). Makro- i mikroskopski prikaz procesa velike izmjene količine gibanja i energije (kolektivna i stohastička pobuđenja, teorije prijenosa (transporta), nuklearno trenje). Teškoionski sudari pri relativističkim energijama. Određivanje parametra sudara i multiplicitet. Središnji i periferni sudari, globalne varijable kod središnjih sudara. Nuklearna jednadžba stanja, kompresibilnost nuklearne tvari.

- N. Cindro: A Course on Nuclear Reactions, CRN - Universite Louis Pasteur Strassbourg, CRN/Cours 87-01, 1987
- H. Feshbach: Theoretical Nuclear Physics: Nuclear Reactions, Wiley, 1993
- P. Froebrich and R. Lipperheide: Theory of Nuclear Reactions, Oxford University Press, 1996
- E. Gadioli and P.E. Hodgson: Pre-Equilibrium Nuclear Reactions, Oxford University Press, 1992
- R. Bass: Heavy-Ion Reactions, Springer Verlag, Heidelberg, 1978.
- L.P. Csernai: Introduction to Relativistic Heavy-Ion Collisions, Wiley, 1994

26204. EKSPERIMENTALNE METODE SUBATOMSKE FIZIKE

Interakcija zračenja s materijom. Ionizacijski procesi, scintiliranje, čerenkovljevo zračenje, detektori zračenja. Elektronički uređaji i logički sklopovi. Revija osnovnih modula, vremenska razmatranja, logičke sheme, uloga računala i CAMAC povezivanje. Eksperimentalne opservable. Ekskluzivni eksperimenti, inkluzivni eksperimenti, polarizacijski eksperimenti. Mjerne tehnike pojedinih veličina. Impuls, energija, vrijeme proleta, prostorna koordinata. Dobivanje i kontroliranje snopova čestica. Elektronski akceleratori, ciklotroni, protonski sinkrotron, "storage ring". Sekundarni snopovi, snopovi radioaktivnih jezgara, separatori, sastav snopa. Metode analize podataka. Monte Carlo simulacija, prilagodba modela i podataka, pogreške, interpretacija rezultata.

- W.R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments Springer Verlag, Berlin 1994.
- T. Ferbel: Experimental Techniques in High-Energy Nuclear and Particle Physics World Scientific, Singapore 1991.
- P. Price-Evans: Spark, Streamer, Proportional and Drift Chambers, The Richelieu Press, London, 1974.
- M.H. Blevet: Theoretical Aspects of the Behaviour of Beams in Accelerators and Storage Rings, CERN, Yellow report – 13, 1977.
- A. Hagedorn: Relativistic Kinematics, The Benjamin Publ. Comp., Reading, 1963.
- G.I. Kopilov: Osnovi kinematiki rezonansov, Nauka, Moskva, 1970.
- Annual Review on Nuclear and Particle Physics (1985-).

27207. RELATIVISTIČKI SUDARI JEZGARA

Kinematika sudara i varijable. Nukleon-nukleon sudari (eksperimentalni rezultati i modeli). Baždarna teorija na rešetci. Kvarkovsko-gluonska plazma na visokim temperaturama i/ili visokim gustoćama bariona. Sudari jezgara na visokim energijama i kvarkovsko-gluonska plazma. Signali kvarkovsko-gluonske plazme (modeli i eksperimentalni rezultati). Produkcija dileptona. Produkcija "charmonia" Interferometrija intenziteta. Produkcija stranih čestica.

- Cheuk-Yin Wong, Introduction to High-Energy Heavy-Ion Collisions, World Scientific, Singapore 1994
- Zbornici posljednjih konferencija Quark Matter

27208. NUKLEARNA ENERGIJA

Uvod. Nuklearne reakcije. Fisija. Fuzijske reakcije. Neutronske procesi. Fisijski reaktori. Prirodni reaktori. Termalni reaktori. Brzi reaktori. Nuklearne elektrane. Nuklearni gorivni ciklusi. Izotopsko obogaćivanje – difuzija, centrifuga, lasersko obogaćivanje. Radioaktivni otpad. Kontrolirana fuzija. Visokotemperaturna plazma. Zadržavanje plazme. Magnetska fuzija. Torusna postrojenja. Magnetska zrcala. Inerzijska fuzija. Laserska postrojenja. Ionski inerzijski sustavi. Mionska fuzija i ostali alternativni pristupi. Fuzijski reaktori. Hibridni fuzijsko-fisijski sustavi. Akceleratorska proizvodnja energije i transmutacija radioaktivnog otpada. Nuklearno oružje. Atomska bomba. Vodikova i neutronska bomba. Prljava bomba. Nuklearna energija – društvo – okoliš.

- J.R. Lamarsh, A.J. Baratta: Introduction to Nuclear Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.
- A.A. Harms, D.R. Kingdon, K.F. Schoeff, G.H. Miley: Principles of Fusion Energy, World Scientific, Singapore, 2000.
- Brian Beckett: Weapons of Tomorrow, Orbis Publishing, London, 1982.
- Vladimir Knapp, Petar Kulišić: Novi izvori energije, Školska knjiga, Zagreb, 1985.

- D. Feretić, N. čavlina, N. Debrecin: Nuklearne elektrane, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- C.D. Bowman et al.: Nuclear Energy Generation and Waste Transmutation using an Accelerator-driven Intense Thermal Neutron Source, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A320 (1992) 336-367.
- AIP Conference Proceedings 346 (Conf. Accelerator-driven Transmutation Technologies and Applications, Las Vegas, 1994) AIP Press, New York, 1995.

27209. NISKODIMENZIJSKI NELINEARNI SUSTAVI

Duffingov oscilator. Poincareov presjek. Fourierov spektar, eksponent Ljapunova, fraktalna dimenzija. Jedno- i dvodimenzionalne iteracijske mape. Populacijska jednadžba. Modificirana populacijska jednadžba. Linearne i nelinearne disipacije. Nelinearni konzervativni sustavi. Sistemi sa slabom i jakom disipacijom. Periodični i kaotični transijenti. Klasični i kvantni kaos. Osjetljiva ovisnost o početnim uvjetima i o kompjuterskoj preciznosti u slučaju kaotičnog režima. Filozofske i praktične implikacije determinističkog kaosa.

- H.G. Schuster: Deterministic Chaos, Wiley-VCH, Weinheim 1995.
- M. Tabor: Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics, J. Wiley, N.Y. 1989.
- R. Seydel: From Equilibrium to Chaos, Elsevier, N.Y. 1988.
- A. Bunde, S. Havlin (Eds.): Fractals in Science, Springer, Berlin 1994.
- V.S. Amishenko: Dynamical Chaos - Models and Experiments, World Scientific, Singapore 1995.
- H.O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe: Chaos and Fractals, Springer, Berlin 1992.
- K.T. Alligood, T.D. Sauer, J.A. Yorke: Chaos, Springer, Berlin 1996
- D. Kaplan and L. Glass: Understanding Nonlinear Dynamics, Springer, Berlin 1995.

27210. PROCESI I RASPRŠENJA FOTONA S ATOMOM

Osnovni procesi raspršenja na vezanim elektronima (fotoelektrični proces, Comptonovo raspršenje, Rayleighovo raspršenje, Delbruckovo raspršenje, proizvodnja para). Teorijski pristupi gornjim procesima (nerelativistički pristup, impulsna aproksimacija, QED u vanjskom polju). Problem strukture atomskog sistema. Problem valne funkcije He-atoma (problem tri tijela, pitanje elektron-elektron korelacije). Fizikalne observable u foton atom raspršenju važne za informaciju o valnoj funkciji vezanih elektrona, odnosno elektron-elektron korelaciji. Procesi i raspršenja koji povezuju dinamiku atomske jezgre i unutrašnjih elektrona (konverzija, uhvat, bremsstrahlung).

- R.D. Evans: Encyclopedia of Physics, edited by S. Flugge, Springer-Verlag, Berlin, 1958, Vol. 34, p. 218.
- J.M. Jauch and F. Rohrlich, The Theory of Photons and Electrons, Addison-Wesley, 1955.
- Atomic Collisions, editors: D.R. Schultz, M.R. Strayer, J.H. Macek, AIP Press, Woodbury, N.Y., 1995.
- B. Williams, Compton Scattering, McGraw Hill, New York, 1977.
- J.H. McGuire, Electron Correlation Dynamics in Atomic Collisions, Cambridge Univ. Press., 1997.

27211. NUKLEARNE ANALITIČKE METODE

Uvodna razmatranja. Interakcija zračenja i materije: teške nabijene čestice, elektroni, gama i x-zrake. Detektori zračenja: detektori nabijenih čestica, detektori gama i x-zračenja. Mjerenje radioaktivnosti: alfa, beta i gama spektroskopija. Aktivacijska analiza pomoću nabijenih čestica. Podaci o nuklearnim reakcijama. Rezonantne nuklearne reakcije i mjerenje profila koncentracije. Rutherfordovo reaspršenje na stražnje kuteve. Elastično raspršenje i koincidentna mjerenja. Utvrđivanja lokacije atoma. Neutronska aktivacija. Izvori neutrona. Neutronska aktivacija pomoću sporih neutrona. Aktivacija brzim neutronima. Primjene kod analize vode, tla, sedimentata, zraka, fosilnih goriva i bioloških uzoraka. Masena spektroskopija. Maseni spektrometri: spektrometri defleksijskog tipa, spektrometri za mjerenje vremena proleta. Masena spektrometrija korištenjem akceleratora (AMS). Metode osnovane na spektrometriji x-zraka. Osnove eksperimentalnih uređaja. Pobuda uzoraka pomoću radioaktivnih izvora i rendgenske cijevi. Upotreba sinkrotronskog zračenja. Eksperimentalni uređaj za emisiju x-zraka induciranih protonima. Osjetljivost, točnost i preciznost metoda. Uporedba različitih načina pobude uzoraka. Priprema uzoraka i mjerenje. Analiza izmjerenih spektara i interpretacija rezultata. Pogreške mjerenja. QA/QC procedure, interkomparacije, standardni referentni materijali.

- J.L. Duggan and I.L. Morgan, Eds.: Applications of Accelerators in Research and Industry, AIP Conference Proceedings, New York (Denton conference 1998, 2000, 2002);
- V. Valković: Radioactivity in the Environment, Elsevier 2000.

27212. MATEMATIČKO MODELIRANJE I NUMERIČKE METODE

Osnovne numeričke operacije. Rješavanje sistema linearnih algebarskih jednadžbi. Nelinearni sistemi jednadžbi. Svojtstveni sistemi. Integracija običnih diferencijalnih jednadžbi (problemi sa zadanim početnim uvjetima, problemi sa zadanim rubnim uvjetima). Integracija parcijalnih diferencijalnih jednadžbi (zadani početni uvjeti u više dimenzija, metode rješavanja PDE sa zadanim rubnim uvjetima): eliptičke, paraboličke i hiperboličke PDE. Monte-Carlo metode. Matematičko modeliranje kao proces izgradnje matematičke reprezentacije fizikalne pojave (Identifikacija pojave, varijabli i parametara. Osnovne postavke modela. Matematička reprezentacija. Pojednostavljeni model. Provjera, poboljšanje i izgradnja složenijih modela).

- J. Stoer, R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis, Springer-Verlag, 2002.
- W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery: Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2001.
- S.S.M. Wong: Computational Methods in Physics and Engineering, World Scientific, 1997.
- N. Gershenfel: The Nature of Mathematical Modeling, Cambridge University Press, 2001.

Smjer 3: Atomska i molekularna fizika i astrofizika

26301. KVANTNA TEORIJA ATOMA I MOLEKULA

Temelji elektronske strukture atoma. Valne funkcije za centralno-simetrični potencijal. Atomi s više elektrona. Pojam orbitale. Slaterova pravila. Aproximativna rješenja za elektrostatski Hamiltonijan. Hartreejeve i Hartree-Fockove jednadžbe samousklađenog polja. Izračunavanje energije L-S terma. Spin-orbitalna interakcija i fina struktura energetskih nivoa. Elektronska struktura molekula. Born-Oppenheimerova aproksimacija. Virijalni i Hellmann-Feynmanov teorem. Roothaan-Hallove jednadžbe samousklađenog polja za molekule: slučajevi popunjene i nepopunjene ljuske. Rješavanje Roothaan-Hallovih jednadžbi – izbor osnovnog skupa funkcija. Pojava kemijske veze: molekule H₂⁺ i H₂, dvoatomske molekule. Simetrija molekula. Uključivanje elektronske korelacije – interakcija konfiguracija i prirodne orbitale; multikonfiguracijske jednadžbe samousklađenog polja, metode funkcionala gustoće. Višeatomske molekule. Potencijalne plohe. Lom adijabatske aproksimacije. Izbor poluiskustvenih metoda. Lokalizirane molekularne orbitale i pojam hibridizacije atomskih orbitala. Električna i magnetska svojstva molekula.

- Z. Maksić, Editor: "Theoretical Models of Chemical Bonding", Part 1-4, Springer, Berlin 1990-1991.
- A. Szabo and N. S. Ostlund: "Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory", McGraw-Hill, New York, 1989.

26302. ATOMSKI I MOLEKULARNI SUDARNI PROCESI

Interatomski i intermolekularni potencijali. Kvalitativni spektri dinamičkih procesa. Teorijske metode: klasična, kvantna i poluklasična. Vrste sudarnih procesa. Elastični atom-atom sudari: klasični i kvantni opis. Neelastični sudari: rotacijski, vibracijski. Reaktivni sudari. Elektronska pobuđenja. Sudari u prisustvu elektromagnetskog polja.

- J. N. Murrell i S. D. Bosanac: Introduction to the Theory of Atomic and Molecular Collisions, John Wiley, Chichester 1989
- S. D. Bosanac: Long-Lived States in Collisions, CRC, Boca Raton, 1988

26303. ATOMSKA FIZIKA I SPEKTROKOPIJA

Laserska spektroskopija atoma i molekula. Apsorpciona, emisiona i Raman spektroskopija. Sub-Doppler laserska spektroskopija. Laserska spektroskopija sudarnih procesa između atoma, elektrona, molekula i grozdova molekula u prisustvu laserskog zračenja (slaba i jaka elektromagnetska polja). Širenje spektralnih linija u plinu, pari i plazmi. Nelinearne metode laserske Raman spektroskopije: SRS, CARS, DFWM. Hlađenje atoma i molekula. Sudari ultrahladnih atoma. Laserska spektroskopija ultrahladnih atoma i molekula. Bose-Einstein kondenzacija u ultrahladnom razrijeđenom plinu.

- W. Demtroeder: Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation, Springer, Berlin, 1996, 2nd ed.
- S. Svanberg: Atomic and Molecular Spectroscopy: Basic Aspects and Practical Applications, Springer, 1991, Berlin.
- R. W. Boyd: Nonlinear Optics, Academic Press, INC. Boston, 1992.
- W. T. Silfvast: Laser Fundamentals, Cambridge University Press, 1996.

26304. MOLEKULSKA FIZIKA I SPEKTROKOPIJA

Energetski nivoi dvoatomnih i višeatomnih molekula: rotacijski, vibracijski i elektronski stupnjevi slobode molekule. Eksperimentalne osnove molekulske spektroskopije: izvori zračenja, disperzijski uređaji (monokromatori, interferometri i sl.), detektori zračenja. Rotacijski spektri dvoatomnih i višeatomnih molekula; mikrovalna spektroskopija. Vibracije dvoatomnih i višeatomnih molekula: infracrvena i Ramanova spektroskopija. Elektronska spektroskopija molekula. Primjena teorije grupa u molekulske spektroskopiji: Simetrije molekula: točkaste i permutacijske grupe. Klasifikacija energetskih nivoa, zborna pravila. Svojstva molekula u kondenziranoj fazi. Uređene i djelomično uređene faze molekulskih sistema: plastični kristali, tekući kristali, polimeri, stakla. Međumolekulske interakcije u tekućinama i kristalima. Raspršenje neutrona i sinhronotnog zračenja kao metode molekulske spektroskopije.

- C. N. Banwell and E.M. McCash: Fundamentals of Molecular Spectroscopy, The McGraw-Hill Companies, London 1994.
- G. Herzberg: Molecular Spectra and Molecular Structure, I Diatomic Molecules, Van Norstad, New York, 1950. II Infrared and Raman Spectra of Polyatomic Molecules, Van Norstad, New York 1946.
- W. Demtroeder: Laser Spectroscopy, Springer, Berlin 1996.

- E. B. Wilson Jr., J. C. Decius and P. C. Cross: Molecular Vibrations, McGraw-Hill, London 1955. Reizdanje: Dover, New York 1980.
- Z.G. Wang and H.R. Xie: Molecular and Laser Spectroscopy, Springer, Berlin 1991.

27308. NELINEARNA OPTIKA

Anharmonijski oscilator. Nelinearne susceptibilnosti drugog i višeg reda. Stvaranje i širenje drugog harmonika u nelinearnom sredstvu. Vezane valne jednadžbe. Samofokusanje. Dvo fotonska apsorpcija. Multifotonska ionizacija. Koherentnost u optičkom sustavu s dva stanja. Rabijska precizija. Samoinducirana prozirnost. Procesi gušenja i relaksacija vremena. Blochove jednadžbe. Stimulirano Ramansko raspršenje. četverovalni procesi.

- D. C. Hanna, M. A. Yuratich and D. Cotter: Nonlinear Optics of Free Atoms and Molecules, Springer, Berlin, 1979.
- E. G. Santer, Nonlinear Optics, J. Wiley, 1996.

27309. FIZIKA PLAZME

Gibanje nabijenih čestica u električnim i magnetskim poljima. Osnovne karakteristike plazma. Debye-Hückelova teorija. Elementarni procesi u plazmi. Sudari između čestica. Magnetohidrodinamika. Makroskopske jednadžbe plazme. Difuzija. Ravnotežni sistemi. Statistika neravnotežnih procesa. Stabilnost plazme. Oscilacije i valovi u plazmi. Laboratorijsko dobivanje plazme. Dijagnostika plazme. Primjene.

- B. Vršnak: Temelji fizik e plazme, Školska knjiga, Zagreb, 1996

27310. OPTIKA I HOLOGRAFIJA

Osnovna svojstva svjetlosti i izvora (koherencija, interferencija, difrakcija,...). Osnovna svojstva optičkih elemenata kao što su: leće, djelitelji i širitelji snopova, polarizatori, $\lambda/2$ i $\lambda/4$ pločice. Fourierova transformacija u koherentnoj optici (matematičke osnove, optička izvedba, primjena). Klasična holografija (holografski zapis korištenjem klasičnih fotomaterijala) i primjene. Holografska interferometrija: metode mjerenja pomaka. Optičko filtriranje signala: amplitudno, kompleksno, VanderLugtov korelator. Hibridni optičko/numerički sustavi: korelator s množenjem signala u frekvencijskom prostoru i korelator s preklopljenim Fourierovim transformatima, optički i elektronički adresirani svjetlosni modulatori. Spektroholografija, interferometri (principi i primjene). Osnovni odnosi između radiometrijskih veličina. Detekcija spektralnog intenziteta i pirometrija. Predviđeno održavanje vježbi u Laboratoriju za koherentnu optiku Instituta za fiziku.

- J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, McGraw-Hill, New York, 1968.
- S. H. Lee, Optical Information Processing, Springer-Verlag, Berlin, 1981.
- R. K. Erf, Holographic Nondestructive Testing, Academic Press, New York, 1974.

27311. FIZIKA SUNCA

Opazanja Sunca – vizuelna, infracrvena, radio, ultravioletna, rendgenska, gama i korpuskularna opazanja. Sunce kao zvijezda – fizikalna svojstva i kemijski sastav. Struktura Sunca – unutrašnjost, proizvodnja energije, atmosfera, magnetska polja. Istraživanje Sunca - spektar Sunca i njegovo formiranje. Sunčev vjeter i emisija relativističkih čestica.

- E. R. Priest: Solar Magnetohydrodynamics, D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, Holland, 1984.
- H. Zirin: Astrophysics of the Sun, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

27312. STRUKTURA I RAZVOJ ZVIJEZDA

Kratak pregled opažackih podataka. Zračenje i ravnoteža zračenja. Termodinamika idealnog plina i zračenja. Konvekcija. Zvezdani opacitet. Degenerirana tvar. Termonuklearne reakcije. Fundamentalne jednadžbe zvezdane strukture. Metode rješavanja. Modeli na nultom položaju glavnog niza. Promjene u kemijskom sastavu. Razvojni modeli. Razvoj individualne zvijezde. Razvoj dvojne zvijezde. Ranije i kasnije faze evolucije. Nestabilne zvijezde. Gubitak mase. Usporedba teorijskih i opažackih podataka.

- D. Mihalas, Stellar Atmospheres, Freeman and Co., San Francisco, 1978
- G. W. Collins II, The Fundamentals of Stellar Astrophysics, Freeman and Co., New York, 1989.
- R.L. Bowers and T. Deeming, Astrophysics I, Stars, Jones and Bartlett Publishers, Inc., Boston, 1984.

27313. NEKONVENCIONALNE TEHNIKE U LASERSKOJ SPEKTROSKOPIJI

Mogućnosti i ograničenja standardnih laserskih spektroskopskih tehnika: laserske atomske apsorpcijske spektroskopije, laserom inducirane fluorescencije, Doppler-limited i Doppler-free spektroskopije. Prednosti *nekonvencionalnih laserskih spektroskopskih tehnika* - mjerenje laserom induciranih promjena makroskopskih fizikalnih parametara atomske pare i plazme: opto galvanska i optoakustička spektroskopija, termionska dioda, polarizacijska spektroskopija, spektroskopija valova u plazmi. Osnove *modulacijske*

spektroskopije: akustooptički i elektrooptički modulatori laserskog svjetla. Opto-elektroničke osobine *poluvodičkih diodnih lasera*, metode stabilizacije i ugađanja valne duljine, spektroskopija modulacijom valne duljine, frekvencije i faze zračenja lasera, višestruka simultana frekventna modulacija, cavity ringdown spektroskopija s diodnim laserima. Primjena u temeljnim istraživanjima: diodni laseri u spektroskopiji ultrahladnih atoma i Bose-Einstein kondenzaciji u parama alkalija, novi standardi valne duljine i frekvencije, detekcija elektrostatskih valova u plazmi. Primijenjena istraživanja i ekologija: optičko mjerenje malih duljina u nanotehnologiji, optička računala, detekcija tragova elemenata i kemijskih spojeva u plasma engineering & manufacturing, fotodinamička dijagnostika i terapija tumora, kontrola zagađenja atmosfere i okoliša CFC spojevima, teškim metalima i radioaktivnim elementima.

- R. S. Stewart i J. E. Lawler (eds.): *Optogalvanic Spectroscopy*, Hilger, London 1991
- F. S. Pavone i M. Inguscio: Frequency and wavelenght modulation spectroscopy- comparison of experimental methods using an AlGaAs diode laser. *Appl. Phys. B56* str. 118, 1993
- W. Demtroeder: *Laser Spectroscopy*. Springer, Berlin-New York, 1996
- J. Franzke, D. Veza, M. A. Bratescu, K. Niemax: Pseudosonic wave detection in laser spectrometry, *Spectrochimica Acta* 53B, str. 613-620, 1998

27314. METODE ATOMSKIH I MOLEKULARNIH SNOPOVA

Osnovna ideja je izložiti razvoj i postojeći doseg metoda atomskih i molekularnih snopova. Program obuhvaća prikaz osnovnih tehnika pripreme i detekcije snopova i njihove primjene od fundamentalnih istraživanja do tehnologije sa posebnim osvrtom na atomsku optiku i nanotehnologiju. Metodologija obrade pojedinih tema je putem predavanja i studentskih seminara. Osnove: povijesni razvoj; slobodni jet izvori; nisko energetske izvori snopova; visoko energetske izvori snopova; detekcija snopova-spektroskopske metode; selekcija stanja i brzina; osnovni principi laserskog hlađenja atoma. Primjene: Atomska i molekularna raspršenja-izučavanje elementarnih procesa (kemijskih reakcija); stvaranje klastera u snopu - prijelaz od atoma do kondenzirane materije; atomski satovi - primarni standardi vremena i frekvencije; atomske i ionske stupice - visoko razlučiva spektroskopija; atomska optika (svjetlosne sile, atomski interferometar, atomske leće i zrcala, BEC i atomski laseri); atomska litografija - stvaranje nanostrukture pomoću atomskih snopova.

- G. Scoles, *Atomic and Molecular Beam methods*, Vol. 1. Pergamon Press, 1988
- Paul R. Berman, editor, *Atom Interferometry*, Advances in Atomic and Molecular Physics Supplement 3 Academic Press, 1996 vid: <http://coffee.mit.edu/pubs/AAMOP/AAMOP-Title.html>

27315. TEORIJA OPTIČKIH SPEKTARA DVOATOMSKIH SUSTAVA

Simetrija homonuklearnih, heteronuklearnih i heteroizotopskih dvoatomskih sustava. Dalekodosežni potencijali, elektrostatski potencijali, interakcija izmjene, Rayleigh- Schrodingerov račun smetnje, disperzijska i indukcijska interakcija, funkcije gušenja, relativistički efekti. Ultra-dalekodosežne Rydbergove molekule, trilobiti. Diskretni i kontinuirani spektri dvoatoma, optički sudari, satelitske duge, rezonancije oblika. Udarni i kvazistatički profili spektralnih linija. Atomski i molekularni prijelazi u jakom laserskom polju, odjevna stanja. Neadijabatski procesi, predisocijacija molekularnih stanja (Feshbachove rezonancije), perturbacije u diskretnom spektru. Franck-Condonov faktor, vremenski ovisan račun smetnje, poluklasična aproksimacija, kvantno mehanička Fourier grid metoda. Apsorpcija i emisijski spektri na ultra niskim temperaturama, formiranje ultra-hladnih molekula fotoasocijacijom, optička detekcija ultra hladnih molekula, svjetlosni štiti, svjetlosno gušenje sudara. Bose-Einsteinova kondenzacija razrijeđenog molekularnog plina i upotreba femtosekundnih laserskih pulseva.

- H.Friedrich : *Theoretical Atomic Physics*, Springer Verlag Berlin, 1998.
- J.O. Hirschfelder: *Intermolecular forces*, Advances in Chemical Physics, Vol 12, Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York, 1967.
- J. Szudy and W. E. Baylis: Profiles of Rainbow Satellites and Line Wings Associated with Optical and Radiative Collisions, *Phys. Reports*, 226, 127-228 (1996)
- H.J.Metcalf and P. van der Straten: *Laser Cooling and Trapping*, Springer Verlag, Berlin, 1999.
- F. Masnou-Seeuws and P. Pillet Formation of ultracold molecules via photoassociation in a gas of laser cooled atoms: *Advances in Atomic Molecular and Optical Physics* 47, 53-127, 2001

27316. FIZIKA HLADNIH SUDARA

Osnovni pojmovi: udarni presjek, zakon praga, duljina raspršenja. Neelastični sudari atoma u osnovnom stanju: dobri kvantni brojevi, mehanizmi relaksacije, rezonancije MQDT opis hladnih sudara. Sudari metastabilnih atoma plemenitih plinova: Penning i asocijativna ionizacija. Sudari bozona, sudari fermiona. Struktura pobuđenih stanja: slika kvazimolekule, Movre-Pichler model. Vezana stanja dugodosežnih potencijala: čiste dugodosežne molekule. Zemnoalkaljski metali - paradigma hladnih sudara, model optičkog potencijala. Optički sudari hladnih, metastabilnih atoma helija. Dinamika hladnih sudara u polju svjetlosti: poopćen Gallagher-Pritchard model, poluklasična slika i kvantni račun. Bose-Einsteinova kondenzacija. Numeričke metode. Vremenski neovisne metode za vezana stanja i probleme raspršenja, vezane jednadžbe, granični uvjeti. Kompleksna Numerova metoda i drugi propagatori za stanja kontinuuma, DVR metode za vezana stanja. Propagacija u kompleksnom vremenu. Pregled vremenski ovisnih metoda.

- P. S. Julienne, A. M. Smith and K. Burnett: Theory of collisions between laser cooled atoms, *Advances in*

Atomic Molecular and Optical Physics 30, 141-198, 1993

- J. Weiner, V. S. Bagnato, S. Zilio and P. S. Julienne: Experiments and theory in cold and ultracold collisions, *Reviews of Modern Physics* 71, 1-85. 1999.
- R. Campargue, editor: Atomic and molecular beams. The State of the Art 2000, Springer, Berlin 2001.
- H. Friedrich: "Theoretical Atomic Physics", Springer, Berlin 1998.

Smjer 4: Fizika čvrstog stanja

26401. FIZIKA ČVRSTOG STANJA

Uvod: Simetrije, stupnjevi slobode, karakteristične energetske i prostorne skale. Fermijeva tekućina: Landauov fenomenološki pristup. Karakteristična odzivna svojstva. Dielektrični odziv. Elektronski transport. Zasnjenje Coulombovog međudjelovanja, kolektivni modovi. Jednodimenzionalne i dvodimenzionalne elektronske tekućine. Izolatori: Granica skoro slobodnih elektrona, Wannierovi ekscitoni. Granica jako vezanih elektrona, Fockovi ekscitoni, optička svojstva. Prijelaz metal-izolator (Mott-Hubbard). Elektronski magnetizam: Hubbardov model. Granica slabog vezanja, Stonerov magnetizam, valovi gustoće spina. Granica jakog vezanja, Heisenbergov model. Kolektivna pobuđenja magnetskih uređenja. Elektroni i titranja rešetke: Dinamička svojstva rešetke. Elektron-fonon vezanje u granicama skoro slobodnih i jako vezanih elektrona. Utjecaj na elektronski transport. Stukturne nestabilnosti rešetke uvjetovane elektronima. Efektivno privlačno elektron-elektron međudjelovanje. Supravodljivo stanje: Cooperovo sparivanje, Bardeen-Cooper-Schriefferova teorija. Veza na ranije fenomenološke pristupe. Lom baždarne simetrije, kvantizacija magnetskog toka, Josephsonova pojava. Teorijski pristupi visokotemperaturnim supravodlicima.

- C. Kittel, *Quantum Theory of Solids*, John Wiley, New York, London, 1963, 1987.
- D. Pines, *Elementary Excitations in Solids*, Benjamin, New York, Amsterdam, 1964.
- D. Pines and T. Noziers, *The Theory of Quantum Liquids I*, AddisonWesley, New York, 1966, 1989.
- S. Doniach and E. H. Sondheimer, *Green's Functions for Solid State Physicist*, Benjamin, New York, Amsterdam, 1974.
- P. W. Anderson, *Concepts in Solids*, Benjamin, New York, Amsterdam, 1964.
- M. Tinkham, *Introduction to Superconductivity*, McGraw-Hill, New York, 1975.
- Odgovarajući pregledni radovi.

26402. EKPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA U FIZICI ČVRSTOG STANJA

Istraživanje mikrostrukture materijala. Difrakcija rentgenskih zraka u malom kristalu i polikristalu. Odras mikrostrukture u difrakcijskoj slici. Točno mjerenje periodičnosti u kristalu. Veličina i oblik koherentno difraktirajućih domena i deformacija kristalne rešetke; pogreške u slijedu mrežnih ravnina. čvrste otopine, procesi precipitacije u čvrstim otopinama. Fazne pretvorbe, fazni dijagrami. Radijalna raspodjela elektronske gustoće u amorfnoj tvari. Suvremeni razvoj difrakcije; sinkrotronsko zračenje; difrakcija neutrona; određivanje kristalne strukture iz difrakcijske slike polikristala. Moderne metode istraživanja materijala elektronskom mikroskopijom. Interpretacija transmisijskih elektronskih slika i difrakcije u polikristalnom, monokristalnom i amorfnom uzorku. Difrakcijski i fazni kontrast. Procesiranje slike visokog razlučivanja; deformacija rešetke, dislokacije, pogreške u slijedu mrežnih ravnina, granice zrna i faza. Strukturno razlučivanje do 0,1 nm. Scanning elektronski mikroskop. Kvalitativna i kvantitativna analiza materijala. Određivanje strukture materijala programima za procesiranje slike visokog razlučivanja. Transportna i termodinamička istraživanja. Istraživanje različitih problema fizike kondenzirane tvari primjenom suvremenih transportnih i termodinamičkih mjerenja. Proučavanje izabranih sustava (metalna i spinska stakla, teški fermioni, organski vodiči, valovi gustoće naboja/spina i visokotemperaturni supravodiči) slijedećim eksperimentalnim postupcima: električna otpornost (uključujući anizotropne kristale i različite postupke), magnetootpor (teorija energijskih vrpca i Kohlerovo pravilo), Hallov efekt i vodljivost (Ongova relacija), termoelektrična struja i termička vodljivost, toplinski kapacitet i magnetizacija (uključujući fazne prijelaze i dinamičke M-H petlje), te magnetska susceptibilnost (statička i dinamička). Visokofrekventna (mikrovalna) mjerenja. Dinamika brzih procesa i mjerna frekvencija. Motivacija i cilj mikrovalnih mjerenja. Instrumentalni problemi kod visokih frekvencija. Valna duljina i veličina strujnog kruga. Rezonantna struktura i njezina perturbacija. Mjerenja u magnetskoj i električnoj komponenti mikrovalnog polja. Određivanje kompleksne susceptibilnosti i kompleksne vodljivosti. Primjeri: kompleksna vodljivost u supravodlicima, fluktuacije u blizini faznog prijelaza, dinamika magnetskih virova u mješanom stanju supravodiča, određivanje duljine koherencije i anizotropnost u kristalima i tankim filmovima, dinamika valova gustoće naboja/spina. U okviru seminara student sudjeluje u po jednom eksperimentu iz sva tri navedena područja, piše seminarski rad te ga javno iznosi.

- R. Jenkins, R.L.Snyder: *X-Ray Powder Diffractometry*, John Wiley, New York, 1996
- B.K.Vainshtein et al, *Modern Crystallography*, Springer, Berlin 1995
- J.J. Goldstein et al, *Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, Plenum Press, New York, 1984
- M.Ruhle and M.Wilkens, *Electron Microscopy*, in R.W. Cahn and P.Haasen, eds. *Physical Metallurgy*, Elsevier Science BV, 1996
- *Studies of High Temperature Superconductors*, Volume 18, A.V.Narlikar, ed., Nova Science, 1996
- M.Dressel et al, *High Frequency Resonant Techniques for Studying the Complex Electrodynamic Response in Solids, Ferroelectrics*, 1995.

26403. FIZIKA MNOŠTVA ČESTICA

Uvod (i ponavljanje) Sistemi mnoštva čestica, metode rješavanja; model nezavisnih čestica (efektivni potencijali, samosuglasnost, kvazičestice), elementarna pobuđenja. Kvanti međudjelovanja - fotoni, fononi. Druga kvantizacija: bozoni, fermioni, međudjelovanje. Koherentna stanja. Greenove funkcije - propagatori. Račun smetnje, Feynmanovi dijagrami. Fluktuacije vakuma, povezani i nepovezani dijagrami. Energija osnovnog stanja. Vlastita energija, Dysonova jednadžba i svojstva kvazičestice. Primjeri računanja Feynmanovih dijagrama za pojedine procese. Jednadžba gibanja za Greenove funkcije i metode rješavanja (Hartree, Hartree-Fock). Bozonske Greenove funkcije. Fermion – bozon interakcija. Linearni odziv sistema, korelativne funkcije, svojstva korelativnih funkcija, poučak o mikroravnoteži, statički strukturni faktor. Primjer: Raspršenje neutrona na kristalu, elastično raspršenje i Debye-Wallerov factor, emisija i apsorpcija fonona. Odzivne funkcije, Kubo formula, spektralni prikaz, veza s korelativnom funkcijom, dielektrična funkcija. Primjeri fermioni - elektronski plin, Lindhardova funkcija, statički i dinamički slučaj, Kohnova anomalija i Friedelove oscilacije; bozoni – sistem harmoničkih oscilatora. Svojstva fermionskog plina s kulonskim međudjelovanjem, propagator dinamički zasjenjene interakcije, RPA, zasjenjenje - statički i dinamički slučaj. Spektar pobuđenja, plazmoni u elektronskom plinu. Landauovo gušenje. Dinamički i statički dugovalni limesi. Thomas-Fermijevo zasjenjenje. Veza s dielektričnom funkcijom. Izborni sadržaj: Primjena na nehomogene sisteme i sisteme reduciranih dimenzija.

- M. Šunjić: Kvantna fizika mnoštva čestica, Školska knjiga, Zagreb, 2002
- T.D. Schultz: Quantum Field Theory and the Many-Body Problem, Gordon and Breach, New York, 1963
- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinskii: Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1963
- A Mattuck: Guide to Feynman Diagrams in the Many-Body Problem, New York, 1967
- A. Fetter-J. D. Walecka: Quantum Theory of Many-Particle Systems. McGraw Hill, New York, 1971
- S. Doniach, E. H. Sondheimer: Green's Functions for Solid State Physicists. Benjamin, Reading, 1974

27406. FIZIKA POVRŠINA

Osnovni pojmovi, simetrija, struktura, važnost i primjena istraživanja površina, definicija površine, promjene na granici faza (relaksacija, rekonstrukcija i segregacija), simetrije idealne dvodimenzionalne rešetke (mreže), recipročna rešetka (volumna i površinska), pokrivenost, realna i idealna površina, površinski defekti. Procesi i eksperimentalne metode, ogib, općenito (neutroni, X-zrake, elektroni), ogib sporih elektrona (LEED) - kinematička i dinamička teorija, raspršenje atoma, međudjelovanje zračenja s elektronima u kristalu, apsorpcija, emisija, fluorescencija, neelastično raspršenje elektrona na kristalu, fotoemisija (ARUPS, XPS-ECSA), EXAFS, NEXAFS, SEXAFS, Augerova emisija, elektronska mikroskopija (TEM, SEM), emisija elektrona poljem, emisija iona poljem. Površine metala, model beskonačne barijere (IBM), lokalna gustoća stanja, Bardeenove oscilacije, dipolni sloj i dipolni potencijal, potencijal u blizini površine (elektrostatski potencijal, članovi zamjene, korelacije), izlazni rad. Površine poluvodiča i izolatora: površinska stanja, elektrostatski potencijal i sloj prostornog naboja, invertirani (osiromašeni i obogaćeni) slojevi; dvodimenzionalni elektronski plin – podvrpce, elektroni na heliju, stanja zrcalnog potencijala. Elementarna pobuđenja na površinama kristala, pobuđenja u modelu kontinuuma (plazmoni i LO fononi u planarnim i ostalim geometrijama), Rayleighovi valovi, diskretni linearni modeli (akustički), površinska pobuđenja u malim kristalima, efekti retardacije i polaritoni, kvantni opis polubeskonačnog metala (RPA: IBM i SCIBM, LDA). Tuneliranje u normalnom stanju, elementarni pristup, spojevi metal-izolator-metal (MIM) i heterostrukture, kvantni karakter tuneliranja, opis pomoću lokaliziranih, ili delokaliziranih stanja, koherentno i sekvencijalno tuneliranje, elastično, i neelastično tuneliranje, strujno-naponske karakteristike spojeva, primjeri. Adsorpcija i desorpcija, općenito o adsorpciji, kemisorpciji i fizisorpciji, mehanizmi vezanja (van der Waalsova, ionska i kovalentna veza), Newns-Andersonov model, tuneliranje između podloge i adsorbata: ionska, ili neutralna adsorpcija, rezonantna elektronska stanja na adsorbata, određivanje elementalnog sastava površine - eksperimentalne metode. STM i slični procesi: fenomenološki uvod, osnovni teorijski prikazi, pregled eksperimentalnih rezultata. Teorija funkcionala gustoće, definicije i teoremi, nelokalna teorija funkcionala gustoće (DFT), lokalno približenje (LDA).

- N.W. Aschroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Holt, Rinehart and Winston, 1976.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, Wiley & Sons
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids; Wiley & Sons, 1953
- D. Langreth, H. Suhl, eds., Many-Body Phenomena at Surfaces, Academic Press, 1984
- N.H. March, S. Lundquist, eds., Theory of Inhomogeneous Electron Gas, pog. 2. i pog. 5
- A. Prutton, ed. Electronic Properties of Surfaces, Adam Hilger, Bristol, 1984
- M. Šunjić, Surface Elementary Excitations, in Dynamics of Gas-Surface Interactions, Springer Series in Chemical Physics, Vol. 21., G. Benedek, U. Valbusa, eds., 1982
- E.L. Wolf, Principles of Electron Tunneling Spectroscopy, Oxford University Press, 1989
- A. Zangwill, Physics of Surfaces, Cambridge University Press, 1988
- J. Ziman, Principles of the Theory of Solids, Cambridge University Press, 1972
- D.P. Woodruff, T. A. Delchar, Modern techniques of surface science, Cambridge University Press, 1985

27407. TEORIJA FAZNIH PRIJELAZA

Termodinamička teorija fluktuacija. Prostorne korelacije. Vremenske korelacije. Simetrija kinetičkih

koeficijena. Fluktuacijsko disipacijski teorem. Fazni prijelazi. Landauova teorija faznih prijelaza. Zakoni jedinstvene ljestvice (scaling). Renormalizacijska grupa. Wilsonov razvoj. Slučaj parametra uređenja s velikim brojem komponenata. Niskodimenzionalni problemi.

- L.D. Landau, E.M. Lifshitz: Statistical Physics I, Pergamon Press 1980.
- C. Kittel, Elementary Statistical Physics, John Wiley & Sons, 1958.
- M. Toda, R. Kubo, N. Saito, Statistical Physics I, II, Springer 1992.
- H.E. Stanley: Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Oxford Univ. Press., 1971.
- Shang - Keng Ma: Modern Theory of Critical Phenomena, W.A. Benjamin, Inc. 1976.
- P. Pfeuty, G. Toulouse, Introduction to the Renormalisation Group and to Critical Phenomena, John Wiley & Sons, 1977.
- E.M. Lifshitz, L.P. Pitaevskii, Statistical Physics II, Pergamon Press 1980.

27408. NELINEARNI KONTINUUMI

Bifurkacije u klasičnim fluidima. Turbulencija. Turbulencija u granici velikog Reynoldsovog broja. Korteweg-de Vriesova jednačnja. Metoda inverzije raspršenja. Solitoni. Nelinearne valne jednačnje. Nelinearna Schrodingerova jednačnja. Sine-Gordonova jednačnja. Topološki defekti, opće postavke. Domenski zidovi, virovi, dislokacije. Primjeri u kristalima, suprafluidima i tekućim kristalima. Disipativna gibanja topoloških defekata. Kosterlitz-Thoulessov prijelaz.

- L. D. Landau, E. M. Lifslut, Fluid Mechanics, Pergamon Press 1987.
- S. P. Novikov, S. V. Manakov, L. P. Pitaevskii, V. E. Zakharov, Theory of Solitons, Plenum, 1988.
- P. G. Drazin, R. S. Johnson, Solitons: an Introduction, Cambridge University Press, 1989.
- P. M. Chaikin, T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics, Cambridge Univ. Press, 1995.
- Odgovarajući pregledni radovi.

27409. FIZIKA VISOKOTEMPERATURNE SUPRAVODLJIVOSTI

Kratki uvod u fenomenologiju i teoriju supravodljivosti. Visokotemperaturni supravodiči: otkriće, kristalna struktura, transportna svojstva. Primjena spektroskopskih metoda u kupratnim supravodičima: raspršenje neutrona, NMR, ramansko raspršenje, fotoemisija. Posebnosti normalnog stanja. Antiferomagnetizam. Dinamika kristalne rešetke i supravodljivost. Posebnosti supravodljivog stanja. Elektronski modeli. Metode u sustavima s jakim elektronskim međudjelovanjem: pomoćni bozon, baždarne teorije. Jake korelacije i svojstva normalnog stanja. Teorijski scenariji visokotemperaturne supravodljivosti: fononski; magnetski; ekscitonski; polaronski; preformirani parovi.

- P.G. de Gennes, Superconductivity of Metals and Alloys, W.A. Benjamin, New York 1966.
- M. Cyrot, D.Pavuna, Superconductivity and High Tc Materials, World Scientific, 1992.
- N. Plakida, High Temperature Superconductivity - Experiment and Theory, Springer, 1995.
- P.W. Anderson, The Theory of in the High-Tc Cuprates, Princeton University Press, 1997.

27410. FIZIKA KERAMIKA I POLIMERA

Svrha ovog predmeta je proučavanje fizike raznih tehnološki relevantnih materijala kao i onih koji su od naročite važnosti za fundamentalna istraživanja, ali gdje manjkaju određeni aspekti "know how" sinteze i karakterizacije da bi se u potpunosti lanac istraživanja. Keramički sistemi. Neorganski nemetalni sistemi. Kristalične dielektrične keramike. Poluvodičke keramike i keramike s metalnim karakteristikama. Piezo- i piroelektrici. Optički aktivne keramike. Supravodljive i magnetske keramike. Termodinamička, optička magnetska i električna svojstva keramika. Sinteza i karakterizacija nekih odabranih keramičkih sistema. Aplikativni aspekti proučavanih materijala. Polimerski sistemi. Fizikalna i kemijska svojstva polimera. Molekularna struktura nekih značajnih sistema. Posebna svojstva nekih polimera. Piezoelektrički polimeri. Sintetički metali i polimeri za konverziju energije. Polimeri za razne primjene i visokoj tehnologiji. Metode sinteze i karakterizacije odabranih sistema. Aplikativni aspekti.

27411. FIZIKA POLUVODIČA

Elementarna definicija poluvodiča, važniji rani radovi i kemijski pristup poluvodljivosti. Zonska teorija poluvodiča. Vlastiti i ne vlastiti poluvodiči. Porijeklo i klasifikacija defekata. Kontrolirano uvođenje defekata. Koncentracija nosilaca naboja u toplinskoj ravnoteži. Tipovi poluvodiča i kompenzacija. Raspršenje nosilaca naboja i transportna svojstva poluvodiča. Električna vodljivost, termoelektromotorna sila i Hallov efekt. Rekombinacija nosilaca naboja. Optička svojstva poluvodiča. Apsorpcija zračenja i fotovodljivost. Eksperimentalno određivanje osnovnih parametara poluvodljivosti. Električne i optičke metode. Vrste poluvodiča. Elementarni poluvodiči, poluvodički spojevi. Kristalni, amorfni i staklasti poluvodiči. Superrešetke.

- B. Sapoval and C.Hermann, Physics of Semiconductors, Springer Verlag,
- R.A.Smith, Semiconductors, 2nd Edition, Cambridge University Press, London 1978.

27412. FIZIKA METALA I SLITINA

Struktura metala i slitina. Kristalne, amorfne i nanokristalinične strukture. Kvazikristali. Elektronska teorija metala. Termodinamičke osnove faznih dijagrama. Mikrostrukture. Točkasti i linijski defekti (dislokacije). Medufazne granice. Difuzija u metalima i slitinama. Difuzijske i nedifuzijske (martenzitne) pretvorbe. Mehanička svojstva čvrstih otopina, intermetalnih spojeva i višefaznih sistema. Magnetska svojstva metala i slitina. Kompozitni materijali.

- R. W. Cahn, P. Haasen, *Physical Metallurgy*, Vol. I-III, North-Holland, Amsterdam 1996.
- C.S. Barret, *Structure of Metals*, McGraw-Hill, New York 1966.
- A.G. Guy, *Introduction to Material Science*. McGraw-Hill, New York 1971.
- B. Henderson, *Defects in Crystalline Solids*, Edward Arnold, London 1972.

27413. SUPRAFLUIDNOST I SUPRAVODLJIVOST

Osnovna svojstva suprafluida (He^4 , He^3). Kondenzati i pobuđenja. Virovi. Zvukovi. Osnovne karakteristike supravodljivosti; materijali. Termodinamika i elektrodinamika supravodljivog stanja. Fenomenološki i mikroskopski modeli. Miješano stanje. Josephsonov efekt. Tehnologija i primjene supravodiča.

- C.T. Lane, *Superfluid Physics*, (McGraw-Hill, 1962)
- D.R. Tilley and J.Tilley, *Superfluidity and Superconductivity* (IOP Publishing Ltd. 1990)
- M.Tinkham; *Introduction to Superconductivity* (MacGraw-Hill, 1975)
- M.Cyrot and D.Pavuna; *Introduction to Superconductivity and High T_c -Materials* (World Scientific Publishing Co.1992)

27414. NEUREĐENI SUSTAVI

Nered: topološki i kemijski nered, kvazikristali. Fraktali: predodređeni i slučajni fraktali, fraktalna dimenzija, rast fraktala (gomilanje ograničeno difuzijom). Perkolacija: Perkolacija kao kritična pojava, korelacijska duljina, transport kroz fraktalne/perkolacijske sustave, fraktioni, dinamički eksponenti. Neuređeni magneti: model nasumičnog polja, model nasumičnog međudjelovanja izmjene, razrijeđeni magneti, spinska stakla. Eksperimentalna istraživanja: rast fraktala (dielektrični proboj, elektrodepozicija), struktura (raspršenje), fizikalna svojstva (mehanička, termodinamička). Seminar: Studenti rade računalne simulacije različitih modela (nasumični hod, DLA, perkolacija, "cellular automata").

- *Fractals and Disordered Systems*, eds. A.Bunde and S.Havlin, Springer, Berlin 1996.
- *Computer Simulations with Mathematica*, R.J.Gaylord and P.R.Wellin, Springer, New York, 1995.

Smjer 5: Biofizika

26501. SPEKTROSKOPIJA BILOŠKIH SUSTAVA

Interakcija elektromagnetskih valova s molekulama. Vrste energijskih stanja u biomakromolekulama. Vjerojatnosti prijelaza između energijskih stanja. Apsorpcijska spektroskopija elektronskih stanja, apsorpcijska spektroskopija biomakromolekula. Optička aktivnost biomolekula. Fluorescentna spektroskopija: prirodni i umjetni fluorofori, polarizacija i anizotropija. Fluorescentni prinos. Utjecaj okoline fluorofora na emisijski spektar. Spektroskopija vibracijskih stanja: osnove Ramanove i IR spektroskopije. Nuklearna magnetska rezonancija: magnetski moment, kvantna teorija NMR spektara. Klasična slika NMR-a: Blochove jednadžbe, spin-spin i spin-rešetka relaksacija. Značajke NMR spektara. Impulsna NMR spektroskopija, dvodimenzijska NMR. NMR bioloških sustava: ^1H , ^{13}C , ^{31}P i ^2D NMR proteina, nukleinskih kiselina, membrana. Metode ispitivanja površine supramolekulskih bioloških struktura. NMR *in vivo*. Elektronska paramagnetska rezonancija: spinski hamiltonijan i značajke EPR spektara. Utjecaj gibanja na oblik rezonantnih linija: primjena spinskih sondi i spinskih oznaka. EPR slobodnih radikala i metaloproteina.

- C.P. Slichter: *Principles of Magnetic Resonance*, 3rd ed., Springer, Berlin, 1997.
- J. Weil, J.R. Bolton, J.E. Wertz: *Electron Paramagnetic Resonance*, John Wiley & Sons, New York, 1994.
- H.-J. Galla: *Spektroskopische Methoden in der Biochemie*, Georg Thieme, Stuttgart, 1988.
- I.D. Campbell and R. A. Dwek: *Biological Spectroscopy*, The Benjamin/Cummings Publ. Co., Menlo Park, California, 1984.
- C. Cantor and P. R. Schimmel: *Biophysical Chemistry*, part II: *Techniques for the Study of Biological Structure and Function*, W.H. Freeman, San Francisco, 1980.
- K. Sauer: *Biochemical Spectroscopy*, *Methods in Enzymology* Vol.246 (1995) pp. 1 - 816.

26502. BIOENERGETIKA

Mjesto i uloga bioenergetike u znanosti. Povezanost biokemijskih reakcija i termodinamike neravnotežnih procesa. Membrane i membranski proteini. Kemijsko-osmotska teorija. Struktura i djelovanje bakteriorodopsina, citokrom c oksidaze, fotosintetskog reakcijskog centra i ATP-aze. Predviđanje transmembranske topologije protonskog crpki i voltažnih kanala. Korelacija membranske aktivnosti i

hidrofobnog momenta polipeptida. Mjerenja protonske sile.

- D. Juretić: Bioenergetika - rad membranskih proteina, Informator, Zagreb, 1997.
- D.A. Harris: Bioenergetics at a glance, Blackwell Science, Oxford, 1995.
- S.H. White: Membrane Protein Structure, Oxford Univ. Press, New York, 1994.
- S.R. Caplan and A. Essig: Bioenergetics and Linear Nonequilibrium thermodynamics, Harvard Univ. Press, Cambridge, MA, 1983.
- T.L. Hill: Free Energy Transduction in Biology. The Steady State Kinetic and Thermodynamic Formalism. Academic Press, New York, 1977.

27505. MAGNETSKA TOMOGRAFIJA

Sažete osnove magnetske rezonancije i relaksacije: osnovni parametri rezonancije (kemijski pomak i gustoća spinova), osnovni parametri relaksacije (Vremena T_1 i T_2). Metode mjerenja s različitim težinskim udjelima parametara. Povezanost impulsnih sekvenci i kontrasta na slici: SR, IR, SE, SSEP. Utjecaj difuzije na izgled slike. Korisnost paramagnetskih iona – povećanje kontrasta. Instrumentacija: kriteriji za izbor (jačina homogenog magnetskog polja, amplitude radiofrekventnog magnetskog polja, gradijenti stalnog magn. polja).

- D.G. Gadian: NMR and its Application to Living Systems, Oxford Univ. Press, Oxford, 1996.
- E. Krestel: Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik, Siemens Akt. 1988.
- S.M. Cohen: Physiological NMR Spectroscopy: From Isolated Cells to Man, Annals NY Acad. Sci. 508, 1987.
- T.L. James and A.R. Margulis: Biomedical Magnetic Resonance, Radiology Research and Education Foundation, San Francisco, 1984.
- A.R. Margulis, C.B. Higgins, L. Kaufman and L.E. Crooks: Clinical Magnetic Resonance imaging, Radiation Research and Education Foundation, San Francisco, 1983.

27506. BIOFIZIKA MEMBRANA I LIPOPROTEINA

Asocijacija makromolekula. Lipidi u biološkim membranama i lipoproteinima krvne plazme. Proteini u biološkim membranama i lipoproteinima krvne plazme. Interakcija lipida i proteina u kompleksima. Struktura i dinamika lipidnog dvosloja: uređenost dvosloja, faze i fazni prijelazi. Sile u lipidnom dvosloju i elastična svojstva dvosloja. Prijenos neutralnih molekula kroz membranu: difuzija i osmoza. Električna svojstva membrane. Prijenos iona kroz membranu (pasivni i aktivni transport). Akcijski potencijal i prijenos impulsa: Huxley-Hodgkinov model, skokovita vodljivost neurona i ionski kanali regulirani naponom. Lipoproteini krvne plazme: klasifikacija, organizacija, molekularni sastav, fiziološka uloga. Struktura i dinamika lipoproteina male gustoće (LDL). Veživanje LDL-a s receptorima i s ionima.

- T.F. Weiss: Cellular Biophysics Vol. I i II, The MIT Press, Cambridge MA, 1996.
- B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson: Molecular Biology of the Cell, Garland, New York, 1994.
- R.B. Gennis: Biomembranes, Springer, Berlin, 1989.
- C.R. Cantor and P.R. Schimmel: Biophysical Chemistry Vol. I i III, W.H. Freeman, New York, 1980.
- G. Cevc and D. Marsh: Phospholipid Bilayers, Wiley-Interscience, New York, 1987.
- A.M. Gotto (Ed.): Plasma Lipoproteins, Elsevier, Amsterdam, 1987.

27507. SPINSKO OZNAČAVANJE U BIOFIZICI

Širina linija u EPR spektroskopiji. Spinsko označavanje spinskim oznakama i sondama. EPR spektri spinski označenih lipida. Elementi sekundarne i tercijarne strukture proteina ciljanim spinskim označavanjem. Nuklearna magnetska rezonancija u dvije i tri dimenzije. Manipulacija spinskim stanjima. Osnovni principi određivanja strukture proteina. NMR spinski označenih proteina.

- A. Abragam: The principles of nuclear magnetism, Oxford University Press, 1961.
- L.J. Berliner: Spin Labeling, Theory and Applications, Academic Press, 1976
- L.J. Berliner: Spin Labeling, The next Millenium, Plenum Press, 1998.

27508. MODELIRANJE BIOMAKROMOLEKULA

Uvod u molekulsko modeliranje biomakromolekula, pretpostavka za molekulsko modeliranje, tehnike, očekivani ciljevi. Pregled metoda za određivanje strukture molekula (eksperimentalnih i računskih). Baze podataka tridimenzionalnih struktura bimolekula dostupne na mreži. Modeliranje njihovih komplekse s drugim molekulama (malim ligandima ili drugim makromolekulama). Primjeri: a) specifično vežanje transkripcijskih faktora za DNK, b) vežanje supstrata u aktivno mjesto citohroma P450, c) modeliranje enantioselektivnosti lipaza. O tehnikama koje se koriste u modeliranju makromolekula i njihovih kompleksa: pravilan odabir i način primjene. Izbor polja sila i parametризacija molekula. Optimizacija geometrije (izbor algoritma, tretiranje dugodosežnih interakcija, ukrućivanje pojedinih dijelova molekule, utjecaj otapača) i pretraživanje konformacijskog prostora molekule. Praćenje dinamičkih procesa u molekuli. Utvrđivanje veznog mjesta supstrata Najpoznatiji računalni programi. O metodama koje se koriste u svrhu kvantitativnog koreliranja strukturalnih parametara molekule s biološkom aktivnošću. Utvrđivanje razlike slobodnih energija

uslijed vezanja različitih supstrata. QSAR (Quantitative Structure Activity) i QSPR (Quantitative Structure Property) modeliranje korištenjem statističkih metoda i neuronskih mreža. Vjerodostojnost i interpretacija QSAR i QSPR modela.

- Kenny B. Lipkowitz and Donald B. Boyd, (Eds): Reviews in Computational Chemistry, Indiana University-Purdue University of Indianapolis (IUPUI) Vols. 3-5.
- Hölte H.-D. and Sippl W., (Eds): Rational Approaches to Drug Design, Prous Science 2000.
- Van Gunsteren W. F., Klebe G. and Kubinyi H. 3D QSAR methods, Escrom, Netherlands, 1993
- Van Gunsteren W. F., Weiner P. K., and Wilkinson A. J. (Eds) Computer Simulation of Biomolecular Systems Vols 2-3, ESCOM, Dordrech, 1993. i 1997
- Tomic, S. and Wade, R. C., COMBINE Analysis of Nuclear Receptor-DNA Binding Specificity: Comparison of Two Data Sets, Croat. Chem. Acta. 74, 2001, 295-314.
- Wang, T. and Wade, R. C., Comparative Binding Energy (COMBINE) analysis of Influenza Neuraminidase-Inhibitor Complexes, J. Med. Chem. 44 (2001), 961-971.
- Tomic, S., Nilsson, L. and Wade, R.C. Nuclear receptor-DNA binding specificity: a COMBINE and Free-Wilson QSAR analysis, J. Med. Chem. 43 (2000), 1780-1792.
- Molecular Modeling and Prediction of Bioactivity, Eds. Gundertofte K. and Jorgensen F. S. Plenum (2000), Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Gabdouline, R.R., Wade, R.C., Protein-protein Association: Investigation of Factors Influencing Association Rates by Brownian Dynamics Simulations J. Mol. Biol. 306 (2001), 1139-1155.
- 10. Rational Approaches to Drug Design: 13th European Symposium on Quantitative Structure-Activity Relationships" Eds. Hölte, H.-D., Sippl, W. (2001), Prous Science S.A., Barcelona, pp78-82.
- Luedemann, S.K., Gabdouline, R. R., Lounnas, V. and Wade, R.C. Substrate access to cytochrome P450cam investigated by molecular dynamics simulations: An interactive look at the underlying mechanisms, Internet. J. Chem. 4 (2001), 6. [ISSN: 1099-8292]. <http://www.ijc.com/articles/2001v4/6/>
- Luedemann, S. K., Lounnas, V. and Wade, R. C. How do substrates enter and products exit the buried active site of cytochrome P450cam 2. Steered molecular dynamics and adiabatic mapping of substrate pathways J. Mol. Biol. 303 (2000), 797- 813-830.

27509. NEINVAZIVNE METODE ZA FUNKCIONALNO OSLIKAVANJE MOZGA

Magnetoencefalografija (MEG): biomagnetizam; neurofiziološke osnove MEG-a; instrumentacija; biomagnetski inverzni problem; metode za prostorno-vremensko lokaliziranje neuronskih izvora - oslikavanje magnetskih izvora; neuromagnetska ispitivanja funkcionalne organizacije korteksa ljudi; kliničke primjene MEG-a. Funkcionalna magnetska rezonancija (fMRI): fiziološke (hemodinamičke i metaboličke) i fizikalne osnove BOLD-fMRI metode; mjerenje BOLD signala; oblikovanje fMRI eksperimenta; statističke parametarske mape; primjene fMRI-a u proučavanju normalnih i patoloških funkcija mozga. Pozitronska emisijska tomografija (PET): fizikalni princip; radionuklidi i radiofarmaci; instrumentacija; fiziološke i biokemijska mjerenja PET-om (cerebralni volumen krvi, regionalni protok krvi, perfuzija, upotreba kisika i glukoze); primjene PET-a. Jednofotonska emisijska tomografija (SPECT). Transkranijalna magnetska stimulacija (TMS). Optičko oslikavanje neuronske strukture i fiziologije. Prostorno-vremenske rezolucije neinvazivnih metoda za funkcionalno oslikavanje mozga. Multi-modalno integriranje i njegove prednosti i ograničenja u proučavanju i lokaliziranju funkcija mozga. Biološki učinci ionizirajućeg i neionizirajućeg zračenja; učinci na moždane funkcije.

- S. Supek (Ed.), NFSI-99, Proceedings of the 2nd International Symposium on Noninvasive Functional Source Imaging Within the Human Brain and Heart, Biomedical Engineering, 44-S2, 1999.
- Wilfried Andra and Hannes Nowak (Eds.), Magnetism in medicine, Wiley-VCH Verlag, Berlin, 1998.
- C.T.W. Moonen and P.A. Bandettini (Eds.), Functional MRI, Springer-Verlag, Berlin, 1999.
- R.J. Gillies (Ed.), NMR in Physiology and Biomedicine, Academic Press, San Diego, 1994.
- H. Hamalainen, R. Hari, R.J. Ilmoniemi, J. Knutila, O.V. Lounasmaa: Magnetoencephalography - theory, instrumentation, and applications to noninvasive studies of the working human brain, Rev. Mod. Phys., 65(2), 413-497, 1993.
- Cheryl J. Aine: A Conceptual Overview and Critique of Functional Neuroimaging Techniques in Humans: I. MRI/fMRI and PET, Critical Reviews in Neurobiology, 9(2&3): 229-309, 1995.
- W.W. Orrison, J.D. Lewine, J.A. Sanders, and M.F. Hartshorne, Functional Brain Imaging, Mosby-Year Book, St. Louis, 1995.
- Arthur W. Toga, John C. Mazziotta (Eds), Brain Mapping: The Methods, Academic Press, San Diego, 1996.
- T. Yoshimoto, M. Kotani, Kuriki S., H. Karibe, and N. Nakasato (Eds.) Recent Advances in Biomagnetism, Proceedings of the 11th International Conference on Biomagnetism, Tohoku University Press, Sendai, 1999.

STRUKTURA I FUNKCIJA PROTEINA

Temeljna strukturalna načela. Građevni elementi i razine strukturne složenosti. Motivi proteinske strukture. Molekularni oblici proteina. Struktura, funkcija i molekularni inženjering. Predskazivanje proteinske strukture. Glikoproteini. Određivanje struktura makromolekula. Evolucijsko značenje strukturnih domena i mutacija. Interakcije ligand-receptor. Višestruke ravnoteže: Grafički i analitički prikaz podataka. Termodinamički opis interakcije. Kooperativno vezanje liganada: alosteričke interakcije, mehanizmi kooperativnog vezanja, pozitivna i negativna kooperativnost. Mehanizam vezanja O₂ na hemoglobin. Enzimska kinetika. Specifičnost i klasifikacija enzima. Teorija enzimske katalize. Kinetika stacionarnog stanja: kinetičke

jednadžbe, alosterički efekti. Regulacija enzimske aktivnosti. Mehanizmi enzimskih reakcija. Određivanje blizine katalizirane reakcije i katalitičke koncentracije enzima.

- C. Branden and J. Tooze, Introduction to protein structure Garland Pub. inc., New York 1991.
- Schulz, R. H. Schirmer, Principles of protein structure, Springer Verlag, New York, Berlin 1984.
- Gutfreund, Kinetics for Life Sciences (Receptors, Transmitters and Catalysts), Cambridge Uni. Press, 1995E. Profhofsky, Statistical Mechanics and stability of Macromolecules, Cambridge Uni. Press, 1995.
- M Flögel, Fizikalna biokemija I-II, Termodinamički pristup biokemiji I. dio, Enzimski kataliza II. dio, Scripta biochemica BFB 1995.

NUKLEINSKE KISELINE I GENETIČKA INFORMACIJA

Prostorna građa DNA i RNA. Konformacije A, B i Z. Sile koje stabiliziraju strukturu. Funkcionalne skupine u velikom i malom utoru. Komplementarnost, denaturacija, renaturacija i hibridizacijske metode. Superzavojnice. Molekularna organizacija staničnih i virusnih DNA i RNA. Kemijska sinteza oligonukleotida. Enzimologija replikacije, popravka i transkripcije. Određivanje slijeda nukleotida. PCR. Obrnuta transkripcija. Priroda interakcija nukleinskih kiselina s proteinima (represori, CAP, transkripcijski faktori, aminoacil-tRNA-sintetaze). Regulacija transkripcije kod prokariota. Operon. Struktura i funkcija tRNA, čitanje genetičke šifre. Analiza genetičkog teksta. Supresori. Struktura i funkcija ribosoma. "Faktori" inicijacije, elongacije i terminacije. Ireverzibilnost tijekom genetičke informacije. Inhibitori sinteze proteina. Struktura i replikacija kromatina. Organizacija gena, transkripcija i translacija u eukariota. Dorada eukariotske mRNA. Kontrola ekspresije gena eukariota. Promotorske regije. Transkripcijski faktori. Post-translacijske modifikacije. Upućivanje proteina u stanične pregradke. Nukleinske kiseline virusa. Strategije replikacije i transkripcije u svijetu virusa. Subvirani patogeni. Evolucija genoma. Analiza sadržaja genoma poznate strukture: od mikoplazme do eukariota.

- B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, & J. D. Watson: Molecular Biology of the Cell. Third Edition. Garland Publishing, Inc., New York & London, 1994.
- L. Stryer: Biochemistry, Fourth Edition. W.H. Freeman & Co., New York, 1995. Prijevod II izdanja, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- D. Voet & J. G. Voet: Biochemistry. Second Edition, J. Wiley Sons, 1995.
- C. Branden & J. Tooze: Introduction to Protein Structure. Garland Publishing, Inc., New York & London, 1991.
- Metodološki orijentirane serije, npr. Practical Approach Series (Editors: D. Rickwood B & D. Hames). Neki naslovi: DNA Cloning (Vol I & II); Nucleic Acid Hybridisation; Transcription And Translation; Electron Microscopy in Molecular Biology.

MAKROMOLEKULARNA KRISTALOGRAFIJA I BIOMOLEKULARNO MODELIRANJA

Priprema uzoraka za mjerenja metodom rentgenske difrakcije (kristalizacija, određivanje simetrije kristala). Mjerenje difrakcijskih intenziteta i obrada rezultata mjerenja. Rješavanje problema faza strukturnog faktora, računanje Fourierove sinteze. Interpretacija mapa elektronske gustoće, grubi model. Utočnjavanje grubog modela i usklađivanje s mjerenim podacima. Primarna, sekundarna i tercijarna struktura makromolekule, kemijska evaluacija. Biomakromolekularno modeliranje: računski modeli i "alati". Simulacija biomakromolekulskih sustava molekulskom dinamikom. Datoteke podataka.

- Drenth, Principles of Protein Crystallography, Springer, 1994.
- D.E. McRee, Practical Protein Crystallography, Academic, 1993.
- J.R. Helliwell, Macromolecular Crystallography with Synchrotron Radiation, Cambridge Univ. Press, 1992.
- C.W. Carter, Jr., R.M. Sweet, Eds., Methods in Enzymology, Macromolecular Crystallography, Part A, Academic, 1997.
- C. Branden, J. Tooze, Introduction to Protein Structure, Garland, New York, 1991.

Smjer 6: Medicinska fizika

26601. FIZIKA U NUKLEARNOJ MEDICINI

Dijagnostički proces u nuklearnoj medicini: Obilježivači, radiofarmaci i proizvodnja radioizotopa. Detektorski sistemi: za vanjska mjerenja, za mjerenje tekućih uzoraka, za vizualizaciju distribucije radioizotopa (skeneri, fluorescentni skeneri, gama kamere, emisijska kompjuterizirana tomografija i ostale metode snimanja), brojači za cijelo tijelo i poluvodički detektori. Kontrola kvalitete: instrumenata, radiofarmaka i postupaka. Snimanje raznih organa: štitnjača, jetra, slezena, srce, mozak, bubrezi, kosti i dr. Kinetička analiza bioloških sistema: matematičko modeliranje fizioloških procesa u organizmu, metode kompartmentalne analize i nekompartmentalne analize, izučavanje cirkulacije, metode dekonvolucije, razne metode klirensa i dr. Obrada podataka u nuklearnoj medicini: in vitro i in vivo (kvantitativno snimanje u nuklearnoj medicini), numeričke obrade slike, filtriranje slike, analiza složenih spektara i kvantifikacija interne kontaminacije.

- Sorenson, M.E. Phelps, Physics in Nuclear Medicine, Grune & Stratton, New York, 1987.
- Bushberg, J.A. Seibert, E.M. Jr. Leidholdt, J.M. Boone, The Essential Physics of Medical Imaging. Williams & Wilkins, Baltimore, 1994.
- Chandra, Introductory Physics in Nuclear Medicine. Lea & Febinger, Philadelphia, 1992.

- Freeman, L.M., Freeman, Johnson's Clinical Radionuclide Imaging (1-3). Grune & Straton, New York, 1986.

26602. RADIOLOŠKA FIZIKA

Nastanak i svojstva ionizirajućeg zračenja. Veličine koje opisuju međudjelovanje zračenja i materije : fotonski snop, KERM, fluenca energije, koeficijenti atenuacije, prijenosa i apsorpcije, zakočna moć, ekspozicija, apsorbirana doza. Jedinice u dozimetriji i zaštiti od zračenja. Izvori zračenja u medicinskoj dijagnostici i terapiji: x-zračenje, rentgenske cijevi u dijagnostici, radionuklidi u nuklearnoj medicini, generatori za kontaktnu površinsku, ortovoltaznu i supervoltaznu terapiju, x- i elektronsko zračenje u radioterapiji, linearni akceleratori, betatron, zračenje radionuklidima, kobalt jedinica. Osnove primjene snopova teških čestica: neutronski generatori, protonski i pionski generatori. Kvaliteta x zračenja. Vrste mjernih uređaja i detektora. Bragg-Grey teorija šupljine. Teorija ionizacijske komorice. Dozimetrijski protokoli pri određivanju apsorbirane doze (IAEA, Hrvatska). Sustav dozimetrijskih mjerenja i proračuna u fantomu. Empirijske dozimetrijske funkcije. Planiranje izododne raspodjele u bolesnika. Korekcije zbog oblika i nehomogenosti ciljnog volumena zračenja. Standardna radioterapija. Dozimetrija zračenja cijeloga tijela. Elektronski snopovi u radioterapiji. Kiriterapija (fokalni izvori zatvorenog tipa). Kontrola kvalitete u dijagnostičkoj i terapijskoj radiologiji.

- F.M. Khan, The Physics of Radiation Therapy, Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA, 1994
- F.H. Attix, Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley & Sons, New York 1986
- H.E. Johns, J.R. Cunningham: The Physics of Radiology, 4th ed., Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1983
- C.F.G. Delaney & E.C. Finch, Radiation Detectors - Physical Principles and Applications, Oxford University Press, 1992
- C.M. Washington & D.T. Leaver, Principles and Practice of Radiation Therapy Physics: Simulation and Treatment Planning, Mosby-Year Book Inc. 1996.
- T.S. Curry et al., Christensen's Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, 4th ed., Lea & Febiger, 1990

26603. FIZIKA I TEHNIKA ULTRAZVUKA U MEDICINI

Ultrazvučni valovi, ravni val, sferni val, ultrazvučni snop. Refleksija, raspršenje, lom valova u sredstvima i na granicama sredstva. Intenzitet i energija valova. Amplitudni i fazni spektri impulsa ultrazvuka. Sile u sredstvu i reflektorima izloženim ultrazvuku. Impedancija odašiljača sfernih valova. Generiranje ultrazvučnih snopova, piezoelektrični efekt, složeni pretvarači, fazno upravljanje antene. Ehoskopski sustavi, način funkcioniranja, razlučivanje, granice razlučivanja. Ultrazvučno markiranje, neusmjereni eho i transpoder sustavi. Doppler efekt za ravni val i za snopove valova. Mjerenje brzine Dopplerovim efektom, kontinuirani i impulsi sustavi. Mapping sustavi na Dopplerovom principu. Teorem uzimanja uzoraka i posljedice na točnost mjerenja. Nedoplerski sustavi za mjerenje brzine u vremenskoj domeni. Terapijski ultrazvuk, veliki intenziteti i njihova primjena. Mjerenje ultrazvučnog polja, hidrofoni, ultrazvučne vage, pitanja štetnosti medicinskog ultrazvuka.

- P. Fish, Physics and Instrumentation of Diagnostic Medical Ultrasound, Wiley & Sons, John, Incorporated, 1990
- J. F. Greenleaf, Tissue Characterization with Ultrasound, Vol.1: Methods CRC Press, 1986
- Shung, K. Kirk, Ultrasonic Scattering in Biological Tissues, CRC Press, 1992
- J. A. Zagzebski, Essentials of Ultrasound Physics Churchill Livingstone, 1993
- C. M. Ziskin & P. A. Levin, Ultrasonic Exposimetry, CRC Press, 1992
- W. W. Seto, Theory and problems of acoustics, Mc Graw Hill, 1971
- P. M. Morse, Theoretical acoustics, Mc Graw Hill, 1968
- B. Breyer: Medicinski dijagnostički ultrazvuk, Školska knjiga, Zagreb, 1982

26604. DOZIMetriJA I ZAŠTITA OD ZRAČENJA

Razni tipovi međudjelovanja ionizirajućeg zračenja i materije. Ekspozicija ionizirajućeg zračenja. Kvaliteta zračenja. Dobljena sloja poluapsorpcije. Vrste detektora: ionizacijska komorica, termoluminiscentni detektor, poluvođički detektor, kemijski i filmski dozimetri. Kalibracija detektora. Dozimetrijski protokoli. Fantomi za analizu polja zračenja. Apsorbirana doza. Proračuni apsorbirane doze kod vanjskog x i elektronskog zračenja. Domet teških ionizirajućih čestica. Detekcija neutrona. Proračuni primarnih i sekundarnih štitova za razne tipove zračenja. Utjecaj zračenja na živu tvar i osnovni radiobiološki efekti. Maksimalne dopuštene doze za profesionalno osoblje i stanovništvo. Kontrola kvalitete u dozimetriji. Principi i metode interne dozimetrije. Ocjena doze kod medicinskih aplikacija otvorenih izvora zračenja - MIRD metode i modeli. Metode biološke dozimetrije - citogenetske i hematološke tehnike za ocjenu doze. Nuklearna spektroskopija. Izračun apsorbirane doze zračenja od radionuklida unesenih u organizam korištenjem PC-a. Nuklearni akcidenti. Kontaminacija izvana i metode dekontaminacije. Interna kontaminacija i metode dekontaminacije. Lijekovi za profilaksu nakupljanja radionuklida u organizmu čovjeka. Vojni efekti nuklearnih zračenja i strateški postupci za zaštitu šire populacije. Osobine radioaktivnih padalina. Kasni efekti ionizacijskih ozračenja. Intervencijski nivoi za poduzimanje medicinskih postupaka. Vrste radijacijskih ozljeda. Akutni radijacijski sindrom (ARS). Medicinski postupci kod prijema, trijaže i liječenja u bolnici. Specifična instrumentacija za ocjenu interne doze ("well" brojači, portalni monitori, brojači cijelog tijela). Radijacijska

zaštita osoblja i pacijenata na bolničkom odjelu.

- F.M. Khan, *The Physics of Radiation Therapy* Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA, 1994.
- F.H. Attix, *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*, John Wiley & Sons, New York, 1986.
- H.E. Johns, J.R. Cunningham: *The Physics of Radiology*, 4th ed. Charles C. Thomas, Springfield, Ill., 1983.
- P. Andreo, I. Cunningham, K. Hohfeld, H. Svenson, Absorbed dose determination in photon and electron beams, IAEA Tech. Report Ser. No.277, Vienna 1987.
- Paić, G. Paić: *Osnove radijacione dozimetrije i zaštite od zračenja*, Liber, Zagreb 1983.
- F. D. Rollo: *Nuclear Medicine Physics, Instrumentation and agents*, The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1977.
- R. K. Hobbie: *Intermediate Physics for Medicine and Biology*, John Wiley&Sons, New York 1978.
- H. Cember: *Introduction to Health Physics*, Pergamon Press, New York 1987.

26605. METODE TOMOGRAFSKE REKONSTRUKCIJE U MEDICINI

Uvodni i povijesni pregled o primjeni tomografskih tehnika u medicini, znanosti i tehnologiji. (Radio astronomija, longitudinalna tomografija, elektronska mikroskopijska, ECT, SPECT, PET, NMR, ultrazvuk, light-source, kodirane aperture, itd.). Artefakti i fizikalni faktori koji utječu na kvalitetu slike: gušenje i raspršenje zračenja, dubinski promjenjiva rezolucija. Osnove teorije obrade signala i diskretne Fourierove transformacije. Konvolucija i dekonvolucija. Osnovni teoremi. Radonova transformacija. Metode tomografske rekonstrukcije: analitičke, algebarske/iterativne, statističke. Filtered-backprojection algoritam za razne geometrije: parallel-beam, fan-beam, cone-beam. Izbor i karakteristike pojedinih rekonstrukcijskih filtera. Metode korekcije gušenja zračenja i promjenjive rezolucije. Primjena i važnost metoda kompjuterske simulacije tomografske akvizicije. Analitički i antropomorfní fantomi. Maximum-likelihood iterativna rekonstrukcija.

- Bracewell, R.N., *The Fourier Transform and Its Applications*. McGraw-Hill, New York, 1986.
- Sorenson, J.A. & Phelps, M.E., *Physics in Nuclear Medicine*. Grune & Straton, New York, 1987.
- Freeman, L.M. (editor), *Freeman and Johnson's Clinical Radionuclide Imaging (Vol 3)*. Grune & Straton, New York, 1986.
- Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M.Jr. & Boone, J.M., *The Essential Physics of Medical Imaging*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1994.
- Larson, S.A., *Gamma Camera Emission Tomography*. Acta Radiol. Suppl., p. 363, 1980.
- Brooks, R.A. & DiChiro, G., *Principles of Computer Assisted Tomography (CAT) in Radiographic and Radioisotope Imaging*. Phys. Med. Biol., 21, 689, 1976.
- Kak, A.C. & Slaney, M., *Principles of Computerized Tomographic Imaging*. IEEE Press, New York, 1988.
- Herman, G.T. (editor), *Image Reconstruction from Projections*. Springer-Verlag, Berlin, 1979.
- Shepp, L.A. & Vardi, Y., *Maximum Likelihood Reconstruction for Emission Tomography*. IEEE Trans. Med. Imaging, MI-1, 113, 1982.

26606. BIOMEDICINSKA ELEKTRONIKA I INSTRUMENTACIJA

Osnovni parametri mjernih pojačala. Diferencijalna i plivajuća pojačala. Smetnje i artefakti i njihovo potiskivanje. Izvori mjernih signala. Katodni osciloskop. Digitalna mjerila. Pisači. Izvori bioelektričkih potencijala i njihovi karakteristični valni oblici i parametri. Elektrode. Monopolarni i bipolarni odvodi. Uređaji za mjerenje bioelektričkih potencijala: EKG, EEG, EMG i poligrafii. Uređaji za mjerenje bioelektričkih napona i bioelektričkih impedancija kao i neelektričkih veličina: krvni tlak i protok, PH vrijednost. Mjerenje evociranih potencijala i obrada bioelektričkih signala (mapping). Električna stimulacija, elektrostimulatori srca, defibrilatori, VF kirurški nož. Problemi sigurnosti kod upotrebe elektromedicinskih uređaja.

- A. Šantić, *Biomedicinska elektronika*, Školska knjiga, Zagreb 1995.
- A. Šantić, *Elektronička instrumentacija*, Školska knjiga, Zagreb 1993.
- J.G. Webster, ed., *Medical Instrumentation, Application and Design*, Houghton - Mifflin, 1997.
- S. Tonković, *Elektronička mjerna tehnika I*, (Instrumentacija), Skripta FER-a, Sveučilište u Zagrebu 1975.
- L.A. Geddes, L.E. Baker, *Principles of Applied Biomedical Instrumentation*, John Wiley & Sons, 1975.

26607. ODABRANA POGLAVLJA FIZIOLOGIJE S PATOFIZIOLOGIJOM

Odnos zdravlja i bolesti - opći pojmovi nastanka i razvoja bolesti, nepoželjno djelovanje ionizirajućeg zračenja na organske makromolekule i anorganske molekule, inaktivacija enzima zračenjem, radiobiološke promjene u stani, karakteristike biološkog djelovanja zračenja, oštećenja zračenjem - akutna i kronična, oštećenja zračenjem pojedinih tkiva i organa te organskih sustava, kancerogeno djelovanje zračenja, leukemogeno djelovanje zračenja, teratogeno djelovanje zračenja, genska poštećenja zračenjem, djelovanje neionizirajućeg zračenja na organizam čovjeka, utjecaj ostalih fizičkih agensa osim zračenja na organizam (električna struja, ultrazvuk, zvuk, toplina, hladnoća, vibracije itd.), normalni i poremećeni imunološki mehanizmi, normalni i poremećeni metabolizam vitamina, minerala i prometa vode i soli, održavanje i poremećaji acidobazne ravnoteže, normalni i poremećeni metabolizam bjelancevina, ugljikohidrata i masti, utjecaj bioelektričkih agensa na

organizam, utjecaj kemijskih agensa na organizam, fiziologija i patofiziologija krvi, normalna i poremećena funkcija pluća, normalna i poremećena funkcija gastrointestinalnog sustava, normalna i poremećena funkcija mokraćnog sustava, normalna i poremećena funkcija kardiovaskularnog sustava.

- A.C. Guyton, Medicinska fiziologija, VIII izd. Medicinska knjiga, Zagreb 1986. (odabrana poglavlja u dogovoru s voditeljem kolegija)
- S. Gamulin, M. Marušić, S. Krvavica, Patofiziologija, Jumena, 1988. (odabrana poglavlja u dogovoru s voditeljem kolegija)

26608. RADIOLOŠKA ANATOMIJA

Uvođenjem novih tehnologija u medicinu posebice u radiologiju potrebna su dodatna znanja morfologije ali i funkcijske i topografske anatomije. Konvencionalna radiologija omogućuje uvid u koštani sustav i samo djelomično u druge organske sustave. Nove metode pretraga kao što su ultrazvuk, kompjuterizirana tomografija (CT) i magnetska rezonanca (MR) primjenjuju različite tehnike obrade te omogućuju uvid u anatomske detalje svih organa i sustava kao i mekih tkiva. Principi rada različitih uređaja su različiti te se iste anatomske strukture prikazuju na različite načine. Poznavanje različitih anatomskih prikaza te različite tehnologije nužnost je današnje radiologije, ali i čitave medicinske struke. Anatomija svih sustava tijela te komparacija anatomije na rendgenogramima kao i na slikama ostalih metoda vizualizacije.

- J. Krmptić-Nemanić, Anatomija čovjeka, Medicinska naklada, Zagreb 1977.
- D. Sutton, A Text book of Radiology and Imaging (Vol I-II, 4th edition), Churchill - Livingston, 1987.
- A. Bilić & sur., Ultrazvuk u gastroenterologiji, Medicinska knjiga, Zagreb, 1997.

27611. PRIMJENA LASERA U MEDICINI

Princip rada lasera. Tipovi lasera: kontinuirani i pulsni laser. Laseri prema vrsti medija. Vodiči svjetlosti. Interakcija laserskog zračenja s materijom; naglasak na mutni medij. Teorija transporta fotona. Mjerenje optičkih svojstava tkiva. Mehanizmi međudjelovanja laserskog zračenja sa tkivom: fotokemijska reakcija (biostimulacije, fotodinamička terapija), termičke interakcije (proizvodnja i transport topline, efekti zagrijavanja, laserom inducirana termoterapija), fotoablacija, plasmom inducirana ablacija, fotodestrukcija. Primjena lasera u medicini: po područjima, u dijagnostici. Prolaz ultrakratkih pulsera kroz tkivo - upotreba u mamografiji. Sigurnost u radu s laserom.

27612. ODABRANA POGLAVLJA ONKOLOGIJE I RADIOTERAPIJE

Maligni tumori kao poseban problem zdravstva, važnost preventivnih mjera i rane dijagnoze raka, socijalni aspekti borbe protiv raka, kao i najnovija istraživanja i primjena radioterapije same i njezinog kombiniranja s kemoterapijom u liječenju raka. Definicija i djelokrug onkološke znanosti. Biologija rasta: molekulsko-genetička osnova raka, stanična dioba i rak, imunološko prepoznavanje maligne stanice, metastaziranje i angiogeneza. Epidemiologija i prevencija zloćudnih tumora. Pristup onkološkom bolesniku Osnovi kemoterapije, radioterapije i hormonske terapije. Radiobiološka osnova radioterapije: učinak radioterapije na normalna tkiva, tumore, frakcioniranje radioterapije, radiobiološki učinak. Interakcija citostatika i radioterapije. Hipertermija. Svrha i primjena radioterapije (telegama, X-zrake, elektronski snopovi, neutroni, protoni, brahiterapija) u liječenju tumora glave i vrata, dojke, pluća, malignih limfoma, tumora gastrointestinalnog, urinarnog, endokrinog sustava, kože, kosti i mekih tkiva, CNS-a te spolnih organa

Smjer 7: Geofizika – fizika atmosfere i mora

76701. NUMERIČKE METODE I MATEMATIČKO MODELIRANJE U GEOFIZICI

Numeričke metode. Rješavanje jednadžbe s jednom nepoznicom. Iteracijska metoda. Teorem o fiksnoj točki. Rješavanje polinomne jednadžbe: Bernoullijeva metoda, metoda Graeffeova i Lobačevskog, Bairstowova metoda, Newtonova metoda. Rješavanje sustava linearnih algebarskih jednadžbi: direktne i iterativne metode (Gaussova, Jordanova, Croutova, Jacobijeva, Gauss-Seidelova metoda, SOR metoda, Kaczmarzova metoda). Aproksimacija metodom najmanjih kvadrata. Interpolacija polinomom. Računanje s diferencijalima: numerička derivacija i integracija. Obične diferencijalne jednadžbe: Eulerova metoda, metoda Runge-Kuttina. Rješavanje linearne jednadžbe $Ax = f$; metode: kolokacija, Galjorkinova, minimum kvadrata, Ritzova, varijacijska, metoda konačnih elemenata. Metoda konačnih diferencija. Statistika. Vjerojatnost na algebi događaja. Slučajna varijabla. Čebiševljeva nejednakost. Binomna razdioba. Moivreov teorem. Bernoullijev teorem. Centralni granični teorem. Kriterij hi-kvadrat za provjeru hipoteze.

- Kalbfleisch J. G. (1979): Probability and Statistical Inference. Springer-Verlag, New York, 342+316 pp.
- Pavlič I. (1970): Statistička teorija i primjena. Tehnička knjiga, Zagreb, 343 pp.
- Ralston A. & H. S. Wilf (1965): Mathematical Methods for Digital Computers, I. John Wiley & Sons, New York, 293 pp.
- Ralston A. & H. S. Wilf (1969): Mathematische Methoden fuer Digitalrechner, II. R. Oldenburg Verlag, Muenchen, 450 pp.

77704. MODELIRANJE ATMOSFERE

Principi modeliranja atmosfere. Vrste numeričkih modela: globalni modeli, modeli za ograničeno područje, modeli za procese malih i srednjih razmjera, klimatski modeli. Osnovne jednadžbe modela. Prikazi orografije. Prostorno razlaganje. Jednadžbe modela u sfernim koordinatama. Početni i rubni uvjeti. Inicijalizacija. Trenje u modelu. Površinska razmjena topline. Površinski fluks vodene pare i latentne topline. Fazne promjene vode u modelu. Zračenje Sunca i atmosfere. Difuzija. Konvektivno prilagođavanje. Integracija osnovnog sistema jednadžbi. Testovi za provjeru modela. Analiza rezultata. Modeliranje klime. Parametrizacije u klimatskim modelima. Model toplinskog režima. Model širinske raspodjele temperature. Model za različite sezone. Model za simuliranje klimatskih varijacija.

- Carpenter K. M. (1979): An experimental forecast using a nonhydrostatic mesoscale model. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 105, pp. 629-655.
- Haltiner G. J. & R. T. Williams: Numerical Prediction and Dynamic Meteorology. John Wiley and Sons, New York, 1980
- Henderson-Sellers A. & K. McGuffie: A Climate Modelling Primer. John Wiley and Sons, New York, 1987

77705. ODABRANA POGLAVLJA IZ FIZIKE ATMOSFERE

Novija saznanja o izvantropskim ciklonama. Uloga ciklonalnih vrtloga u općoj cirkulaciji atmosfere. Bloking. Procesi koji doprinose brzom razvoju izvantropskih ciklona. Orografska ciklogeneza. Visinske fronte, mlazne struje i tropopauza. Razmjene između stratosfere i troposfere, stratosferska intruzija. Utjecaj sinoptičkih procesa na područje Hrvatske.

- Bluestein H. B.: Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes. Vol. II, Observations and Theory of Weather Systems. Oxford University Press, Oxford, 1993
- Cox B. D., M. Bithell & L. J. Gray (1995): A general circulation model study of a tropopause-folding event at middle latitudes. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 121, pp. 883-910.
- Holton, J. R. (1995): Stratosphere-troposphere exchange. Reviews of Geophysics, 33, pp. 403-439.
- Newton C. E. & E. O. Holopainen: Extratropical Cyclones. The Eric Palmen Memorial Volume. American Meteorological Society, Boston, 1990
- Penzar B., I. Penzar & M. Orlić: Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana. Feletar, Hrvatski hidrografski institut, Zagreb, 2001

77706. ODABRANA POGLAVLJA IZ ATMOSFERSKE TURBULENCIJE I DIFUZIJE

Termodinamičke jednadžbe u graničnom sloju atmosfere. Boussinesquova aproksimacija. K-teorija. Ravnoteža kinetičke energije turbulentnih vrtloga. Teorija sličnosti. Univerzalne funkcije i njihova veza s Richardsonovim brojem. Proširenje zakona sličnosti iznad prizemnog sloja. Integralna vremenska i prostorna dimenzija turbulencije. Hipoteza sličnosti prema Kolmogorovu. Modli graničnog sloja različitog reda zatvaranja. K-modeli, gaussovski modeli i urbani modeli transporta i difuzije.

- Hanna S. R., G. A. Briggs & R. P. Hosker: Handbook on Atmospheric Diffusion. Technical Information Center, US Department of Energy, New York, 1982
- Panofsky H. A. and J. A. Dutton: Atmospheric Turbulence. John Wiley and Sons, New York, 1984
- Pasquill G. & F. B. Smith: Atmospheric Diffusion. Ellis Horwood Limited Pub., Chichester, 1983
- Sorbjan Z.: Structure of the Atmospheric Boundary Layer. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1989
- Sutton O. G.: Micrometeorology. McGraw-Hill Book Company, Inc., London, 1953

77707. ANTROPOGENE PROMJENE U ATMOSFERI

Antropogeni udjel u recentnim promjenama sastava donje atmosfere (troposfera i stratosfera, tj. prvih 50 km), koji dovodi do ekoloških problema lokalnih, regionalnih i globalnih razmjera. Uloga međudjelovanja dinamike troposfere i stratosfere u održavanju i poremećajima standardnih uvjeta donje atmosfere. Onečišćavanje donje atmosfere raznim komponentama manjinskih promjenljivih sastojaka (CO₂, SO₂, O₃, CFC-spojivi i dr.), učinak staklenika, prorjeđivanje ozonofere te pojava ozonske rupe i fotosmoga, kiselosti obrorina i dr. Uzroci i posljedice nastalih poremećaja, te mogućnosti djelovanja na uklanjanje ili barem na smanjivanje negativnih posljedica za kvalitetu života i za biosferu općenito.

- Hewitt C. N. & W. T. Sturges: Global Atmospheric Chemical Change. Elsevier, Amsterdam, 1993
- Labitzke K. & H. van Loon: The Stratosphere. Springer Verlag, Berlin, 1999
- NASA (2000): Stratospheric ozone, an electronic textbook, www.earth.nasa.gov/science/science_atmosphere.html
- članci iz tekućih časopisa, kao npr.: Atmospheric Environment, Tellus, Quarterly Journal, Zeitschrift für Meteorologie, N. F., Climatic Change, Nature, Journal of Geophysical Research, D, i dr.

77708. DINAMIČKA OCEANOGRAFIJA

Kvazistacionarno strujanje. Osnovni elementi strujnog sistema. Vjetrovno strujanje u oceanima (Sverdrup, Stommel, Munk). Vjetrovno strujanje u okrajnim morima (Weenink, Felzenbaum, Welander). Slobodne

oscilacije. Opći slučaj oscilacija u rotirajućem stratificiranom fluidu. Kratkoperiodički površinski valovi. Dugoperiodički valovi u sloju fluida. Unutrašnji valovi. Topografski efekti. Prisilne oscilacije. Analitička rješenja za shematizirane oceane i okrajnja mora. Numeričke metode pri istraživanju utjecaja atmosfere na more. Suвременa teorija sezonskih oscilacija.

- Bowden K. F.: Physical Oceanography of Coastal Waters. Ellis Horwood Ltd., Chichester, 1983
- Csanady G. T.: Circulation in the Coastal Ocean. D. Reidel, Dordrecht, 1982
- Gill A. E.: Atmosphere-Ocean Dynamics. Academic Press, New York, 1982
- LeBlond P. H. and L. A. Mysak: Waves in the Ocean. Elsevier, Amsterdam, 1978
- Pedlosky J.: Geophysical Fluid Dynamics (Second Edition). Springer Verlag, New York, 1987
- Pedlosky J.: Ocean Circulation Theory. Springer, Berlin, 1996
- Philander S. G.: El Nino, La Nina, and the Southern Oscillation. Academic Press, San Diego, 1990
- Siedler G., J. Church and J. Gould: Ocean Circulation and Climate. Academic Press, San Diego, 2001
- Simons T. J.: Circulation models of lakes and inland seas. Canadian Bulletins of Fisheries and Aquatic Sciences, 203, 1980
- Warren B. A. and C. Wunsch (Eds): Evolution of Physical Oceanography - Scientific Surveys in Honour of Henry Stommel. MIT Press, Cambridge, Ma, 1981

77709. FIZIKALNA I KEMIJSKA SVOJSTVA MORSKE VODE

Osnovni kontrolirajući faktori: morfologija bazena, meteorološki i klimatološki uvjeti, advekcija i konvekcija te miješanje. Razdioba temperature, saliniteta i gustoće u svjetskim morima i oceanima. Modeliranje prostorne razdiobe temperature i saliniteta (konceptija permanentne termokline i halokline). Kolebanja temperature i modeliranje sezonske termokline.

- Cushman-Roisin B. et al. (eds): Physical Oceanography of the Adriatic Sea. Kluwer, Dordrecht, 2001
- Riley J. P. and R. Chester: Introduction to Marine Chemistry. Academic Press, New York, 1971
- Tchernia P.: Descriptive Regional Oceanography. Pergamon Press, Oxford, 1980
- Tomczak M. and J. S. Godfrey: Regional Oceanography – An Introduction. Pergamon, Oxford, 1994
- Warren B. A. and C. Wunsch (Eds): Evolution of Physical Oceanography - Scientific Surveys in Honour of Henry Stommel. MIT Press, Cambridge, Ma, 1981

77710. ODABRANA POGLAVLJA FIZIKE MORA

Numeričko modeliranje dinamike mora. Osnovne jednadžbe, diskretizacija – konačne razlike, konvergencija, stabilnost. Tipične aproksimacije, rubni uvjeti, klasifikacija modela. Princeton Ocean Model (POM). Verifikacija modela usporedbom s analitičkim rješenjima. Primjena POM-a na cijeli Jadran i na odabrano obalno područje. Istraživanje odnosa između vjetrovne i termohaline dinamike.

- Mellor G. L.: Introduction to Physical Oceanography. Springer, New York, 1996
- Mellor G. L.: User Guide for a Three-dimensional, Primitive Equation, Numerical Ocean Model. Princeton University, Princeton, 1998
- Mellor G. L. and T. Yamada (1982): Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. Reviews of Geophysics and Space Physics, 20, pp. 851-875.
- Mesinger F.: Dinamička meteorologija. Građevinska knjiga, Beograd, 1976
- Ramming H. G. and Z. Kowalik: Numerical Modelling of Marine Hydrodynamics. Elsevier Oceanography Series 26. Elsevier, Amsterdam, 1980

Smjer 8: Geofizika – fizika unutrašnjosti Zemlje

77801. FIZIKA UNUTRAŠNJOSTI ZEMLJE

Razlaganje i uzroci Zemljinog magnetskog polja - glavno polje, polje kore, vanjsko polje, vremenske varijacije, paleomagnetizam. Kinematika litosferskih ploča. Paleomagnetizam i tektonika ploča. Konvekcija Zemljinog plašta: anizotropija plašta, inverzija trodimenzionalne strukture, seizmička tomografija.

- Teisseyre, R. (Ed.), Dynamics of the Earth's Evolution, Elsevier, Amsterdam, 1993

77802. FIZIKA ŽARIŠTA POTRESA

Teorija elastičnog odskoka. Uzroci potresa. Energija deformacije prije potresa. Rasjedi i pukotine.

Prikaz seizmičkog izvora. Teorem reprezentacije dinamičke elastičnosti. Jednostavan primjer pomaka na rasjedu. Općenita analiza diskontinuiteta pomaka. Seizmički izvor. (a) Kinematika potresa promatrana na velikoj udaljenosti od izvora. Homogeno, izotropno, neograničeno sredstvo. Općenita svojstva pomaka. Seizmički spektar na malim frekvencijama. (b) Dinamika širenja pukotine. Relacija između napetosti i pomaka za pukotinu koja se širi. Energija. Kohezivna sila. Seizmički moment. Tenzor seizmičkog momenta. Procjena seizmičkih momenata. Volumni seizmički izvori. Osnove teorije i primjeri. Kinematika potresa promatrana na velikoj udaljenosti od seizmičkog izvora. Nehomogeno, izotropno sredstvo. Model rasjeda sa

širenjem u jednom smjeru. Početak, širenje i zaustavljanje loma. Kutna frekvencija i asimptota visoke frekvencije. Kinematika potresa promatrana na maloj udaljenosti od seizmičkog izvora. Sinteza seizmograma blizog polja za seizmički izvor u homogenom, neogrančenom, izotropnom sredstvu. Gibanja visokih frekvencija blizu rasjeda koji se širi. Problemi "anti-plane". Problemi "in-plane". Dinamika proizvoljnog širenja loma. Osnove teorije. Primjeri proizvoljnog "anti-plane" širenja pukotine. Primjeri proizvoljnog "in-plane" širenja pukotine.

- Aki, K. Richards, P. G.: Quantitative seismology, Theory and Methods, Vol. I, II. W. H. Freeman and Co., San Francisco. 1980
- Ben Menahem, A., Singh, B. A.: Seismic Waves and Sources. Springer-Verlag, New York. 1981
- Brune, J. N. (1970): Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. Journal of Geophysical Research, Vol. 75, 4997-5009.
- Bullen, K. E., Bolt, B. A.: An introduction to the theory of seismology. Cambridge University Press. 1985
- Jost, M. L., Herrmann, R. B. (1989): A student's guide to and review of moment tensors. Seismological Research Letters, Vol. 60, No. 2, 37-57.

77803. SEIZMOTEKTONSKI PARAMETRI I MAGNITUDA POTRESA

Geodinamički procesi Zemlje. Tektonska kretanja na kontinentima i podno oceana. Seizmotektonska aktivnost područja Sredozemlja i Hrvatske. Seizmotektonske provincije, klasifikacija i struktura rasjeda. Uzročnici generiranja potresa. Odnosi duljina rasjeda, tektonske aktivnosti i maksimalnih magnituda potresa. Seizmotektonska rajonizacija.

- Burke, C. A., Drake, C.C. : The Geology of Continental Margins. Springer-Verlag, Berlin 1974
- Le Pichon, X., Francketeau, J., Bonnin, J.: Plate Tectonics, Elsevier, Amsterdam. 1973

77804. ODABRANA POGLAVLJA IZ SEIZMOLOGIJE

Sadržaj kolegija odabire se u skladu sa sklonostima i izborom slušača. Predložene teme su: rasprostiranje elastičkih valova u anizotropnom sredstvu, inverzni problemi u seizmologiji, površinski valovi i slobodne oscilacije Zemlje, statistika potresa. Koristi se dolje navedena kao i tekuća stručna literatura.

- Lay, T. and T. C. Wallace: Modern global seismology, Academic Press, San-Diego - London. 1995
- Aki, K. Richards, P. G.: Quantitative seismology, Theory and Methods, Vol. I, II. W. H. Freeman and Co., San Francisco. 1980
- Menke, W.: Geophysical data analysis: Discrete inverse theory, Academic Press. 1989
- Bath, M.: Mathematical aspects of seismology, Geophysical Press, London. 1984

77805. ODABRANA POGLAVLJA IZ GEOFIZIČKIH ISTRAŽIVANJA

Odabrana poglavlja interpretacije reflektivne seizmike. Direktno indiciranje ležišta ugljikovodika. Stupice u seizmičkoj interpretaciji. Kvantitativna interpretacija gravimetrije i magnetometrije. Duboke geoelektrične metode. Kombinacija mjerenja u bušotinama i na površini. Geofizička istraživanja sirovina za građevinske materijale, klizišta, podzemnih šupljina. Elektronska računala u geofizičkim istraživanjima.

- Badley - Anstey: Uvod u interpretaciju (prijevod).
- Sheriff: Geophysical Exploration and Interpretation.
- Zagorac Ž.: Odabrana poglavlja iz geofizičkih istraživanja (interna skripta).

POSLIJEDIPLOMSKI ZNANSTVENI STUDIJ IZ ZNANSTVENOG POLJA KEMIJE

Akad. god. 2004./2005.

<http://www.chem.pmf.hr>

Voditelj studija: Dr. sc. Tomislav Cvitaš, red. prof.

Zamjenik voditelja studija: Dr. sc. Vladimir Simeon, red. prof.

Na Kemijskom odsjeku organizira se poslijediplomski studij iz područja kemije za stjecanje magisterija i doktorata znanosti.

AKADEMSKA ZVANJA

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje kemija (Anorganska i strukturna kemija)

Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiam anorganicam et structurallem) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje kemija (Organska kemija)

Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiam organicam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje kemija (Biokemija)

Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Biochemiam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje kemija (Fizikalna kemija)

Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiam physicalem) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje kemija (Analitička kemija)

Magister scientiarum naturalium ad chemiam (Chemiam analyticam) pertinentium

Doktor prirodnih znanosti, znanstveno polje kemija

Doctor scientiarum naturalium ad chemiam pertinentium

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+v./s.	

A. Opći kolegiji (obvezatni za sve smjerove)

001	T. Tóth	Metode kemijske informatologije	5+15	4
011#	voditelj smjera	Kemijski seminar I		2
012#	voditelj smjera	Kemijski seminar II		2
099★	mentor◆	Istraživački rad		

Kemijski seminari I, II upisuju se u svim godinama studija, a uključuje uz pohađanje seminara kolega sudjelovanje na znanstveno-stručnim seminarima na znanstvenim ustanovama, skupovima i sl. Student bi za potpis trebao predočiti kalendar pohađanja seminara, a za ocjenu i sam održati jedan (za magistarski stupanj) ili dva (za doktorski stupanj) od kojih se svaki boduje 2. Prvi seminar se sastoji u prikazu aktualnoga znanstvenog problema izvan područja teze, a zadaje se tijekom druge godine studija u dogovoru s mentorom i voditeljem smjera. Drugi je seminar obrazloženi prikaz projekta teze.

★ Upisuje se po imenovanju mentora i odobrenju teme tijekom narednih akademskih godina.

◆Prve se godine ne upisuje mentor nego se ostavlja prazno. Potpise daje voditelj smjera.

SMJER: ANORGANSKA I STRUKTURNA KEMIJA (ASK)

Voditelj: Marina Cindrić (PMF)

Tel.: 4606653

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	

B. Temeljni kolegiji (obvezatan izbor 4 od 6)

101	B. Kaitner	Anorganski reakcijski mehanizmi	20+0	
102	M. Cindrić	Sinteza, identifikacija i primjena anorganskih spojeva	20+8	5
103	M. Luić, V. Bermanec	Kristalografija	20+0	5
104	B. Kaitner, B. Kojić-Prodić, I. Vicković	Roentgenska strukturna analiza	20+0	5
105	E. Meštrović	Kemija čvrstog stanja biološki aktivnih tvari	15+10	
106	S. Popović, B. Gržeta	Difrakcija u polikristalnom materijalu	25+10	5

C. Specijalni kolegiji (slobodan izbor)

151	B. Gržeta, A. Nagl	Ekperimentalne metode u kristalnoj strukturnoj analizi	15+10	2
152	A. Mogaš- Milanković	Istraživanja i primjena anorganskih materijala	15+0	2
153	Ž. Blažina	Intermetalni spojevi i metalni hidridi	15+0	2
154	A. Tonejc	Elektronska difrakcija i mikroskopija	15+5	2
155	N. Raos	Konformacijska analiza	10+0	2
156	D. Matković	Odabrana poglavlja bioanorganske kemije	10+0	2
157	B. Kojić-Prodić, M. Luić	Odabrana poglavlja kristalne strukturne analize	15+5	2
158	S. Meljanac	Teorija grupa u kristalografiji	25+0	2
181	gostujući nastavnik	Odabrana poglavlja anorganske i strukturne kemije #	15+0	2

Ako takovih kolegija ima više, treba dodati i podnaslov, npr. *Odabrana poglavlja anorganske i strukturne kemije: Izopolikiseline molibdena i volframa.*

SMJER: ORGANSKA KEMIJA (OK)

Voditelj: Mladen Žinić (IRB)

Tel: 4680217

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	

B. Temeljni kolegiji (obvezatni)

201	M. Žinić	Organska stereokemija	21+4	
202	V. Šunjić	Stereoselektivna sinteza i kataliza u organskoj kemiji	25+0	5
	K. Majerski	Metode organske sinteze	25+0	
204	M. Eckert-Maksić, H. Vančik	Reakcijski mehanizmi u organskoj kemiji	25+0	5

C. Specijalni kolegiji (slobodan izbor)

251	M. Šindler-Kulyk	Organska fotokemija	15+0	2
252	K. Majerski	Reaktivni intermedijari u organskoj kemiji	15+0	2
253	Š. Horvat	Kemija ugljikohidrata i glikoproteina	15+0	2
254	M. Žinić	Supramolekulska kemija	13+2	2
255	V. Rapić	Nebenzenoidni aromatski spojevi	15+0	2
256	Z. Mihalić	Komputacijska kemija	15+0	2
257	A. Sabljčić	Odnosi kemijske strukture i svojstava	15+0	2
258	V. Čaplar	Nukleozidi i nukleinske kiseline	15+0	2
259	K. Kovačević	Kemijske sinteze lijekova i vitamina	15+0	2
260	D. Vikić-Topić	Primjena spektroskopije NMR u određivanju strukture (bio)organskih molekula	15+0	2
261	M. Mintas	Dizajniranje lijekova	15+0	2
262	S. Tomić-Pisarović	Biotransformacije u organskoj kemiji	15+0	2
281	gostujući nastavnik	Odabrana poglavlja organske kemije#	15+0	2

Ako takovih kolegija ima više, treba dodati i podnaslov, npr. *Odabrana poglavlja organske kemije: Primarni deuterijev izotopski učinak.*

SMJER: BIOKEMIJA (B)Voditeljica: **Ivana Weygand-Đurašević (PMF)**

Tel: 4561197

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	

B. Temeljni kolegiji (obvezatni)

301	S. Barbarić	Regulacija ekspresije gena, postsintetske modifikacije i transport proteina u stanici	20+0	5
302	M. Flögel-Mršić	Bioenergetika	15+5	
303	I. Weygand-Đurašević	Genetičko i proteinsko inženjerstvo	20+0	5
304	M. Mesarić	Metabolizam i uloga lipida	10+5	
305	E. Reiner, V. Simeon-Rudolf, Z. Radić	Enzimi: kinetika i mehanizmi	20+0	5
306	T. Žanić-Grubišić, (J. Tomašić)	Struktura i funkcija membrana i staničnih zidova	15+5	5

C. Specijalni kolegiji (slobodan izbor)

351	B. Kojić-Prodić, M. Lučić	Makromolekulska kristalografija	10+5	2
352	B. Benko	Imunokemija	10+5	2
353	V. Mrša	Glikoproteini – struktura i funkcija	10+5	2
354	J. Tomašić	Biotransformacija lijekova i ksenobiotika	15+0	2
355	Lj. Vitale, V. Mrša	Metode separacije i karakterizacije biomolekula	10+5	2
356	Lj. Vitale	Proteini: struktura i funkcija (proteolitički enzimi)	10+0	2
357	B. Vranešić	Imunokemijske metode – primjena i standardizacija	5+10	2

358	S. Tomić	Modeliranje biomakromolekula: strukture, kompleksi, interakcije	10+5	2
381	gostujući nastavnik	Odabrana poglavlja biokemije#	15+0	2

Ako takovih kolegija ima više, treba dodati i podnaslov, npr. *Odabrana poglavlja biokemije: Vitamin B₁₂*.

SMJER: FIZIKALNA KEMIJA (FK)

Voditelj: Nikola Kallay (PMF)

Tel: 4895502

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	

B. Temeljni kolegiji (obvezatan kolegij 400 i 4 kolegija između 401 ... 405)

400	V. Tomišić, VI. Simeon	Kemometrika	20+10	5
401	T. Živković, (Z. Maksić)	Odabrana poglavlja kvantne kemije	25+0	5
402	T. Cvitaš (G. Baranović)	Molekulska spektroskopija	25+0	5
403	VI. Simeon	Statistička termodinamika i nepovrativi procesi	20+5	5
404	M. Biruš	Kemijska kinetika	20+5	5
405	M. Metikoš- Huković	Odabrana poglavlja elektrokemije	20+5	5

C. Specijalni kolegiji (slobodan izbor)

451	N. Kallay, S. Musić	Odabrana poglavlja površinske i koloidne kemije	12+0	2
452	M. Lovrić, M. Branica	Voltametrija	10+15	2
453	D. Ražem	Radijacijska kemija	12+0	2
454	Lj. Brečević	Ravnoteža i kinetika procesa u heterogenim sustavima	10+2	2
455	A. Graovac, N. Trinajstić	Matematička kemija	12+0	2
456	M. Andreis	Magnetske resonancije	15+0	2
457	M. Milun	Nanotehnologije	15+0	2
458	Z. Veksli	Fizikalna kemija makromolekula	15+0	2
481	gostujući nastavnik	Odabrana poglavlja fizikalne kemije#	15+0	2

Ako takovih kolegija ima više, treba dodati i podnaslov, npr. *Odabrana poglavlja iz fizikalne kemije: Suvremene teorije realnih plinova*.

SMJER: ANALITIČKA KEMIJA (AK)

Voditeljica: Vlasta Drevenkar (IMI)

Tel: 4673188; Fax: 4673303

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+v./s.	

B. Temeljni kolegiji (obvezatan kolegij 400 i 4 kolegija između 501 ... 506)

400	V. Tomišić, Vl. Simeon	Kemometrika	20+10	5
501	D. Srzić, D. Vikić-Topić	Spektroskopske metode strukturne analize	20+10	5
502	M. Blanuša	Spektrometrijske metode elementne analize	20+10	
503	Z. Kozarac	Elektroanalitičke metode	20+10	
504	V. Drevenkar	Kromatografske metode analize	20+10	
505	Z. Cimerman	Kemijska osjetila i bio-osjetila	20+10	
506	M. Ahel	Analitika organskih zagađivala	20+10	5
507	M. Meić, P. Novak	Suvremene metode molekulske spektroskopije	20+10	5

C. Specijalni kolegiji (slobodan izbor)

552	M. Branica, B. Cosović	Voltammetrijska i polarografska analiza tragova	10+5	2
553	B. Raspor	Upravljanje kakvoćom analitičkih postupaka	10+0	2
581	gostujući nastavnik	Odabrana poglavlja analitičke kemije#	15+0	2

Ako takovih kolegija ima više, treba dodati i podnaslov, npr. *Odabrana poglavlja iz analitičke kemije: Pesticidi u biomatricama.*

OPISI KOLEGIJA S OSNOVNOM LITERATUROM**Opći kolegij**

(obvezatan za sve smjerove)

001 METODE KEMIJSKE INFORMATOLOGIJE

Cilj je ovom kolegiju dati slušačima ne samo opći uvid u suvremeni svijet informacija već i upoznati ih s aktualnim informacijskim tehnikama. Osnove informacijskih znanosti: terminologija; kružni tok znanstvenih informacija; podjela informacija i publikacija; materijalni nosioci informacija; komunikacijski kanali; informacijski sustavi. Pretraživanje podatkovnih baza i njihovih kazala (indeksa) radi pronalazjenja znanstvene informacije: klasične tehnike, pristup *on line*, Internet. Pregled najvažnijih izvora kemijskih informacija. Ustroj kemijskoga informacijskog središta. Praktička dostupnost pretražnih tehnika i podatkovnih baza u nas. Cijena informacija kao sastavnica cijene znanstvenih i inih projekata. Praktični primjeri.

Smjer: Anorganska i strukturna kemija**101 ANORGANSKI REAKCIJSKI MEHANIZMI**

Zakon brzine i mehanizam reakcije. Eksperimentalno određivanje brzine reakcije. Reakcije u otopini. Supstitucijske reakcije. Supstitucijske reakcije di-, tri-, tetra- i pentakoordiniranih reakcijskih centara. Supstitucija na oktaedarskim kompleksima. Stereokemijska promjena. Supstitucijske reakcije karbonila i srodnih spojeva. Izmjena otapala i nastajanje kompleksa. Utjecaj otapala. Oksidacijsko-redukcijske reakcije. Reakcije aktivacije, adicije i insertiranja. Katalitičke reakcije.

- S. Ašperger, Kemijska kinetika i anorganski reakcijski mehanizmi, HAZU, Zagreb, 1999.

- J. D. Atwood, *Inorganic and Organic Reaction Mechanisms*, 2. izd., VCH Publishers, Inc., New York 1997
- E. C. Constable, *Metals and Ligand Reactivity*, 2. izd., VCH, Weinheim, 1996.
- R. B. Jordan, *Reaction Mechanisms of Inorganic and Organometallic Systems*, 2. izd., Oxford University Press, Oxford, 1998.
- D. Katakis, G. Gordon, *Mechanisms of Inorganic Reactions*, Wiley-Interscience, New York, 1987.
- M. L. Tobe, J. Burgess, *Inorganic Reaction Mechanisms*, Longman, Harlow, 1999.
- R. G. Wilkins, *Kinetics and Mechanism of Reactions of Transition Metal Complexes*, 2. izd., VCH, Weinheim, 1991.
- G. Wilkinson, R. D. Gillard, J. A. McCleverty (eds), *Comprehensive Coordination Chemistry*, Vol. 1. Theory and Background, Pergamon, Oxford, 1987. Chapter 7.1, M. L. Tobe (Substitution); Chapter 7.2, T. J. Meyer and H. Taube (Electron Transfer); Chapter 7.4, D. St. C. Black (Reactions of Coordinated Ligands).

102 SINTEZA, IDENTIFIKACIJA I PRIMJENA ANORGANSKIH SPOJEVA

Pregled osnovnih preparativnih metoda kao što su reakcije adicije i supstitucije, oksido-redukcijske reakcije, reakcije termičke disocijacije, u inertoj atmosferi, reakcije supstitucije liganada (trans efekt). Primjena modernih tehnika u pripravi anorganskih spojeva (s posebnim naglaskom na sintezu kompleksnih spojeva i polioksometalata), a koje obuhvaćaju: reakcije u čvrstom stanju, u otopini (vodeni i nevodeni medij), hidrotermalnu sintezu, elektrolitičku oksidaciju i dr. Izolacija anorganskih spojeva: primjena ionske izmjene, tankoslojne kromatografije i kromatografije na koloni, vakuum sublimacije, ekstrakcije i elektrolitičke kristalizacije. Metode karakterizacije: klasične analitičke metode i instrumentalne metode (IR, Raman, UV, NMR, EPR, magnetokemijska mjerenja, difrakcija, određivanje konstanti stabilnosti dr.). Primjena anorganskih spojeva: kompleksni spojevi kao biološki i industrijski katalizatori; klusteri i polioksometalati u reakcijama katalize.

- S. F. A. Kettle, *Physical Inorganic Chemistry*, Oxford University Press, Oxford, 1998.
- G. S. Girolami, T. B. Rauchfuss, R. J. Angelici, *Synthesis and Technique in Inorganic Chemistry*, University Science Books, Sausalito, 1999.
- R. Hoss, F. Vogtle, *Angew. Chem., Int. Ed.* 33 (1994) 375.
- G. Wilkinson, R. D. Gillard, J. A. McCleverty, *Comprehensive Coordination Chemistry*, Pergamon, New York 1987.
- M. T. Pope, A. Müller, *Polyoxometalates: From Platonic Solids to Anti-Retroviral Activity*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1994.
- B. C. Gates, L. Guzzi, H. Knözinger, *Metal clusters in catalysis*, Elsevier, Amsterdam, 1986.

103 KRISTALOGRAFIJA

Osnovne značajke kristalnog stanja. Kongruentnost i enantiomorfnost. Elementi simetrije: centar inverzije, osi simetrije (rotacijske, rotoinverzne, rotorefleksne, vijčane), ravnine simetrije (klizne ravnine). Kristalne rešetke - primitivne i centrirane. Racionalna svojstva rešetaka, kristalografski smjerovi i ravnine (Millerovi indeksi). Ograničenja simetrije zbog periodičnosti rešetke i obrnuto. Grupe točke. Neumannov princip. Laueove klase. Kristalni sustavi. Bravaisove rešetke (dvo - i trodimenzijske). Prostorne grupe (izvod i opis nekih od njih prema Internacionalnim tablicama za kristalografiju). Morfologija kristala - kristalne forme. Matrična reprezentacija simetrijskih operatora. Kristalna optika. Zakon refleksije i zakon loma. Indeks loma i njegovo određivanje. Dvolom. Optički jednolomne (izotropne) i optički dvolomne (anizotropne) tvari. Optička indikatrixa. Optički jednoosni i dvoosni kristali. Polarizacijski mikroskop.

- C. Giacovazzo, *Fundamentals of Crystallography*, Oxford University Press, Oxford 1992.
- Lj. Barić: *Mikrofiziografija petrogenih minerala*, Školska knjiga, Zagreb 1967.
- J. P. Glusker, M. Lewis, M. Rossi: *Crystal Structure Analysis for Chemists and Biologists*, Verlag Chemie, Weinheim 1994.
- P. Luger: *Modern X-Ray Analysis on Single Crystals*, Walter de Gruyter, Berlin 1980.
- W. J. Buerger: *Elementary Crystallography*, 3. izd., Wiley, New York 1965.
- R.E. Stoiber, S.A. Morse: *Crystal Identification with Polarizing Microscope*, Chapman and Hall, New York 1994.
- W.D. Nesse: *Introduction to Optical Mineralogy*, Oxford University Press, Oxford 1991.

104 ROENTGENSKA STRUKTURNA ANALIZA

Mjerenje difraktiranih intenziteta - rentgenski uređaji za metodu monokristala i detektori; račun strukturnih amplituda - korekcije mjerenih intenziteta: pogreške mjerenja, polarizacijski i Lorentzov faktor, korekcija intenziteta uslijed nestabilnosti uzorka, apsorpcija; Fourierove transformacije u kristalografiji: teorija, algoritmi i primjena; strukturni faktor i strukturna amplituda; intenziteti i njihove funkcije raspodjele za centrosimetrične i ncentrosimetrične kristale; Wilsonova statistika - određivanje zajedničkoga temperaturnog faktora i faktora skale; jedinični i normirani strukturni faktori; postupci za određivanje faze strukturnog faktora - direktne metode

temeljene na algebarskim metodama i teoriji vjerojatnosti; fizikalne osnove direktnih metoda i Sayerova jednadžba; strukturne invarijante i semi-invarijante te definicija ishodišta i enantiomera; metoda simboličkog zbrajanja, metoda višestrukog rješenja, odabir početnog skupa faza i njegovo proširenje; odabir najpovoljnijeg rješenja za vrijednosti faza strukturnih faktora; vektorske metode za određivanje faza strukturnih faktora - Pattersonova funkcija te Harkerove linije i ravnine; izomorfna zamjena - jednostruka (SIR) i višestruka (MIR), Rossmannova metoda, translacijske i rotacijske funkcije; anomalna disperzija - komplementarni pristup u određivanju faza strukturnih faktora i određivanje apsolutne konfiguracije i konformacije molekule; Fourierova sinteza, mape elektronske gustoće i određivanje strukture molekule; metode utočnjavanja strukture: postupak najmanjih kvadrata - korištenje stereokemijskih ograničenja i molekulske dinamike; Fourierova analiza - modificirane mape elektronske gustoće: uporaba kvadratnih funkcija, druge nelinearne funkcije usmjerene k poboljšanju razlučivanja mapa elektronske gustoće (ublažavanje efekta otapala, postupak usrednjavanja pri pojavi nekristalografske simetrije); korištenje različitih algoritama za Fourierovu transformaciju s posebnim osvrtom na Cooley-Tukeyev algoritam ("Fast Fourier transform"); numerički i grafički postupci za prikaz molekulske i kristalne strukture spoja - račun molekulske geometrije i trodimenzijski prikaz građe molekula i njihovo slaganje u kristalu; računalna grafika.

- M. F. C. Ladd, R. A. Palmer: *Structure Determination by X-Ray Crystallography*, Plenum Press, New York 1977.
- C. Giacovazzo: *Fundamentals of Crystallography*, Oxford University Press, Oxford 1992.
- G. M. Sheldrick, C. Kruger, R. Godard (ur.): *Crystallographic Computing 3: Data Collection, Structure Determination, Proteins and Databases*, Clarendon Press, Oxford 1985.
- U. Shmueli (ur.): *International Tables for Crystallography*, vol. B, International Union of Crystallography, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993.
- A. C. J. Wilson (ur.): *International Tables for Crystallography*, vol. C, International Union of Crystallography, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1995.
- J. Drenth: *Principles of Protein Crystallography*, Springer, Heidelberg 1994.
- D. E. McRee: *Practical Protein Crystallography*, Academic Press, London 1993.
- T. L. Blundell, L. N. Johnson: *Protein Crystallography*, Academic Press, London 1976.
- C. Giacovazzo: *Direct Methods in Crystallography*, Academic Press, New York 1980.
- M. F. C. Ladd, R. A. Palmer: *Theory and Practice of Direct Methods in Crystallography*, Plenum Press, New York 1980.

105 KEMIJA ČVRSTOG STANJA BIOLOŠKI AKTIVNIH TVARI

Uvod u kemiju čvrstog stanja biološki aktivnih tvari. Metode kristalizacije čvrstog stanja. Kristalni rast i habitus kristala, odnos kristalne/molekulske strukture i habitusa. Polimorfne pseudopolimorfne (hidrati i solvati), amorfne forme. Vodikove veze i ostale nekovalentne interakcije. Upotreba nekovalentnih interakcija u kreiranju novih materijala. Metode analize čvrstog stanja. Fizičke i kemijske transformacije. Fazni dijagrami višekomponentnih sustava. Interakcije u višefaznim sustavima. Kompatibilnost i inkompatibilnost tvari sadržanih u smjesama. Metode pretraživanja i intelektualno vlasništvo.

- Stephen R. Byrn, Ralph R. Pfeiffer, and Joseph G. Stowell, *Solid-State Chemistry of Drugs SSCI inc*, West Lafayette 2001.
- Harry G. Brittain (Ed.), *Physical Characterization of Pharmaceutical Solids* New York Marcel Dekker, Inc., 1995
- S. Myerson, D. A. Green and P. Meenan, *Crystal Growth of Organic Materials*, American Chemical Society, Washington 1995.
- M. Dekker, *Polymorphism in Pharmaceutical Solids*, Dekker, Inc., New York 1999.
- R. G. Desiraju *The crystal as a Supramolecular Entity*, Wiley, Chichester 1996.
- J. Bernstein *Polymorphism in Molecular Crystals*, Oxford University Press 2002.

106 DIFRAKCIJA U POLIKRISTALNOM MATERIJALU

Raspršenje rentgenskih zraka na slobodnom elektronu. Polarizacija. Raspršenje na nekoliko elektrona. Raspršenje na atomu. Kristalna i recipročna rešetka. Difrakcija u malom kristalu. Laueove jednadžbe. Strukturni faktor za Braggov ogibni maksimum. Utjecaj temperaturnog titranja na difrakcijsku sliku. Integrirani intenzitet za mali kristal i za kristalni prah – polikristal. Difrakcija u kristalnom prahu. Snimanje difrakcijskih slika i prikupljanje difrakcijskih podataka. Uređaji za visoku i nisku temperaturu, visoki tlak i kontroliranu atmosferu. Novi trendovi u razvoju difrakcijskih uređaja. Sinkrotronsko zračenje. Difrakcija elektrona i neutrona u kristalnom prahu. Interpretacija difrakcijske slike kristalnog praha. Analiza slučajnih i sustavnih pogrešaka pri mjerenju položaja difrakcijskih maksimuma. Identifikacija kristalnog materijala, kvantitativna fazna analiza. Točno mjerenje bridova i kutova jedinične ćelije. Proučavanje reda-nereda u kristalnoj rešetki. Difrakcija u defektnom kristalu. Proširenje difrakcijskih maksimuma. Izvođenje čistog difrakcijskog profila. Izbor funkcija za opisivanje profila difrakcijskih maksimuma. Veličina kristalnih domena-kristalita i deformacija kristalne rešetke. Pogreške u slijedu mrežnih ravnina. Istraživanje čvrstih

otopina, faznih pretvorbi i definiranje faznih dijagrama. Nove metode indiciranja difrakcijskih slika polikristala i određivanje kristalne strukture. Izvorna metoda prilagodbe cijele difrakcijske slike po Rietveldu, te njen daljnji razvoj. Istovremeno uočnjavanje bridova i kutova jedinične ćelije, zaposjednutosti atomnih položaja, izotropnog i anizotropnog temperaturnog faktora. Raspršenje rentgenskih zraka u amorfnom materijalu. Funkcija radialne raspodjele atoma. Istraživanje metalnih stakala.

- C. Giacovazzo et al.: Fundamentals of Crystallography, 2nd Ed., Oxford University Press, Oxford, 2002 (IUCr Texts on Crystallography 7)
- W. I. F. David et al.: Structure determination from Powder Diffraction Data, Oxford University Press, Oxford, 2002 (IUCr Texts on Crystallography 13)
- R. L. Snyder et al.: Defect and Microstructure Analysis by Diffraction, Oxford University Press, Oxford, 2000 (IUCr Texts on Crystallography 10)
- R. A. Young (ed.): The Rietveld Method, Oxford University Press, Oxford, 1993 (IUCr Monograph on Crystallography 5)
- H.-J. Güntherodt, H. Beck (eds.): Glassy Metals I, Springer-Verlag, Berlin, 1981
- H. P. Klug, L. E. Alexander : X-Ray Diffraction Procedures, 2nd Ed., John Wiley, New York, 1974
- B. E. Warren: X-Ray Diffraction, Addison-Wesley, Reading , 1969

151 EKSPERIMENTALNE METODE U KRISTALNOJ STRUKTURNOJ ANALIZI

Izvori zračenja; klasični izvori rentgenskog zračenja, sinkrotron. Efekti prolaska rentgenskih zraka kroz čvrstu tvar; difrakcija, apsorpcija, fluorescencija, Comptonov efekt - primjena. Difrakcija neutrona, difrakcija elektrona. Usporedba s difrakcijom rentgenskih zraka. Rentgenski uređaji za strukturu istraživanje. Geometrija, konstrukcija i rukovanje klasičnim i modernim rentgenskim uređajima za strukturu istraživanje. Detekcija i registracija rentgenskih zraka. Filmske metode; tipovi kamera, metode rotirajućeg i oscilirajućeg kristalnog uzorka, indiciranje refleksa i mjerenje njihovih intenziteta. Brojila i detektori: poluvodički detektori, detektori "imaging plate". Analiza, interpretacija i obradba eksperimentalnih podataka difrakcije rentgenskih zraka u jediničnom kristalu. Pouzdanost i točnost određivanja jedinične ćelije, gustoće, simetrije i strukture. Kristalizacija: tehnike i metode. Kriteriji za odabir uzoraka. Rad s nestabilnim tvarima. Metode usklađivanja difrakcijskih slika polikristalnih uzoraka pri određivanju kristalne strukture; metoda usklađivanja pojedinačnih difrakcijskih linija, metoda dekompozicije cijele difrakcijske slike, Rietveldova metoda. Strukturna analiza amorfni tvari: raspršenje rentgenskih zraka u amorfnoj tvari, metoda EDXD, metoda EXAFS. Zaštita pri radu s rentgenskim uređajima. Dozimetrija.

- H. P. Klug, L. E. Alexander: X-Ray Diffraction Procedures, 2. izd, Wiley, New York 1974.
- G. N. Greaves, I. H. Munro (ur.): Synchrotron Radiation Sources and their Applications, Edinburgh University Press, Edinburgh 1989.
- B. D. Cullity: Elements of X-Ray Diffraction, 2. izd., Addison-Wesley, Reading 1978.
- N. F. M. Henry, H. Lipson, W. A. Wooster: The Interpretation of X-Ray Diffraction Photographs, 2. izd, Macmillan, Co., London 1960.
- L. V. Azaroff: Elements of X-Ray Crystallography, McGraw-Hill Book Co., New York 1968.
- G. H. Staot, L. H. Jensen: X-Ray Structure Determination, Macmillan, London 1958.
- U. W. Arndt, B. T. M. Willis: Single Crystal Diffractometry, Cambridge University Press, Cambridge 1966.
- W. Kleber: Einführung in die Kristallographie, VEB Verlag Technik, Berlin 1977.
- G. E. Bacon: Neutron Diffraction, 3. izd., Clarendon Press, Oxford 1975.
- R. A. Young (ur.): The Rietveld Method, IUCr Monographs on Crystallography 5, Oxford University Press, Oxford 1993.
- M. Thoms, H. Burzlaff, A. Kinne, J.Lange, H. Von Seggern, R. Spengler, A. Winnacker: An Improved X-Ray Image Plate Detector for Diffractometry, Proc. of the EPD IC IV, Trans. Tech. Publications, Aedermannsdorf 1996.
- H.-J. Güntherodt, H. Beck (ur.): Glassy Metals I, Springer-Verlag, Berlin 1981.

152 ISTRAŽIVANJA I PRIMJENA ANORGANSKIH MATERIJALA

Keramika: Tehnike dobivanja, vrste keramike, svojstva i primjena. Dielektrici, piroelektrici, feroelektrici, električna svojstva, električna vodljivost, određivanje dielektričnih svojstava keramike, polarizacija dielektrika i feroelektrika, metode koje se koriste za istraživanje faznih promjena i električnih svojstava keramike. Elektro-optička svojstva keramika i njihova primjena. Dopiranje keramike, promjene strukture i svojstava. **Poluvodiči:** Kristalni i amorfni poluvodiči. Svojstva, elektronska vodljivost, fotovodljivost. Hidrogeniranje i dopiranje poluvodiča. Stvaranje defekata u strukturi i promjene svojstava. Primjena poluvodiča u elektronici i solarnoj tehnologiji. **Stakla:** Principi nastajanja stakla, nukleacija/kristalizacija stakala. Odnos sastava i stukture. Mikrostruktura stakla, separacija faza. Vrste stakala, tehnike dobivanja. Svojstva: optička, električna, dielektrična. Ovisnost električne vodljivosti o sastavu i temperaturi, elektronska i ionska vodljivost. Mehanička svojstva. Određivanje veličine kristalita u staklastoj matrici, promjene svojstava. Bioaktivna, radioaktivna stakla. Primjena stakala u elektronici, medicini, dijagnostici i nuklearnoj

tehnologiji. *Staklo-keramika*: Tehnike dobivanja. Kristalizacija staklo-keramike. Svojstva, niska termička ekspanzija, transparentnost, mehanička napetost. Primjena u medicini i dentalnoj industriji. *Kompoziti*: Tehnike nastajanja. Staklo-polimer kompoziti. Ovisnost optičkih i mehaničkih svojstava o kompoziciji stakla te vrsti i koncentraciji polimera. Bioaktivni i biodegradibilni kompoziti. Primjena kompozita u stomatologiji i medicini.

- Y. Xu, *Ferroelectric Materials and Their Applications*, North-Holland, 1991.
- A. K. Varshneya, *Fundamentals of Inorganic Glasses*, Academic Press, Inc. 1994.
- N. F. Mott and E. A. Davis, *Electronic Processes in Non-crystalline Materials*, Clarendon Press, Oxford, 1979.
- M. H. Brodsky, *Amorphous Semiconductors*, Springer-Verlag, Berlin, 1979.
- R. C. Ropp, *Inorganic Polymeric Glasses*, Elsevier, 1992.
- C. J. Brinker and G. W. Scherer, *The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing*, Acad. Press, Inc., 1990.
- G. Fischman, A. Clare, L. Hench, *Bioceramics: Materials and Application*, 1995.

153 INTERMETALNI SPOJEVI I METALNI HIDRID I

Praćenje faznih transformacija metodama termičkih analiza. Metali i intermetalni spojevi: teorija veza u metalima i intermetalnih spojeva, intersticijski spojevi. Čimbenici koji određuju kristalnu strukturu intermetalnog spoja, povezanost strukture i svojstava. Fazni diagrami i fazne transformacije. Čvrste otopine, eutektici, peritektici. Praćenje faznih transformacija metodama termičkih analiza. Metode sinteze intermetalnih spojeva, rast monokristala. Poboššavanje svojstva metalnih materijala kontrolom sastava, mikrostrukture i termičkim tretmanom. Priređivanje materijala ciljanih svojstava kontroliranom zamjenom komponenata u intermetalnom spoju. Interakcija intermetalni spoj - plin (dušik, kisik vodik). Metalni hidridi: nastajanje i termodinamika sustava metal-vodik (entropija, entalpija, Gibbsova energija nastajanja). Električna svojstva metalnih hidrida. Praktična primjena metalnih hidrida, Ni/MH baterije (MH=metalni hidrid), spremnici vodika, toplinske pumpe, gorivni članci. Magnetska svojstva intermetalnih spojeva: Paulijev paramagnetizam, feromagnetizam, antiferomagnetizam, ferimagnetizam. Magnetokristalna anizotropija i permanentni magneti. Metalni materijali specifičnih svojstava: Lake slitine, visokotemperaturne slitine, poluvodički spojevi. Magnetski materijali na bazi rijetkih zemalja, prijelaznih metala i bora.

- J.H. Westbrook (Ed.), *Intermetallic compounds*, John Wiley, New York, 1967
- L. Schlapbach (Ed.), *Hydrogen in Intermetallic Compounds I*, Topics in Applied Physics, vol. 63, Springer-Verlag, Berlin, 1988
- L. Schlapbach (Ed.), *Hydrogen in intermetallic compounds II*, Topics in Applied Physics, vol. 67, Springer-Verlag, Berlin, 1992
- R.W. Cahn and P. Haasen (Eds.), *Physical Metallurgy*, 4th Ed., Elsevier Science, Amsterdam, 1996
- Odabrani članci iz časopisa: *Journal of Alloys and Compounds* i *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*

154 ELEKTRONSKA DIFRAKCIJA I MIKROSKOPIJA

Osnove elektronske mikroskopije. Moderne metode ispitivanja materijala u analitičkom elektronskom mikroskopu. Ispitivanje nanokristaliničnih materijala. Interpretacija transmisijskih elektronskih mikrofografija i difrakcija polikristaliničnog, monokristaliničnog i amornog uzorka. Difrakcijski kontrast. Fazni kontrast. Z-kontrast. Slika visokog razlučivanja. Procesiranje slike visokog razlučivanja glede analize deformacije rešetke, dislokacija, pogreške u slijedu mrežnih ravnina, granica zrna, granica faza. Strukturno razlučivanje od 0.2 do 0.1 nm. Rasterski elektronski mikroskop. Kvalitativna i kvantitativna analiza sastava materijala raspršenjem rentgenskih zraka u analitičkom elektronskom mikroskopu. Elementarna slika ("X-ray mapping").

Vježbe: Indeksiranje slike elektronske difrakcije. Rad s programima za procesiranje slike visokog razlučivanja u svrhu određivanja strukture materijala. Određivanje veličine kristalita raznim elektronsko-mikroskopskim metodama.

- D.B. Williams and C.B. Carter, *Transmission Electron Microscopy*, A Textbook for Materials Science, Plenum Press, New York, 1996.
- P. R. Buseck, *Reviews in Mineralogy*. Vol. 27. ; Minerals and reactions at the atomic scale: Transmission Electron Microscopy, Mineralogical Society of America, 1992.
- J. J. Goldstein, D.E. Newbury, P. Echlin, D.C. Joy , C. Fiori, E. Lifshin, *Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, Plenum Press, 3rd edition, New York / London, 2001.
- M. Rühle and M. Wilkens, *Electron Microscopy* , in R.W. Cahn and P. Haasen, eds. *Physical Metallurgy*; fourth, revised edition, Elsevier Science BV, 1996.

155 KONFORMACIJSKA ANALIZA

Pojam konformacije i konformacijske energije. Temelji molekulske mehanike. Barijere rotacije oko veza C-C,

C-X i X-X (X = O, N, P, S, As, Sb) i oko veza metal_ligand. Konformacije ravnih i cikličkih molekula. Napetost anorganskih prstenova. Konformacije kelatnih prstenova (aminokiselinskog, diaminskog, salicilalidminatnog i dr.). Distorzija koordinacijskog poliedra i molekulsko-mehaničke metode za njezin proračun. Proračun konformacijske energije u kristalu.

- N. Raos: Konformacijska analiza, Suvremena kemija, Školska knjiga, Zagreb 1988.
- U. Burkert, N. L. Allinger: Molecular mechanics, ACS Monograph 177, Amer. Chem. Soc., Washington D.C. 1982.
- N. Raos: Granice molekulske mehanike, Kem. Ind. 41 (1992) 119-124.
- A. N. Pudovik (ur.): Konformacionnyj analiz elementoorganičeskikh soedinenij, Nauka, Moskva 1983.
- B. M. Gimarc, D. S. Waren: Strain energies in inorganic rings, Croat. Chem. Acta 67 (1994) 125-141.
- J. Sabolović, N. Raos: Molekulsko-mehanički modeli za proračun distorzije koordinacijskog poliedra, Kem. Ind. 40 (1991) 275-280.
- G. R. Brubaker, D. W. Johnson: Molecular mechanics calculations in coordination chemistry, Coord. Chem. Rev. 53 (1984) 1.
- B. P. Hay: Methods of molecular mechanics modeling of coordination compounds, Coord. Chem. Rev. 126 (1993) 177-236.
- V. J. Burton, R. J. Deeth: Molecular modelling for copper(II) centres, J. Chem. Soc., Chem. Commun. (1995), 573.
- V. J. Burton, R. J. Deeth, C. M. Kemp, P. J. Gilbert: Molecular mechanics for coordination complexes: the impact of adding d-electron stabilization energies, J. Amer. Chem. Soc. 117 (1995) 8407.

156 ODABRANA POGLAVLJA BIOANORGANSKE KEMIJE

Uloga metalnih iona u biološkim sustavima. Metaloproteini. Analiza strukture i svojstava. Zamjena metalnih iona u inzulinu. Neke metode određivanja okoline i koordinacije metalnog iona: rentgenska difrakcijska analiza; rentgenska apsorpcijska spektroskopija (XAS, EXAFS). Baze podataka.

- Wolfgang Kaim & Brigitte Schwederski: Bioinorganic Chemistry. Inorganic Elements in the Chemistry of Life, Wiley, Chichester, 1995.
- Lawrence Que, Jr.: Physical Methods in Bioinorganic Chemistry, University Sci. Books, Sausalito, California, 2000.

157 ODABRANA POGLAVLJA KRISTALNE STRUKTURNE ANALIZE

Interpretacija molekulskih i kristalnih struktura na temelju difrakcijskih podataka - točnost određivanja: analiza eksperimentalnih i sustavnih pogrešaka; utjecaj temperaturnog titranja atoma i prednost mjerenja pri niskim temperaturama; komparativne prednosti rentgenske, neutronske i elektronske difrakcije u određivanju molekularne strukture; primjena standardnih kriterija u određivanju stereokemije, posebno konformacije molekula; važnost Ramachandranovih prikaza u konformaciji peptida i proteina; slaganje molekula u kristalu - analiza međumolekulskih sila koje određuju pakovanje: vodikove veze, van der Waalsove i Coulombske sile; povezanost molekularne i kristalne strukture s kemijskim, fizikalnim i biološkim svojstvima; molekulsko modeliranje - cilj i metode; korištenje datoteka - pristup i kritičnost pri odabiru informacija, analiza podataka, interpretacija i usporedba s rezultatima postignutim metodama računске kemije.

- A. Domenicano, I. Hargittai (ur.): Accurate Molecular Structures, Their Determination and Importance, International Union of Crystallography, Oxford University Press, Oxford 1992.
- H. - B. Bürgi, J. D. Dunitz (ur.): Structure Correlation, vol. 1&2, VCH, Weinheim 1994.
- B. T. Nall, K. A. Dill (ur.): Conformations and Forces in Protein Folding, American Association for the Advancement of Science, Washington D. C. 1991.
- A. M. Lesk: Protein Architecture, Oxford University Press, Oxford 1991.
- T. E. Creighton: Proteins. Structures and Molecular Properties, Freeman, New York 1993.
- U. Shmueli (ur.): International Tables for Crystallography, vol. B, Kluwer Academic Press, Dordrecht 1993.
- D. L. Dorset: Structural Electron Crystallography, Plenum Press, New York 1995.
- D. L. Dorset: Electron Crystallography, Acta Crystallogr. B52 (1996) 753 - 769.
- G. E. Bacon: Neutron Diffraction, 3. izd., Clarendon Press, Oxford 1975.

158 TEORIJA GRUPA U KRISTALOGRAFIJI

Elementi teorije konačnih grupa. Simetrija i pojam grupe. Osnovni teoremi teorije grupa. Klase konjugacije. Grupe diskretnih simetrija. Grupe točke. Elementi simetrije. Svojstvene grupe točke. Nesvojstvene grupe točke, "oboje"ne grupe, "magnetske" grupe, "dvostruke" grupe. Rešetke, "translacijska" grupa i "prostorna" grupa. Permutacijske grupe, ostale konačne grupe. Reprezentacije konačnih grupa. Linearni prostori i operatori. Uvod u teoriju reprezentacija: Operatori reprezentirani matricama. Ekvivalentne reprezentacije i karakteri. Reducibilne i ireducibilne reprezentacije. Primjena teorije grupa u različitim konkretnim problemima.

- W. Ludwig, C. Falter: Symmetries in Physics, Springer Verlag, Heidelberg 1988.

- J. P. Elliot, P. G. Dawber: *Symmetry in Physics*, Vol. 1,2, Macmillan, London 1979.
- M. A. Wooster: *Tensors and Group Theory for the Physical Properties of Crystals*, Oxford University Press, Oxford 1973.
- I. Seludev: *Simetrija i e' priloženija*, Atomizdat, Moskva 1976.
- J. F. Cornwell: *Group Theory in Physics*, Vol. I, Academic Press, New York 1984.

201 ORGANSKA STEREOKEMIJA

Povijesni uvod. Vrste izomerije u organskoj kemiji. Stereoizomeri. Konstitucija, konfiguracija, konformacija. Molekulski modeli. Simetrija molekula. Elementi simetrije, simetrijske operacije i simetrijske grupe. Tipovi kiralnosti: centar, os i ravnina kiralnosti. Cahn_Ingold_Prelgov sustav označavanja konfiguracije kiralnih spojeva. Eksperimentalno određivanje konfiguracije stereoizomera. Apsolutna i relativna konfiguracija. Kiro-optičke metode: optička rotacijska disperzija i cirkularni dikroizam. Oktantno pravilo. Određivanje konfiguracije stereoizomera metodama nuklearne magnetske rezonancije: anizotropni efekti, konstante sprege, lantanoidi kao pojačivači pomaka, NOE efekti. Intramolekulska simetrija: homotopne i heterotopne skupine, enantiotopne i diastereotopne skupine i strane. Ciklobenantimerija i ciklodijastereoizomerija. Kiralnost supramolekulskih sustava.

- E. L. Eliel, S. H. Wilen: *Stereochemistry of Organic Compounds*, Wiley-Interscience, New York 1994.
- IUPAC Rules for the Nomenclature of Organic Chemistry. Section E: Stereochemistry, (Recommendations 1996), *Pure Appl. Chem.* 68 (1996) 2193.
- M. D. Singh, J. Siegel, S. E. Biali, K. Mislow, J. Amer. Chem. Soc. 109 (1987) 339.
- J.-M. Lehn: *Supramolecular Chemistry*, Verlag Chemie, Weinheim 1995.
- A. S. Buda, T. Auf der Heyde, K. Mislow, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 31 (1992) 989.
- F. Stevens, D. J. Dyer, D. M. Walba, *ibid.* 35 (1996) 900.
- U. De Rossi, S. Dahne, S.C. J. Meskers, H. P. J. M. Dekkers, *ibid.* 35 (1996) 760.
- R. E. Gawley, J. Aube: *Principles of Asymmetric Synthesis*, *Tetrahedron Organic Chem. Ser.* 14 (1996).

202 STEREOSELEKTIVNA SINTEZA I KATALIZA U ORGANSKOJ KEMIJI

Uvodno će se razmatrati svi osnovni pojmovi sa područja stereokemije neophodni za razumjevanje stereoselektivnih transformacija u organskoj kemiji, kao napr. osnovi konformacijske analize i dinamičke stereokemije 1-3, osnovi suvremene stereokemijske nomenklature (kiralnost, prokiralnost, enantiotopija, diastereotopija), elementi simetrije prisutni u akiralnim i kiralnim molekulama 1, 4, enantioselektivne vs. diastereoselektivne reakcije, te osnove njihove kinetičke i termodinamske kontrole 5, 6. Diastereoselektivne reakcije biti će analizirane na primjerima totalnih sinteza iz molekula koje pripadaju prirodnom "kiralnom spremniku" (engl. chiral pool), kao što su monosaharidi i amino kiseline 6 u pripravi biotina, feromona, i nekih drugih biološki i komercijalno značajnih spojeva, te priprava α -amino kiselina diastereoselektivnom hidrogenacijom dvostrukih veza ugljik-ugljik i ugljik-dušik. Enantioselektivne transformacije biti će ilustrirane upotrebom kiralnih pomoćnih reagensa za generaciju kiralnih karbaniona, na pr. Meyersova 7 metoda, te različitim stereoselektivnim adicijama na dvostruku vezu ugljik-ugljik i ugljik-kisik. Stereoselektivna kataliza predstavlja danas jedno od najintenzivnije istraživanih područja sintetske organske kemije, budući da omogućava "kiralno ekonomičnu" pripravu optički aktivnih spojeva u enantiomerno čistom obliku (EPC-enantiomerically pure compounds) 8-13. Biti će posebno razmatrana *homogena stereoselektivna kataliza*, koja je dovela do intenzivnog razvoja kiralnih metalo-organskih katalitičkih kompleksa, uglavnom sa prelaznim metalima, i njihove primjene u enantioselektivnim transformacijama. Detaljnije će biti analizirani primjeri enantioselektivnih hidrogenacija, transfera vodika i ciklopropanacija. Pokazna vježba: U okviru kolegija biti će u laboratoriju CATBIO organizirana demonstracija jedne enantioselektivne katalitičke reakcije i separacije enantiomera upotrebom HPLC kolona s kiralnom stacionarnom fazom.

- M. Nogrady: *Stereochemistry, Basic Concepts and Applications*, Akademiai Kiado, Budapest 1981.
- E. Eliel, S. H. Wilen: *Stereochemistry of Organic Compounds*, Wiley Interscience, New York 1994.
- E. Juaristi: *Introduction to Stereochemistry, Conformational Analysis*, Wiley, New York 1991.
- R. A. Aitken, S. N. Kilenyi (ur.): *Asymmetric Synthesis*, Blackie Academic, London 1994.
- M. Nogrady: *Stereoselective Synthesis, A Practical Approach*, Verlag Chemie, Weinheim 1995.
- G. M. Coppola, H. F. Schuster: *Asymmetric Synthesis, Construction of Chiral Molecules Using Amino Acids*, Wiley, New York 1987.
- A. I. Meyers, *Acc. Chem. Res.* 11 (1980) 375.
- G. W. Parshall, S. D. Ittel: *Homogeneous Catalysis*, Wiley Interscience, New York 1992.
- I. Ojima (ur.): *Catalytic Asymmetric Synthesis*, Verlag Chemie, Weinheim 1993.
- A. N. Collins, G. N. Shelldrake, J. Crosbi (ur.): *Chirality in Industry*, Wiley, New York 1992.
- J. D. Morrison (ur.): *Chiral Catalysis*, Vol. V serije *Asymmetric Synthesis*, Academic Press, London 1985.
- I. Ojima, N. Cios, C. Bastos: *Recent Advances in Catalytic Asymmetric Reactions Promoted by Transition Metal Complexes*, *Tetrahedron*, 45 (1989) 6901.

- R. Noyori, M. Kitamura: *Enantioselective Catalysis with Metal Complexes, An Overview*, u: R. Scheffold (ur.): *Modern Synthetic Methods 1989*, Springer Verlag, Berlin 1989.

203 METODE ORGANSKE SINTEZE

1940-tih i 1950-tih Woodward, Robinson i Eschenmoser pokazuju kako se sinteza molekula može izvesti na jedan jednostavan i logičan način. Takav sintetski put, koji vodi molekulu prema jednostavnijem i komercijalno dostupnom početnom materijalu, Corey naziva retrosintezom. Danas se većina sintetskih problema rješava upravo retrosintetskom analizom. Kolegij će obuhvatiti različite pristupe planiranja sinteze organskih molekula: pronalaženje prikladnih početnih supstrata i pogodnih kemijskih reakcija za postavljenu ciljnu molekulu, retrosintetski pristup transformacija ciljne molekule u sintetske prekursore. U okviru naznačenih pristupa organskoj sintezi bit će obrađeni najvažniji tipovi "sintona" koji u kemijskim reakcijama grade ugljikov skelet ciljnih molekula. Dio kolegija bit će usmjeren i na transformacije funkcijskih skupina te konstrukcijske reakcije veza ugljik-ugljik u organskim sintezama. Tako će, primjerice biti obrađene ove teme: stereokemija i konformacija, kiseline i baze, oksidacije i redukcije, kontrola stereokemije i stvaranje prstenova, zaštitne skupine, pericikličke reakcije, elektrofilne reakcije i reakcije radikala, a bit će dani i primjeri sintetskih problema.

- E. J. Corey, X-M. Cheng: *The Logic of Chemical Synthesis*, Wiley, New York 1989.
- S. Warren: *Designing Organic Syntheses: A Programmed Introduction to the Synthon Approach*, Wiley, New York 1978.
- S. Warren: *Organic Synthesis. The Disconnection Approach*, Wiley, New York 1982.
- T. A. Hase: *Unpoled Synthons: A Survey of Sources and Uses in Synthesis*, Wiley, New York 1987.
- B. M. Smith: *Organic Synthesis: Theory, Reactions and Methods*, McGraw-Hill, New York 1994. J. March: *Advanced Organic Chemistry*, 4. izd., McGraw-Hill, New York 1992.

204 REAKCIJE I MEHAZIZMI U ORGANSKOJ KEMIJI

Kiselobazne ravnoteže: kratki pregled osnovnih pojmova, mjerenje kiselosti organskih spojeva u plinskoj fazi, svojstva i reaktivnost karbaniona (utjecaj supstituenata na stabilnost, aromatični i antiaromatični anioni, unimolekularne pregradnje, karbanioni u pripremi organometalnih spojeva), utjecaj otapala na kiselost, utjecaj elektronske pobude na kiselobazna svojstva, reakcije intra- i intermolekularnog prijenosa protona u osnovnom i elektronski pobuđenim stanjima (eksperimentalni i kvantno-kemijski pristupi). Inter- i intramolekularne interakcije: nekovalentne interakcije i njihova uloga u supramolekularnoj kemiji, interakcije elektrona dugog dosega (modeli interakcije elektrona kroz vezu i kroz prostor, organski vodiči i poluvodiči). Izolacija i spektroskopija reakcijskih međuprodukata: matična izolacija (IR, UV, ESR, NMR), reakcijski međuprodukti u superkiselinama, ultrabrze spektroskopije. VB-Model i studij reakcijskih mehanizama: VB-model i aromatičnost, SN1 i SN2 reakcije, Marcusova teorija prijenosa.

- T.H. Lowry, K. S. Richardson: *Mechanism and Theory in Organic Chemistry*, 3. izd., Harper Int. Edition, New York 1998.
- M. Edenborough: *Organic Reaction Mechanisms*, 2. izd., Taylor & Francis, London 1999.
- R. Brückner: *Reaktionsmechanismen*, Spektrum, 1996.
- S. Scheiner: *Hydrogen Bonding: A Theoretical Perspective*, Oxford University Press, Oxford 1997.
- M. Klessinger, J. Michl: *Excited States and Photochemistry of Organic Molecules*, Verlag Chemie, Weinheim 1995.
- S. S. Shaik, H. B. Schlegel, S. Wolfe: *Theoretical Aspects of Physical Organic Chemistry*, Wiley, New York 1992.
- pregledni članci i originalni znanstveni radovi iz recentne literature.

251 ORGANSKA FOTOKEMIJA

Razvoj i osnovni zakoni fotokemije. Primarni i sekundarni fotokemijski procesi (apsorpcija, elektronski prijelazi, Franck-Condonovo načelo, dijagram Jablonskoga, unutarustavski i međustavski prijelazi, prijenos energije, senzibilizacija i gašenje, molekulsko-orbitalni pristup i geometrija pobuđenih stanja). Važnije vrste organskih fotokemijskih reakcija. Intramolekulske reakcije alkena i poliena (izomerizacije, ciklizacije, pregrađivanja). Intramolekulske reakcije karbonilnih spojeva. Intermolekulske cikloadiacije (cikloadiacije alkena, poliena, aromata, te karbonilnih spojeva s alkenima). Fotokemijske oksidacije i redukcije (posebice heterocikličkih sustava). Fotosupstitucije (u aromata i heterocikla). Molekulska pregrađivanja. Fotokromni sustavi.

- N. J. Turro: *Modern Molecular Photochemistry*, Benjamin Cummings, Menlo Park 1978.
- P. de Mayo (ur.): *Rearrangements in Ground and Excited States*, Vol. 3, Academic Press, New York 1980.
- M. Coxon, B. Halton: *Organic Photochemistry*, 2. izd., Cambridge University Press, Cambridge 1987.
- P. Suppan: *Chemistry and Light*, The Royal Society of Chemistry, Turpin Distr. Service, Letchworth 1994.

252 REAKTIVNI INTERMEDIJARI U ORGANSKOJ SINTEZI

Kolegij obuhvaća pregled kemije neutralnih reakcijskih intermedijara kao što su: radikali, diradikali, karbeni, nitreni, te napete mono- i policikličke molekule malih prstena. Naglasak je dan na njihovu "suštinsku" prirodu (elektronsku strukturu i geometriju, fizička i kemijska svojstva, njihovu reaktivnost i selektivnost) te na identifikaciju i primjenu u organskoj sintezi. Važnost intermedijara uočena je vrlo rano i studirana je obzirom na mogući reakcijski mehanizam osnovan na kinetskim, stereokemijskim i sintetskim činjenicama. Dugo vremena su reaktivni intermedijari smatrani samo kao "prolazne" kratko-živeće vrste. Razvojem modernih kemijskih tehnika mnogi intermedijari su direktno opaženi, okarakterizirani ili čak izolirani (u čvrstim matricama na niskim temperaturama). Analiza reaktivnih intermedijara biti će prikazana na primjerima sinteze organskih spojeva kroz reakcije koje uključuju ove reaktivne vrste. To će omogućiti studentima proširenje znanja iz ovog područja preko najnovije literature.

- J. Jones, Jr., R. A. Moss. Carbene, Vol.1, Wiley, New York 1973.
- J. Jones, Jr., R. A. Moss: Reactive Intermediates, Vol. 2, Wiley, New York 1975.
- J. Jones, Jr., R. A. Moss: Reactive Intermediates, Vol. 3, Wiley, New York 1985.
- M. Regitz: Carbene(oid)e, Carbene, Vol. 1, 2, u: Methoden der organischen Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1989. M. Regitz: C-Radical, Vol. 1, 2, u: Methoden der organischen Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1989.
- J. F. Liebman, A. Greenberg: Structure and Reactivity, VCH Publisher, Inc. 1988.
- K. Minarić-Majerski, S. Starčević: Reaktivne molekule - karbeni, Kem. Ind. 40 (1991) 5-15.
- W. Sander, G. Bucher, S. Wierlacher, Carbenes in Matrices - Spectroscopy, Structure, and reactivity, Chem. Rev. 93 (1993) 1583-1621.

253 KEMIJA UGLJIKOHIDRATA I GLIKOPROTEINA

Predmet uvodnih predavanja bit će osnovni pojmovi iz područja strukture, nomenklature i stereokemije monosaharida, potrebni za razumijevanje kompleksnih fenomena u ugljikohidratnoj kemiji, npr. procesa mutarotacije i anomerih efekata, koji će zatim biti razmatrani s različitih (energetskih, strukturalnih, kinetičkih) aspekata. Nadalje, analizirat će se odnos strukture i biološke aktivnosti u prirodi rasprostranjenih oligosaharida i glikoproteina te značaj sintetskih ugljikohidrata u biologiji i medicini. Prezentirati će se najnoviji sintetski pristupi biološki aktivnim glikokonjugatima, oligosaharidima i glikopeptidima. Posebno će biti razmatrana sinteza glikozida enzimskom metodom te sinteza glikopeptida na krutom nosaču. Obradit će se i vrlo aktuelno područje ugljikohidratne kemije koje obuhvaća složene reakcije između reducirajućih šećera i aminokiselina ili peptida (Maillardova reakcija).

- A. D. McNaught, Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. 52 (1997) 43.
- R.W. Binkley: Modern Carbohydrate Chemistry, (Food Science and Technology, Vol. 27), Marcel Dekker, New York 1988.
- Carbohydrate Chemistry (J.F. Kennedy, ur.), Oxford Sci. Publ., Oxford 1988.
- A.E. Flood, M.R. Johns, E.T. White, Carbohydr. Res. 288 (1996) 45;
- S.J. Angyal, Carbohydr. Res. 263 (1994) 1.
- J. Plavec, W. Tong; J. Chattopadhyaya, J. Am. Chem. Soc. 115 (1993) 9734; I. Tvaroška, T. Bleha, Adv. Carbohydr. Chem. Biochem 47 (1989) 45.
- C. Traving, R. Schauer, Cell. Mol. Life Sci. 54 (1998) 1330.
- J.M. Coteron, K. Singh, J.L. Asensio, M. Dominguez-Dalda, A. Fernandez-Mayoralas, J. Jimenez-Barbero, M. Martin-Lomas, J. Abad-Rodriguez, M. Nieto-Sampedro, J. Org. Chem. 60 (1995) 1502.
- I. Brockhausen, J. Schutzbach, W. Kuhns, Acta Anatomica 161 (1998) 36.
- S.D. Shiyani, N.V. Bovin, Glycoconjugate J. 14 (1997) 631.
- N.R. Thotakura, D.L. Bliithe, Glycobiology 5 (1995) 3.
- M.J. Sofia, Mol. Diversity 3 (1998) 75.
- S.E. O'Connor, B. Imperiali, Chem. & Biol. 5 (1998) 427.
- E. Palomino, Adv. Drug Del. Rev. 13 (1994) 311.
- N.V. Bovin, Glycoconjugate J. 15 (1998) 431.
- R.R. Schmidt, Pure Appl. Chem. 70 (1998) 397.
- G.-J. Boons, Tetrahedron 52 (1996) 1095.
- O. Seitz, C.H. Wong, J. Am. Chem. Soc. 119 (1997) 8766.
- D.M. Whitfield, S.P. Douglas, Glycoconjugate J. 13 (1996) 5.
- H.G. Garg, K. von dem Bruch, H. Kunz, Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. 50 (1994) 277.
- L.A. Salvador, M. Eloffson, J. Kihlberg, Tetrahedron 51 (1995) 5643.
- M.J. Donnelly, Polymer Int. 47 (1998) 257.
- C.-H. Wong, M. Schuster, P. Wang, P. Sears, J. Am. Chem. Soc. 115 (1993) 5893.
- P.H. Seeberger, S.J. Danishefsky, Acc. Chem. Res. 31 (1998) 685.
- A.M. Jansson, K.J. Jensen, M. Meldal, J. Lomahø, W.M. Lomahø, C.E. Olsen, K. Bock: J. Chem. Soc., Perkin Trans 1, (1996) 1001.

- P.J. Thornalley, *Cell. Mol. Biol.* 44 (1998) 1013.
- V.A. Yaylayan, A. Huyghues-Despointes, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 34 (1994) 321.

254 SUPRAMOLEKULSKA KEMIJA

Primjeri prirodnih supramolekulskih sustava. Značajke biokemijskih procesa - organska kemija *in vivo*. Sinteza i svojstva krunastih etera i kriptanada. Vežanje, ekstrakcije i transport metalnih kationa kroz prirodne i umjetne membrane. Prirodni i sintetski prenosici metalnih kationa - ionofori. Razvoj sintetskih receptora sa svojstvom molekuloskog prepoznavanja. Kaliksareni, karcerandi, sferandi i politopski sintetski receptori. Molekulosko prepoznavanje biološki važnih molekula, aminokiselina, peptida i nukleotida. Termodinamičke značajke tvorbe supramolekulskih kompleksa. Vezne interakcije u supramolekuloskoj kemiji: elektrostatske međuionske interakcije, vodikove veze, van der Waals-ove i aromatske - interakcije, solvofobni efekti. Supramolekulska sinteza i supramolekulska kiralnost. Razvoj funkcionalnih supramolekulskih sustava s mehanizmom regulacije. Razvoj supramolekulskih kemiosenzora. Projektiranje i sinteza supramolekulskih asocijata nanodimenzija. Molekule sa svojstvom samoorganiziranja. Sinteze novih supramolekulskih materijala. Pokazne vježbe iz primjene molekuloskog modeliranja računalom, s pomoću programskih paketa SYBYL i BIOSYM.

- J.-M. Lehn, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 27 (1988) 89, 29 (1990) 1304.
- C. J. Pedersen, *ibid.* 27 (1988) 1053.
- D. J. Cram, *ibid.* 27 (1988) 1009.
- J.-M. Lehn: *Supramolecular Chemistry. Concepts and Perspectives*, Verlag Chemie, Weinheim 1955.
- A. J. Kirby, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 35 (1996) 707.
- M. Mascal, *Contemp. Organic Synthesis* 31 (1995)
- J. Rebek, Jr., *Chem. Brit.* (1994) 286.
- D. Philp, J. F. Stoddart: *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 35 (1996) 1154.
- H. Dugas: *Biorganic Chemistry. A Chemical Approach to Enzyme Action*. Sec. Ed., Springer-Verlag, New York, 1988.
- D. J. Cram, J. M. Cram: *Container Molecules and Their Guests*, u: J. Fraser Stoddart (ur.), *Monographs in Supramolecular Series*, Royal Soc. Chem., Cambridge 1994.
- G. W. Gokel: *Crown Ethers and Cryptands*, *ibid.* (1991).
- F. Diederich: *Cyclophanes*, *ibid.* (1991).
- A. W. Czarnik: *Fluorescent Chemosensors for Ion and Molecule Recognition*, ACS Symp. Ser. 538, 1992.
- V. Balzani, F. Scandola: *Supramolecular Photochemistry*, Ellis Horwood Ser. in Physical Chem. 1991.
- H.-J. Schneider, H. Durr (ur.): *Supramolecular Organic Chemistry and Photochemistry*, Verlag Chemie, Weinheim 1991.

255 NEBENZENOIDNI AROMATSKI SPOJEVI

Konceptija aromatičnosti (od Kekulé-a do danas). Hückelova teorija molekuloskih orbitala (π -, σ -aprosimacije, delokalizacija π -elektrona, varijacijski teorem, Hückelove aprosimacije, primjena Frost-Musulinovih dijagrama). Anuleni (priprava, fizikalna i kemijska svojstva, primjena HMO, delokalizacijska energija, dehidroanuleni, premošćeni anuleni). Monociklički aromatski ioni (ciklopropenilni kation, ciklopentadienilni anion, tropilijev ion, homoaromatičnost). Antiaromatski ioni (mali, srednji i veliki prsteni). Metaloceni (priprava, reakcije metalocenilni kationi, metalocenofani, stereokemija). Anulenoni i fulveni (ciklopropenon, tropolon, fulven, heptakonjugulven). Homoaromati i topološki srodni spojevi (neutralni spojevi, kationi i anioni, bicikloaromati, spirokonjugacija). Heterociklički spojevi (sustavi tipa pirola, sustavi tipa piridina, sustavi s dva i više heteroatoma).

- D. Lloyd: *Non-benzenoid Conjugated Carbocyclic Compounds*, Elsevier, Amsterdam 1984.
- P. J. Garratt: *Aromaticity*, Wiley, New York 1986.
- A. T. Balaban, M. Banciu, V. Ciorba: *Annulenes, Benzo-, Hetero-, Homo-derivatives, and their Valence Isomers*, sv. I – III, CRC Press, Boca Raton 1987.
- D. J. Klein, N. Trinajstić, *J. Chem. Educ.* 67 (1990) 633.
- A. T. Balaban, *Pure Appl. Chem.* 65 (1993) 1.
- R. C. Haddon, *Pure Appl. Chem.* 65 (1993) 11.
- A. Togni, T. Hayashi (ur.): *Ferrocenes*, Verlag Chemie, Weinheim, 1995.
- P. v. Ragué Schleyer, H. Jiao, *Pure Appl. Chem.* 68 (1996) 209.
- W. E. Billups, W. Luo, D. McCord, R. Wagner, *Pure Appl. Chem.* 68 (1996) 275.
- F. M. Raymo, J. F. Stoddart, *Pure Appl. Chem.* 68 (1996) 313.

256 KOMPUTACIJSKA KEMIJA

Upoznavanje modernih računskih metoda koje se rabe za tumačenje i predviđanje strukture i reaktivnosti molekula i molekuloskih nakupina. Kolegij uključuje i praktični rad na računalima. Pregled metoda, strukture

računskih programa, optimizacijske tehnike: molekulska mehanika i dinamika, kvantnomehaničke metode - semiempirijske, *ab initio*, DFT, VB-metode. Razmatranje djelotvornosti metoda, primjenjivost na pojedine probleme: predviđanje molekulske strukture malih molekula i makromolekula, predviđanje njihovih reaktivnosti modeliranjem prijelaznih struktura, pobuđenih stanja, stereoelektronskih svojstava; međumolekulska međudjelovanja; utjecaj otapala. Uporaba grafičkih prikaza modela molekula, konformacijska analiza, simuliranje spektara.

- A. R. Leach: Molecular Modelling, Principles and Applications, Longman, London 1996.
- F. Jensen: Introduction to Computational Chemistry, Wiley, New York 1998.
- W. J. Hehre: Practical Strategies for Electronic Structure Calculations, Wavefunction, Inc., New York 1995.
- P. W. Atkins, R. S. Friedman: Molecular Quantum Mechanics, 3. izd, Oxford University Press., Oxford 1997.
- W.J. Hehre, L. D. Burke, A. J. Shusterman, W. W. Huang: A Laboratory Book of Computational Organic Chemistry, Wavefunction, Inc., New York 1993.

257 ODNOSI KEMIJSKE STRUKTURE I SVOJSTAVA

Opći dio: Modeli kemijske strukture, Pregled svojstva i ponašanje molekula, Velike baze podataka (pretraživanje, kvaliteta podataka, pogreške u podacima), Statističko modeliranje (klasične numeričke metode, multivarijatne analize (PCA, PLS), statistički dizajn i testovi, kvaliteta modela i slučajne korelacije), Grafička analiza podataka, Metode umjetne inteligencije. *Strukturna svojstva:* Parametri veličine i pokretljivosti molekule, Površina i volumen molekula (van der Waals model, dostupna površina molekula, računanje površine i volumena molekula), Elektronski parametri i spektroskopska svojstva, Interakcije "malih" molekula s velikim sustavima ("receptorima" - DNA, RNA, peptidima) - Simulacija strukture, svojstava i složenih sustava. *Kvantitativni modeli kemijske strukture:* Struktura molekula u plinskoj fazi, otopini i kristalu, Termodinamika i energijski parametri molekula u otopini, Free-Wilson-ov model, BC(DEF) model, Hansch-ov model, Kamlet-Taft-ov model, Teorijski analog Kamlet-Taft-ovog modela. *Primjena kvantitativnih modela:* Mogućnosti predviđanje kolektivnih molekulskih svojstava (vrelišta, tališta, kromatografskih indeksa), reaktivnosti molekula (reaktivnost s radikalima, inhibicija enzimske aktivnosti), pokretljivosti i postojanost kemikalija u okolišu (vezanje na tlo, procesi kemijske razgradnje, mikrobiološka razgradnja).

- D. L. Massart, B. G. M. Vandeginste, S.N. Deming, Y. Michotte, L. Kaufman: Chemometrics: A Textbook, Elsevier, Amsterdam 1988.
- C. Jochum, M. G. Hicks, J. Sunkel, (ur.): Physical Property Prediction for Organic Chemicals, Springer Verlag, Heidelberg 1988.
- W. Karcher, J. Devillers, (ur.): Practical Applications of Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR) u: Environmental Chemistry and Toxicology, Kluwer, Dordrecht 1990.
- M. Sošćić, A. Sabljčić, Modelling of Herbicidal Activity of Photosystem 2 Inhibitors, Kem. Ind. (Zagreb) 40 (1991) 401-412.
- N. Trinajstić: Chemical Graph Theory, CRC Press, Boca Raton 1993.
- L. Eriksson, M. Sjöström, S. Wold, (ur.): QSAR Special Issue, Journal of Chemometrics 10 (2) 1996.
- H. van de Waterbeemd, B. Testa, G. Folkers, (ur.): Computer-Assisted Lead Finding and Optimization, Wiley-VCH, Weinheim 1997.
- H. A. J. Govers, G. Schürmann, (ur.): QSAR Techniques in Environmental Sciences and Drug Design, Wiley, London 1999.

258 NUKLEOZIDI I NUKLEINSKE KISELINE

Otkriće, biološka uloga, kemijska građa i konformacija prirodnih nukleozida, struktura DNA i RNA. *Kemijska svojstva* DNA i RNA: modificirani oblici nukleozida u prirodi, kisela i bazna hidroliza DNA i RNA. *Kemijske sinteze* nukleozida: kondenzacije šećera i baza (metoda teških metala, fuzija, Hilbert-Johnsonova metoda), sinteze nukleozida građenjem heterocikličke baze, zaštitne skupine šećera (reakcije na anomernom centru, reakcije na ostalim OH-skupinama). *Kemijske transformacije* (modifikacije) nukleozida: nukleozidi s modificiranim heterocikličkim bazama (elektrofilne supstitucijske i adicijske reakcije na dušikovim atomima u prstenu, supstitucije na egzocikličkim amino-skupinama i kisikovim atomima, elektrofilne supstitucijske i adicijske reakcije na ugljikovim atomima, nukleozidi s prstenskim analizama nukleobaza), nukleozidi s neobičajenom glikozidnom vezom (pseudouridin), modifikacije nukleozida koje uključuju bazu i šećer (intramolekulske ciklizacije, modifikacije kod purinskih nukleozida, modifikacije kod pirimidinskih nukleozida), nukleozidi s modificiranim šećerom (ciklički, aciklički, karbociklički, alifatski analozi), analozi nukleozida kao antivirusni agensi (ciklički analozi nukleozida s izraženim antiretrovirusnim djelovanjem, aciklički analozi nukleozida s naglaskom na antiherpetike). *Nukleotidi i oligonukleotidi:* kemijske sinteze nukleotida (zaštitne skupine ugljikona i egzocikličkih amino-skupina, zaštita internukleotidne i terminalne fosfatne skupine, postupci fosforiliranja nukleozida), stvaranje internukleotidne fosfoesterske veze, sinteze oligonukleotida (postupne sinteze u otopini, blok-sinteze u otopini, sinteze na čvrstim nosačima, automatizirana sinteza), modificirani oligonukleotidi.

- G. Zubay: Biochemistry, 3. izd., W. C. Brown Publishers, Oxford, 1993.

- L.B. Townsend: Chemistry of Nucleosides and Nucleotides, Vol. I, Plenum Press, New York 1988.
- L.B. Townsend: Chemistry of Nucleosides and Nucleotides, Vol. II, Plenum Press, New York 1991.
- L.B. Townsend: Chemistry of Nucleosides and Nucleotides, Vol. III, Plenum Press, New York 1994.
- E. De Clercq: Design of Anti-AIDS Drugs, Elsevier, Amsterdam 1990.
- H. Mitsuya, R. Yarchoan, S. Broder: Molecular Targets for AIDS Therapy, Science 249 (1990) 1533-1544.
- D.M. Huryn, M. Okabe: AIDS-Driven Nucleoside Chemistry, Chem. Rev. 92 (1992) 1745-1768.
- S.L. Beaucage, R.P. Iyer: Advances in the Synthesis of Oligonucleotides by the Phosphoramidite Approach, Tetrahedron 48 (1992) 2223-2311.
- E. De Clercq: Antiviral Activity Spectrum and Target of Action of Different Classes of Nucleoside Analogues, Nucleosides & Nucleotides 13 (1994) 1271-1295.
- L.J. Wilson, M.W. Hager, Y.A. El-Kattan, D.C. Liotta: Nitrogen Glycosylation Reactions Involving Pyrimidine and Purine Nucleoside Bases with Furanoside Sugars, Synthesis, (1995) 1465-.
- S. Knapp: Synthesis of Complex Nucleoside Antibiotics, Chemical Reviews, 95 (1995) 1859-1876.
- D.L.J. Clive, P.L. Wickens, P.W.M. Sgarbi: Synthesis of 2',3'-didehydro-2',3'-dideoxynucleosides by Reaction of 5'-protected Nucleoside 2',3'-dimesylates with Telluride Dianion - a General Route from cis Vicinal Diols to Olefins, J. Org. Chem. 61 (1996) 7426-7437.
- P.Y. Wang, J.H. Hong, J.S. Cooperwood, C.K. Chu: Recent Advances in L-Nucleosides; Chemistry and Biology, Antiviral Research, 40 (1998) 19-44.
- S.F. Pan, N.M. Amankulor, K. Zhao: Syntheses of Isoxazoliny and Isoxazolidiny Nucleoside Analogues, Tetrahedron, 54 (1998) 6587-6604.
- C. Meier: Pro-nucleotides - Recent Advances in the Design of Efficient Tools for the Delivery of Biologically Active Nucleoside Monophosphates, Synlett. (1998) 233-242.

259 KEMIJSKE SINTEZE LIJEKOVA I VITAMNA

U ovom se kolegiju obrađuju izabrana poglavlja kemijske sinteze lijekova i vitamina, s praktičkim primjerima iz proizvodne prakse, prvenstveno iz Plive. Sinteze sulfonamida i sulfonilurea, bilo kao antibakterijskih sredstava, bilo kao antiidiabetika, odnosno antihipertonička. Psihofarmaci, od barbiturata do ostalih lijekova koji djeluju na središnji živčani sustav. Lijekovi, koji pripadaju skupini heterocikličkih spojeva s dušikom (piridinski, pirimidinski, imidazolski sl.), s različitim terapijskom primjenom. Kardiovaskularni lijekovi, kako oni s nitro-skupinom, tako i oni drugačijega sastava. Polusintetski antibiotici: tetraciklini (klortetraciklin, metaciklin, doksiciklin), beta-laktami (penicilini i cefalosporini) te makrolidni antibiotici, s posebnim osvrtom na izvornu sintezu azitromicina. Sinteza pojedinih vitamina (npr. B₆, C i dr.) te lijekova koj se iz njih izvode.

- Michael Barber (ur.): The Chemical Useful Book 1995, Caterham Chemica Limited, London 1995.
- Z. Knievald: Vitamini i hormoni: proizvodnja i primjena, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb 1993.
- D. Lednicer (ur.): Chronicles of Drug Discovery, Vol. 3, ACS Professional Reference Book, Washington 1993.
- G. I. Georg (ur.): The Organic Chemistry of β -Lactams, VCH Publishers, New York 1992.
- D. C. Hooper, John S. Wolfson (ur.): Quinolone antimicrobial agents, 2. izd., American Society for Microbiology, Washington D. C., 1993.
- H.-J. Altenbach; K. Krohn, H. A. Kirst, H. Maag (ur.): Antibiotics and antiviral compounds: chemical synthesis and modification, VCH, Weinheim 1993.
- P. H. Bentley (ur.): The proceedings of the First international symposium on recent advances in the chemistry of anti-infective agents, The Royal Society of Chemistry, Cambridge 1993.
- G. Lancini: Antibiotics- a multidisciplinary approach, Plenum Press, New York 1995.

260 PRIMJENA SPEKTROSKOPIJE NMR U ODREĐIVANJU STRUKTURE I DINAMIKE ORGANSKIH I BIOORGANSKIH MOLEKULA

Osnove i načela. NMR-aktivne jezgre važne za (bio)organsku kemiju (¹H, ¹³C, ¹⁵N, ¹⁷O, ¹⁹F, ³¹P, itd.). Primjena dvodimenzijnske NMR spektroskopije u organskoj i bioorganskoj kemiji: * Spektroskopija korelacije kemijskih pomaka. Korelacija uslijed sprege spin-spin u organskoj (COSY, RELAYH, HETCOR itd.). Korelacija uslijed relaksacije dipol-dipol i kemijske zamjene (NOESY, ROESY itd.). *Spektroskopija razlučenja sprege spin-spin od kemijskih pomaka (2DJ-resolved). *Spektroskopija višestrukih kvantnih prijelaza (DQCOSY, INADEQUATE, itd.). Efekti dugog dosega u NMR spektroskopiji: supstituentna i izotopna djelovanja na kemijske pomake, spin-spin spregu, dipol-dipol interakcije. Utvrđivanje strukture s pomoću nuklearnog Overhauserova efekta (NOE). Nove višedimenzijnske metode NMR (inverzne tehnike: HSQC, HMBIC; gradjenta spektroskopija: GRASP; 3D tehnike, itd). Dinamička spektroskopija NMR. NMR organskih i bioorganskih spojeva s metalima (⁵¹V, ⁵⁹Co, ¹¹³Cd, ¹⁸³W, ¹⁹⁵Pt, ¹⁹⁹Hg).

- H. -O. Kalinowski, S. Berger, S. Braun: Carbon-13 NMR Spectroscopy, Wiley, Chichester 1991.
- J. Schraml, J. M. Bellama: Two-dimensional NMR Spectroscopy, Wiley, New York 1988.
- H. Friebolin: Basic One- and Two-dimensional NMR Spectroscopy, VCH, Weinheim 1993.
- Eds. W. R. Croasmun, R. M. K. Carlson: Two-dimensional NMR Spectroscopy-Applications for Chemists and Biochemists, VCH, Weinheim 1994.

261 DIZAJNIRANJE LIJEKOVA

Temeljna načela racionalnog multidisciplinarnog pristupa dizajiranju lijekova. Načela na kojima se temelje djelovanja lijekova: međudjelovanje molekule lijeka s receptorima, kvantitativna analiza. Modeliranje lijekova prema strukturi receptora, pristajanje na aktivno mjesto enzima. Interdisciplinarni pristup razvoju lijeka: sudjelovanje organske kemije, teoretske i računalne kemije, strukturne analize, biokemije i farmakologije. Kvantitativni suodnos strukture i djelovanja lijekova. Pregled primjera učinkovitih lijekova razvijenih temeljem navedenih načela.

- G. L. Patrick: An Introduction to Medical Chemistry, Oxford University Press, Oxford 1995.
- E. Mutschler, H. Derendorf, M. Schäfer-Korting, K. Elrod and K. S. Estes: Drug Actions - Basic Principles and Therapeutic Aspects, CRC Press, Stuttgart 1995.
- N. C. Cohen: Molecular Modeling in Drug Design, Academic Press, San Diego 1996.

262 BIOTRANSFORMACIJE U ORGANSKOJ KEMIJI

Enzimi kao biokatalizatori u organskoj sintezi: dobivanje i čišćenje enzima, dizajiranje funkcionalnih enzima, imobiliziranje enzima, enzimska bioinformatika, uporaba enzima u organskim otapalima, enzimska kinetička resolucija. Uporaba enzima kao katalizatora u sintezi i hidrolizi C-O veza, C-N veza, nastajanje i cijepanje P-O veza, nastajanje C-C veza. Enzimi u reakcijama oksidacije i redukcije, izomerizacijama, uvođenju i uklanjanju zaštitnih skupina. Primjena biokatalize u industrijskim procesima. Uporaba modificiranih enzima, polusintetičnih enzima i katalitičkih protutijela u organskoj sintezi.

- K. Faber: Biotransformations in Organic Chemistry, 4. izd., Springer-Verlag, Berlin 2000.
- K. Drauz, H. Waldmann (Eds.): Enzyme Catalysis in Organic Synthesis, 2. ed, Wiley-VCH, Weinheim 2002.

Smjer: Biokemija

301 REGULACIJA EKSPRESIJE GENA, POSTSINTETSKE MODIFIKACIJE I TRANSPORT PROTEINA U STANICI

Kontrola ekspresije gena. Molekularni mehanizmi regulacije transkripcije u prokariota (kontrola *lac* operona). Regulacija inicijacije transkripcije u eukariota (*cis*-regulatorni elementi, opći i specifični transkripcijski faktori). Mehanizmi regulacije aktivnosti transkripcijskih faktora. Uloga strukture kromatina u regulaciji transkripcije (kovalentne modifikacije i remodeliranje strukture kromatina). Metode analize protein-DNA i protein-protein interakcije te analize strukture kromatina. Post-transkripcijske modifikacije i procesiranje primarnog transkripta kod eukariota. *Transport proteina u stanične odjeljke i sekrecija proteina:* Sekretorni put (ko-translacijski transport sekretornih i membranskih proteina u endoplazmatski retikulum). Vezikularni transport proteina od endoplazmatskog retikuluma i sekrecija proteina. Signalne sekvencije i mehanizmi transporta proteina u jezgri i mitohondrij. *Post-translacijske modifikacije proteina:* smatanje proteinskog lanca i oligomerizacija, glikozilacija, fosforilacija, proteoliza.

- H. Lodish, A. Berk, S.L. Zipursky, P. Matsudaira, D. Baltimore, J. Darnell: Molecular Cell Biology, W.H. Freeman and Company, New York 2000.
- B. Levin: Genes VII, Oxford University Press, New York 2000.
- G.M. Cooper: The Cell; a Molecular Approach, 2-nd ed, ASM Press, Washington, D.C., 2000.
- R.J. White: Gene Transcription; Mechanisms and Control, Blackwell Science Ltd, Malden, USA, 2001.
- Recentni revijalni radovi iz časopisa: Annual Review of Biochemistry, Annual Review of Cell Biology, Trends in Biochemical Science, Trends in Genetics, Science, Nature.

302 BIOENERGETIKA

Uvod: termodinamika u biokemiji. *Molekulska interpretacija termodinamičkih načela:* Termodinamičke osobitosti makromolekulskih otopina. Ravnotežna i neravnotežna termodinamika. Membranske ravnoteže. *Bioenergetika:* Reverzibilni i ireverzibilni procesi. Mehanizmi pokretanja endergonih procesa u biološkim sustavima. Značenje metastabilnosti; potencijal prijenosa skupine. Enzimski kompleksi. Stanični energijski naboj. Oksido-redukcijski procesi. Oksidativno fosforiliranje izbliza. Transport kroz membrane. *Stabilizacija konformacije proteina:* Strukturna hijerarhija proteina. Faze smatanja proteinske molekule i stabilizacijske sile. Strukturne i funkcionalne domene. Modularno i mozaično ustrojstvo. Uloga okoline. Dinamika proteinske strukture. *Interakcije ligand-receptor:* Višestruke ravnoteže - stehiometrijski i ravnotežni pristup. Opći i idealni slučaj višestrukih ravnoteža. Odstupanja od idealnog ponašanja. Grafički prikazi i analiza eksperimentalnih podataka. Određivanje konstanti vezanja. Odnos stehiometrijskih i mjesnih konstanti kod stalnih afiniteta. Vezne konstante kod afiniteta koji se kooperativno mijenjaju. *Energetika enzimске katalize i teorija prijelaznog stanja:* Koncentracijski profili kompleksa enzim-supstrat. Dijagrami energije aktivacije.

Učinak blizine i orijentacijski učinak. Napregnute i svinute veze. Utjecaj okoline. *Regulacija induciranjem konformacijskih promjena*: Kooperativno vezanje liganada na makromolekulu. Pozitivna kooperativnost. Alosteričke interakcije i mehanizmi kooperativnog vezanja. Uigrani mehanizam (Monod-Wyman-Changeaux). Sekvencijski mehanizam (Koshland-Nemethy-Filmer). Opći model. Negativna kooperativnost. Fiziološko značenje kooperativnosti. Primjeri.

- M. Flögel: *Scripta biochemica: I-VII*. (I. Termodinamički pristup biokemiji, II. Makro-molekularne otopine, III. Oksidoredukcijski procesi, IV. Interakcije ligand-receptor, V. Alosterička regulacija, VI. Energetika transporta kroz membrane, VII. Enzimaska kataliza I i II. dio), FBF, Zagreb 1993-1996.
- I. M. Klotz: *Introduction to biomolecular energetics*, Academic Press, London 1986.
- K. Edward van Holde: *Physical biochemistry, Foundation of Modern Biochemistry Series*, Prentice Hall, London 1995.
- F. M. Harold: *A study of bioenergetics*, W.H. Freeman, New York 1990.
- C. Branden, J. Tooze: *Introduction to protein structure*, Garland, New York 1991.
- G.E. Schulz, R.H. Schirmer: *Principles of protein structure*, Springer Verlag, New York 1989.
- C.I. Brooks, M. Karplus, B. Montgomery Petritt, *Proteins (Dynamics, structure and thermodynamics)*, John Wiley, New York 1988.
- A.R. Peacocke: *An introduction to the physical chemistry of biological organization*, Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford 1989.
- D. Voet, J.G. Voet: *Biochemistry*, Wiley, New York 1995.
- R.G. Garrett, C.M. Grisham: *Biochemistry*, Saunders College Publ., New York 1995.
- C.K. Mathews, K.E. van Holde: *Biochemistry*, Benjamin/Cummings, New York 1990.
- K. Wilson, K.H. Goulding: *A Biologist's guide to principles and techniques of practical biochemistry*, Edward Arnold, London 1991.
- T.E. Creighton: *Protein function, A practical approach*, Oxford University Press, Oxford 1990.

303 GENETIČKO I PROTEINSKO INŽENJERSTVO

Metode mutageneze *in vivo* i *in vitro*, strukturiranje proteina (protein folding), analiza genskih sekvenci i predikcija konformacije proteina na temelju sekvence, nadekspresija proteina (protein overexpression), oblikovanje (dizajniranje) proteina veće stabilnosti, dizajniranje proteina promijenjene funkcije (s terapijskom i farmakološkom aplikacijom), sinteza i ekspresija gena za tRNA, (konstrukcija sintetskih gena i njihova transkripcija *in vitro*), biosinteza proteina koji sadrže neprirodne aminokiseline.

- B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J.D. Watson: *Molecular Biology of the Cell*, 3. izd., Garland Publishing, New York 1994.
- B. Rees, M.J.E. Sternberg, R. Wetzel: *Protein Engineering - A Practical Approach*, IRL Press, Oxford 1992.
- F.M. Ausubel, R. Brent, R.E. Kingston, D.D. Moore, J.G. Seidman, J.A. Smith, K. Struhl: *Short Protocols in Molecular Biology*, Wiley, New York 1992.
- P.R. Carey: *Protein Engineering and Design*, Academic Press, San Diego 1996.
- J.L. Cleland, C. S. Craik: *Protein Engineering - Principles and Practice*, Wiley, New York 1996.
- R.W. Old, S.B. Primrose: *An Introduction to Genetic Engineering*, 5. izd., Blackwell Science, Oxford 1994.

304 METABOLIZAM I ULOGA LIPIDA

Izvanstanična razgradnja lipida. Probava i apsorpcija lipida, vrste, struktura i svojstva enzima koji sudjeluju u probavi lipida; transportni sustavi egzogenih i endogenih lipida; regulacije i metabolički poremećaji; Vrste prehrana. *Lipidi kao spremište energije*. Dugolančane i esencijalne masne kiseline; triacilgliceroli; regulacije i metabolički poremećaji. Sinteza i razgradnja fiziološki značajnih glicerolipida i sfingolipida; vrste, struktura i svojstva enzima koji sudjeluju u razgradnji; regulacije i metabolički poremećaji. *Lipidi kao drugi glasnici*. Mehanizmi kojima se lipidi iz "spremišta" pretvaraju u druge glasnike; lipidi u regulaciji aktivnosti protein kinaze C; fosfatidilinozitol, diacilglicerol, fosfatidna kiselina, ceramidi, sfingozin i srodni spojevi, eikosanoidi kao drugi glasnici. *Analitičke metode identifikacije i određivanja tkivnih lipida*. Kromatografske metode: tankoslojna (TLC i HPTLC), plinska (GC), tekućinska (HPLC), kombinirani sustavi (GC-MS).

- R. K. Murray, D. K. Granler, P. A. Mayes, V. W. Rodwell: *Harper's Biochemistry*, Appleton & Lange, East Norwalk 1993.
- R. Montgomery, T. W. Conway, A. A. Spector, D. C. Chappell: *Biochemistry, a Case-Oriented Approach*, C. V. Mosby Company, St. Louis 1996.
- R. M. Bell, J. H. Exton, S. M. Prescott (ur.): *Lipid Second Messengers*, Plenum Press, New York 1996.
- T. M. Devlin (ur.): *Text Book of Biochemistry with Clinical Correlations*, Wiley - Liss, New York 1997.
- H. Merrill, Jr., E.-M. Schmelz, D. L. Dillehay, S. Spiegel, J. A. Shayman, J. J. Schroeder, R. T. Riley, K. A. Voss, E. Wang: *Sphingolipids - The Enigmatic Lipid Class*, *Biochemistry, Physiology, and Pathophysiology*, *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 142 (1997) 208 - 225.
- A. A. Farooqui, H.-C. Yang, T. A. Rosenberg, L. A. Horrocks: *Phospholipase A2 and Its Role in Brain Tissue*, *J. Neurochem.* 69 (1997) 889 - 901.

- R. O. Ryan: Structural Studies of Lipoproteins and Their Apolipoprotein Components, Biochem. Cell Biol. 74 (1996) 155 - 164.
- D. Kritchevsky: Fatty Acids, Triglyceride Structure and Lipid Metabolism, J. Nutr. Biochem. 6 (1995) 172 - 178.

305 ENZIMI: KINETIKA I MEHANIZMI

Reakcije enzima sa supstratima: kinetika reakcije, međustupnjevi u reakciji i metode mjerenja aktivnosti enzima. Inhibicija enzima samim supstratom. Reverzibilno vezanje liganada na enzim: kompeticija sa supstratom i utvrđivanje mjesta vezanja liganada. Ireverzibilna inhibicija enzima. Utjecaj temperature: aktivacijska energija i prijelazno stanje; termička denaturacija. Utjecaj pH na enzimske reakcije. Kinetičko razlikovanje genetičkih varijanti enzima. Numerički primjeri evaluiranja kinetičkih konstanta za reakcije estera za supstratima i inhibitorima. Odnos vrijednosti kinetičkih konstanta i molekulske strukture estera.

- A. Cornish-Bowden: Fundamentals of Enzyme Kinetics, 2. izd., Portland Press, London 1995.
- A. Cornish-Bowden: Analysis of Enzyme Kinetic Data (s disketom), Oxford 1995.
- E. Dawes: Quantitative Problems in Biochemistry, 6. izd., Longman, London 1980.
- Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology: Enzyme Nomenclature. Recommendations 1992, Supplements 1-6 (Suppl. 6 u Eur. J. Biochem. 250, 1-6, 1997).
- A. Fersht: Enzyme Structure and Mechanism, Freeman, New York 1985.
- J. Massoulié et al. (ur.): Cholinesterases: Structure, Function, Mechanism, Genetics and Cell Biology, American Chemical Society, Conference Proceedings, Washington DC, 1991.
- D. M. Quinn et al. (ur.) Enzymes of the Cholinesterase Family, Plenum Press, New York, 1995.
- E. Reiner, W.N. Aldridge, F.C.G. Hoskin (ur.): Enzymes Hydrolysing Organophosphorus Compounds, Ellis Horwood, Chichester 1989.
- E. Reiner, M. Lotti (ur.), M.K. Johnson, V.Simeon, A. Moretto (su - ur.): Enzymes Interacting with Organophosphorus Compounds, Chemo-Biological Interactions - Special Issue, Elsevier, Ireland 1993.
- E. Reiner, V. Simeon-Rudolf, B. Doctor, C. E. Furlong, M. K. Johnson, M. Lotti, I. Silman, P. Taylor: Esterases Reacting with Organophosphorus Compounds, Chemo-Biological Interactions - Special Issue, Elsevier, Amsterdam 1999.
- Enzimi: molekularna biologija /geni /mutacije /kinetika /supstrati /inhibitori/reaktivacija /struktura /bibliografija: <http://www.ensam.inra.fr/cholinesterase>
- Brookhaven National Laboratory, Protein Data Bank: <http://www.pdb.bnl.gov>

306 STRUKTURA I FUNKCIJA MEMBRANA STANIČNIH ZIDOVA

Dinamika i struktura bioloških membrana: dinamika, struktura i organizacija membrane, sastav membranskih lipida, membranski proteini. *Membranski proteini:* tipovi membranskih proteina, integralni proteini, periferni proteini, oblici vezanja perifernih proteina, sinteza, organizacija i transport lipida s obzirom na asimetričnost lipida u membrani. *Uglikohidrati iz plazmatskih membrana:* ugljikohidrati i selektivni, modifikacija ugljikohidrata u Golgijevom aparatu, N-glikozilacija i finalna dorada glikokonjugata u Golgiju, O-glikozilacija, svrha glikozilacije, eritrocitarna membrana, spektrin, citoskelet, anionski kanal - protein band-3, ABO antigeni, strukture A, B i H antigena. *Transport malih molekula preko stanične membrane:* tipovi transporta kroz biološke membrane, gradijenti i sile u transportu, proteini nosači, proteinski kanali, kontrola otvaranja i zatvaranja pukotinskog spoja, acetilkolinški receptor, građa Na⁺ kanala, građa K⁺ kanala, tri tipa transporta putem nosača, ciklus djelovanja Na⁺ / K⁺ ATPaze, transportne ATPaze, MDR - višenamjenski transporter za lijekove. *Različite obitelji transportnih proteina:* različite obitelji transportnih proteina, transport Ca²⁺, transport glukoze, mehanizam transporta, kinetika Na⁺ / glukoza ko-transporta, asimetričnost distribucije transportera. *Transport proteina preko intracelularnih membrana:* signalne sekvence za transport proteina iz citosola, mehanizmi nastajanja organela, transport u jezgru, transport proteina u mitohondrije, transport proteina u peroksisome, proteini membrana e ndoplazmatskog retikuluma. *Transport vode preko stanične membrane:* tipovi transporta, pojam osmotskog tlaka, vrste stanica u bubregu, akvaporini. *Stanične stijenke bakterija - struktura i biološka aktivnost:* stanične stijenke Gram-pozitivnih i Gram-negativnih bakterija. Endotoksini - primarna struktura i biološka aktivnost. Peptidoglikan - primarna struktura, enzimska razgradnja, biološka svojstva i utjecaj na imunوسي sustav. *Umjetne membrane:* liposomi kao model sustavi lipidnog dvosloja. Priprava, značajke i mogućnost primjene u biologiji i medicini. ISCOMS (imunostimulacijski kompleksi).

- D. Voet, J.G. Voet: Biochemistry, 2. izd., Wiley, New York 1995.
- L. Stryer: Biochemistry, 4. izd., W.H. Freeman, New York, 1995.
- Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J.D. Watson: Molecular Biology of the Cell. 3. izd, Garland Publ., New York 1994.
- T.M. Devlin (ur.): Textbook of Biochemistry - With Clinical Correlations., Wiley - Liss, New York 1992.
- S. Udenfriend, K. Kodukula: How glycosyl-phosphatidylinositol anchored proteins are made, Annu. Rev. Biochem. 64 (1991) 563-91.

- M. Montal: Molecular anatomy and molecular design of channel proteins, *FASEB J.* 4 (1990) 2623-2635.
- J.H. Kaplan: Molecular biology of carrier proteins, *Cell* 72 (1993) 13-18.
- M. Krieger: Structures and functions of multiligand lipoprotein receptors, *Annu. Rev. Biochem.* 63 (1994) 601-637.
- M.D. Lee et al.: The aquaporin family of water channel proteins, *Clin. Med. Rev. Mol. Med.* 7/3 (1997) 141-156.
- I. Sabolić et al.: Water channels in renal and nonrenal tissues, *NIPS* 10, February, 12-17, 1995
- Seidl, K.H. Schliefer (ur.): Biological Properties of Peptidoglycan, Walter de Gruyter, Berlin 1986.
- E. Schriener, M.H. Richmond, G. Seibert, U. Schwartz (ur.): Surface Structures of Microorganisms and Their Interactions with the Mammalian Host, Verlag Chemie, Weinheim 1988.

351 MAKROMOLEKULSKA KRISTALOGRAFIJA

Kristalizacija - priprava uzorka za rentgensku difrakciju, utvrđivanje simetrije kristala. Mjerenje difrakcijskih intenziteta. Obradba mjernih rezultata. Rješavanje problema faza strukturnog faktora, računanje Fourierove sinteze. Interpretacija mapa elektronske gustoće, "grubi" model. Utočnjavanje "grubog" modela i usklađivanje s mjerenim podacima. Primarna, sekundarna i tercijarna struktura makromolekule. Kemijska evaluacija modela. Biomolekulsko modeliranje: računski modeli i "alati", simulacija biomolekulskih sustava molekulskom dinamikom, podatkovne baze (Cambridge Crystallographic Database, Protein Data Bank).

- J. Drenth: Principles of Protein Crystallography, Springer, Berlin 1994.
- D.E. McRee: Practical Protein Crystallography, Academic Press, New York 1993.
- J.R. Helliwell: Macromolecular Crystallography with Synchrotron Radiation, Cambridge University Press, Cambridge 1992.
- C. Branden, J. Tooze: Introduction to Protein Structure, Garland, New York 1991.
- T.L. Blundell, L.N. Johnson: Protein Crystallography, Academic Press, New York 1976.
- J. M. Goldfellow (ur.): Computer Modeling in Molecular Biology, Verlag Chemie, Weinheim 1995.
- W.H. van Gunstere, P.K. Weiner, A.J. Wilkinson, (ur.): Computer Simulation of Biomolecular Systems, ESCOM, Leiden 1993.
- C.V. Carter, Jr., R.M. Sweet (ur.): Methods in Enzymology, Macromolecular Crystallography, Part A, Academic Press, New York 1997.
- H.-J. Böhm, G. Klebe, H. Kubinyi: Wirkstoffdesign, Der Weg zum Arzneimittel, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1996.
- W.F. van Gunstere, P.K. Weiner, A.J. Wilkinson (ur.): Computer Simulation of Biomolecular Systems, vol. 3, Kluwer/ESCOM, Dordrecht 1997.

352 IMUNOKEMIJA

Imunokemija i imunologija: stanična imunologija, humoralna imunologija, razlike i sličnosti imunokemije i imunologije. Imunokemija u mikrobiologiji, transfuziologiji, vakcinologiji, medicini i biokemiji. Biološko prepoznavanje – temelj imunokemije: koncepcija biološkog prepoznavanja, primjeri biološkog prepoznavanja, fizikalna i kemijska pozadina biološkog prepoznavanja. Struktura i funkcija antitijela: biosinteza antitijela, kemijska struktura i podjele antitijela, monoklonska i poliklonska antitijela. Antigeni: hapteni, biološke makromolekule, antigene determinante, strukturna obilježja antigena, superantigeni. Reakcija antigena i antitijela: stvaranje kompleksa antigen-antitijelo, struktura kompleksa antigen-antitijelo, simetrijska svojstva antigena i antitijela, stvaranje imunoprecipitata. Metode kvalitativnih i kvantitativnih imunokemijskih analiza: difuzijske tehnike i imunoelektroforetske metode, uporaba markiranih antitijela, imunokemijske reakcije na granici faza, radioimunokemijske analize (RIA), ELISA. Primjene imunokemijskih principa za razdvajanje biomolekula: imunoafinitetna kromatografija, razdvajanje stanica, tehnološke primjene. Posebna područja: prepoznavanje antigenih determinanti, komplementarni peptidi, autoimunost, anti-idiotipska antitijela, imunoglobulini kao enzimi.

- S. Araga, R.D. LeBoeuf, J.E. Blalock: Prevention of Experimental Autoimmune Myasthenia Gravis by Manipulation of the Immune Network with a Complementary Peptide for the Acetylcholine Receptor, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90 (1993) 8747-8751.
- A.P. Johnstone, M.W. Turner: Immunochimistry, Oxford University Press, Oxford 1997.
- R. Jimenez, G. Salazar, K.K. Baldrige, F.E. Romesberg: Flexibility and molecular recognition in the immune system, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100 (2003) 92-97.
- M.W. Steward, J. Steensgard: Antibody Affinity: Thermodynamic Aspects and Biological Significance, CRC Press, Boca Raton 1983.
- Više autora, (J.J. Langone, editor): Molecular Design and Modeling: Concept and Applications, Part B, Section I, Antibodies and Antigens, *Methods in Enzymology* 203 (1991) 1-400.
- P. Wentworth, J.E. McDunn, A.D. Wentworth, C. Takeuchi, J. Nieva, T. Jones, C. Bautista, J.M. Ruedi, A. Gutierrez, K.D. Janda, B.M. Babior, A. Eschenmoser, R.A. Lerner: Evidence for Antibody-Catalyzed Ozone Formation in Bacterial Killing and Inflammation, *Science* 298 (2002) 2195-2199.

353 GLIKOPROTEINI — STRUKTURA I FUNKCIJA

Struktura glikoproteina. O- i N-glikozidna veza u proteinima. Struktura O-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Struktura N-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Biosinteza O-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Biosinteza N-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Kontrola glikozilacije proteina. Važnost i uloga glikozilacije proteina. Reverzibilna glikozilacija.

- B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Faff, K. Roberts, J.D. Watson: *Molecular Biology of the Cell*, 2. izd., Garland, New York 1989.
- T.W. Rademacher, R.B. Parekh, R.A. Dwek: *Glycobiology*, u: *Ann. Rev. Biochem.* 57 (1988) 785.
- N. Sharon, *Trends Biochem. Sci.* 9 (1984) 198.
- T.L. Doering, W.J. Masterson, G.W. Hart, P.T. Englund, *J. Biol. Chem.* 265 (1990) 611.
- M. Genzsch, W. Tanner, *EMBO J.*, 15 (1996) 5752-5759.

354 BIOTRANSFORMACIJA LIJEKOVA I KSENOBIOTIKA

Transformacije lijekova i organizmu stranih tvari (ksenobiotika) u ljudskom organizmu. Usporedbe s biotransformacijom (metabolizmom) endogenih supstancija. Oksidacije i redukcije (dehidrogenaze, monoaminoooksidaze, ksantini-ooksidaze, citokrom P-450). Hidrolize (esteraze i amidaze). Acetilacije (N-acetiltransferaze). Metilacije (metiltransferaze). Konjugacije s glukuronskom kiselinom (UDP-glukuroniltransferaze). Konjugacije sa sulfatom (sulfotransferaze). Konjugacije s glutationom (glutation-transferaze). Primjeri biotransformacije lijekova, ksenobiotika i endogenih supstancija za svaku skupinu reakcija. Odnos kemijske strukture, biološke aktivnosti i puta biotransformacije. Genetički polimorfizam u pojedinim skupinama enzima. Urođene bolesti zbog nedostatka specifičnih enzima. Mehanizam stvaranja toksičnih metabolita. Višestruka otpornost na lijekove ("multiple drug resistance").

- J.G. Hardman, L.E. Limbird, P.B. Molinoff, R.W. Ruddon, A.G. Gilman (ur.): *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, 9. izd., McGraw-Hill, New York 1996.
- T.F. Woolf: *Handbook of Drug Metabolism*, Marcel Dekker, New York 1999.
- W. Kalow: *Pharmacogenetics of Drug Metabolism*, Pergamon, London 1992.
- D. Maysinger, T. Žanić-Grubišić: *Kemijske osnove biotransformacije lijekova*, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- A. Kornberg: *Understanding Life as Chemistry*, *Clin. Chem.* 37 (1991) 1895.
- D. M. Ziegler: *Unique Properties of the Enzymes of Detoxication*, *Drug Metab. Dispos.* 19 (1991) 847.
- R.L. Nation: *Chirality in New Drug Development*, *Clin. Pharmacokinet.* 27 (1994) 249.
- A.Y.H. Lu: *Individual Variability in Drug Therapy and Drug Safety*, *Drug Metab. Dispos.* 26 (1998) 1217-1222.
- C.A.D. Smith, G. Smith, C.R. Wolf: *Genetic Polymorphisms in Xenobiotic Metabolism*, *Eur. J. Cancer* 30 (1994) 1935-1941.

355 METODE SEPARACIJE I KARAKTERIZACIJE BIOMOLEKULA

Teorijska osnova, izvedba i primjena različitih metoda za preparativno izdvajanje, utvrđivanje čistoće, karakterizaciju, detekciju i određivanje koncentracije proteina i drugih biomolekula, uključujući: taloženje, centrifugiranje u gradijentima gustoće, ultrafiltraciju, gel filtraciju, kromatografije (pri povišenom i atmosferskom tlaku) zasnovane na ionskim, biospecifičnim i hidrofobnim interakcijama, kromatografije na ostalim sorbensima (hidroksilapatit, boje, lektini), kromatofokusiranje, elektroforeze na poliakrilamidnom gelu (diskontinuirana, u gradijentu gela, uz SDS), prijenos na membrane, izoelektričko fokusiranje, dvodimenzijnsku elektroforezu, PCR. Pristupi određivanju primarne strukture (redosljedja aminokiselina i nukleotida).

- R.K. Scopes: *Protein Purification, Principles and Practice*, Springer, New York 1987.
- *Current Protocols in Molecular Biology*, Wiley, New York 1988.
- V.S. Malik, E.P. Lillehoj: *Antibody Techniques*, Academic Press, New York 1994.
- L.A. Batina: *Immunology Investigations*, A Laboratory Manual, Star Publ. Co., 1997
- I.M. Rosenberg: *Protein Analysis and Purification*, Springer-Verlag, Berlin 1996.
- *Current Protocols in Protein Science*, Wiley, New York 1998.
- Publikacije proizvođača kemikalija i opreme
- Science Tools 1995.-1998. (Amersham-Pharmacia Biotech.)
- Life Science News, 1998. (Amersham-Pharmacia Biotech.)
- Biochemica, 1995.- (Boehringer Mannheim)
- Biotech Update 1995.- (DuPont NEN)

356 PROTEINI: STRUKTURA I FUNKCIJA (PROTEOLITIČKI ENZIMI)

Građa, fizikalno-kemijska svojstva i određivanje strukture proteina. Raznorodnost bioloških funkcija proteina i

poremećaja koji nastaju kao posljedica pomjena na proteinima. Proteolitički enzimi i njihovi mikrobn i endogeni inhibitori (građa, mehanizam djelovanja, specifičnost, sudjelovanje u fiziološkim procesima). Parcijalna hidroliza proteina i njezini učinci (aktivacija, nastanak biološki aktivnih peptida), kaskade enzimskih reakcija, katabolizam proteina. Proteolitički enzimi kao katalizatori sintetskih reakcija *in vitro*.

- R. J. Beynon, J.S. Bond, *Proteolytic Enzymes*, IRL Press, Oxford 1990.
- T. E. Creighton: *Protein Structure - A Practical Approach*, IRL Press, Oxford 1990.
- T.E. Creighton: *Proteins: Structures and Molecular Properties*, Freeman & Co., San Francisco 1993.
- A. Barrett (Ed.): *Methods in Enzymology*, Vol. 244, Academic Press, New York 1994.
- A. Barrett (Ed.): *Methods in Enzymology*, Vol. 248, Academic Press, New York 1995.
- *Current Protocols in Protein Science*, John Wiley & Sons, New York 1998.
- R. B. Parekh, C. Rohlff: *Post-translational modifications of proteins and the discovery of new medicine*, *Current Opinion in Biotechnology* 8 (1997) 718-723.
- B. Kuster, M. Mann: *Identifying proteins and post-translational modifications by mass spectrometry*, *Current Opinion in Biology* 8 (1998) 393-400.
- J.V. Sinisterra, A.R. Alcantara: *Synthesis of peptides catalysed by enzymes: a practical overview*, *J. Mol. Catalysis* 84 (1993) 327-364.

357 IMUNOKEMIJSKE METODE - PRIMJENA I STANDARDIZACIJA

Osnovne interakcije antigen-antitijelo (struktura, vezna mjesta, afinitet, avidnost). Imunizacija (imunogeni, hapteni, vezanje haptena na nosače, primarni i sekundarni odziv). Imunoanalitičke tehnike: u tankom sloju (jednosmjerna i dvosmjerna difuzija, imunoelktroforeza) i u otopini (nefelometrija, turbidimetrija). Imunotestovi - kompetitivni i nekompetitivni (radioimunotest, enzimimunotest, testovi bazirani na kemiluminescenciji ili fluorescenciji). Standardizacija imunotestova - standardi za imunobiološke preparate, određivanje preciznosti, osjetljivosti, reproducibilnosti. Pokazne i individualne laboratorijske vježbe.

- E. Benjamini, S. Leskowitz: *Immunology - a Short Course*, 2. izd., Wiley, New York 1991.
- I. M. Roitt: *Essential Immunology*, 6. izd., Blackwell, Oxford 1989.
- I. M. Roitt, J. Brostoff, D. Male: *Immunology*, 4. izd., Mosby, St.Louis 1996.
- T. Chard: *An Introduction to Radioimmunoassay and Related Techniques*, Elsevier, Amsterdam 1990.
- P. Tijssen: *Practice and Theory of Enzyme Immunoassays*, Elsevier, Amsterdam 1993.
- E. Harlow, D. Lane: *Antibodies. A Laboratory Manual*, Cold Spring Harbor Laboratory, 1988.
- E. D. Day: *Advanced Immunochemistry*, 2. izd., Wiley-Liss, New York 1990.
- N.C. Price (ur.): *Proteins, The Labfax series*, BIOS Scientific Publishers, Academic Press, New York 1996.
- R. Edwards (ur.): *Immunoassays, Essential Data*, Wiley, New York 1996.
- E. P. Diamond, T. K. Christopoulos (ur.): *Immunoassay*, Academic Press, San Diego 1996.

358 MODELIRANJE BIOMAKROMOLEKULA: STRUKTURE, KOMPLEKSI, INTERAKCIJE

Računalo je postalo nezaobilazno u gotovo svim znanstvenim istraživanjima i omjer virtualnih (*in silicio*) istraživanja u odnosu na laboratorijska neprestano je u porastu. Biološku molekulu i/ili lijek moguće je ciljano mijenjati, odnosno dizajnirati, samo u slučaju kada je točno poznato kako djeluje, kakos e transportira, te što su posljedice djelovanja. Pomoću računala, odnosno odgovarajućih računalskih programa, modeliramo receptore, ligande, komplekse i njihovu rasprostranjenost. Molekulske modeliranje pomaže nam u razumijevanju bioloških procesa. Kvantitativno razumijevanje biološke aktivnosti, pored molekuskog modeliranja uključuje i odgovarajuće statističke tehnike koje nam pomažu u nalaženju veze između ogromnog broja fizikalnih i kemijskih, o strukturi ovisnih, veličina i aktivnosti. Takva istraživanja, u sprezi s eksperimentom koji nam pruža povratnu informaciju, omogućuju promišljeno (re)dizajniranje liganda, ali i receptora. Moguće primjene takvih istraživanja su u biotehnologiji i medicini.

- K.B. Lipkowitz, D.B. Boyd (Eds.): *Reviews in Computational Chemistry*, Indiana University-Purdue University of Indianapolis (IUPUI), Vols 3-5.
- W.F. van Gunsteren, P.K. Weiner, A.J. Wilkinson (Eds.): *Computer Simulation of Biomolecular Systems*, Vols 2-3, ESCOM, Dordrecht 1993, i 1997.
- W.F. van Gunsteren, G. Klebe, H. Kubinyi: *3D QSAR Methods in Drug Design*, ESCOM, Dordrecht 1993.
- K. Gundertofte, F.S. Jorgensen (Eds.): *Molecular Modeling and Prediction of Bioactivity*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York 2000.
- H.-D. Höltje, W. Sippl (Eds.): *Rational Approaches to Drug Design*, Prous Science, Barcelona-Philadelphia 2001.
- R. Carbo-Dorca, D. Robert, L. Amat, X. Girones, E. Besalu (Eds.): *Molecular Quantum Similarity in QSAR and Drug Design*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 2001.

Smjer: Fizikalna kemija

400 KEMOMETRIKA

Prebranje i mjerenje, poređbene ljestvice (nominalna, redna, intervalna, omjerna). Dimenzije i struktura podatkovnog tijela (vektor, matrica, tenzor). Statistička osnovica: vjerojatnost, najčešće uni- i multivarijatne jednodimenzionalne raspodjele, najvažnije kušnje (testovi), račun jednačenja. Fizikalni i statistički model. Linearni modeli: algebarska osnovica, korelacija, regresija, univarijatna analiza varijancije, glavne komponente, faktorska analiza (ciljana i evolucijska). Primjena linearnih modela: prepoznavanje obrazaca, procjena parametara modela, kalibracija, usporedba kemijskih procedura i laboratorija. Nelinearni modeli: regresija minimalizacijom rezidualne varijancije, minimalizacijski algoritmi. Fourierove transformacije (filtriranje šuma i prepoznavanje obrazaca). Optimalizacija kemijskih procedura (metoda politopa). Pregled važnijih programskih proizvoda za osobna računala (s pokaznim vježbama).

- B. E. Cooper: *Statistics for Experimentalists*, Pergamon Press, Oxford 1969.
- S. N. Deming, S. L. Morgan: *Experimental Design: A Chemometric Approach*, Elsevier, Amsterdam 1987.
- N. R. Draper, H. Smith: *Applied Regression Analysis*, Wiley, New York 1976. (1. izd.), 1981. (2. izd.).
- D. L. Massart, B. G. M. Vandeginste, S. N. Deming, Y. Michotte, L. Kaufman: *Chemometrics: A Textbook*, Elsevier, Amsterdam 1988.
- W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: *Numerical Recipes*, Cambridge University Press, Cambridge 1986. (i kasnija izdanja).
- E. R. Malinowski: *Factor Analysis in Chemistry*, J. Wiley, Sons, New York 1991.
- J. W. Einax, H. W. Zwaniger, S. Geiss: *Chemometrics in Environmental Analysis*, Weinheim 1997.
- K. Esbensen: *Multivariate Analysis in Practice*, Camo, Trondheim 1994.

401 ODABRANA POGLAVLJA KVANTNE KEMIJE

Teorijske osnove. Usporedba MO i VB prikaza. Metoda BORT. Izbor baznih orbitala. Hartree-Fockova teorija. Sistemi zatvorenih i otvorenih ljuski. Mullikenova populacijska analiza. Višedeterminantne valne funkcije, Konfiguracijska interakcija (CI), Perturbacijski razvoj. Perturbacija niskog ranga. Razvoj vezanih grozdova. Računski problemi. Kompjuterske računске metode. Izbor modela (Hartree-Fockove metode, atomski bazni skupovi i Gaussove funkcije, Hermite-Gaussove funkcije, minimalni bazni skup, polarizacijski bazni skup, ...). Molekulska geometrija. Efikasnost modela.

- W. J. Hehre, L. Radom, P. V. R. Schleyer, J. A. Pople: *Ab initio molecular orbital theory*, Wiley, New York 1986.
- Z. Maksić (ur.): *Theoretical Models of Chemical Bonding, Atomic Hypothesis and the Concept of Molecular Structure, Vol. 1, The Concept of the Chemical Bond, Vol. 2*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 1990.

402 MOLEKULSKA SPEKTROSKOPIJA

Međudjelovanje zračenja i molekula, oblik linija u spektru. Eksperimentalne spektroskopske metode. *Rotacijska spektroskopija*: Model krutog rotora i odstupanja; Starkov efekt; Hiperfino cijepanje; Određivanje strukture molekula; Studij van der Waalsovih molekula. *Vibracijska spektroskopija*: Normalni načini vibriranja; Rotacijska struktura vrpce; Gibanja velikih amplituda. *Elektronska spektroskopija*: Sprezanja impulsnih momenata kod atoma i molekula; Stanja višeatomnih molekula; Vibracijska struktura; Renner-Tellerov efekt; Jahn-Tellerov efekt; Rotacijska struktura vrpce. Fotoelektronska spektroskopija. *Laseri i laserska spektroskopija*: Tipovi lasera i načela njihova rada. Rezonancijska Ramanova spektroskopija; Koherentna Ramanova raspršenja; Laserska magnetska rezonancija; Spektroskopija zasićenja; Laserski inducirana fluorescencija; Višefotonska apsorpcija.

- J. M. Hollas: *Modern Spectroscopy*, Wiley, New York 1991.
- G. Herzberg: *Molecular Spectra and Molecular Structure, I. Spectra of Diatomic Molecules*, Van Nostrand, New York 1950.
- G. Herzberg: *Molecular Spectra and Molecular Structure, II. Infrared and Raman Spectra of Polyatomic Molecules*, Van Nostrand, New York 1950.
- G. Herzberg: *Molecular Spectra and Molecular Structure, III. Electronic Spectra and Electronic Structure of Polyatomic Molecules*, Van Nostrand, New York 1966.
- P. F. Bernath: *Spectra of Atoms and Molecules*, Oxford University Press, Oxford 1995.
- J. M. Hollas: *High Resolution Spectroscopy, 2. izd.*, Wiley, New York 1998.
- E. Hirota, R. W. Field, J. P. Maier, S. Tsuchiya (ur.): *Nonlinear spectroscopy for molecular structure determination*, Blackwell Science, Oxford 1998.

403 STATISTIČKA TERMODINAMIKA I NEPOVRATIVI PROCESI

Teorijska fenomenološka termodinamika: Matematički i fizikalni temelji (Pfaffove forme, homogene funkcije, Jakobiane, karakteristične funkcije). Aksiomatika (Carathéodory-ovo načelo). Relativističko poopćenje. *Teorijska statistička termodinamika*: Teorija vjerojatnosti. Kvantno_mehanička osnovica. Stacionarni model (metoda ansambla). Klasično približenje, metoda partijske funkcije. Prosudba stacionarnog modela, matrica gustoće. Teorija fluktuacije. Pregled primjena metode molekulske partijske funkcije. Modeli zasnovani na kanonskom ansamblu: Debye-ov kristal, realni plinovi, elektrolitne otopine (P. Debye i E. Hückel, J. E. Mayer, metode Monte Carlo i molekulske dinamike). *Nepovrativi procesi*: Poopćeni protoci i sile, linearne fenomenološke relacije (Onsager). Nelinearne pojave (disipativne strukture, oscilirajuće kemijske reakcije). *Termokemija*: Termometrija. Kalorimetrija. Standardne termodinamičke veličine. Ustroj termodinamičkih tablica, najpoznatije tabulacije. *Vježbe*: seminari.

- E. A. Guggenheim: *Thermodynamics*, 5. izd. North-Holland, Amsterdam 1967.
- H. Margenau, G. M. Murphy: *The Mathematics of Physics and Chemistry*, Vol. I, Van Nostrand, New York 1956. (pogl. 1, 11, 12), Vol. II, Van Nostrand, New York 1964. (pogl. 8).
- M. L. McGlashan: *Chemical Thermodynamics*, Academic Press, London 1979.
- G. Nicolis, I. Prigogine: *Self-organization in Non-equilibrium Systems*, Wiley, New York 1977; (ruski prijevod: Samoorganizacija u neravnovjesnih sistemah, Mir, Moskva 1979).
- V. Simeon: *Termodinamika*, Školska knjiga, Zagreb 1980.
- J. R. Waldram: *The Theory of Thermodynamics*, Cambridge University Press, Cambridge 1985.
- J. O. M. Bockris, A. K. N. Reddy: *Modern Electrochemistry*, 2. izd., Vol. 1, Plenum Press, New York 1998.

404 KEMIJSKA KINETIKA

Uvod. Empirijska analiza reakcijskih brzina. Eksperimentalne metode. Bimolekulske reakcije u plinskoj fazi. Monomolekularni raspad u plinskoj fazi. Kemijske reakcije u molekulskoj struji. Prijenos energije pri kemijskoj reakciji. Kinetika reakcija u otopinama. Brze reakcije u otopinama. Relaksacijska kinetika. Enzimaska kinetika. Reakcije u međusloju. Uvod u nelinearnu kinetiku. Vježbe i seminari: Brze reakcije: kinetika sa zaustavljenim tokom, kinetika iz proširenja spektralne linije.

- J. W. Moore, R. G. Pearson: *Kinetic and Mechanism*, Wiley, New York 1982.
- K. J. Laidler: *Chemical Kinetics*, McGraw-Hill, New York 1960.
- W. C. Gardiner, Jr.: *Rates and Mechanisms of Chemical Reactions*, Benjamin, Menlo Park 1972.
- C. F. Bernasconi: *Investigation of Rates and Mechanisms of Reactions*, 4. izd., Wiley, New York 1986.
- J. Sandström: *Dynamic NMR Spectroscopy*, Academic Press, London 1984.

405 ODABRANA POGLAVLJA ELEKTROKEMIJE

Struktura međufaznih granica: termodinamika elektrificirane granice faza, izlazni rad, Fermijeva razina, potencijali, elektroodni kapacitet i prijenos naboja, međufaze kovina/elektrolit i poluvodič/elektrolit, elektrokinetičke pojave. *Elektrodna kinetika (fenomenologija)*: odnosi brzina-potencijal, višestepena stacionarna elektrodna kinetika, kinetika linearne promjene potencijala, ireverzibilne i reverzibilne reakcije, red reakcije, utjecaj strukture međufazne granice na elektrodnu kinetiku, određivanje mehanizma elektrokemijske reakcije. *Kvantni pristup elektrokemiji*: kvantno-mehanička formulacija struje izmjene (brzine elektrokemijske reakcije), kvantno-mehanički model elektrokemijske reakcije izlučivanja vodika, stohastička teorija prijelaza elektrona. *Stabilnost materijala i elektrokristalizacija*: elektrokemijska kinetika kao osnovica korozijskih reakcija, Pourbaix-ovi (termodinamički) i Evans-Hoar-ovi (kinetički) dijagrami, korozijske struje i korozijski potencijali, mehanizam otapanja kovina, nastanak zaštitnih polimernih, poluvodičkih i keramičkih filmova, pasivnost kovina i njihovih slitina. Kinetika oblikovanja monosloja, razvoj Fletcherove teorije elektrokristalizacije. *Elektrokataliza*: uloga materijala u elektrodnoj kinetici, reakcija izlučivanja vodika, reakcija izlučivanja i redukcije kisika, elektrokemijsko dobivanje klora, dimenzijski stabilne elektrode, neki primjeri elektro-organskih i elektro-anorganskih sinteza. *Elektrokemijska konverzija energije i elektrokemija čistog okoliša*: elektrodni materijali u pretvornicima kemijske u električnu energiju, elektrodna kinetika gorivnih članaka, djelotvornost konverzije svjetlosne energije u električnu, baterije, akumulatori, elektrokemijsko pročišćavanje industrijskih otpadnih voda. *Eksperimentalne tehnike*: stacionarne i nestacionarne elektrokemijske tehnike u proučavanju elektrodnih reakcijskih mehanizama, elektrokemijska impedancijska spektroskopija, spektroskopske tehnike *ex situ* i *in situ*. *Vježbe* (laboratorijske): Impedancija elektrokemijskog članka. Elektrokatalitičko izlučivanje Cl₂, O₂, i H₂. Fotoelektrokemijska konverzija energije. Elektrokatalitička oksidacija metanola. zaštita materijala od korozije doradom korozivne sredine. Specifični oblici korozije materijala.

- J. O'M Bockris, S. U. M. Khan: *Surface Electrochemistry*, Plenum Press, New York 1993.
- C. H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich: *Electrochemistry*, Verlag Chemie, Weinheim 1998.
- A. Bard, L.R. Faulkner: *Electrochemical Methods; Fundamentals and Applications*, 2. izd., Verlag Chemie, Weinheim 1998.
- P. Marcus, J. Oudar (ur.): *Corrosion Mechanisms in Theory and Practice*, M. Dekker, New York 1995.
- Héctor D. Abruña (ur.): *Electrochemical Interfaces: Modern Techniques for in-situ Interface*

- Characterization, Verlag Chemie, Weinheim 1991.
- H. Wendt (ur.): *Electrochemical Hydrogen Technologies. Electrochemical Production and Combustion of Hydrogen*, Elsevier, Amsterdam 1990.
- H. Gerischer, C. W. Tobias (ur.): *Advances in Electrochemical Science and Engineering*, Vol. 1, Verlag Chemie, Weinheim 1990.

451 ODABRANA POGLAVLJA POVRŠINSKE I KOLOIDNE KEMIJE

Površinsko kompleksiranje. Mehanizam i ravnoteža površinskih reakcija (modeli 1pK, 2pK i MUSIC). Asocijacija protiona. Specifična adsorpcija. Eksperimentalne metode za karakterizaciju površinskog naboja (potencijometrija, elektrokinetika) i interpretacija mjernih podataka. Mikroemulzije: nastajanje, električna vodljivost. Agregacija i adhezija koloidnih čestica. Kinetika. Osnove i primjena Mössbauerove spektroskopije. Nastajanje čvrste faze. Veličina kristalita. Polimorfne transformacije. Feritizacija kovinskih kationa. Primjena FT-IR i Ramanove spektroskopije za proučavanje specifične adsorpcije. Veličina čestica i kinetika kristalizacije. Osnove Augerove spektroskopije i primjena u analizi površine kovina (oksidacija, korozija).

- B. W. Rossiter, R. C. Beatzold (ur.): *Investigation of Surfaces and Interfaces*, Physical Methods of Chemistry, Wiley, New York 1993.
- A. Dabrowski, V. A. Tertykh (ur.): *Adsorption on New and Modified Inorganic Sorbents*, Studies in Surface Science and Catalysis, Elsevier, Amsterdam 1996.
- M. Thompson, M. D. Baker, A. Christie, J. F. Tyson: *Auger Electron Spectroscopy*, Wiley, New York 1995.
- A. Vertes, L. Korecz, K. Burger: *Mössbauer Spectroscopy*, Elsevier, Amsterdam 1979.
- L. M. Coyne, S. W. S. McKeever, D. F. Blake: *Spectroscopic Characterization of Minerals and Their Surfaces*, Amer. Chem. Soc., Washington 1990.
- J. Lyklema: *Fundamentals of Interface and Colloid Science*, Vol. 1 i 2, Academic Press, London 1995.
- N. Kallay (ur.): *Interfacial Dynamics*, Marcel Dekker, New York 1999.

452 VOLTAMMETRIJA

Osnovni elektrodni procesi i reakcijski mehanizmi. Stacionarni voltamogram. Polarografija. Mogućnosti povećanja osjetljivosti i pouzdanosti mjerenja kontrolom elektrodnih procesa i vrsti mjernih tehnika. Elektrodni sustavi i uloga prijenosa mase u elektrolitu. Razvoj voltametrijske i polarografske instrumentacije. Metode i tehnike istosmjernje polarografije. Voltametrijske i potencijometrijske tehnike uz adsorpciju. Metode i tehnike izmjenične polarografije. Izmjenične tehnike u voltametriji. Pulsne tehnike i pobude kvadratnim i trokutastim valovima. Tehnike koje koriste pobude "bijelog šuma". Obradba i interpretacija mjernih rezultata. Uloga digitalne simulacije u interpretaciji mjernih rezultata. Automatizacija mjerenja i obradbe rezultata s pomoću računala.

- A.M. Bond: *Modern Polarographic Methods in Analytical Chemistry*, M. Dekker, New York 1980.
- M. Branica et al.: Application of anodic stripping voltammetry, *Croat. Chem. Acta* 49 (1977) 539-547.
- M. Lovrić, M. Branica: Application of ASV for trace metal speciation II-IV, *Croat. Chem. Acta* 53 (1980) 477-508.
- M. Branica: Speciation of Trace Metals in the Marine Environment, MAST/EUROMAR Marine Sci. and Techn. Project Reports, Vol. 2 (1995) pp.832-844.
- C.M.G. van den Berg, *Anal. Chim. Acta* 250 (1991) 265.
- A.A. Boulton, G.B. Baker, R.N. Adams: *Voltammetric Methods in Brain Systems*, Humana Press, Totowa, N.J. 1995.

453 RADIJACIJSKA KEMIJA

Definicije, povijest, značenje i uloga. *Izvori zračenja i eksperimentalne tehnike*: izotopski izvori; akceleratori; vrste zračenja; metode detekcije reaktivnih čestica. *Međudjelovanja zračenja i tvari*: gubitak energije nabijenih čestica i elektromagnetskog zračenja u tvari; karakteristične veličine; primarni procesi u radijacijskoj kemiji; prostorna raspodjela i vremenska skala događaja. *Reaktivne čestice*: pozitivni ioni, elektroni, negativni ioni, pobuđene molekule i slobodni radikali (nastajanje, fizikalno-kemijska svojstva i reaktivnost); utjecaj agregacijskog stanja tvari na zakonitosti radiolize. *Voda i vodene otopine*: kinetika i mehanizmi reakcija reaktivnih čestica u vodi i vodenim otopinama. *Organski spojevi*: zakonitosti radiolize organskih spojeva. *Biološki sustavi*: djelovanje zračenja na tri razine organizacije žive tvari (biomakromolekule, stanice, organizmi; rizik od ozračenja). *Dozimetrija* korpuskularnog i elektromagnetskog zračenja; fizikalne i kemijske metode dozimetrije. *Radijacijska tehnologija*: sterilizacija medicinskih proizvoda, ozračivanje namirnica, radijacijska polimerizacija, modifikacija polimera.

- J. W. T. Spinks, R. J. Woods: *An Introduction to Radiation Chemistry*, 3. izd., Wiley, New York 1990.
- R. V. Bensasson, E. J. Land, G. T. Truscott: *Excited States and Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford University Press, Oxford 1993.
- C. Ferradini, J.-P. Jay-Gerin: *Excesses Electrons in Dielectric Media*, CRC Press, Boca Raton, FL 1991.

- E. I. Gregoriev, L. I. Trakhtenberg: Radiation-Chemical Processes in Solid Phase Theory and Applications, CRC Press, Boca Raton, FL, 1996.
- Y. Tabata: Pulse Radiolysis, CRC Press, Boca Raton, FL, 1991.
- R. J. Woods, A. K. Pikaev: Applied Radiation Chemistry, Wiley, New York 1994.

454 RAVNOTEŽA I KINETIKA PROCESA U HETEROGENIM SUSTAVIMA

Ravnoteže u sustavima čvrsto/tekuće i *prezasićenost*: produkt topljivosti, koncentracije i aktivnosti u prezasićenim otopinama, neke kritične vrijednosti. *Kinetika i mehanizmi procesa*: nastanak čvrste faze iz prezasićenih otopina (nukleacija i rast kristala); otapanje. *Svojstva čvrste faze*: oblik kristala i njihova raspodjela po veličini, hidrodinamički čimbenici, kemijska svojstva, taložni dijagrami, utjecaj primjesa. *Sekundarne promjene čvrste faze*: transformacija, koagulacija, aglomeracija. Primjena. Pokazne vježbe.

- A. E. Nielsen: Kinetics of Precipitation, Pergamon Press, Oxford 1964.
- A. G. Walton: The Formation and Properties of Precipitates, Interscience, New York 1967.
- O. Söhnel, J. Garside: Precipitation, Butterworth-Heinemann, Oxford 1992.
- H. Fündel-Milhofer, A. G. Walton: Principles of Precipitation of Fine Particles, u: G. D. Parfitt (ur.): Dispersion of Powders in Liquids, 3. izd., Applied Science Publ., London 1981, str. 203-272.
- A. E. Nielsen: Precipitates: Formation, Coprecipitation and Aging, u: I. M. Kolthoff, P. J. Elving (ur.): Treatise on Analytical Chemistry, 2. izd., Vol. 3, Wiley, New York 1983, str. 269-347.
- B. Težak, Disc. Faraday Soc. 1966, 175; *Croat. Chem. Acta* 40 (1968) 63; 42 (1970) 81.
- A. E. Nielsen, *Croat. Chem. Acta* 42 (1970) 319; *Pure Appl. Chem.* 53 (1981) 2025.
- A. E. Nielsen, M. Toft: *J. Crystal Growth* 67 (1984) 278, 289.
- Lj. Brečević, D. Kralj: Kinetics and Mechanisms of Crystal Growth in Aqueous Systems, u: N. Kallay (ur.): Interfacial Dynamics, Marcel Dekker, New York 1999.

455 MATEMATIČKA KEMIJA

Predstavljanje podataka. Skupovi i djelomično uređeni skupovi. Preslikavanje i grupiranje podataka. Klusteriranje podataka. Neuronske mreže. Ortogonalni polinomi. Fourierova, Walshova, Hadamardova i druge transformacije. Predstavljanje kemijskih struktura. Matrica susjedstva. Matrica udaljenosti. Diskretna matematika u kemiji. Grafovi. Algoritmi na grafovima. Kompleksnost. Teorija informacija u kemiji. Topologija u kemiji. Kiralnost molekula. Simetrija molekula. Krute i fleksibilne molekule. Permutacijsko inverzijske grupe. Molekulska sličnost. Molekulska raznovrsnost. Kombinatorna kemija. Matematičko planiranje kemijske sinteze. Kombinatorno prebrojavanje. Izomeri. Sparivanja. Konjugirani prstenovi. Rekurentno prebrojavanje. Svojstva molekula i njihovo modeliranje topološkim indeksima i drugim deskriptorima. QSPR i QSPR. Raspodjele. Statistika. Korelacije. Faktorska analiza.

- R.E. Merrifield, H.E. Simmons: Topological Methods in Chemistry, Wiley, New York 1989.
- G. Polya, R.C. Reed: Combinatorial Enumeration of Groups, Graphs, and Chemical Compounds, Springer Verlag, Berlin 1987.
- D. Veijan: Kombinatorika s teorijom grafova, Školska knjiga, Zagreb 1989.
- D. Bishop: Group Theory and Chemistry, Dover Publications, New York 1993.
- R.B. King (ur.): Chemical Applications of Topology and Graph Theory, Elsevier, Amsterdam 1983.
- N. Trinajstić: Chemical Graph Theory, CRC Press, Boca Raton 1983.

456 MAGNETSKE REZONANCIJE

Osnovna načela magnetskih rezonancija: nuklearna magnetska rezonancija (NMR), elektronska spinska rezonancija (ESR). Spinski hamiltonian, magnetske interakcije, toplinska ravnoteža, spinske relaksacije. *NMR: (a) Klasične instrumentalne tehnike*: NMR niskog razlučivanja u čvrstom stanju (pulsni i širokolinjski NMR). NMR visokog razlučivanja u otopini (kemijski pomak i spinske sprege). *(b) Suvremene tehnike NMR*: pulsne tehnike, Fourierova transformacija, vrtinja pod čarobnim kutem. NMR visokog razlučivanja u čvrstom stanju. NMR oslikavanje. Metode dvodimenzijske NMR. *ESR*: Hiperfine interakcije. ESR radikala i iona u otopini. Spinske probe i spinske stupice. Dvostruke rezonancije (ELDOR i ENDOR).

- C.P. Slichter: Principles of Magnetic Resonance, Springer Verlag, Berlin 1980.
- J.E. Wertz, J.R. Bolton: Electron Spin Resonance. Elementary Theory and Practical Applications, McGraw Hill, New York, 1972.
- A.E. Derome: Modern NMR Techniques for Chemistry Research, Pergamon Press, Oxford 1987.

457 NANOTEHNOLOGIJE

Razvoj nanotehnologija. Znanost o površinama i tankim slojevima: eksperimentalne metode, elektronske i fotoelektronske spektroskopije, difrakcija niskoenergetskih elektrona, termalna desorpcija, izlazni rad.

Manipuliranje pojedinim atomima, tunelirajuće mikroskopije (STM, AFM, MFM). Nano-strukture: od molekularnih i atomskih grozdova do čvrstog tijela, elektronska i magnetska svojstva nano-struktura, primjena, ugljikov "zoološki vrt" (fullereni). Primjene u tehnologiji.

- P.W. Atkins: Physical Chemistry, 6. izd., Oxford University Press, Oxford 1998.
- A. Zangwill: Physics at Surfaces, Cambridge University Press, Cambridge 1989.
- C. J. Chen: Introduction to Scanning Tunneling Microscopy, Oxford University Press, Oxford 1993.
- D. Sarid: Scanning Force Microscopy with Applications to Electric, Magnetic, and Atomic Forces, Oxford University Press, Oxford 1993.
- N. Taniguchi: Nanotechnology, Oxford University Press, Oxford 1996.
- D. Koruga: Fullerene C₆₀: History, Physics, Nanobiology, Nanotechnology, Elsevier Science, Amsterdam 1993.

458 FIZIKALNA KEMIJA MAKROMOLEKULA

Struktura lanca, veličina i oblik makromolekula, raspodjela molekulske mase. *Statistika polimernog lanca*: poljmer vrtinje, udaljenost krajeva lanaca, gustoća klupka, kinetička i termodinamička gibljivost lanca. *Fizička stanja makromolekula*: staklasto stanje, fazni prijelazi, teorije staklastog prijelaza, slobodni volumen i slaganje makromolekula, amorfna stanja, gumasto stanje, osnove elastičnosti gume. *Strukturni parametri i relaksacijski procesi*: vrste gibanja, relaksacijski procesi ispod i iznad staklastog prijelaza, relaksacije u heterogenim sustavima. *Otopine makromolekula*: teorija otopina, termodinamika otopina, ravnotežna stanja i odnosi faza u otopinama makromolekula, bubrenje i frakcioniranje. *Struktura otopina*: metode, stanje tekućih kristala, polielektroliti, gelovi. *Procesi prijenosa u polimernim otopinama*: viskoznost, difuzija, sedimentacija.

- S. F. Sun: Physical Chemistry of Macromolecules: Basic Principles, Wiley, New York 1994.
- A. A. Tager: Physical Chemistry of Polymers, Mir Publ., Moscow 1972.
- P. J. Flory: Statistical Mechanics of Chain Molecules, Interscience Publ., New York 1969.
- J. D. Ferry: Viscoelastic Properties of Polymers, Wiley, New York 1970.
- F. W. Billmeyer: Textbook of Polymer Science, Wiley, New York 1984.
- G. Strobl: The Physics of Polymers, Springer Verlag, Berlin 1997.

Smjer: Analitička kemija

501 SPEKTROSKOPSKE METODE STRUKTURNE ANALIZE

Spektrometrija masa: Načela i instrumentacija. Ionizacija, fragmentacija i nastanak spektra. Mehanizmi fragmentacije i interpretacija spektara. *Spektroskopija nuklearne magnetske rezonancije (NMR)*: Načela magnetske rezonancije, magnetska svojstva materije. NMR-aktivne jezgre. NMR spektrometri. Spektralni parametri NMR: kemijski pomak, sprema spin-spin, relaksacijsko vrijeme. Dvodimenzijnska NMR spektroskopija (COSY, HETCOR, NOESY, ROESY, itd.). Inverzne NMR tehnike (HMQC, HMSQ, HMBC. itd.). Utvrđivanje strukture putem nuklearnog Overhauserova efekta (NOE). Dinamička spektroskopija NMR. Korištenje efekata dugog doseg a i izotopnog obilježavanja u NMR za određivanje strukture i konformacije molekule. Analitičke primjene NMR spektroskopije. Analiza jedno- i dvodimenzionalnih NMR spektara. Određivanje strukture spoja kombinacijom podataka iz MS, UV, IR i NMR spektara. Pokazne vježbe u laboratoriju.

- J. R. Chapman: Practical Organic Mass Spectrometry, Wiley, New York 1985.
- R. M. Silverstein, C. G. Bassler, T. C. Morrill: Spectrometric Identification of Organic Compounds, 5. izd., Wiley, New York 1991.
- L. D. Field, S. Sternhell (ur.): Analytical NMR, John Wiley & Sons, New York 1989.
- H. O. Kalinowski, S. Berger, S. Brown: Carbon-13 NMR Spectroscopy, Wiley, New York 1991.
- H. Friebolin: Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy, Verlag Chemie, Weinheim 1993.

502 SPEKTROMETRIJSKE METODE ELEMENTNE ANALIZE

Analiza elemenata atomskim spektrometrijskim metodama, povijesni razvitak, sadašnje stanje, primjena za pojedine elemente. *Priprema uzoraka*: prikupljanje i spremanje uzoraka, mineralizacija, odjeljivanje i koncentriranje elemenata prije analize, izvori kontaminacije. *Teorija atomske spektrometrije*: atomska apsorpcija, emisija i fluorescencija. *Atomska apsorpcijska spektrometrija (AAS)*: osnovna svojstva instrumenata (vrste, automatizacija, izvori zračenja), kalibracija, atomizacija u plamenu, elektrotermička atomizacija, korekcija pozadine, posebne tehnike (tehnika razvijanja hladnih para, hidridna tehnika). *Atomska emisijska spektrometrija (AES)*: plamena i plazmena AES. Interferencije i korekcija pozadine. *Atomska fluorescencijska spektrometrija (AFS)*: izvori zračenja, atomizacija, odabir valne duljine, interferencije. *Usporedba pojedinih metoda*: granice detekcije, koncentracijska mjerna područja. Primjena u industriji, ekologiji i medicini. Pokazne vježbe u laboratoriju.

- L. H. J. Lajunen: Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption and Emission, Royal Society of Chemistry, Cambridge 1992.
- B. Weltz: Atomic Absorption Spectrometry, Verlag Chemie, Weinheim 1985.
- G. V. Iyengar: Elemental Analysis of Biological Systems, Vol.1, Biomedical, Environmental, Compositional and Methodological Aspects of Trace Elements, CRC Press, Boca Raton 1989.
- E. Merian: Metals and Their Compounds in the Environment, Occurrence, Analysis and Biological Relevance, VCH, Weinheim 1991.
- J. C. Van Loon: Selected Methods of Trace Analysis: Biological and Environmental Samples, Wiley, New York 1985.
- D. A. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman: Principles of Instrumental Analysis, 5. izd., Harcourt Brace College Publishers, Philadelphia 1998.

503 ELEKTROANALITIČKE METODE

Teorijske osnove: Galvanski članak. Elektroadni potencijal. Elektroliza. Referentne elektrode. Električni dvosloj. Brzina elektrokemijske reakcije. Difuzijska struja. Ovisnost struje o naponu. Difuzijska struja pri nestacionarnim uvjetima. Pregled elektroanalitičkih metoda. *Elektrokemijske mjeme sprave:* potencijostat, galvanostat, digitalne mjerne sprave. *Potencijometrija:* indikatorske elektrode, izravna potencijometrija, potencijometrijska titracija (kiselinsko-bazne titracije, taložne titracije, titracije zasnovane na nastajanju kompleksa, redoks-titracije). *Polarografija:* Kapajuća živina elektroda. Difuzijska struja. Jednadžba polarografskog vala. Osnovna i kondenzatorska struja na kapajućoj živinoj elektrodi. Migracijska struja. Nepravilnosti u struji na kapajućoj živinoj elektrodi. Utjecaj koncentracije vodikovih iona na reverzibilni polarografski val. Kvazireverzibilni i ireverzibilni polarografski val. Polarografski odziv smjese više elektroaktivnih tvari. Kinetički i katalitički polarografski val. ECE-mehanizam elektrodne reakcije. Granična struja kontrolirana adsorpcijom i stvaranjem filma na površini elektrode. Pulsna i diferencijalna pulsna polarografija. Voltametrija anodnog otapanja. Voltametrija katodnog otapanja. Potencijometrija otapanja analita. Analiza otapanjem adsorbiranog sloja. *Elektrogravimetrija:* potencijal taloženja i vrijeme elektrolize, elektroliza uz kontrolu potencijala i elektroliza uz kontrolu struje. Anodne reakcije. Elektroseparatorija. *Kulometrija* uz kontrolu potencijala i uz kontrolu struje. *Elektrometrijsko određivanje završne točke titracije:* potencijometrijska titracija s jednom i s dvjema indikatorskim elektrodama. Amperometrijska titracija s jednom i s dvjema indikatorskim elektrodama. *Konduktometrija.* Doprinos pojedinih ionskih vrsta molarnoj provodnosti. Utjecaj koncentracije elektrolita na svojstva iona u otopini. Prijenosni broj iona. Električna pokretljivost iona. Mjerenje električne vodljivosti otopina. Primjene. Konduktometrijska titracija. Visokofrekvencijska konduktometrijska mjerenja.

- A. J. Bard, L. R. Faulkner: Electrochemical Methods - Fundamentals and Applications, Wiley, New York 1980.
- J. A. Plambeck: Electroanalytical Chemistry - Basic Principles and Applications, Wiley, New York 1982.
- J. Koryta, J. Dvorak: Principles of Electrochemistry, Wiley, New York 1987.
- D. R. Crow: Principles and Application of Electrochemistry, Routledge, Chapman and Hall, New York 1988.
- J. Koryta: Ion Selective Electrodes, Cambridge University Press, Cambridge 1975.
- D. Midgley, K. Torrance: Potentiometric Water Analysis, Wiley, New York 1978.
- A. Bond: Modern Polarographic Methods in Analytical Chemistry, Marcel Dekker, New York 1980.
- J. J. Lingane: Electroanalytical Chemistry, 2. izd., Wiley-Interscience, New York 1980.
- V. Pravičić: Kulometrijska analiza, u: I. Filipović i P. Sabioncello (ur.): Laboratorijski priručnik, I. dio, Knjiga II, Tehnička knjiga, Zagreb 1978.
- I. Piljac: Oscilopolarografija, u: I. Filipović i P. Sabioncello (ur.), Laboratorijski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb 1978.
- I. Piljac: Elektroanalitičke metode. Teorijske osnove, mjeme naprave i primjena, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, RMC d.o.o., Zagreb 1995.
- Kh. Brainina, I. E. Neyman: Electroanalytical Stripping Methods, u: J. D. Winerfordner, (ur.), Chemical Analysis, A Series of Monographs on Analytical Chemistry and Its Applications, Vol. 126, Wiley, New York 1993.
- J. Wang: Analytical Electrochemistry, VCH, New York 1994.
- A. J. Bard, I. Rubinstein (ur.): Electroanalytical Chemistry, A Series of Advances, Vol. 20, Marcel Dekker, Inc., New York 1998.
- C. M. A. Brett, A. M. Oliveira Brett: Electroanalysis, Oxford University Press, Oxford 1998.
- J. P. Hart: Electroanalysis of Biological Important Compounds, Ellis Horwood, Chichester 1990.
- M. Whitfield, I. D. Jagner: Marine Electrochemistry, Wiley, New York 1981.

504 KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE

Teorija kromatografskog procesa. Uspostava ravnotežnog stanja. Broj teorijskih uravnoteženja. Selektivno zadržavanje molekula. Podjela kromatografskih analitičkih metoda: prema agregacijskim stanjima stacionarne i mobilne faze, prema načinu izvedbe, i prema fizikalno-kemijskim procesima. Činitelji koji utječu na kromatografski proces. Djelotvornost i selektivnost odjeljivanja. Optimiranje kromatografskog procesa.

Dobivanje analitičkih podataka iz kromatografskog procesa i njihova obradba. Karakterizacija sastojaka i utvrđivanje udjela sastojaka u ispitivanoj smjesi. Odabir kromatografske metode s obzirom na svojstva analiziranih spojeva. Priprava uzoraka za kromatografsku analizu. *Tankoslojna kromatografija*. Izvedba kromatografskog postupka na tankom sloju. Karakterizacija spojeva. Kvantitativna tankoslojna kromatografija. Primjene. *Tekućinska kromatografija*. Priroda mobilne i stacionarne faze. Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti: adsorpcijska tekućinska kromatografija, razdjelna tekućinska kromatografija, kromatografija na vezanim fazama. Kromatografija ionskom zamjenom. Kromatografija ionskih parova. Kromatografija steričkom ekskluzijom. Primjene. *Plinska kromatografija*. Plinsko-tekućinska kromatografija. Adsorpcijska kromatografija. Dijelovi plinskokromatografskog sustava. Vezani sustavi plinske kromatografije i drugih instrumentalnih tehnika. Primjene. *Kromatografija sa superkritičnim fluidom*. Svojstva stacionarne i mobilne faze. Dijelovi kromatografskog sustava. Primjene. *Kapilarna elektroforeza*. Princip Instrumentacija. Primjene. Pokazne vježbe u laboratoriju.

- S. Turina: Tankoslojna kromatografija, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb 1984.
- F. Geiss: Fundamentals of Thin Layer Chromatography, Huethig, Mamaroucek, N.Y. 1987.
- R. E. Kaiser, A. J. Backstraw: Computer Chromatography, Huethig, Mamaroucek, N.Y. 1987.
- H. Engelhardt (ur.): Practice of High Performance Liquid Chromatography, Springer-Verlag, Berlin 1983.
- P. J. Schoenmakers: Optimization of Chromatographic Selectivity, Journal of Chromatography Library, Vol. 36, Elsevier, Amsterdam 1986.
- E. Heftmann: Chromatography, Part A: Fundamentals and Techniques, Journal of Chromatography Library, Vol. 51A, Elsevier, Amsterdam 1992.
- R. A. Kellner, J. M. Memet, M. Otto, H. M. Widmer (ur.): Analytical Chemistry, Verlag Chemie, Weinheim 1998.
- D. A. Skoog, F. J. Holler, T. A. Nieman: Principles of Instrumental Analysis, Fifth Edition, Hachett Brace College Publishers, Philadelphia 1998.

505 KEMIJSKA OSJETILA I BIO-OSJETILA

Definicija i tipovi osjetila (senzora). Elektrokemijska osjetila. Načela i značajke kemijskih potenciometrijskih i voltametrijskih osjetila. te kemijski senzibilizirani tranzistora s efektom polja. Vrste elektrodnih membrana. Minijaturizacija elektroda. Načela i značajke kemijskih optičkih osjetila. Načela i metodologija enzimske i imunoanalize. Metode imobilizacije. Biokatalitički (enzimi, organizmi, tkiva) i afinitetni sustavi (antitijela, nukleinske kiseline, stanični receptori) kao osjetilni elementi. Elektrokemijska, optička, piezoelektrična i kalorimetrijska bio-osjetila. Mjerne tehnike. Primjeri primjene kemijskih osjetila i bio-osjetila.

- K. Cammann: Das Arbeiten mit ionenselektiven Elektroden, 3. izdanje, Springer Verlag, Heidelberg 1996.
- J. Koryta, K. Štulic, Ion-Selective Electrodes, 2. izd., Cambridge University Press, Cambridge 1983.
- W.E. Morf, The Principles of Ion-Selective Electrodes and of Membrane Transport, Akademiai Kiado, Budapest 1981.
- Y. Umezava: Handbook of Ion-Selective Electrodes: Selectivity Coefficients, CRC Press, Boca Raton 1990.
- O.S. Wolfbeis: Fiberoptic Chemical Sensors and Biosensors, Unisience Series, CRC Press, Boca Raton 1991.
- M. Valcree, M.D. Luque de Castro: Flow-Through (Bio)Chemical Sensors, Elsevier, Amsterdam 1994.
- R.F. Taylor, J. S. Schultz (ur.), Handbook of Chemical and Biological Sensors, Institute of Physics Publishing, Bristol 1996.
- F. Oehme: Chemische Sensoren heute und morgen, Expert Verlag, Renningen 1994.
- A.P.F. Tumer (ur.): *Advances in Biosensors*, JAI Press, London 1992.

506 ANALITIKA ORGANSKIH ZAGAĐIVALA

Uvod u analitičku kemiju organskih zagađivala • katastar zagađivala – prioriteta zagađivala • osnovne fizičke kemije organskih zagađivala • uzorkovanje, obrada i čuvanje uzoraka • postupci za obogaćivanje i frakcionaciju • kvalitativna i kvantitativna analiza • kromatografske metode • spektroskopske metode • elektrokemijske metode • imunokemijske metode • vezani sustavi (GC/MS, LC/MS, ICP/MS) • određivanje važnijih skupina specifičnih organskih zagađivala – ugljikovodici, klorirani insekticidi, poliklorirani bifenili, herbicidi, lakohlapljivi halogenirani ugljikovodici, fenoli, tenzidi, farmaceutski spojevi, organometalni spojevi • osnovne statističke obrade podataka – primjena u zaštiti okoliša.

- B.B. Kebbekus, S. Mitra (Eds.), Environmental Chemical Analysis, Blackie, London 1998, p. 330.
- D. Perez-Bendito, S. Rubio, Environmental Analytical Chemistry, Elsevier, Amsterdam 1999.
- D. Barcelo (Ed.), Environmental Analysis. Techniques, Applications and Quality Assurance, Elsevier Science, Amsterdam 1993, p. 658.
- D. Barcelo (Ed.), Sample Handling and Trace Analysis of Pollutants. Techniques, Applications and Quality Assurance, Elsevier Science, Amsterdam 2000, p. 1116.
- R.P. Schwarzenbach, P.M. Gschwend, D.M. Imboden, Environmental Organic Chemistry, John Wiley & Sons, Inc., New York 1993, p. 681.

507 SUVREMENE METODE MOLEKULSKE SPEKTROSKOPIJE

Interferometrija i Fourierova transformacija (FT) u infracrvenoj spektroskopiji (IR). Disperzivna i FT Ramanova spektroskopija. Bliska infracrvena spektroskopija (NIR). Dvodimenzijaska IR spektroskopija. Vremenski razlučena vibracijska spektroskopija (rapid scan i step scan). Kontinuirana i pulсна tehnika u nuklearnoj magnetskoj rezonanciji (NMR). Fourierova transformacija u NMR: dvo- i višedimenzijaska tehnika. Sprega spektrometara NMR s kromatografskim (GC; LC) i masenospektrometrijskim (MS) tehnikama. FT u masenoj spektrometriji. Nove tehnike: MALDI TOF i elektrosprašenje.

- B. Schrader (Ed.): *Infrared and Raman Spectroscopy. Methods and Applications*, VCH, Weinheim, 1995.
- I.R. Lewis, H.G.M. Edwards (Eds.): *Handbook of Raman Spectroscopy*, Marcel Dekker, New York 2002.
- H. Friboin: *Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy*, VCH, Weinheim 1993.
- T.D.W. Claridge: *High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry*, Pergamon, Amsterdam 1999.

552 VOLTAMMETRIJSKA I POLAROGRAFSKA ANALIZA TRAGOVA

Osnovna načela analize tragova metala, organskih spojeva i površinski aktivnih tvari elektrokemijskim metodama. Osnovna načela polarografske (polarografija s istosmjernom i s izmjeničnom strujom, pravokutnovalna i impulsna polarografija) i voltammetrijske (jednosmjerna, ciklička i voltametrija s prethodnom akumulacijom) tehnike određivanja. Faradajski i nefaradajski procesi na elektrodama. Difuzijom i kinetikom kontrolirani procesi. Primjena, prednosti i nedostaci pojedinih tipova radnih elektroda (kapajuća živina elektroda, viseća živina kap, krute elektrode, složena elektroda živa/grafit, rotirajuća elektroda) i čelija (adsorpcija na stijenke, miješanje, termostatiranje). Utjecaj medija i osnovnog elektrolita i mogućnosti separacije smjese tragova. Važnost deaeracije, čistoća kemikalija i laboratorijskog posuđa. Primjena pojedinih tehnika u praktičnoj analizi tehničkih materijala, kontroli proizvoda, ispitivanju kvalitete voda i kontroli zagađenja.

- A.M. Bond: *Modern Polarographic Methods in Analytical Chemistry*, Marcel Dekker, New York 1980.
- A.J. Bard, L.R. Faulkner: *Electrochemical Methods*, Wiley, New York 1980.
- P. Rach: *Polarography and Voltammetry in Trace Analysis*, Hüthig Verlag, Heidelberg 1987.
- H. Jehring: *Elektrosorptionanalyse mit der Wechselelektropolarographie*, Academic Verlag, Berlin 1974.
- I. Piljac: *Elektroanalitičke metode, Teorijske osnove, mjerne naprave i primjena*, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, RMC, Zagreb 1995.

553 UPRAVLJANJE KAKVOĆOM ANALITIČKIH POSTUPAKA

Kontrola kvalitete kao dio osiguranja kvalitete kemijskih mjerenja. Uvođenje kontrole kvalitete te pouzdanost i točnost analitičkih rezultata. Protokoli za postupke uzorkovanja, prethodne obradbe uzoraka, mjerenja, baždarenja, instrumentalnog odziva te obradbe podataka i izvješća. Sastavnice analitičke kontrole kvalitete: odgovarajuća opremljenost laboratorija, dobri laboratorijski postupci ("good laboratory practice"), dobri postupci mjerenja ("good measuring practice"), standardni analitički postupci ("standard operation procedures"), sustav pohrane podataka i izvješća, školovanje i usavršavanje laboratorijskog osoblja, nadzor nad laboratorijem. Utvrđivanje osposobljenosti laboratorija i postupak ovlaščivanja.

- J.K. Taylor: *Principles of Quality Control, u: Quality Assurance of Chemical Measurements*, 12 pogl., Lewis Publishers, Chelsea 1987.
- Opći kriteriji za rad ispitnih laboratorija, Hrvatska norma HRN EN 45001, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Zagreb 1996.
- Statistika - Rječnik i zanakovi, 2. dio. Statističko upravljanje kakvoćom, Hrvatska norma HRN ISO 3534-2, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Zagreb 1997.
- J. N. Miller: *Basic statistical methods, a review*, Analyst 116 (1991) 3-14.
- M. Thompson, R. Wood: *International harmonized protocol for proficiency testing of (chemical) analytical laboratories*, J. AOAC International 76 (1993) 926-940.

POSLIJEDIPLOMSKI ZNANSTVENI STUDIJ IZ ZNANSTVENOG POLJA BIOLOGIJE

Akad. god. 2004./2005.

<http://zg.biol.pmf.hr>

Voditelj studija: Dr. sc. Ivan Bašić, red. prof.

Na Biološkom odsjeku organizira se poslijediplomski studij iz područja biologije za stjecanje magisterija i doktorata znanosti.

AKADEMSKA ZVANJA

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Molekularna i stanična biologija)

Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Biologiam molecularem et cellularem) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Biomedicina)

Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Biomedicinam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Ekologija)

Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Oecologiam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (Toksikologija)

Magister scientiarum naturalium ad biologiam (Toxicologiam) pertinentium

Doktor prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija

Doctor scientiarum naturalium ad biologiam pertinentium

NASTAVNI PLAN

SMJER 1: MOLEKULARNA I STANIČNA BIOLOGIJA

I godina

A) OBEZATNI PREDMETI

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	
4101	E. Reiner, V. Simeon-Rudolf, Z. Radić	Enzimi, kinetika reakcije i mehanizmi	20+0	6,60
4102	I. Weygand- Đurašević	Ekspresija gena i analiza genskih produkata	20+0	4,95
4103	V. Gamulin	Molekularna evolucija	20+0	6,60
4104	M.-M. Sopta	Transkripcijski mehanizmi u kontroli staničnog ciklusa	20+0	6,60

A1) Obvezatni predmeti za poslijediplomski za studente koji nisu završili studij molekularne biologije na PMF, odnosno nisu položili sljedeće predmete:

	D. Papeš	Genetika	30+30	
	E. Salaj-Šmic	Molekularna genetika	30+30	

	I. Weygand-Đurašević	Biokemija III	30+15	
	V. Delić	Genetičko inženjerstvo u biotehnologiji	30+15	
4105	S. Jelaska	Metodologija znanstvenog rada	15+15	4,9

B) IZBORNI PREDMETI**Genetika**

4106	E. Salaj-Šmic, N. Lersš	Molekularna biologija prokariota	20+0	6,60
4107	Z. Zgaga	Genetika jednostavnih eukariota	15+0	
4108	Đ. Ugarković, M. Plohl	Organizacija eukariotskog genoma	20+10	6,60
4109	M. Petranović	Genetička rekombinacija	12+0	
4110	D. Papeš	Organizacija kromosoma	10+ 5	
4111	M. Radman, Z. Zgaga	Najnovija dostignuća u molekularnoj biologiji	15+0	4,95
4112	B. Nagy, I. Štagljar	Struktura gena i njihova transkripcija	20+10	

Stanična biologija

4113	N. Ljubešić, M. Krsnik-Rasol	Organizacija i funkcija staničnih struktura	10+10	3,30
4114	J. Ban, M. Matulić, I. Rubelj	Biologija i biokemija tumorskih stanica	15+0	4,95
4115	M. Osmak	Karcinogeneza	15+3	5,00
4116	B. Brdar	Kultura animalnih stanica	15+5	5,00
4117	S. Jelaska	Kultura biljnih stanica	15+0	4,95
4118	N. Ljubešić, I. Weber	Metode mikroskopije	15+5	5,00

Razvojna biologija

4119	S. Jelaska	Ekperimentalna biljna embriogeneza	10+5	3,30
4120	V. Magnus, S. Jelaska	Regulacijski mehanizmi biljnog razvoja	15+5	5,00
4121	D. Šerman, V. Crnek, K. Brčić-Kostić	Regulacija animalnog razvoja	10+5	3,30

Specijalna poglavlja biologije

4122	N. Juretić, M. Krajačić,	Biljni virusi	15+5	5,00
4123	I. Regula	Fiziologija klijanja sjemenaka	10+0	3,30
4124	A. Ferle-Vidović	Biološki učinci zračenja	15+5	5,00
4125	D. Hranueli	Genetska regulacija biosinteze antibiotika	15+5	5,00
4126	B. Brdar	Molekularna biologija animalnih virusa	15+5	5,00
4135	A. Ambriović Ristov	Molekularne osnove genske terapije	10+0	3,30
4136	D. Hranilović	Molekularno-genetičke osnove poremećaja ponašanja	10+0	3,30
4137	D. Vujaklija	Stanična regulacija kod bakterija	10+2	3,50
4138	I. Rubelj	Molekularna biologija starenja	15+0	4,95
4139	H. Fulgosi	Genetika i evolucija mitohondrija i kloroplasta	12+0	4,50
4140	K. Vlahoviček	Računalna biologija	10+10	3,30

Biokemija

4127	I. Vicković*	Proteinska kristalografija I	30+15	10,00
4128	I. Vicković	Proteinska kristalografija II	10+5	3,30
4129	M. Flögel-Mršić	Bioenergetika	15+5	5,00
4130	T. Žanić-Grubišić	Biološke membrane i međustanična komunikacija	15+5	5,00
4131	V. Mrša	Glikoproteini - struktura i funkcija	10+5	3,30
4132	Ž. Kučan	Interakcija proteina s DNA	10+0	3,30
4133	G. Pifat-Mrzljak	Biofizičke metode	20+10	6,60
4134	D. Juretić**	Bioinformatika	11+4	5,00

II godina

4601	Seminar I (obvezan upis)	30	9,90
	Magistarski rad	300	

III godina (DOKTORSKI STUDIJ)

4602	Seminar II (obvezan upis)	30	9,90
4603	Seminar III (obvezan upis)	30	
	Doktorska disertacija	300	

SMJER 2. EKOLOGIJA**I godina****A) OBVEZATNI PREDMETI**

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	
4201	M. Kerovec	Ekološke metode u valorizaciji i zaštiti prostora	20+5	6,60
4202	I. Habdija, B. Stilinović	Energetski koncept, biogeokemijski ciklusi i trofija ekosustava	20+5	6,60
4203	T. Legović	Modeliranje u ekologiji	10+10	6,60
4204	T. Legović	Statističke metode u ekologiji	10+10	6,60
4229	V. Kušan	Daljijska istraživanja u ekologiji	15+10	5,00
4505	O. Springer, Č. Lucu	Ekotoksikologija	15+0	4,95

A1) Obvezatni predmeti za poslijediplomski za studente koji nisu završili studij biologije na PMF, odnosno nisu položili sljedeće predmete:

4105	S. Jelaska	Metodologija znanstvenog rada	15+15	
	M. Kerovec	Ekologija životinja s biocenologijom	60+60	
	J. Topić	Ekologija bilja	60+45	
	M. Mrakovčić	Zaštita prirode	45+0	

B) IZBORNI PREDMETI**Ekologija mora**

4205	I. Katavić	Marikultura	15+5	
4206	I. Jardas	Ihti fauna mora i ribarstvo	15+5	5,0
4207	D. Viličić	Fitoplankton mora	15+5	00
4208	B. Antolić	Fitobentos mora	15+5	

4209	F. Kršinić,	Zooplankton mora	15+ 5	5,00
4210	A. Požar-Domac	Zoobentos mora	15+ 5	5,00
4231	A. Požar-Domac, D. Viličić	Onečišćenje i zaštita mora	15+ 5	5,00

Ekologija kopnenih voda

4211	M. Meštrov	Ekologija podzemnih voda	10+ 5	3,30
4212	S. Mišetić	Akvakultura	15+ 5	5,00
4213	A. Plenković-Moraj	Fitoplankton i mikrofitobentos slatkovodnih ekosustava	15+ 5	5,00
4214	Lj. Marković	Makrofitska flora voda na kopnu	10+15	5,00
4215	I. Habdija	Raspored i funkcionalna organizacija zajednica u vodama na kopnu	15+ 0	4,95
4216	B. Primc-Habdija	Zooplankton u jezerskim ekosustavima	20+10	7,00
4217	M. Kerovec, Z. Mihaljević	Zoobentos kopnenih voda	20+10	7,00
4218	M. Kerovec	Biologija onečišćenih voda	20+10	7,00
4219	M. Mrakovčić	Ihtiofauna kopnenih voda i načini gospodarenja	20+10	7,00
4220	B. Stilinović	Bakteriologija onečišćenih voda	10+10	4,00
4221	L. Šipoš	Postupci pročišćavanja otpadnih voda	15+10	5,00

Ekologija kopnenih ekosustava

4222	I. Trinajstić	Principi i metode biljne taksonomije	15+ 5	5,00
4223	N. Šegulja	Vegetacijsko kartiranje	10+10	4,00
4224	J. Topić	Dinamika vegetacije i biološka raznolikost	15+10	5,00
4225	J. Topić	Rijetke i ugrožene biljke hrvatske flore	15+10	5,00
4226	N. Tvrković	Ekologija terestričkih kralješnjaka	15+10	5,00
4227	P. Durbešić	Biologija i ekologija kopnenih člankonožaca	15+10	5,00
4228	Z. Dolenc	Ekologija ptica	15+ 5	5,00
4230	M. Bogunović	Pedologija	15 + 5	5,00
4232	J. Topić	Uređenje krajobraza	10+15	5,00

II godina

4601	Seminar I (obvezan upis)	30	9,90
	Magistarski rad	300	

III godina (DOKTORSKI STUDIJ)

4602	Seminar II (obvezan upis)	30	9,90
4603	Seminar III (obvezan upis)	30	9,90
	Doktorska disertacija	300	

SMJER 3. FIZIOLOGIJA I IMUNOBIOLOGIJA

I godina

A) OBVEZATNI PREDMETI

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj./s.	
4301	V. Jovanović, Z. Pišl	Biostatistika	10+10	4,00
4316	M. Boranić, T. Marotti	Neuroimunologija	20+ 6	7,00
4322	D. Šerman i sur.	Odabrana poglavlja iz molekularne biologije	15+ 0	5,00
<i>A1) Obvezatni predmeti za poslijediplomski za studente koji nisu završili studij biologije na PMF, odnosno nisu položili sljedeće predmete</i>				
4105	S. Jelaska	Metodologija znanstvenog rada	15+15	
	-	Animalna fiziologija*	60+60	
	V. Gamulin i sur.	Molekularna genetika	30+30	

B) IZBORNI PREDMETI**Imunobiologija**

4112	B. Nagy, I. Štagljar	Struktura gena i njihova transkripcija	20+10	
4304	V. Kerhin-Brkljačić	Imunogenetika glavnog sustava histokompatibilnosti	10+4	
4305	M. Antica	Razvoj i diferencijacija limfocita T	10+4	
4306	P. Lučin	Prezentacija antigena	8+2	
4307	A. Gagro	Efektorske funkcije limfocita	10+4	
4308	A. Sabioncello	Regulacija imunoreakcija	10+2	
4309	S. Rabatić	Nespecifična imunost	8+2	
4310	R. Mažuran	Molekularni mehanizmi upale	8+2	
4311	S. Jonjić	Imunost na viruse	8+2	
4312	I. Bašić, B. Malenica	Imunobiologija tumora i metastaza	14+6	6,00
4313	B. Nagy	Molekularna onkologija	10+2	
4314	A. Juretić	Imunoterapija	10+2	
4315	I. Svoboda-Beusan	Rezistencija na lijekove	6+2	2,0
4317	D. Rukavina	Reprodukcijaska imunologija	8+2	
4318	A. Sabioncello, B. Vranešić	Metode u imunologiji	12+4	4,00
4320	M. Radačić, L. Šuman	Životinjski modeli u imunologiji	8+2	3,00
4321	I. Valpotić, I. Bašić	Imunost u domaćih životinja	10+4	3,50

Fiziologija

4323	K. Kostial, M. Piasek	Fiziologija mineralnog metabolizma	10+10	4,00
4324	V. Nikolić, M. Hudec, O. Muftić	Odabrana poglavlja biomehanike	15+ 5	5,00
4325	M. Jurin	Eksperimentalna onkologija	15+ 5	5,00

4326	M. Poljak-Blaži	Fotobiologija	15+ 0	4,95
4328	Ž. Bradamante	Biologija međustanične tvari	10+ 0	3,30
4329	M. Košiček, T. Legović	Matematičke metode i modeliranje u biologiji	10+10	4,00
4330	Č. Lucu	Metabolički i transportni procesi u stanicama	15+ 0	4,95
4331	M. Flögel-Mršić	Biomolekularna termodinamika	15+ 0	4,95
4332	B. Jernej, L. Čičin-Šain	Neurobiološki modeli u istraživanju mozga	10+ 6	3,50
4333	J. Geber	Izabrana poglavlja neurofiziologije	10+ 0	3,30
4334	D. Perić	Prijenos živčanih informacija	10+5	3,50
4335	Z. Lacković	Farmakologija živčanog sustava	16+4	5,50
4336	R. Štern-Padovan	Radiologijska anatomija	10+5	3,50
4337	V. Nikolić, A. Jo Osvatić, Z. Kelavić	Funkcionalna anatomija čovjeka	10+5	3,50
4338	S. Gamulin	Molekularna patologija	10+4	5,00
4339	Z. Pišl, V. Jovanović	Rad i programiranje na elektronskom računalu	5+15	3,50
4340	N. Žarković, F. Tatzber	Oksidativni stres – fiziološke i patofiziološke značajke	12+2	3,30

II godina

4601	Seminar I (obvezan upis)	30	9,90
	Magistarski rad	300	

III godina (DOKTORSKI STUDIJ)

4602	Seminar II (obvezan upis)	30	9,90
4603	Seminar III (obvezan upis)	30	9,90
	Doktorska disertacija	300	

SMJER 4. BIOLOŠKA ANTROPOLOGIJA**I godina****A) OBEZATNI PREDMETI**

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+se+vj	
4401	P. Rudan	Antropologija i populacijska biologija čovjeka	15+5+0	5,00
4402	V. Jovanović, B. Janićijević	Genetika stanovništva	15+3+0	5,00
4403	A. Sujoldžić	Čovjek Kulturno određenje	10+5+0	3,50

B) IZBORNI PREDMETI

4404	M. Kalafatić	Evolucija Principi i mogućnosti	10+5+0	3,50
4405		Paleoantropologija	10+5+0	3,50
4406	S.M. Špoljar Vržina	Medicinska antropologija	10+0+0	3,30
4407	B. Janićijević	Molekularna antropologija	10+5+5	4,00
4408	L. Szivovicza	Analize podataka	10+3+7	4,00

4409	V. Jovanović	Antropološki modeli	10+3+2	3,50
4410	P. Rudan	Primjenjena antropologija	24+6+0	8,00
4411	J. Miličić	Terenska nastava	2+4+14	3,50

C) SPECIJALNI PREDMETI

4412	N. Smolej Narančić	Antropološka biometrija	10+5+0	3,50
4414	J. Miličić	Analiza dermatoglifa	10+2+8	4,00
4415	M. Šlaus	Forenzička antropologija	5+5+10	4,00
4416	V. Rudan	Psihodinamski pristup antropologiji	15+5+0	5,00
4417	S.M. Špoljar Vržina	Seobe, stres i kultura	20+5+0	6,60
4418	A. Sujoldžić	Antropološka lingvistika	10+5+0	3,50
4419	S. Turek	Antropologija i ekonomija	10+0+0	3,30

II godina

4601	Seminar I (obvezan upis)	30	9,90
	Magistarski rad	300	

III godina (DOKTORSKI STUDIJ)

4602	Seminar II (obvezan upis)	30	9,9
4603	Seminar III (obvezan upis)	30	9,9
	Doktorska disertacija	300	

SMJER 5. TOKSIKOLOGIJA**I godina****A) OBVEZATNI PREDMETI**

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god. Pred+vj./s.	Bod.
4105	S. Jelaska*	Metodologija znanstvenog rada	15+15	5,00
4501	Z. Pišl, J. Kern, M. Kosiček	Biostatističke metode u toksikologiji	10+5	3,50
4502	F. Plavšić	Osnovni principi toksikologije	15+0	4,95
4503	J. Kniewald, E. Reiner	Biokemijski mehanizmi toksičnosti	15+0	4,95
4504	J. Franekić-Čolić M. Osmak	Kancerogeneza, mutageneza i teratogeneza	15+0	4,95
4505	O. Springer, Č. Lucu	Ekotoksikologija	15+0	4,95

B) IZBORNI PREDMETI

4506	J. Kniewald, Z. Kniewald	Reproduktivna toksikologija	10+0	3,30
4507	V. Garaj-Vrhovac S. Levanat	Biološke metode u genetičkoj toksikologiji	10+5	3,50
4508	I. Petković	Citogenetski aspekti maligne transformacije	10+5	3,50
4509	O. Springer	Imuno-hematotoksikologija	12+3	4,00
4510	E. Reiner, V. Simeon-Rudolf, V. Drevenkar	Toksikologija organofosfornih spojeva	10+5	3,50

4511	D. Prpić-Majić, M. Piasek, I. Sabolić, M. Blanuša,	Toksičnost metala i polumetala	10+5	3,50
4512	F. Valić	Toksikologija vlakana	8+2	2,65
4513	Z. Ostojčić	Pesticidi (primjena, legislativa)	10+0	3,30
4514	Z. Franić	Radiotoksikologija	10+5	3,50
4515	S. Pepeljnjak	Mikotoksikologija	10+5	3,50
4516	D. Prpić-Majić	Industrijski otrovi	10+5	3,50
4517	R. Pleština, M. Peraica	Masovna otrovanja i kemijske katastrofe	10+0	3,30
4518	J. Kniewald	Toksikologija hrane	10+0	3,30
4519	V. Gašparović	Osnove kliničke toksikologije	10+5	3,50
4520	R. Erben	Akvatički testovi toksičnosti	10+5	3,50
4521	S. Britvić, T.Smital	Ekotoksikološki učinci na vodene i kopnene organizme	10+5	3,50
4522	V. Drevenkar, Z. Frobe, B. Krauthacker	Monitoring organokloriranih, organofosfornih i triazinskih spojeva u biosferi	10+5	3,50
4523	D. Papeš	Određivanje citotoksičnosti biljnim testovima	10+5	3,50
4524	J. Franekić Čolić, V. Garaj-Vrhovac	Mutageni životnog i radnog okoliša	10+5	3,50

II godina

4601	Seminar I (obvezan upis)	30	9,90
	Magistarski rad	300	

III godina (DOKTORSKI STUDIJ)

4602	Seminar II (obvezan upis)	30	9,90
4603	Seminar III (obvezan upis)	30	9,90
	Doktorska disertacija	300	

OPISI KOLEGIJA S OSNOVNOM LITERATUROM

Smjer: 1. Molekularna i stanična i biologija

4101 ENZIMI, KINETIKA REAKCIJE I MEHANIZMI

Reakcije enzima sa supstratima: kinetika reakcije, međustupnjevi u reakciji i metode mjerenja aktivnosti enzima. Inhibicija enzima samim supstratom. Reverzibilno vezanje liganada na enzim: kompeticija sa supstratom i evaluiranje mjesta vezanja liganada. Ireverzibilna inhibicija enzima. Utjecaj temperature i pH na enzimske reakcije. Numerički primjeri za evaluiranje kinetičkih konstanta odnositi će se na reakcije esteraza sa supstratima i inhibitorima, koje se istražuju u laboratoriju predavača. Raspraviti će se odnos numeričkih vrijednosti kinetičkih konstanta i molekulske strukture esteraza.

- Cornish-Bowden, A., 1979: Fundamentals of Enzyme Kinetics Butterworth, London.
- Dawes, E., 1980: Quantitative Problems in Biochemistry Sixth edition, Longman Group Ltd., London.
- Enzyme Nomenclature. Recommendations, 1992 of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology. Academic Press Inc., London.
- Fersht, A., 1985: Enzyme Structure and Mechanism Freeman and Comp., New York.
- Karlson, P., 1993: Biokemija. Preveli: P. Mildner i B. Mildner. Prijevod (VIII. izdanje) prema XIII. preuređenom izdanju iz 1998. Školska knjiga, Zagreb.
- Stryer, L., 1995: Biochemistry. Fourth edition, Freeman and Com., New York

- Stryer, L., 1991: Biokemija. Preveli: S. Vuk-Pavlović i Ž. Kučan. Prijevod prema II. izdanju iz 1981. Školska knjiga, Zagreb.
- Voet, D., Voet, J. G., 1995: Biochemistry. Accompanied by: Solutions Manual Wiley and Sons, Inc., New York.
- Aldridge, W.N., Reiner, E., 1972 (first reprint 1975): Enzyme Inhibitors as Substrates. Interaction of Esterases with Esters of Organophosphorus and Carbamic Acids. North Holland, Amsterdam.
- Massoulie, J., et al. (ur.), 1991: Cholinesterases: Structure, Function, Mechanism, Genetics and Cell Biology. American Chemical Society, Washington, DC, Conference Proceedings.
- Quinn, D. M., et al. (ur.), 1995: Enzymes of the Cholinesterase Family. Plenum Press, New York.
- Reiner, E., Aldridge, W.N., Hoskin, F.C.G. (ur.), 1989: Enzymes Hydrolysing Organophosphorus and Carbamic Acids. Ellis Horwood, Chichester.
- Reiner, E., Lotti, M. (ur.), Johnson, M.K., Simeon, V., Moretto, A. (su-ur.), 1993: Enzymes Interacting with Organophosphorus Compounds. Chemico-Biological Interactions - Special issue. Elsevier, Ireland.

4102 EKSPRESIJA GENA I ANALIZA GENSKIH PRODUKATA

Cilj kolegija je istaknuti: i) značaj poznavanja strukture gena i njihovih ekspresijskih produkata na razini čitavih organizama, ii) razvoj suvremenih metoda analize koje dozvoljavaju odradu velikog broja uzoraka (high throughput screening). Predavanja obuhvaćaju sljedeće teme: genomska informacija u obliku sekvence gena (genom), ekspresijski profili mnoštva gena (transkriptom i proteom), interakcije među staničnim proteinima (interaktom), primjena genomske (odnosno transkriptomске, proteomske i interaktomske) informacije u medicini (npr. farmakogenomici) i biotehnoj logiji (npr. proteinskom inženjerstvu). U sklopu nevedenog, diskutiraju se odabrani kontrolni mehanizmi pri ekspresiji genetičke informacije i njihova primjena u pokušajima specifičnog utišavanja ekspresije gena (npr. RNAi, manipulacija ribonukleoproteinskim kompleksima, itd.).

- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Stryer, L., 2002: Biochemistry, 5th edition, W. H. Freeman and Co., New York.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., Darnell, J., 2001: Molecular Cell Biology, 4th edition, W. H. Freeman and Company, New York.
- Sambrook, J., Russell, D. W., 2001: Molecular Cloning - a laboratory manual, 3rd edition, CSHL Press, Cold Spring Harbor.
- Nelson, D. L., Cox, M. M., 2000: Lehninger principles of Biochemistry, 3rd edition, Worth Publishers, New York.
- Lewin, B., 2000: GENES VII, Oxford University Press, Oxford.
- Cleland, J. L., Craik, C. S., 1996: Protein Engineering - principles and practise, John Wiley and Sons, New York. (ili slično)
- Carey, P. R., 1996: Protein Engineering and Design, Academic Press, San Diego. (ili slično)
- Ausubel, F. M., Brent, R., Kingston, R.E., Moore, D.D., Seidman, J.G., Smith, J.A., Struhl, K., 1992: Short Protocols in Molecular Biology, J. Wiley and Sons, New York.
- te ogroman broj raznovrsnih i preko interneta dostupnih revijalnih članaka (npr. FEBS Lett. vol. 480 (special issue, part 1), 2000, <http://www.elsevier.com/febs>; Genes Dev., 15 (2002) 485, <http://www.genesdev.org>). Izbor revijalnih članaka predlaže se na predavanjima.

4103 MOLEKULARNA EVOLUCIJA

Kratki informativni sadržaj kolegija: geni, genetički kod i mutacije; prirodna selekcija, nasumični «drift», polimorfizam, neo-Darwinizam i neutralna teorija molekularne evolucije; evolucijske promjene u primarnoj strukturi DNA; molekularna filogenija; stope i obrasci promjena nukleotida; molekularni sat; duplikacije gena, premještanje domena, usklađena evolucija, transpozicije, horizontalni prijenos gena; organizacija genoma, padoks C-vrijednosti, porijeklo introna.

- Li, W.-H., 1997: Molecular evolution. Sinauer Associates, Inc.
- Smith, J.-M., Szathmari, E., 2001: The major transitions in evolution. Oxford Univ. Press.
- Lewin, B., 2000: GENES VII. Oxford Univ. Press.
- Tamarin, R.H., 1999: Principles of Genetics. WCB/McGraw-Hill.
- Journal of Molecular Evolution
- Molecular Biology and Evolution
- Kao i mnogi radovi u Science, Nature, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. i sl.

4104 TRANSKRIPCijski MEHANIZMI U KONTROLI STANIČNOG CIKLUSA

Teme unutar kolegija: 1) Transkripcija u prokariota - bazalna transkripcija, 2) Transkripcija u prokariota - regulacija transkripcije tj. aktivacija/represija, 3) Stanična dioba kod prokariota - *E. coli*, *Caulobacter cresc.*, *B. subtilis*, 4) Transkripcija u eukariota - bazalna transkripcija kod kvasca, sisavaca i čovjeka, 5) Transkripcija u eukariota - regulacija transkripcije tj. aktivacija - represija, utjecaj kromatina, 6) Stanična dioba kod eukariota - *Saccharomyces*, miš, čovjek.

4105 METODOLOGIJA ZNANSTVENOG RADA

Predmet je koncipiran tako da slušatelje upućuje u temeljne značajke znanstvenoistraživačkog rada, metode objavljivanja njegovih rezultata i načine procjenjivanja njegove kvalitete. Gradivo se predaje pretežno seminariski i obuhvaća rješavanje primjera i praktičnih zadataka. Prvenstvenije zadatak predmeta da se opišu i razjasne pojmovi, odrednice i konvencije važni pri bavljenju znanstvenoistraživačkim radom. Zatim da se prikažu i objasne polazišta i pristupi pri znanstvenim istraživanjima te pri objavljivanju i procjeni njihovih rezultata. Raspravlja se o: temeljnim načelima, definicijama i pokazateljima znanstvenoistraživačkog rada, o izvorima znanstvenih informacija i pretraživanju baza podataka, o načelima i pojedinostima pri predlaganju programa znanstvenoistraživačkog rada, o pravilima i konvencijama pri objavljivanju rezultata znanstvenoistraživačkog rada, o znanstvenom stilu, o kvalifikacijskim tezama, o usmenom izlaganju rezultata te o znanstvenim plakatima. Raspravlja se i o procjenjivanju kvalitete znanstvenoistraživačkog rada.

- Silobričić, V., 1994: Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo. Medicinska naklada, Zagreb.
- Day, R.A., 1988: How to write & publish scientific paper. Oryx Press, Phoenix, New York.
- Kniwald, J., 1993: Metodika znanstvenog rada. Manualia Universitas Studiorum Zagrebiensis, Multigraf, Zagreb.

4106 MOLEKULARNA BIOLOGIJA PROKARIOTA

Biologija restrikcije i modifikacije DNA (vrste restrikcijsko-modifikacijskih sustava, organizacija gena, mehanizmi restrikcije i modifikacije DNA, različiti virusni mehanizmi za izbjegavanje restrikcije DNA), bakteriofag Mu (kombinacija gena virusa i transpozona, genetičko inženjerstvo *in vivo* pomoću određenih konstrukata faga Mu), nova saznanja o mehanizmu prijenosa plazmida konjugacijom, molekularni mehanizmi virulencije enterobakterija (produkcija toksina, rezistencija na serum, sinteza siderofora, adhezivnost, invazivnost).

4107 GENETIKA JEDNOSTAVNIH EUKARIOTA

Fungi (gljive) kvasci (jednostanične) i plijesni (micelijske). Struktura, organizacija i dinamika eukariotskog genoma, modelni organizmi kvasac *Saccharomyces cerevisiae* i heterotalična plijesan *Neurospora crassa*. Životni ciklusi (uključujući aseksualni, seksualni i paraseksualni put) različitih gljiva. Organizacija kodirajuće DNA. Familije gena, pseudogeni. Repetitivna DNA. Varijabilnost i polimorfizam sekvencija. Ishodište replikacije (ARS), centromere (CEN), telomere i njihova replikacija. Analiza tetrada. Replikacija kromosoma. Mejozička rekombinacija. Genetičke i fizičke kromosomske mape. Promjena strukture i broja kromosoma. Neki posebni slučajevi rekombinacije. Geni tipova parenja (MAT) u ascomiceta i bazidiomiceta. Konstrukcija vektora za kloniranje (umjetni kromosom) YAC koji se mogu koristiti i u drugim eukariotima.

- Watson, J.D., Gilman, M., Witkowski, J., Zoller, M., 1992: Recombinant DNA, Scientific American Books, New York, pp. 609-613.
- John, B., 1990: Meiosis. Cambridge University Press, Cambridge.
- Roeder, S., 1990: Trends Genet. 6: 385.
- Nelson, M.A., 1996: Mating systems in ascomycetes: a romp in the sec. Trends Genet. Vol. 12 No. 2: 69-74.

4108 ORGANIZACIJA EUKARIOTSKOG GENOMA

Uvodni dio kolegija sadrži kratki pregled osnovnih organizacijskih svojstava eukariotskog genoma. Pregled različitih tipova molekularne evolucije eukariotskog genoma: evolucija kroz promjene u kodirajućim i regulacijskim regijama kao posljedica promjene u organizaciji gena uzrokovane npr. duplikacijom, "miješanjem" eksona i transpozicijom. Promjene u organizaciji, sastavu i sadržaju nekodirajućih sekvenci DNA. Odnos kodirajućih i nekodirajućih sekvenci i velične eukariotskog genoma. Organizacija genoma s obzirom na ponavljajuće sekvence: razasute repetitivne sekvence kratke i duge periode (raspona), njihovo evolucijsko značenje i vrste kod kojih se pojedini tip organizacije pojavljuje. Genomska organizacija satelitskih DNA. Organizacija ponavljajućih sekvenci u genomu čovjeka. Uloga ponavljajućih sekvenci DNA u nekim molekularnim procesima. Genetički potencijal sadržan u sekundarnoj i tercijarnoj strukturi molekula ponavljajući DNA. Mehanizmi nastanka i širenja nekodirajućih, visoko ponavljajućih DNA u genomu. Svojstva molekularnih mehanizama koji utječu na evoluciju nekodirajuće i kodirajuće DNA: replikacijsko klanjanje, konverzija gena, nejednoliki crossingover, transpozicija, točkaste mutacije, insercije i delecije. Širenje i fiksiranje nastalih mutacija u genomu. Evolucijska povijest nekodirajuće DNA, taksonomski odnosi i evolucija vrsta.

Sadržaj vježbi: Analiza organizacije eukariotskog genoma kloniranjem velikih fragmenata DNA (200-400 kb) u kvašćeve umjetne kromosome i konstrukcija genomske banke. Izolacija visokopolimernog DNA i elektroforetsko razdvajanje u pulsirajućem električnom polju. Kloniranje u YAC vektore. Pregled metoda koje se koriste za analizu YAC klonova: a) metoda "rekombinacijske zamke", b) Alu-PCR analiza, c) STS metoda. Pregled

metoda koje se koriste za analizu mutacijskih procesa i usporedbu DNA sekvenci: programi koji se koriste za dokazivanje djelovanja pojedinih mutacijskih procesa na DNA sekvencu npr. replikacijskog klizanja i genske konverzije. Kompjuterski programi za uspoređivanje DNA sekvenci, izradu dendrograma i filogenetske studije, kompjuterski programi za predviđanje trodimenzionalne strukture DNA

- Li, W., Graur, D., 1991: Fundamentals of Molecular Evolution, Freeman Ed.
- Verma, R.S. ed., 1988: Heterochromatin - Molecular and Structural Aspects. Cambridge Univ. Press Ed.
- Singer, M., Berg, P., 1991: Genes and Genomes. University Science Books Ed.
- D'Urso, M., Schlessinger, D., 1994: Cloning into YAC Vectors 3, Laboratory manual.
- Birren, B., Lai, E., 1993: Pulsed field gel electrophoresis. A practical guide. Academic Press, INC, Ed.
- Zimmer, E. A., White, T.J., Cann, R.L., Wilson, A.C. (eds.), 1993: Methods in enzymology. Molecular evolution: producing the biochemical data. Vol. 224, Academic Press, INC.
- Doolittle, R.F. (ed.), 1990: Methods in enzymology. Molecular evolution: Computer analysis of protein and nucleic acid sequences. Vol. 183, Academic Press, INC.

4109 GENETIČKA REKOMBINACIJA

Uvod - terminologija i povijesni pregled. Vrste rekombinacije: opća rekombinacija, rekombinacijski popravak, rekombinacija i popravak krivo sparenih baza. Lokospecifična rekombinacija. Transpozicija. Ilegitima rekombinacija. Generalizacija i biološko značenje. Za sve vrste rekombinacije raspravljat će se o: genima, enzimima, molekularnim mehanizmima i regulaciji.

4110 ORGANIZACIJA KROMOSOMA

Osnovna kromosomska struktura: Kromosomi su građeni od kromatina. Kromosomska DNA sadrži jedinstvene i ponavljajuće slijedove parova baza. Kromatin sadrži mnogo različitih vrsta proteina važnih za njegovu strukturu i funkciju. Kromatin je visoko organiziran. Organizacija kromosoma: Sve funkcionalno kromosomi imaju u centromeru. Telomeri su vršni dijelovi kromosoma s važnom funkcijom. Posebni DNA slijedovi su prostorno organizirani u kromosomima. Nukleolarna kromosomska područja. Organizacija gena u kromosomima. Specijalne i neuobičajene forme kromosoma. Raznolikost u količini i organizaciji kromatina: Kromosomski prekid i njihove posljedice. Preraspodjele nastale translokacijom pokretnih genetičkih elemenata. Raznolikost u veličini eukariotskih gena. Amplifikacija kromatina. Smanjivanje kromatina i eliminacija kromosoma. Broj gena po jezgri. Kromosomska i genska ravnoteža i neravnoteža. Tehnika oprugavanja kromosoma: C i G-pruge. Utvrđivanje A-T i G-C bogatih slijedova parova baza u kromosomima fluorescentnim tehnikama. Bojenje područja nukleolarnih organizatora (odnosno rDNA gena). Primjeri aneuploidije i drugih kromosomskih poremećaja u ljudi.

- Albers, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J., 1994: Molecular biology of the cell. Garland Publishing, Inc. NY and London.
- Cavalier-Smith, T., 1985: The evolution of genome size. John Wiley & Sons, New York.
- Wagner, R.P., Maguire, M.P., Stallings, R.L., 1993: Chromosomes-a synthesis. John Wiley & Sons, New York.
- Kipling, D., 1995: The Telomere. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokio.

4111 NAJNOVIJA DOSTIGNUĆA U MOLEKULARNOJ GENETICI

Vjernost sinteze DNA, RNA i proteina. Strategije za čuvanje genetičke informacije: popravak DNA, kvaliteta prekursora, replikacija, postreplikativni popravak, očuvanje globalne strukture gena. SOS odgovor, mutatori, antimutatori, adaptivna mutageneza. Mejotička rekombinacija; rekombinacija između ponovljenih sekvencija. Mutageneza i rekombinacija u evoluciji gena i genom. Eksperimentalna evolucija i novi val neodarvinizama. Specifični slučajevi lokaliziranih genetičkih promjena: antigene determinante i imunološki sustav, promjene tipa parenja. Detekcija mutacija, genetička raznolikost i biotehnologija.

- Miller, J.H., 1996: Annu. Rev. Microbiol., 50: 625-643.
- Taddei, F. et al., 1997: Science, 128: 128-130.
- Rayssiguier et al., 1989: Nature, 342: 396-401.
- Matić, I. et al., 1995: Cell, 80: 507-515
- de Wind, N. et al., 1995: Cell, 82: 321-330.
- Vulić, M. et al., 1997: P.N.A.S. (USA), 94: 9763-9767.
- Harris, R.S. et al., 1994: Science, 264, 258-260.
- Longrich, S. et al., 1995: P.N.A.S. (USA), 92, 12017-12020.
- Goffeau et al., 1997: Nature, 387 (suppl.): 1-105.
- Kennedy, B. et al., 1994: J. Cell. Biol., 127: 1985-1993.
- Sinclair, D.A., Guarente, L., 1997: Cell, 91: 1033-1042.
- Kennedy, B. et al., 1997: Cell, 89: 381-391.

- Jansen, R. et al., 1996: Cell, 84: 677.
- Bobola, N. et al., 1996: Cell, 84: 699.
- Sil, A., Herskowitz, I., 1996: Cell, 84: 711.
- Wu, X., Haber, J.E., 1996: Cell, 87: 277-285.
- Grompe, M., 1993: Nature genetics, 5: 111-117.
- Jeffreys, A.J. et al., 1991: Nature, 354: 204-209.
- Moore, J.C. et al., 1997: J. Mol. Biol., 272: 336-347.

4112 STRUKTURA GENA I NJIHOVA TRANSKRIPCIJA

I. Genska struktura i transkripcija u eukariota. Struktura i organizacija eukariotskog genoma: opća obilježja, prva grupa gena, druga grupa gena, treća grupa gena, struktura kromatina i nuklearnog matriksa. Transkripcija u eukariota: raznolikost djelovanja RNA polimeraza, struktura i funkcija nuklearnih RNA polimeraza, druge eukariotske RNA polimeraze, svojstva eukariotskih nuklearnih RNA polimeraza. Transkripcijski model *in vitro* za eukariote: opća obilježja, transkripcija putem RNA polimeraze I, transkripcija putem RNA polimeraze II, transkripcija putem RNA polimeraze III. Sazrijevanje RNA molekula u eukariota.

II. Regulacija transkripcije u eukariota. Regulacija prve grupe rRNA gena: opća obilježja, mehanizam regulacije transkripcije rRNA gena. Regulacija druge grupe gena: transkripcijski faktori u nižih eukariota, transkripcijski faktori u viših eukariota, alternativne promocije, sazrijevanja i poliadencijacije. Regulacija treće grupe gena: oogeneza i embriogeneza u vrsti *Xenopus*, alternativni putevi regulacije III grupe gena. Globalna genska kontrola: opća obilježja, struktura kromatina i metilacija. Eukariotski transkripcijski faktori: oblici i funkcije, podjela eukariotskih transkripcijskih faktora, način djelovanja transkripcijskih faktora.

- Agabian, N., 1990: Trans-splicing of nuclear pre-mRNAs. Cell, 61, 1157-1160.
- Dynan, W.S., 1990: Promotor of housekeeping genes. Trend Genet. 2, 196.
- Sharpe, P.A., 1991: Gene transcription. Nature, 356,16-18.
- Grunstein, M., 1990: Nucleosomes: regulators of transcription. Trends Genet. 6, 395-400.
- Latchman, D., 1990: Gene regulation: an eukaryotic perspective. Unwin Hyman, London.
- McKnight, S.L., 1991: Molecular zippers in gene regulation Sci.Am., April, pp 32-39.

4113 ORGANIZACIJA I FUNKCIJA STANIČNIH STRUKTURA

Cilj kolegija je da upozna naprednije studente s najnovijim otkrićima u staničnoj biologiji a da one koji nisu pobliže upoznati sa stanicom uputi na prikladne izvore. Praktikumski rad odnosi se na metode istraživanja (svjetlosna i elektronska mikroskopija, stanično frakcioniranje, elektroforetske metode). Sadržaj kolegija je sljedeći: Stanica, najmanja građevna i funkcionalna jedinica života, di kompleksan i visokoorganiziran sustav. Tipovi stanične organizacije i biološko značenje rasčlanjenja eukariotske stanice na reakcijske prostore. Neke metode istraživanja staničnih organela i sitnijih struktura. Razvoj modela bioloških membrana i značenje membrana u staničnoj organizaciji. Stanična jezgra, organizacija jezgrine ovojnice i komunikacija jezgre s citoplazmom. Semiautonorni stanični organeli. Tipovi plastida, ultrastruktura i funkcija.

- Alberts B., Bray D., Lewis J., Raff M., Roberts K., Watson J.D., 1994: Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, Inc. New York & London.
- Kleinig H., Sitte P., 1992: Zellbiologie. Gustav Fischer Verlag.
- Lodish H., Baltimore D., Berk A., Zipursky S.L., Matsudaira P., Darnell J., 1995: Molecular Cell Biology. Scientific America Books.
- Plattner H., Hentschel J., 1997: Taschenlehrbuch Zellbiologie. Thieme.
- Sanderson J.B., 1994 : Biological Microtechnique. Bios. Scientific Publishers.

4114 BIOLOGIJA I BIOKEMIJA TUMORSKIH STANICA

Biološke osobine tumorskih stanica *in vitro* - kontaktna inhibicija rasta, molekularne promjene u staničnom skeletu, utjecaj seruma, rast u mekom agaru, molekularna osnova imortalizacije i transformacije. Preneoplazije, inicijacija i promocija u karcinogenezi. Faktori rasta, stanični receptori, uloga fosfolipida u prijenosu poruka kroz staničnu membranu, drugi glasnici i stanični rast. Geni tumorskih stanica - aktivacija protoonkogeni. Onkogeni i tumor supresor geni i njihovi proteinski produkti - aktivnosti i djelovanje tijekom diobe stanica. Ciklini i nadzor diobe. Koncept molekulske ovisnosti u eksperimentalnoj kemoterapiji, ključni enzimi. Modulacija diobe, proliferacije i diferencijacije tumorskih stanica - inhibicija rasta, poticanje diferencijacije, antitumorski agensi (interakcija, sinergizam, rezistencija), hormoni, genska terapija. Virusi u nadzoru proliferacije.

- Cancer Biology - Readings from Scientific American - Introduction by Friedberg, E.C., Freeman and Comp. N.Y., 1986.
- The Basic Science of Oncology, Ed. by Tannock, I.F., Hill, R.P., Pergamon Press, N.Y., 1987.

- Watson, J.D., Hopkins, N.H., Roberts, J.W., Steitz, J.A., Weiner, A.M., 1987: Molecular Biology of the Gene, The Benjamin/Cummings Publ. Comp., Menlo Park, Ca (Fourth ed.)
- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 1994: Molecular Biology of the Cell, Garland Publ. Inc., N.Y. (Third ed.)
- Ikić, D., Pavelić, K., Spaventi, R., 1989: Onkogeni i faktori rasta. Jugoslav. Akademija znanosti i umjetnosti, Globus, Zagreb.
- Pavelić, K., Spaventi, R., 1992: Molekularna onkologija. Hrvatska Akademija znanosti i umjetnosti, Globus, Zagreb.
- Rad Hrvatske Akademije znanosti i umjetnosti, 464. Ur.: Dekaris, D., Medicinske znanosti, knjiga XXVI, Zagreb, 1994.

4115 KARCINOGENEZA

Karcinogeneza, odnosno pretvorba normalne stanice u tumorsku kao višestepeni proces. Karcinogeni: biološki, fizikalni ili, najčešće, kemijski. Obzirom na način djelovanja: direktno djelujući (genotoksični) ili indirektno djelujući (ne-genotoksični). Antikarcinogeni. Faktori *in vivo* koji utječu na karcinogenezu. Mehanizmi zaštite stanice od štetnog djelovanja genotoksičnih agensa: adaptacija na specifične agense ili nespecifican odgovor na stanični stres. Popravlak oštećenja u DNA. Intracelularne protektivne molekule. Mitotski signal: faktori rasta (ili hormoni), receptori, sekundarni glasnici, prijenos kroz citoplazmu, jezgra. Dioba stanice: kompleks: cirklin-kinaza ± inhibitor. Osnovna razlika između normalnih i tumorskih stanica je nedostatak regulacije stanične diobe kod tumorskih stanica. Geni odgovorni za nastanak maligne izmjene su onkogeni, dominantni geni (preko 60; uključeni u provođenje mitotskog signala). Načini aktivacije. Tumor supresor geni (anti-onkogeni) - recisivni geni. Za malignu izmjenu stanica moraju se inaktivirati. Najpoznatiji tumor supresor geni retinoblastoma gen Rb i p53. Stanice završavaju svoj život smrću - nekrozom ili programiranom smrću - apoptozom.

4116 KULTURA ANIMALNIH STANICA

Biologija stanice u kulturi: okoliš stanice u kulturi, početak kulture, evolucija staničnih linija, "kriza" i razvoj kontroliranih ("besmrtnih") staničnih linija, dediferencijacija stanice u kulturi, starenje stanice u kulturi. Stanična kultura kao model fizioloških funkcija *in vivo*: životni ciklus stanice – inferfaza i mitozu: sinteza makromolekula (DNA, RNA i proteina) u staničnoj interfazi. Kontrolni mehanizmi staničnog ciklusa: ciklini i ciklin ovisne kinaze. Matične embrionalne stanice: tkivno inženjerstvo.

Plan vježbi: Priprema početne stanične kulture. Krivulja rasta, klonalni rast. Određivanje sinteze DNA, RNA i proteina. Sinhronizacija staničnog rasta. Stanična hibridizacija. Stanična transformacija: genska transfekcija.

- Brdar, B., Ban, J., 1987: Primjena kulture stanica u eksperimentalnog biologiji. Skripta (za interno korištenje), Zagreb.
- Damell, J. Jr., Lodish, H., Baltimore, D., 1995: Molecular Cell Biology. W. E. Freeman and Co., New York.
- Cell, Vol. 79, No. 4, 1994. Reviews on the Cell Cycle.
- Freshney, R.I., 1985: Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique. Alan R Liss, Inc., New York.
- Sambrook, J., Fritsch, E.E., Maniatis, T., 1989: Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor Laboratory, New York.

4117 KULTURA BILJNIH STANICA

Odabrana poglavlja iz biljne razvojne biologije u kojima se upotrebljava tehnika uzgoja biljnih stanica, tkiva i organa *in vitro* u eksperimentalnim istraživanjima. Indukcija i rast kalusnih i staničnih kultura. Haploidno tkivo i dobivanje haploida. Selekcija otpornih biljnih stanica; jednofazna i višefazna selekcija, stabilnost stečene otpornosti. Fiziološki i genetički aspekti regeneracije biljaka. Transformacija biljnih stanica. Uloga kulture biljnog tkiva u biljnoj biotehnologiji.

- Jelaska, S., 1994: Kultura biljnih stanica i tkiva - Temeljna istraživanja i primjena, Školska knjiga, Zagreb.
- Pierik, R.L.M., 1987: In Vitro Culture of Higher Plants. 3rd Ed. Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.
- Odabrani članci iz najnovije literature.

4118 METODE MIKROSKOPIJE

Teorijske osnove svjetlosne mikroskopije (osnove valne optike, leća, nastanak slike, moć razlučivanja); građa svjetlosnog mikroskopa (opis mehaničkih i optičkih dijelova); vrste objektivna i okulara; uređaji za osvjetljavanje; osnovne tehnike mikroskopiranja; principi rada posebnih vrsta svjetlosnih mikroskopa (tamno vidno polje, fazno-kontrastni mikroskop, polarizacijski mikroskop, fluorescencijski mikroskop, laserski skening mikroskop, epi-mikroskop); pregled nekih mjernih metoda u svjetlosnoj mikroskopiji (geometrijska mjerenja, stereometrija, analiza slike, mikrofotometrija, mikrospektrofotometrija; primjena mikrofotografije, televizijske i video tehnike

(VEC, AVEC i sl.); pregled osnovnih preparativnih tehnika u svjetlosnoj mikroskopiji; primjena autoradiografskih i imunofluorescencijskih metoda u svjetlosnoj mikroskopiji. Princip rada transmisijskog elektronskog mikroskopa (elektronske leče, nastanak slike, moć razlučivanja, dubinska oštrina); metode za istraživanje makromolekula i izolata (pozitivno i negativno kontrastiranje, sjenčanje metalima); metode za istraživanje stanica i tkiva (principi fiksacije i kontrastiranja, citokemija, imunocitokemija, autoradiografija, ultramikrotomija, metoda "freeze-fracturing"); kvantitativne metode u elektronskoj mikroskopiji; visokonaponski mikroskop; skening (rasterski) elektronski mikroskopi (refleksijski i transmisijski); rendgenska mikroanaliza; EEL-spektroskopija; perspektive istraživanja bioloških ultrastruktura.

- Bradbury, S., 1989: An Introduction to the Optical Microscopy, Revised Edition, Oxford University Press.
- Robards, A.W., Wilson, A.J., 1993: Procedures in Electron Microscopy, John Wiley & Sons Ltd.
- Plattner, H., Zingsheim, H.P., 1987: Elektronenmikroskopische Methodik in der Zell- und Molekularbiologie, G. Fischer Verl., Stuttgart, New York.

4119 EKSPERIMENTALNA BILJNA EMBRIOGENEZA

Ekperimentalna embriologija rješava brojne teoretske i praktične probleme biljnoga razvitka o čemu se u kolegiju raspravlja. Embriogeneza u gimnospermama i angiospermama. Kultivacija zigotnih embrija i usporedba embrionskoga rasta *in vivo* i *in vitro*. Kultura plodnice, embrionske vreće i sjemenog zametka. Apomiksija. Kultura antera. Regulacija genske ekspresije za vrijeme embriogeneze. Pozicijska uloga i diferencijalna ekspresija gena u somatskim embrijima. Embriogene stanice u kulturi biljnoga tkiva: pojavljivanje i ponašanje.

- Carman, J.G., 1990: Embryogenic cells in plant tissue cultures: occurrence and behavior. In *In Vitro Cell Dev Biol* 26, 746-753.
- Jori, B.M., 1982: Experimental Embryology of Vascular Plants. Springer-Verlag, Berlin.
- The Plant Cell, Vol. 5, Oct. 1993. Tematski volumen.

4120 REGULACIJSKI MEHANIZMI BILJNOG RAZVOJA

Odabrana poglavlja iz fiziologije biljnog razvoja. Interna kontrola rasta. Nove spoznaje o biljnim hormonima. Metabolizam giberelina u višim biljkama. Citokinini i stanični metabolizam. Uloga etilena u starenju. Receptori regulatora rasta u biljaka. Uzorci biljnog razvoja.

- Pyrohit, S.S. (ed.), 1985: Hormonal Regulation of Plant Growth and Development, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. Dordrecht, The Netherlands.
- Wareing, P.F., 1981: Growth and Differentiation in Plants. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Steeves, T.A., Sussex, I.M., 1990: Patterns in Plant Development. 2nd ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Odabrani članci iz novije literature.

4121 REGULACIJA ANIMALNOG RAZVOJA

Sadržaj nastave: Biosintetske aktivnosti u ranim stadijima embrionalnog razvoja. Embrionalna indukcija i induksijske interakcije u razvoju. Uloga jezgre u razvoju: interakcija jezgre i citoplazme. Interakcije među embrionalnim stanicama. Determinatori razvitka u citoplazmi jajne stanice: zametna plazma i spolne prastanice. Morfogenetski mehanizmi u razvoju: morfogenetska gibanja i programirana smrt stanica. Molekularni mehanizmi u diferencijaciji embrionalnih stanica. Djelovanje gena u embrionalnom razvoju. Rast i regulacija rasta. Razvojni ciklus vinske mušice *Drosophila melanogaster*, osnovni mehanizmi razvoja; segmentacijski geni; homeotički geni; neurogeneza i selektor geni u neurogenezi; metodološki pristup: klasična genetika, vizualizacija ekspresije gena i P-elementi.

- Škreb, N., Švajger, B., Švajger, A., Hofman, Lj., Klepac, R., 1991: Biološke osnove suvremene medicine. III dio. Školska knjiga, Zagreb.
- Škreb, N., 1993: Genetika razvojnih procesa. VIII poglavlje - dodatak knjizi Biološke osnove suvremene medicine. III dio. Školska knjiga, Zagreb.
- Alberts, B., Dennis, B., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D.: Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing Company, INS. New York - London. Odabrana poglavlja.

4122 BILJNI VIRUSI

Pregled najnovijih istraživanja biljnih virusa. Metode dijagnosticiranja virusnih bolesti biljaka. Kemijski sastav i građa virusne čestice. Faze u procesu virusne infekcije. Replikacija, transkripcija i translacija različitih virusnih RNA i DNA. Novi pristupi u suzbijanju virusnih infekcija. Viroidi, satelitni virusi i satelitne RNA. Varijabilnost biljnih virusa: mutacija, rekombinacija, pseudorekombinacija. Odnos između biljnih virusa i beskrajlješnjaka; prijenos virusa različitim vektorima. Pregled najnovije klasifikacije biljnih virusa.

Program vježbi: Izolacija i elektroforetska analiza virusnih genomskih RNA.

- Diener, T.O., 1987: The viroids. Plenum Press, New York and London.
- Matthews, R.E.F., 1991: Plant Virology. Academic Press, New York.
- Nemeth, M., 1986: Virus, mycoplasma and rickettsia diseases of fruit trees. Akademiai Kiado, Budapest.
- Walkey, D., 1991: Applied Plant Virology. Chapman and Hall, London and New York.

4123 FIZIOLOGIJA KLIJANJA SJEMENAKA

Građa sjemenaka i spremišne tvari u njima (ugljikohidrati, proteini, mast, fitin, itd). Lektini i inhibitori proteina za cijanovodični glikozidi kao obrana od predatora. Značenje sniženja sadržaja vode i niske temperature na vijabilnost sjemenaka. Biokemijske osnove poremetnji ortodoksnih sjemenki. Dormancija i kontrola klijanja. Kategorije i mehanizam dormancije. Vanjski i unutarnji činitelji koji utječu na prekid dormancije (temperatura, voda, kisik, svjetlost, regulatori rastezanja te neke kemijske tvari). Metaboličke aktivnosti u stanici za vrijeme klijanja i rasta klijanca. Kinetika primanja vode pri klijanju. Povećanje disanja povezano s razvitkom novih mitohondrija, te stvaranje energetskih ekvivalenata. Disanje u anaerobnim uvjetima. Biosinteza proteina. Razgradnja spremišnih tvari sjemenke. Razgradnja ugljikohidrata u žitarica, mahunarki i neendospermnih mahunarki. Razgradnja masti. Uloga gliksisoma, mitohondrija i citoplazme u glukoneogenezi. Razgradnja proteina te spremišnih fosfata. Kontrola razgradnje spremišnih tvari pomoću fitohormona. Kontrola sinteze hidrolaza gibberelinom. Regulacija klijanja pomoću osi embrija. Značenje cijanovodičnih glikozida u sprečavanju mogućih devijacija pri klijanju. Povećanje klijavosti osmotskim stresom i dehidracijskim tretmanom.

- Bewley, J.D., Black, M., 1985: Seeds - Physiology of Development and Germination. Plenum Press, London.
- Bogatek, R., 1995: The possible role of fructose 2.6 bisphosphate in the cyanide mediated removal of embryonic dormancy in apple. *Physiol. Plant.* 94: 460-464.
- Bogatek, R., Lewak, S., 1991: Cyanide controls enzymes involved in lipid and sugar catabolism in dormant apple embryos during culture. *Physiol. Plant.* 84: 422-426.
- Bogatek, R., Lewak, S., 1988: Effect of cyanide and cold treatment on sugar catabolism in apple seeds during dormancy removal. *Physiol. Plant.* 73: 406-411.
- Denffer, D., Ziegler, D., 1998: Botanika - morfologija i fiziologija. Školska knjiga, Zagreb.
- Dennis, D.T., Turpin, D.H., Lefebvre, D.D., Layzell, D.B., 1997: Plant Metabolism. Longman, Edinburgh.
- Dubravec, K., Regula, I., 1995: Fiziologija biljaka. Školska knjiga, Zagreb.
- Lea, P., Leegood, R.C., 1995: Plant Biochemistry and Molecular Biology. Wiley and Sons, Toronto.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1985: Plant Physiology. Wodsworth Publishing Company.

4124 BIOLOŠKI UČINCI ZRAČENJA

Osnovni mehanizmi radijacijskog oštećenja (vrste zračenja, ionizacija te drugi radiobiološki pojmovi). Razvoj radijacijskog oštećenja u ozračenom živom organizmu. Osnove biologije stanice. Radijacijsko oštećenje stanice (oštećenje pojedinih staničnih komponenta te njihova uloga u razvoju i ishodu oštećenja stanice, reparacijski procesi te njihove molekularne osnove). Kronobiološki aspekti radiosenzitivnosti. Modifikacija radijacijskog oštećenja (efekti zračenja različite ionizacijske gustoće, efekti zračenja različitog LETa, efekt kisika, efekt temperature, efekt hranlišta, radioprotektori, rediosenzitizatori, reparacija i restauracija radijacijskog oštećenja, transplantacija). Biološki sat i radijacijsko oštećenje. Eksperimentalne osnove radioterapije tumora. Eksperimentalne osnove kronoradioterapije tumora. Posljedice ozračivanja organizma (genetski efekti, somatski efekti, oštećenja embrija, akutno i kronično ozračivanje, kasni efekti zračenja). Djelovanje zračenja na populaciju stanica. Kroz nastavu polaznici se upoznaju s problemima koji se javljaju pri izlaganju živih bića (posebno čovjeka) ionizirajućem zračenju. Razumjevanje tih problema zasnovano je na poznavanju molekularnih promjena u ozračenim stanicama. Uvodne napomene s naglaskom na potrebi izučavanja bioloških učinaka zračenja, fizičke karakteristike pojedinih vrsta zračenja, značaj ionizacije, oštećenje molekula i reperkusija tih oštećenja na funkcioniranje stanice. Poremećaji osnovnih staničnih funkcija, oštećenje genetskog materijala u stanici i popravak tako izazvanih oštećenja. Modifikatori efekata zračenja. Radijacijsko oštećenje čovjeka (somatski i genetski aspekti), te prenatalna oštećenja. Problem efekata malih doza. Efekti zračenja raznih ionizacijskih gustoća. Radiobiologija i radioterapija. Kronoradiobiologija i kronoradioterapija.

- Coggle, J.E., 1987: Biological effects of radiation. Taylor and Francis Ltd. Basingtoke.
- Edmunds, L.N. Jr., 1988: Cellular and molecular bases of biological clock, Springer Verlag, N.Y.

4125 GENETSKA REGULACIJA BIOSINTEZE ANTIBIOTIKA

Opcenito o antibiotski aktivnim supstancijama. Biologija (životni ciklus, proces diferencijacije, biosinteza sekundarnih metabolita) bakterija roda *Streptomyces*, proizvođača antibiotika. Tradicionalna genetika

biosinteze antibiotika u vrsta roda *Streptomyces*. Kloniranje gena čiji produkti sudjeluju u biosintezi antibiotika u vrsta roda *Streptomyces*. Antibiotici poliketidnih struktura. Porijeklo, biološko značenje i kemijske strukture poliketidnih antibiotički aktivnih supstancija. Molekularni mehanizam biosinteze poliketida. Prostorna organizacija gena što sadržavaju genetičku uputu za poliketid sinteze (PKS geni). Genetika jednostavnih aromatskih poliketidnih antibiotika. Primjer: Molekularna genetika biosinteze antibiotika oksitetraciklina. Genetika složenih poliketidnih antibiotika. Primjer: Molekularna genetika biosinteze antibiotika eritromicina A. Uvod u nove "hibridne poliketidne antibiotike. Nove "hibridne" poliketidne supstancije dobivene genetičkim inženjerstvom: (a) pred-kondenzacijskim modifikacijama ugljikova kostura, (b) post-kondenzacijskim modifikacijama ugljikova kostura. Zaključci i perspektive.

- Hranueli, D., 1984: Cloning of antibiotic production genes (in Croatian). Food Technol. Biotechnol. Rev., 22, 19-28.
- Hranueli, D., 1987: Hybrid antibiotics - novel chemical substances (in Croatian). Food Technol. Biotechnol. Rev., 25, 139-144.
- Hopwood, D.A., Khosla, C., 1992: Genes for polyketide secondary metabolic pathways in microorganisms and plants. Ciba Symp., 171, 88-106.
- Katz, L., Donadio, S., 1993: Polyketide synthesis: prospects for hybrid antibiotics. Ann. Rev. Microbiol., 47, 875-912.
- McDaniel, R., Ebert-Khosla, S., Hopwood, D.A., Khosla, C., 1995: Rational design of aromatic polyketide natural products by recombinant assembly of enzymatic subunits. Nature, 375, 549-554.

4126 MOLEKULARNA BIOLOGIJA ANIMALNIH VIRUSA

Virusi su relativno jednostavni biološki sistemi pomoću kojih je moguće istražiti i objasniti inače vrlo kompleksne regulacijske procese koji kontroliraju gensku ekspresiju. Pored toga, virusi i virusni vektori predstavljaju efikasan način za uvođenje i ekspresiju virusnih i staničnih gena u stanicama sisavaca i biljaka omogućujući ispitivanje genskih funkcija te produkciju biološki aktivnih supstancija. Velika većina animalnih virusa su patogeni agensi i stoga podnesni za istraživanje mehanizama mnogih, uključujući malignih bolesti. Molekularno-biološke karakteristike glavnih skupina animalnih virusa. Interakcija virusa sa stanicom domaćina. Infektivni ciklusi glavnih skupina virusa. DNA-virusi i njihova replikacija. RNA-virusi i njihova replikacija. Onkogeni DNA i RNA virusi. Mehanizmi onkogene transformacije onkogenim DNA i RNA virusima: virusni onkogeni. Retrovirusi i njihova replikacija; molekularna genetika retrovirusa i HIV-a: regulacijski geni i transaktivacija; genska terapija HIV-a. Virusna interferencija. Evolucija virusa. Plan vježbi: Reprodukcijski ciklusi virusa. Izolacija virusa. Ekspresija virusnih gena u heterolognim i homolognim sistemima. Stanična transformacija onkogenim RNA-virusima.

- Brdar, B., Čović, M.: Onkogeni virusi. U: Karcinogeneza – suvremena gledišta o podrijetlu malignih tumora (urednik, M. Boranić). Medicinska naklada, Zagreb (u tisku).
- Virology, Second Edition, edited by Fields, B.N., Knipe, D.M. et al. Raven Press, Ltd., New York, 1990.
- Fundamental Virology, Second Edition, edited by Fields, B.N., Knipe, D.M. et al. Raven Press, Ltd., New York, 1991.
- Molecular Biology of The Cell, Third Edition, by Alberts, B.A., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J. Garland Publishing, Inc., New York & London.
- Lobach, D.F., Bolognesi, D.P., Kufman, R.E., 1985: Retroviruses and Human Cancer: Evaluation of T-Lymphocyte Transformation by Human T-Cell Leukemia-Lymphoma Virus. Cancer Investigation, 3(2), 145-160.
- Aids: Etiology, Diagnosis, Treatment and Prevention. Third Edition, edited by DeVita, V.T.Jr., Hellman, S., Rosenberg, S.A., Lippincott, J.B. Comp., Philadelphia, 1992.
- Brdar, B., Reich, E., 1999: Selective irreversible inactivation of replicating mengovirus by nucleoside analogues: A new form of viral interference. J. Virol. 73: 6444-6452.

4127 PROTEINSKA KRISTALOGRAFIJA I

Uvod: Razvoj proteinske kristalografije. Veza između stupnja organizacije makromolekula i tehnike određivanja strukture. Dobivanje monokristala: Kristalizacija bioloških makromolekula. Razdvajanje i pročišćavanje. Derivati s teškim atomom. Tehnike kristalizacije. Fizikalna načela strukturne kristalografije: Simetrijska svojstva kristala. Difrakcija na kristalu i strukturni faktor. Mjerenje i korekcija difrakcijskih maksimuma. Problem faza difraktiranih valova. Difrakcijske metode određivanja kristalne strukture: Pattersonova funkcija. Metoda teškog atoma (izomorfni derivati). Metoda molekulske zamjene (rotacijska i translacijska funkcija). Metoda anomalne disperzije. Rješavanje kristalnih struktura bioloških makromolekula: Fazni model strukture. Mapa elektronske gustoće. Interaktivna molekulska grafika. Tehnike utočnjavanja faznog modela. Određivanje apsolutne konfiguracije. Analiza riješene strukture proteina: Komplementarnost biokemijskih i kristalografskih informacija. Doprinos kristalografskih podataka saznanju o biološkoj aktivnosti. Pregled časopisa i baza podataka. Razvoj proteinske kristalografije. Problemi kristalizacije bioloških makromolekula. Fizikalna načela strukturne kristalografije i problem faza. Difrakcijske metode određivanja kristalne strukture. Rješavanje kristalnih struktura bioloških makromolekula počevši od faznog modela, preko

mape elektronske gustoće do uočnjene kristalne strukture. Uporaba interaktivne molekulske grafike u rješavanju i analizi riješene strukture. Usporedba i komplementarnost biokemijskih i kristalografskih derivata) Pattersonova funkcija. Diferencijska Pattersonova sinteza. Diferencijska Fourierova sinteza. Metoda molekulske zamjene (rotacijska i translacijska funkcija). Metoda izomorfne zamjene. Metoda izomorfne zamjene za slučaj dva ili više derivata. Metoda anomalne disperzije. Kombinacije faznih informacija. Utočnjavanje strukture i poboljšanje rezolucije: Metoda najmanjih kvadrata (LSQ). Metoda brzog Fourierovog transformiranja (FFT). Metode molekulske dinamike. Točnost riješene strukture: Nepoznat slijed aminokiselina. Problem niske rezolucije. Pogreške kod interpretacije mape elektronske gustoće. Upoznavanje s praktičnim problemima snimanja difrakcijskih maksimuma kod kristala proteina. Detaljni pregled modernih metoda određivanja kristalnih struktura makromolekula uz kratku informaciju o korištenim matematičkim metodama (Fourierov teorem, Fourierova transformacija, operacija konvolucije). Opis metoda utočnjavanja početnog modela kristalne strukture i mogući izvori pogrešnih zaključaka.

4128 PROTEINSKA KRISTALOGRAFIJA II

Skupljanje i obrada difrakcijskih podataka: Postupak s kristalom proteina. Tehnike snimanja difrakcijskih maksimuma. Strategija skupljanja podataka. Rješavanje faznog problema: Metoda teškog atoma (izomorfni derivati) Pattersonova funkcija. Diferencijska Pattersonova sinteza. Diferencijska Fourierova sinteza. Metoda molekulske zamjene (rotacijska i translacijska funkcija). Metoda izomorfne zamjene. Metoda izomorfne zamjene za slučaj dva ili više derivata. Metoda anomalne disperzije. Kombinacije faznih informacija. Utočnjavanje strukture i poboljšanje rezolucije: Metoda najmanjih kvadrata (LSQ). Metoda brzog Fourierovog transformiranja (FFT). Metode molekulske dinamike. Točnost riješene strukture: Nepoznat slijed aminokiselina. Problem niske rezolucije. Pogreške kod interpretacije mape elektronske gustoće. Upoznavanje s praktičnim problemima snimanja difrakcijskih maksimuma kod kristala proteina. Detaljni pregled modernih metoda određivanja kristalnih struktura makromolekula uz kratku informaciju o korištenim matematičkim metodama (Fourierov teorem, Fourierova transformacija, operacija konvolucije). Opis metoda utočnjavanja početnog modela kristalne strukture i mogući izvori pogrešnih zaključaka.

- Giacovazzo, C., Monaco, D., Viterbo, F., Scordari, G., Gilli, Zanotti, C., 1992: Fundamentals of Crystallography.
- Blundell, T.L., Johnson, L.N., 1976: Protein Crystallography.
- Brandon, C., Tooze, J., 1990: Introduction to Protein Structure.
- Drenth, J., 1994: Principles of protein x-ray crystallography.
- Lesk, H., 1991: Protein Architecture, A practical Approach.
- McRee, D.E., 1993: Practical protein crystallography.
- Stuhmann, H.B. (ed.), 1982: Uses of Synchrotron Radiation Biology.
- Wyckoff, H.W., Hirs, C.H.W., Timasheff, S.N. (eds.), 1985: Diffraction methods for Biological Macromolecules, Methods in Enzymology, Vol 114.
- Vicković, I., 1994: Difrakcijske metode određivanja kristalnih struktura (skripta, Drugo izdanje).

4129 BIOENERGETIKA

Energija, rad, informacija i red omogućuju život kompleksnih molekularnih sustava. Bioenergetika proučava transformacije energije unutar živog sustava, posebice koji održavaju energetski potencijal. Pojedinačne teme kolegija: život, energija, entropija i svemir. Ustaljena stanja i potrebna energija. Termodinamička i kinetička "stabilnost". Potencijalna energija bioloških procesa. Mjerenje, svojstva i primjena Gibbsove slobodne energije. Kemijski, elektrokemijski i oksidoredukcijski potencijal. ATP i ionski gradijenti: intermedijarna pohrana energije. Slobodni kisik: prednosti i opasnosti. Oksidoredukcijski koenzimi. Mitohondrijski respiracijski lanac: Put elektrona i organizacija peptida. Mehanizmi elektronskog prijenosa. Transdukcija energije. Mehanizmi stvaranja protonskog gradijenta. Mjerenje prijenosa energije protonskim gradijentom. Povezanost citoplazme i mitohondrija. Termodinamički i kinetički nadzor sinteze ATP. Oštećenja humanog citohondrija i bolesti. Alternativne uporabe protonskog gradijenta: generiranje topline, transportni sustavi, bakterijsko kretanje. Ionske pumpe P-, F- i V-tipa. Evolucija bioenergetskih sustava.

- M. Flögel, 1997: Bioenergetika. Zagreb.
- D. A. Harris, 1995: Bioenergetic at a Glance. Blackwell Science, Oxford.
- D. G. Nichols, S. J. Ferguson, 1992: Bioenergetics 2. Academic Press, London.

4130 BIOLOŠKE MEMBRANE I MEĐUSTANIČNA KOMUNIKACIJA

Dinamika i struktura bioloških membrana. Membranski proteini. Ugljikohidrati iz plazmatskih membrana. Transport malih molekula preko stanične membrane. Različite obitelji transportnih proteina. Transport proteina preko intracelularnih membrana. Transport vode preko stanične membrane.

- Voet, Voet: Biochemistry, J. Wiley & Sons, Inc. 1995 Lipids and membranes, pp 277-328
- L. Streyer: Biochemistry, WH Freeman 1995 (Membrane structure and dynamics, Membrane channels and pumps pp 263-325; Biosynthesis of membrane lipids
- Alberts et al. Garland publishing comp. 1996 Molecular biology of the cell Membrane structure, pp 477-504; Membrane transport of small molecules and ionic basis of membrane excitability, pp 507-526; Intracellular compartments and protein sorting, pp 551-567
- Udenfriend S, Kodukula K: How glycosyl-phosphatidylinositol anchored proteins are made. Annu Rev Biochem 64: 563-91, 1991
- Montal M Molecular anatomy and molecular design of channel proteins FASEB J 4: 2623-2635, 1990

- * Lee MD et al: The Aquaporin family of water Channel Proteins in Clin. med. Rew Mol Med 76/3 141-156, 1997
- * Brown D et al. Cellular distribution of the aquaporins: a family of water channel proteins Histochem Cell Biol 104: 1-9, 1995

(Programi za predmete pod šifrom: 4129 - 4131 nalaze se u programu kolegija za poslijediplomski studij iz polja: kemija)

4131 GLIKOPROTEINI - STRUKTURA I FUNKCIJA

Struktura glikoproteina. O- i N- glikozidna veza u glikoproteinima. Struktura O-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Struktura N-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Biosinteza O-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Biosinteza N-glikozidno vezanih ugljikohidratnih lanaca. Kontrola glikozilacije proteina. Važnost i uloga glikozilacije proteina. Reverzibilna glikozilacija

- * Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Faff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 1989: Molecular Biology of the Cell, 2nd ed. Garland Publishing, Inc. New York, London.
- * Rademacher, T.W., Parckh, R.B., Dwek, R.A., 1988: Glycobiology in Ann. Rew. Biochem., 57: 785.
- * Sharon, N., 1984: Trends Biochem. Sci., 9: 198.
- * Doering, T.L., Masterson, W.J., Hart, G.W., 1990: England PT, J. Biol. Chem., 265: 611.
- * Genzsch, M., Tanner, W., 1996: EMBO J., 15: 5752-5759.

4132 INTERAKCIJA PROTEINA S DNA

Prostorna struktura i organizacija nukleinskih kiselina. Problem makromolekularnog prepoznavanja: funkcionalne skupine u velikom i malom oturu dvostruke uzvojnice. Glavni uzorci u proteinima koji prepoznaju DNA: uzvojnica-zavoj-uzvojnica, leucinska kopča, cinkovi prsti, antiparalelni b -list, vrpca-uzvojnica-uzvojnica. Primjeri specifičnog prepoznavanja: represori, protein-aktivator kataboličkih gena, proteini za inverziju i deleciju DNA, proteini za popravak DNA, restriksijske endonukleaze, eukariotski transkripcijski faktori. Histoni i struktura nukleosoma.

- * Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 1994: Molecular Biology of the Cell. Third Edition. Garland Publishing, Inc., London.
- * Voet, D., Voet, J.G., 1995: Biochemistry. Second Edition. J.Wiley & Sons.
- * Branden, C., Tooze, J., 1991: Introduction to Protein Structure. Garland Publishing, Inc., London.
- * Serija članaka u: Current Opinion in Structural Biology 4: 1-66, 1994. (Studenti će moći nabaviti fotokopije ovih članaka.)

4133 BIOFIZIČKE METODE

Primjena fizikalnih metoda u rješavanju povezanosti strukture / dinamike i funkcije bioloških makromolekula uz molekularnu termodinamiku; apsorpcijske spektroskopije: elektronska – VIS, UV; vibracijska – IR; cirkularni dikroizam (CD), linearni dikroizam (LD) i optička rotaciona disperzija (ORD); emisijska spektroskopija – fluorescencija; spektroskopske metode magnetske rezonancije: nuklearna magnetska rezonancija (NMR) i elektronska spinska rezonancija (EPR); masena spektroskopija (MS).

- * Cantor, C.R., Schimmel, P.R., 1980: Biophysical Chemistry I, II, III. Freeman and co., San Francisco.
- * van Holde, K.E., Johnson, W.C., Ho, P.S., 1998: Principles of Physical Biochemistry. Prentice Hall, Upper Saddle River, USA.
- * Bergethon, P., 1998: The Physical Basis of Biochemistry, The Foundation of Molecular Biophysics. Springer Verlag, NY.
- * Noll, F., Winter, R., 1998: Methoden der Biophysikalischen Chemie. B.G. Teuhen, Stuttgart.
- * Weiss, T.F., 1996: Cellular Biophysics I, II. MIT Press, Cambridge, USA.

4134 BIOINFORMATIKA

Predznanje neophodno iz Biokemije i Osnova rada s umreženim računalom. Osnovni ciljevi: Upoznavanje studenata s praktičnim radom iz bioinformatike kao što je korištenje baza podataka na Internetu i analiza proteinskih i nukleinskih sekvencija uz pomoć raznih web poslužitelja. Korištenje poznatih mutacija kod nasljednih bolesti za studiranje veze između strukture i djelovanja proteina. Sadržaj: Teme istraživanja i koristi od spoznaja iz bioinformatike. Rad na mreži i pretraživanje literature. Molekularno biološke baze podataka i baze podataka za nasljedne bolesti. Upoznavanje s najboljim alatima za analizu nukleinskih i proteinskih sekvencija. Utvrđivanje homologije i pronalaženje specifičnih motiva. Česte greške u bazama podataka. Predviđanje strukture proteina. Web poslužitelj SPLIT kao primjer poslužitelja za analizu proteinskih sekvencija. Određivanje topologije integralnih membranskih proteina. Kako ustanoviti koliko

možemo vjerovati pojedinim poslužiteljima i koliko su točne njihove analize.

- Juretić, D., 1997: Bioenergetika. Informator, Zagreb.
- Sternberg, M.J.E., 1996: Protein structure prediction – a practical approach. Oxford University Press, London.
- Baxevanis, A.D., Ouellette, B.F.F., 1998: Bioinformatics, a practical guide to the analysis of genes and proteins. Wiley, New York.

4135 MOLEKULARNE OSNOVE GENSKE TERAPIJE

Prošlo je trinaest godina od prvog odobrenog protokola genske terapije. U početku je genska terapija zamišljena kao tretman monogenetskih bolesti, to znači da je imala za cilj zamjeniti defektnu ili nadomjestiti odsutnu kopiju gena, normalnom funkcionalnom kopijom. Međutim, ubrzo se genska terapija počela koristiti u terapiji tumora unošenjem gena ubojice ili pak u vakcinaciji, unošenjem gena koji kodira snažni imunogen. Razvijeno je više različitih vektora i više različitih metoda za unos gena u stanice. Najčešće su upotrebljavani virusni vektori temeljeni na adenovirusima, retrovirusima, lentivirusima, adeno-pridruženim virusima ili herpes-simplex virusima. Razvijene su i nevirusne metode prijenosa gena kao što je unos gena uz pomoć liposoma ili unos gole plazmidne DNA. Predmetom «Molekularne osnove genske terapije» želi se: 1) objasniti principe genske terapije monogenetskih bolesti, genske terapije tumora kao i objasniti kako se sličan protokol može koristiti u vakcinaciji, 2) objasniti različite metode unosa gena, koje su prednosti a koji nedostaci svake od njih. 3) preko primjera iz literature objasniti razvoj ideje od eksperimenata *in vitro*, preko životinjskih modela do istraživanja na ljudima.

- Amalfitano, A., Parks, R. J., 2002: Separating fact from fiction: assessing the potential of modified adenovirus vectors for use in human gene therapy. *Current Gene Therapy*, 2, 111-133.
- Klonjowski, B., Denesvre, C., Eloit, M., 1999: Adenoviral Vectors for Vaccines, in *Adenoviruses: Basic Biology to Gene Therapy*. edited by Prem Seth, R.D. Landes Company.
- Li, S., Huang, L. 2000: Nonviral gene therapy: promises and challenges, 7, 31-34.
- McTaggart, S., Al-Rubeai, M. 2002: Retroviral vectors for human gene delivery. *Biotechnology advances*, 20, 1-131.
- Monahan, P. E., Samulski, R. J., 2000: AAV vectors: is clinical success on the horizon? *Gene Therapy*, 7, 24-30.
- Romano, G., Micheli, P., Pacilio, C., Giordano, A., 2000: Latest Developments in Gene Transfer Technology: Achievements, Perspectives, and Controversies over Therapeutic Applications. *Stem Cells*, 18, 19-39.

4136 MOLEKULARNO-GENETIČKE OSNOVE POREMEĆAJA PONAŠANJA

Kolegij je zamišljen kao 5 dvosatnih predavanja koja bi obuhvatila najnovije spoznaje o molekularno-genetičkoj podlozi poremećaja u ponašanju. U uvodnom dijelu dao bi se kratak pregled građe i funkcije neurotransmitera, načina prijenosa živčane informacije u sinapsi, te razina na kojima mogu nastati poremećaji u prijenosu. U drugom dijelu govorilo bi se o genima za sinaptičke elemente i genima koji sudjeluju u embrionalnom razvoju živčanog sustava, a čije se mutacije povezuju s razvojem poremećaja u ponašanju. Također bi se govorilo o danas poznatim polimorfizmima gena za sinaptičke elemente te njihovim funkcionalnim posljedicama. U trećem dijelu kolegija studente bi se upoznao s načinima istraživanja molekularne podloge poremećaja ponašanja u ljudskoj populaciji. Navele bi se prednosti i nedostaci obiteljskih i populacijskih studija te objasnile razlike između asocijacijskih studija i "linkage" analiza. Na kraju bi se dao pregled najvažnijih statističkih metoda koje se koriste u populacijskim istraživanjima genskih polimorfizama. U četvrtom dijelu bilo bi riječi o uporabi pokusnih životinja kao modela za istraživanje poremećaja ponašanja. Razjasnio bi se koncept endofenotipova i ukratko opisali važniji bihevioralni testovi. U posljednjem predavanju detaljno bi se objasnila dva pristupa istraživanju genetičke podloge poremećaja ponašanja na životinjskom modelu: pristup temeljen na genotipu (inaktivacija gena-kandidata) i pristup temeljen na fenotipu (nasumična mutageneza).

- Lacković, Z., 1994: Neurotransmitori u zdravlju i bolesti. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Ebsstein, R.P. et al., 2000: Personality and polymorphisms of genes involved in aminergic neurotransmission. *Eur J Pharmacol* 410, 205-214.
- Tandon, K., McGuffin, P., 2002: The genetic basis for psychiatric illness in man. *Eur J Neurosci* 16, 403-407.
- Baron, M., 2001: The search for complex disease genes: fault by linkage or fault by association? *Mol Psychiatry* 6, 143-149.
- Tarantino, L., Bucan, M., 2000: Dissection of behavior and psychiatric disorders using the mouse as a model. *Hum Mol Genet* 9, 953-965.

4137 STANIČNA REGULACIJA KOD BAKTERIJA

Predmetom «Stanične regulacije kod bakterija» žele se objasniti regulatorni mehanizmi odnosno signalne

molekule i pripadajući receptori koji sudjeluju u prijenosu staničnih signala kod bakterija. Jedan od najzastupljenijih oblika prijenosa signala uključuje proteinsku-fosforilaciju i defosforilaciju. Fosforilacija proteina na aminokiselinskim ostacima serina, treonina i tirozina se uglavnom pripisava signalizaciji eukariotskih stanica. Pretpostavljalo se da se proteini kod bakterija fosforiliraju preko amino kiselinskih ostataka histidina i aspartata. Novija istraživanja ukazuju da ne postoji takva striktna evolucijska granica. Proteinske kinaze koje su slične eukariotskim su pronađene u bakterijskim stanicama i obratno bakterijski sistemi proteinske fosforilacije su dokazani kod eukariota. Tijekom predavanja objasniti će se i principi prijenosa signala bakterijskim signalnim molekulama poput A-faktora i homoserina. Ove molekule reguliraju različite stanične procese, poput sinteze antibiotika i stanične diferencijacije kod streptomiceta, ili bakterijskim stanicama pomažu u staničnoj komunikaciji i boljem prilagođavanju uvjetima oko liša. Ovaj oblik prijenosa signala u literaturi se naziva i «quorum sensing» i predstavlja primjer kontroliranog višestaničnog ponašanja zapaženog kod jednostaničnih organizama.

- Horinouchi, S., 2002: A microbial hormone, A-factor, as a master switch for morphological differentiation and secondary metabolism in *Streptomyces griseus*. *Front Biosci.* 7, 2045-57. Review.
- Takano, E., Chakraburty, R., Nihira, T., Yamada, Y., Bibb, M.J., 2001: A complex role for the gamma-butyrolactone SCB1 in regulating antibiotic production in *Streptomyces coelicolor* A3(2). *Mol Microbiol.* 41(5), 1015-28.
- Kennelly, P.J., 2002: Protein kinases and protein phosphatases in prokaryotes: a genomic perspective. *FEMS Microbiol Lett.* 2, 206(1), 1-8. Review.
- Bassler, B.L., 2001: Small talk. Cell-to-cell communication in bacteria. *Cell.* 109(4), 421-4. Review
- Winzer, K., Hardie, K.R., Williams, P., 2002: Bacterial cell-to-cell communication: sorry, can't talk now - gone to lunch! *Curr Opin Microbiol.*, 5(2), 216-22. Review.

4138 MOLEKULARNA BIOLOGIJA STARENJA

Pregled tema ovog kolegija obuhvaća najnovije spoznaje o detaljnim molekularnim mehanizmima staničnog starenja kod nižih i viših sisavaca, jednostaničnika, nematoda i kukaca, zatim starenja na razini tkiva i organizama te povezanost ovih mehanizama s karcinogenezom i nekim najvažnijim degenerativnim bolestima. Približan plan predavanja je: *Uvod u Molekularnu biologiju starenja*. Počea istraživanja staničnog starenja, pregled suvremenih ideja i metodoloških pristupa istraživanjima staničnog starenja i starenju na razini organizma. *Stanično starenje*. Model ljudskih i mišijih fibroblasta, endotelijalnih i epitelnih stanica, M1/M2 mehanizam, ulazak u krizu i imortalizacija, efekat SV40 velikog T antigena (Tg), uloga p53 i pRb u staničnom starenju i imortalizaciji. *Molekularni mehanizmi staničnog starenja*. (I) Mehanizmi genetičke kontrole staničnog starenja: uloga telomera i telomeraze (građa telomera, proteini koji su u interakciji s telomerama, uloga telomeraze i rekombinacijskih mehanizama u kontroli duljine telomera u normalnim i imortalnim stanicama), ALT mehanizam, uloga kontrole staničnog ciklusa u starenju i interakcija istog s telomerama. *Molekularni mehanizmi staničnog starenja*. (II) Oksidativni stres u staničnom starenju: hiper/hipooksija, telomere i oksidativni stres, uloga mitohondrija u nastanku staničnih oštećenja i staničnom starenju, uloga antioksidansa i stres-response mehanizama u staničnom starenju. *Molekularni mehanizmi starenja na razini tkiva i organizma*. (I) Koža kao modelni objekt: starenje fibroblasta, melanocita, keratinocita, endotelijalnih stanica, kožnog matriksa i mikrovaskulature. Starenje inertnih organa i tkiva (živčani sustav, miokard) i njihova otpornost na stres. *Molekularni mehanizmi starenja na razini tkiva i organizma*. (II) Genetički i epigenetički mehanizmi kontrole starenja kod laboratorijskih miševa i kvasca *S. cerevisiae* te njihove sličnosti i razlike sa starenjem kod čovjeka. *Molekularni mehanizmi starenja na razini tkiva i organizma*. (III) Genetički i epigenetički mehanizmi kontrole starenja kod nematode *C. elegans* i kukca *D. melanogaster*. *Molekularni mehanizmi degenerativnih bolesti povezanih sa starenjem, pogled iz evolucijske perspektive*. Alzheimerova bolest, Wernerov sindrom, Hutchinson-Gilfordov sindrom (Progeria). Evolucijske teorije mehanizama starenja i njihova uzajamnost s karcinogenezom.

- Nature, vol. 408, No. 9 (2000), 233-269. Skup preglednih članaka.
- Oncogene, vol. 21, No. 4 (2002), 493-697. Skup preglednih članaka.
- Science, vol. 273, No. 5271 (1996), 1-148. Skup preglednih članaka.
- *Handbook of the Biology of Aging*. Third edition. Editors: Schneider, E. L. and Rowe, J. W., Academic Press, Inc. San Diego, California, 1990.
- Kim, S., Jiang, J.C., Kirchman, P.A., Rubelj, I., Helm, E.G. and Jazwinski, S.M., 1998: *Cellular and Molecular Aging*. in *Comprehensive Geriatric Oncology*, second edition, (L. Balducci, W.B. Ershler, G.H. Lyman, eds.) Harwood Academic Publishers, Amsterdam. pp. 123-155.

4139 GENETIKA I EVOLUCIJA MITOHONDRIJA I KOROPLASTA

Kolegij bi obuhvaćao: i) Prikaz endosimbiontskih teorija evolucije eukariotske stanice. ii) Prijenos genetičkog materijala iz organela u jezgru i reduktivna evolucija mitohondrijskog i kloroplastnog genoma. iii) Strukturna i funkcionalna obilježja kloroplastnog i mitohondrijskog genoma. iv) Mehanizmi regulacije ekspresije jezgrih gena koji kodiraju proteine organela. v) Tranzitni sljedovi (peptidi) i mehanizmi translokacije proteina u

mitochondrije i kloroplaste. vi) Komunikacija između organela i jezgre; «mitondrijski i kloroplastni faktori». vii) Funkcija i struktura prokariotskih sustava za prijenos signala integriranih u stanice eukariota.

- Hartman, H., Fedorov, A., 2002: The origin of the eukariotic cell: A genomic investigation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99, 1420-1425.
- Gray, M. W., Burger, G., Lang, F. B., 1999: Mitochondrial evolution. Science 283, 1476-1481.
- Martin, W., Herrmann, R. G. 1998: Gene Transfer from organelles to the nucleus: how much, what happens, and why? Plant Physiol. 118, 9-17.
- Martin, W., Mueller, M., 1998: The hydrogen hypothesis for the first eukaryote. Nature 392, 37-41.
- Martin, W., Stoebe, B., Goremykin, V., Hasmann, S., Hasegawa, M., Kowallik, K. V., 1998: Gene transfer to the nucleus and the evolution of chloroplasts. Nature 393, 162-165.
- Cavalier-Smith, T., 2000: Membrane heredity and early chloroplast evolution. Trends Plant Sci. 5, 174-182.
- Bui, E. T. N., Bradley, P. J., Johnson, P., 1996: A common evolutionary origin for mitochondria and hydrogenosomes. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93, 9651-9656.
- Keegstra, K., Cline, K., 1999: Protein import and routing systems of chloroplasts. Plant Cell 11, 557-570.
- Posebno izdanje Biochim. Biophys. Acta 1541 (br. 1 i 2), 2001: Protein transport into mitochondria and chloroplasts.

4140 RAČUNALNA BIOLOGIJA

Svrha kolegija je uputiti polaznike u metode računalne biologije i analize biološke informacije. Program: Uvod u bioinformatiku; biološke baze podataka, arhitektura i pretraživanje; algoritmi sravnjenja sljedova; mnogostruko sravnjenje sljedova; filogenija, evolucijske analize sljedova; predviđanje sekundarne strukture proteina; predviđanje gena, klasifikacija proteina i predviđanje prostorne strukture (molekulska modeliranje); genomske analize, komparativna genomika.

- Internet
- Mount, D.W., 2001: Bioinformatics: sequence and genome analysis. Cold Spring Harbor Lab. Press, New York
- Baldi, P., Brunak, S., 2001: Bioinformatics: the machine learning approach. MIT Press, Cambridge
- Durbin, R., Eddy, S., Krogh, A., Mitchison, G., 1998: Biological sequence analysis: probabilistic models of proteins and nucleic acid. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Smjer: 2. Ekologija

4201 EKOLOŠKE METODE U VALORIZACIJI I ZAŠTITI PROSTORA

Zakonski propisi vezani uz zaštitu i valorizaciju prostora. Kriteriji valorizacije krajolika. Biološka raznolikost - izuzetno značajan kriterij u valorizaciji prostora. Značenje pojma, važnost, istraženost te ugroženost u svijetu i Hrvatskoj. Primjeri ugroženosti prostora, planovi zaštite i mogućnosti korištenja. Sadržaj, izrada i ocjena studija utjecaja na okoliš. Primjeri studija utjecaja na okoliš, neophodnih kod različitih zahvata u prostoru: izgradnja prometnica (ceste, pruge), elektroenergetski objekti (hidro i termoelektrane), vodoopskrbni objekti, kanali i dr. Problem biološkog minimuma vezan uz pregradnje tekućica te druge zahvate koji rezultiraju smanjenjem protoka.

- Hejwood, V.H. (ed.), 1995: Global Biodiversity Assessment. Cambridge Univ. Press
- Lillehammer, A., Saltveit, S.J. (ed.), 1984: Regulated Rivers. Universitetsforlaget As, Oslo
- Naveh, Z., Liberman, A., 1994: Landscape Ecology. Springer-Verlag, New York, Berlin
- Stanners, D., Bourdeau, P. (ed.), 1995: Europes Environment. European Environmental Agency, Copenhagen
- Zakon o zaštiti prirode. "Narodne novine", br. 82, 1994.
- Zakon o zaštiti okoliša. "Narodne novine", br. 30 i 72, 1994.
- Znanstveni i stručni članci i studije prema preporuci nastavnika.

4202 ENERGETSKI KONCEPT, BIOGEOKEMIJSKI CIKLUSI I TROFIJA EKOSUSTAVA

Osnovna koncepcija ekosustava kao nerazdvojnog jedinstva žive i nežive materije. Organizacijski stupnjevi žive materije od molekularne razine do razine ekosustava. Kruženje materije u prirodi. Biotička komponenta kao osnovni pokretač kruženja materije u ekosustavu. Primarna i sekundarna produkcija. Tipovi ishrane. Trofička struktura i ekološke piramide. Termodinamički zakoni i energetski koncept ekosustava. Konverzija, konzerviranje i utilizacija energije u ekosustavima. Modeli protoka energije kroz akvatičke i kopnene ekosustave. Izvori i raspoloživa hrana u zajednicama. Energetski koncept eutrofizacije u zajednicama. Degradacija biocenoza i poremećaji energetskih tokova u ekosustavu. Hranidbeni lanci, hranidbena mreža i trofičke razine u ekosustavima. Trofička struktura i ekološke piramide. Koncept proizvodnje i potrošnje

organske tvari u zajednicama kopna, mora i voda na kopnu. Primarni proizvođači, konzumenti i destruenti. Destrukcija i položaj bakterija u ekosustavima. Osnovni koncept biokemijskih ciklusa. Vježbe: Metode i postupci analize trofičke strukture zooplanktona i bentosa. Metode određivanja suhe i mokre biomase. Analiza fizioloških skupina bakterija.

- Higashi, M., Burns, T.P., 1991: Theoretical studies of ecosystems, The network perspective. Ed. Cambridge University Press, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney.
- Krebs, C.J., 1989: Ecological methodology. Ed. Claudia M. Wilson, Harper & Row Publishers, New York.
- Odum, E.P., 1971: Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Co., London.
- Phillipson, H., 1966: Ecological energetics. The Institute of Biology's, Studies in Biology No. 1.
- Remert, H., 1980: Oekologie. Springer-Verlag, Berlin.
- Ramade, F., 1974: Éléments d'écologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. Ed. Ediscience/Mc Graw-Hill, Paris.

4203 MODELIRANJE U EKOLOGIJI

Dinamika jedne populacije u okolišu koji je: a) neograničen, b) okoliš s konstantnim izvorom hrane, c) periodičan, d) slučajan. Stabilnost i perzistencija populacije. Izlov. Maksimalni postojeći izlov. Diskretan rast logističke populacije i pojava kaotične dinamike. Stabilizacija kaotične dinamike. Dinamika populacije s generacijama koje se ne prekrivaju. Ekološke interakcije. Plijen-predator modeli i princip Volteere. Modeli kompeticije i princip kompetitivne ekskluzije. Modeli kooperacije. Dinamika jedne populacije i zajednice populacija u kontinuiranoj kulturi. Ovisnost dinamike od više hranjivih tvari: Liebigov zakon, uzimanje hrane suglasno Michaelis-Menten formulaciji, rast suglasnost Droopu, Redfieldov omjer i omjer u mediju. Modeli hranidbenih lanaca. Modeli hranidbenih mreža. Protok hranjivih tvari kroz ekosistem. Teorija epidemije. Prag epidemije. Invazija populacije u prostor.

- Murray, J.D., 1993: Mathematical Biology. Springer.
- DeAngelis, D.L., 1992: Dynamics of Nutrient Cycling and Food Webs. Chapman & Hall.
- Edelstein-Keshet, L., 1988: Mathematical Models in Biology. Random House.
- Svirezhev, Yu.M., Logofet, D.O., 1983: Stability of Biological Communities. Mir.
- May, R.M. (ed.), 1976: Theoretical Ecology. Blackwell Sci. Pub.
- WWW: 1. Pregled područja: <http://rudjer.irb.hr/~tegovic>,
- 2. On-line kolegij: <http://www.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/popecol.html>
- 3. Baza modela: <http://eco.wiz.uni-kassel.de>

4204 STATISTIČKE METODE U EKOLOGIJI

Mjerne skale. Preciznost mjerenja. Absolutna i relativna pogreška. Pogreške funkcija mjerenih varijabli. Značajne decimale. Distribucija frekvencija. Deskriptori populacija. Česte distribucije i njihova upotreba. Objektivno uzorkovanje: slučajno, jednostavno i stratificirano; sistemsko; poduzorkovanje. Preferentno uzorkovanje. Procjena. Distribucije uzoraka. Uzorak i standard. Sparene usporedbe. Višestruke usporedbe. Višestruke korelacije. Linearna i nelinearna regresija. Ordinacija. Klaster analiza. Analiza koncentracija. Identifikacija. Izgladivanje vremenskih serija. Autokorelacija i korelacija više varijabli. Trend. Periodogram. Spektar. Određivanje distribucije i abundancije. Indeksi diverziteta. Indeksi prekrivanja niša. Interspecijska asocijacija i kovarijacija. Klasifikacija i ordinacija zajednica.

- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F., 1988: Statistical ecology. Wiley.
- Orloci, L., Kenkel, N.C., 1985: Introduction to data analysis with examples from population and community ecology. Internat. Co-operative Pub. House, Fairland, MD.
- Legendre, L., Legendre, P., 1983: Numerical ecology. Elsevier.
- WWW: Pregled područja: <http://www.execpc.com/~helberg/statistics.htm>
- On-line knjige: Hopkins, W.G., A new view of statistics
- <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>
- Statsoft Electronic textbook
- <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>
- Besplatni paket za statistiku: Young, F.W., Vista <http://forrest.psych.unc.edu/research/>

4205 MARIKULTURA

Uvod: Definicija marikulture i obilježja koja proistječu iz nje. Ribolov i marikultura u odnosu na rastuće potrebe za hranom. Razvojni put marikulture, trenutno stanje i perspektive. Metode i tehnika uzgoja: Energetska bilanca i ekonomiziranje u odnosu na intenzitet uzgoja i uzgojne tehnike u marikulturi. Dominantne pretpostavke za marikulturu: Kriteriji za odabir vrsta za marikulturu. Reprodukcijska: Reproductivna fiziologija, hormonalna kontrola i formiranje gameta. Tehnike reprodukcije i krioprezervacija gameta. Genetski aspekt mrjesta i uzgoja - selekcija,

hibridizacija, kromosomska marikultura (poliploidija, ginogeneza). Tehnike i tehnologije mriješta. Fiziologija ličinki i ishrana. Ekologija: Ekološki aspekt marikulture. Utjecaj intenzivnog uzgoja na okoliš. Kriteriji za izbor lokacija. Odnos s drugim gospodarskim aktivnostima u probalju.

- Bardach, J.E., Ruther, S.H., McLarney, W.O., 1972: Aquaculture and marine organisms. J.Wiley and Sons
- Beveridge, M.C.N, 1994: Cage culture. Surrey, Fishing News Book Ltd.
- Katavić, J., 1985: Coastal resources and mariculture. Manuscript. Institute of oceanography and fisheries - Centre for training of fishing personnel, Split
- Pillay, T.V.R, 1992: Aquaculture and the environment. Oxford, Fishing News Book
- Tree, T., Safner, R., Ančić, I., Lovrinov, M., 1995: Marikultura. U: Ribarstvo. Globus, Zagreb

4206 IHTIOFAUNA MORA I RIBARSTVO

Ihtiologija - temeljna i primjenjena: pojam, sadržaj, značaj i razvitak (osobito na Jadranu). Osnovni morfologije i ekologije mora s gledišta ribarstvene biologije i ribarstva. Sistematski i analitički pregled jadranske ihtiofaune. Principi racionalnog gospodarenja živim bogatstvima mora, s posebnim osvrtom na Jadran i ribarstvo Hrvatske. Program Ihtiologija: pojam, sadržaj, značaj i razvitak. More i morsko dno s gledišta ribarstvene biologije i ribarstva: pelagijsko i bentosko područje u moru, ribe pelagijala i bentala - opće karakteristike, ekologija i značaj. Jadranska ihtiofauna: sistematski pregled s osvrtom na značajnije svojite. Analitički pregled ihtiofaune Jadranskog mora: brojnost, biogeografske značajke, endemizam, regionalnost, ugroženost. Principi racionalnog gospodarenja živim (obnovljivim) bogatstvima mora: procjena stoka i maksimalno dozvoljene razine iskorištavanja, ribolov - pojam i značaj, prelov. Morsko ribarstvo Hrvatske.

- Cushing, D.H., 1967: Fisheries Biology - A Study in Population Dynamics. Univ. Wisconsin Press, Madison
- Jardas, I., 1983: Analitički pregled ihtiofaune Jadranskog mora. *Ichthyologia*, 15 (1): 15-35.
- Jardas, I., 1996: Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb.
- Jardas, I., 1997: Ribe i glavonošci Jadranskog mora. Svjetlost, Sarajevo.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., 1963: *Ichthyology*. Wiley, J. & Sons Inc., New York
- Županović, Š., Jardas, I., 1989: Fauna i flora Jadrana - Jabučka kotlina. II. Logos, Split,

4207 FITOPLANKTON MORA

Biologija, anatomija i taksonomska klasifikacija fitoplanktona. Usporedba morskog i slatkovodnog fitoplanktona. Metode taksonomskih istraživanja na terenu i u laboratoriju. Kulture fitoplanktona u istraživanju ekologije i fiziologije fitoplanktona. Praktični rad: Mikroskopska analiza uzoraka fitoplanktona. Uloga fitoplanktona u pelagijalu. Fitoplankton u prostoru i vremenu. Fitoplankton kao pokazatelj eutrofikacije. Uloga fitoplanktona u trofičkim i regeneracijskim odnosima (u prehranbenim mrežama, stvaranju otopljene organske tvari, detritusa, makroagregata) i povezanost s mikrobnim krugom. Primjeri iz svjetske literature. Gustoća populacija i biomasa fitoplanktona. Metode određivanja. Korištenje računskih grafičkih programa u istraživanju prostorne i vremenske raspodjele fitoplanktona i odgovarajućih abiotičkih čimbenika (termohalinih svojstava mora itd.). Ekološka interpretacija grafičkih prikaza. Primjeri iz svjetske literature. Regulacija raspodjele fitoplanktona. Fizički čimbenici u regulaciji raspodjele fitoplanktona. Svjetlost, morske struje, frontalni sustavi, uzdizanje dubinske vode prema površini ("upwelling") i tonjenje vodenih masa ("downwelling"), kružne struje. Primjeri iz svjetske literature. Kemijski čimbenici u regulaciji raspodjele fitoplanktona. Slanost, hranjive tvari i tipovi prehrane (autotrofija; mikсотrofija), elementi u tragovima. Primjeri iz svjetske literature. Biološki čimbenici u regulaciji raspodjele fitoplanktona. Intraspecijski i interspecijski odnos, virusne infekcije. Primjeri iz svjetske literature.

- Harris, G.P., 1986: Phytoplankton ecology. Structure, function and fluctuation. Chapman and Hall, London.
- Hoek, C. van den, Mann, D.G., Jahns, H.M., 1995: Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge
- Innamorati, M., Ferrari, I., Marino, D., Ribera D'Alcala, M., 1990: Metodi nell'ecologia del plancton marino. Laboratorio di biologia marina sorgenti di Aurisina, Trieste (Nova Thalassia 11, 1-372).
- Overbeck, J., Chrost, R.J. (eds.), 1990: Aquatic microbial ecology - biochemical and molecular approaches. Springer, New York.
- Sommer, U., 1994: Planktologie. Springer Verlag, Stuttgart.
- Sourmia, A. (ed.), 1978: Phytoplankton manual. UNESCO, Paris.
- Stein, J. (ed.), 1973: Handbook of phyycological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge University Press, Cambridge.
- Valiela, I., 1995: Marine ecological processes. Springer Verlag, Stuttgart.

4208 FITOBENTOS MORA

Osnove sistematike i biologije bentoskih algi i morskih cvjetnica (fitobentosa). Metodika istraživanja flore i

vegetacije fitobentosa i glavni ciljevi tih istraživanja. Sakupljanje materijala na terenu, njegovo određivanje na terenu i u laboratoriju, prikaz ključeva za determinaciju, demonstracija pravljenja herbarija. Glavni ekološki čimbenici mora (svjetlo, temperatura, slanost, gibanje mora, hranjive soli) koji utječu na rasprostranjenje bentoskih alga i morskih cvjetnica s posebnim osvrtom na Jadran. Najznačajnije zajednice bentoskih algi i morskih cvjetnica, njihovo rasprostranjenje s posebnim osvrtom na Jadran. Utjecaj čovjeka na razvoj i rasprostranjenje (onečišćenje mora, unošenje novih vrsta) zajednica bentoskih algi i morskih cvjetnica, te njihovo iskorištavanje (marikultura).

- Dawes, C.L. 1981: Marine Botany. John Wiley & Sons, Inc., New York
- Ercegović, A. 1949: život u moru. JAZU, Zagreb,
- Ercegović, A. 1960: Značajne crte vegetacije alga Jadranskog mora. Acta Bot.Croat., 28/29: 17-36.
- Ercegović, A.: Dubinska i horizontalna raščlanjenost jadranske vegetacije alga i njezini faktori. Acta Adriat., 11 (9): 75-84.
- Ercegović, A., 1966: Pogled na floru i ekologiju plitkovodne vegetacije alga u srednjem Jadranu. Ekologija, 1 (1-2): 55-75.
- Ercegović, A., 1980: Etude comparative de la vegetation des basses eaux et de celle des eaux profondes de l'Adriatique centrale. Acta Adriat., 21 (2): 11-40.
- Hoek, C. van den, Mann, D.G., Jahns, H.M., 1995: Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge, 623 pp.
- Lobban, C.S., Harrison, P.J., Duncan, M.J., 1985: The physiological of seaweeds. Cambridge University Press, Cambridge, 242 pp.
- Lüning, K., 1990: Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 527 pp.
- Péres, J.M., Gamulin-Brida, H., 1973: Biološka oceanografija. Bentos. Bentoska bionomija Jadranskog mora. Školska knjiga, Zagreb, 493 pp.

4209 ZOOPLANKTON MORA

Povijest istraživanja zooplanktona mora (ekspedicije). Metode istraživanja prostorne, vremenske raspodjele i migracija najvažnijih skupina zooplanktona. Specifičnosti prostorne raspodjele kopepoda. Zooplanktonske životne zajednice dubokog mora, obalnog ekosustava i estuarija. Sukcesije vrsta, generacijsko vrijeme i fiziološka aktivnost. Varijabilnost populacija u odnosu na abiotске i biotске čimbenike. Rijetke vrste i obnova populacija. Masovna pojava zelatinoznih i drugih zooplanktona. Ciste i trajna jaja i njihova ekološka važnost. Uloga zooplanktona u remineralizaciji organske tvari. Frontalne zone i "upwelling". Laboratorijski uzgoj zooplanktona.

- Anderson, R., 1983: Radiolaria. Springer-Verlag, New York
- Raymont, J.E.G., 1983: Plankton and productivity in the oceans. Zooplankton, 2, Pergamon Press, Oxford
- Van der Spoel, S., Heyman, R.P., 1983: A comparative atlas of Zooplankton. Biological patterns in the Oceans. Springer Verlag, New York
- Vinogradov, M.E., 1970: Vertical distribution of the oceanic zooplankton. Nauka, Moskva

4210 ZOOBENTOS MORA

Razdioba bentoskog područja. Metode istraživanja i sakupljanja uzoraka. Osobitosti bentoskog područja - ekološki čimbenici. Prilagodbe bentoskih organizama. Fitalno područje: čvrsto i pomično morsko dno, vertikalna razdioba, životne zajednice. Ekološko i gospodarsko značenje fitalnog područja. Afitalno područje: vertikalna razdioba, životne zajednice. Osobitosti bentosa Sredozemnog i Jadranskog mora. Antropogeni utjecaj, očuvanje i zaštita pridenih životnih zajednica mora.

- Nybakken, J.W., 1993: Marine Biology. An Ecological Approach. Harper Collins College Publishers, New York.
- Cognetti, G., Cognetti, G., 1992: Inquinamenti e protezione del mare. Calderini Bologna.

4211 EKOLOGIJA PODZEMNIH VODA

Porijeklo slatkovodnih životinja i njihove morfološke, anatomske i fiziološke prilagodbe na život u podzemnim staništima, posebno u podzemnim vodama. Abiotička ekološka obilježja podzemnih biotopa. Tipovi i ekološka svojstva podzemnih voda. Reliktnost i endemičnost podzemne faune. Biološka svojstva troglobionata, troglofila i trogloksenih organizama. Biološka raznolikost u podzemlju. Sastav i raspored zajednica u različitim tipovima podzemnih staništa. Utjecaji čovjeka na podzemna staništa i živu komponentu. Zaštita i korištenje podzemnih voda.

- Culver, C. C., 1982: Cave Life, Evolution and Ecology. Harvard University Press, Cambridge
- Delamare Deboutteville, Cl., 1960: Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. Hermann, Paris.
- Ginet, R., Decou, V., 1977: Initiation a la biologie et a l'écologie souterraines. Jean-Pierre Delarge, Paris.

- Vandel, A., 1964: *Biospéologie, La Biologie des Animaux Cavernicoles*. Gauthier-Villars, Paris.

4212 AKVAKULTURA

Sadržaji koji se savladavaju: Osnovne fizikalno-kemijske i biološke značajke voda. Hranidba riba. Mriješćenje, uzgoj ličinki, uzgoj mlada i uzgoj konzuma toplodvodnih vrsta riba u ribnjacima (Ciprinskultura). Mriješćenje, uzgoj ličinki, uzgoj mlada i uzgoj konzuma hladnovodnih vrsta riba, prvenstveno kalifornijske pastre u ribnjacima (Salmonikultura). Mriješćenje, uzgoj ličinki, uzgoj mlada i uzgoj konzuma morskih riba, zatim uzgoj školjaka (Marikultura). Drugi oblici akvakulture (kavezni uzgoj, uzgoj u silosima i dr.)

- Bardach, J.E., Ryther, J.H., Mc Larney, W.O., 1972: *Aquaculture*. Wiley & Sons, New York.
- Barnabe, G., 1990: *Aquaculture, Volume I.-II.* Université des Science et Techniques du Languedoc, Sete, France.
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrina, M., 1995: *Ribarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb.

4213 FITOPLANKTON I MIKROFITOBENTOS SLATKOVODNIH EKOSUSTAVA

Kratak pregled algologije u Hrvatskoj: površinske kopnene vode kao biotopi alga - ekološke grupe alga. Fitoplankton - definicija, opća svojstva i ekološka obilježja. Bentos - definicija, opća svojstva i ekološka obilježja. Perifiton - definicija, opća svojstva i ekološka obilježja. Alge - primarni organski producenti i producenti toksičnih tvari. Alge - indikatori stupnja onečišćenja. Uloga alga u taloženju sedre. Metode sabiranja uzoraka. Metode kvalitativnih i kvantitativnih analiza (biomasa, apsolutne i relativne učestalosti, indeks saprobnosti). Metode pripreme uzoraka za analizu, determinacije algološkog materijala, kvalitativna i kvantitativna obrada materijala, prezentacija rezultata. Obrazovni dij kolegija: Alge - primarni organski producenti, producenti toksičnih tvari, indikatori stupnja onečišćenja, uloga u taloženju sedre. Osnovne ekološke grupe alga u površinskim vodama na kopnu. Metode sabiranja uzoraka te kvalitativnih i kvantitativnih analiza. Primjena taksonomije u ekološkim istraživanjima i u zaštiti prirode. Prijedlog: Radi lakšeg praćenja kolegija preporuča se da studenti odslušaaju na drugoj godini studija kolegij Talofita ili Specijalna botanika I koji obuhvaćaju sadržaje o građi i sistematici nižih biljaka.

- Hindak, F., Marvan, P., Komarek, J., Rosa, K., Popovsky, J., Lhotsky, O., 1978: *Sladkovodnie riasy*. Slovenske Pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava.
- Hoek, C. van den; Mann, D.G., Jahns, H.M., 1995: *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pearson, L.C., 1995: *The Diversity and Evolution of Plants*. CRC Press, New York
- Round, F.E., 1966: *The biology of the algae*. Edwards Arnold, London.
- Sharma, O.P., 1986: *Textbook of algae*. at McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Smith, G.M., 1955: *Cryptogamic Botany, Vol. I. Algae na d Fungi*. McGraw-Hill Book Comp. Inc., New York.

4214 MAKROFITSKA FLORA VODA NA KOPNU

Osnovne značajke makrofita u vodama na kopnu. Prostorni raspored vodenih i močvarnih makrofita. Principi klasifikacije, morfološka i ekološka klasifikacija makrofita u vodama na kopnu. Vodeni i močvarni makrofiti kao bioindikatori. Ugroženost i zaštita vodenih i močvarnih makrofita. Pregled najvažnijih vrsta papratnjača i sjemenjača, rasprostranjenih u kopnenim vodama Hrvatske.

- Den Hartog, C., Segal, S. 1964: A new classification of the water plant communities. *Acta Bot. Neerlandica* 13, 367-393.
- Hejny, S. 1960: *Oekologische Charakteristik der Wasser-und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene*. Verlag Slov. Akad. Wiss., Bratislava.
- Koher, A. 1978: *Wasserpflanzen als Bioindikatoren*. Beih. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Würt. 11, 259-281.
- Wiegleb, G. 1991: *Die Lebens- und Wuchsformen der makrophytischen Wasserpflanzen und deren Beziehungen zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung der Arten*. *Tuexenia* 11, 135-147.

4215 RASPORED I FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA ZAJEDNICA U VODAMA NA KOPNU

Geološki, hidrološki i klimatski čimbenici u evoluciji biodiverziteta u vodenim ekosustavima. Podrijetlo slatkovodnih životinja. Brojnost vrsta u europskoj limnofauni. Permanentna i temporalna fauna voda na kopnu. Primarni, sekundarni i tercijarni ekološki čimbenici prostornog rasporeda i sezonskih fluktuacija u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu akvatičkih zajednica. Složenost funkcionalne organizacije zajednica i ekološka uvjetovanost njezinih prostornih i vremenskih promjena na longitudinalnom profilu tekućica i stajaćica. Gradijent prostornih promjena fizikalnih, kemijskih i biocentričkih čimbenika u stajaćicama i tekućicama. Alohtoni i autohtoni izvori hrane. Funkcionalne hranidbene skupine primarnih konzumenata herbivornog i detritivnog tipa u tekućicama: usitnjavači, konzumenti perifitona i sakupljači, u stajaćicama: detritivori, bakterivori, filtratori različitih veličinskih frakcija nanofitoplanktona i mrežnog fitoplanktona.

Predatori. Predatorski pritisak kao ekološka odrednica sastava zajednica dna.

- Goldman, C.R., Horne, A.J., 1983: Limnology. McGraw-Hill Internat.Book Co.
- Merritt, R.W., Cummins, K.W., 1996: An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque. USA.
- Odum, E.P., 1971: Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Whitton, B.A., 1975: River Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford London.

4216 ZOOPLANKTON U JEZERSKIM EKOSUSTAVIMA

Stratifikacija fizičko-kemijskih čimbenika u jezerima (temperatura, metabolički plinovi i meralne soli). Klasifikacija jezera prema podrijetlu, termici i stupnju trofije. Faunistički sastav zooplanktona (Protozoa, Rotatoria i Crustacea). Populacijska struktura. Mikrozooplankton i makrozooplankton. Ekološka uvjetovanost, abiotičke i biotičke odrednice sastava i prostornog rasporeda zooplanktona: temperatura, svjetlo, kemijska stratifikacija, izvori hrane, kompeticija i predatorski pritisak. Izvori hrane. Trofička struktura zooplanktona. Mikrofiltratori i makrofiltratori. Protok energije kroz hranidbene lance u zooplanktonskoj zajednici. Trofička struktura zooplanktona kao indikator stupnja trofije jezera. Vježbe: Metode sakupljanja uzoraka. Konzerviranje. Koncentriranje uzoraka metodom centrifugiranja i dekantiranja. Određivanje gustoće populacija i biomase. Determinacija najčešćih predstavnika u zooplanktonu. Analiza trofičke strukture.

- Fenchel, T. 1987: Ecology of Protozoa. Springer Verlag, Berlin.
- Goldman, C.R., Horne, A.J. 1983: Limnology. McGraw-Hill Internat.Book Co.
- Sommer, U. 1992: Plankton Ecology. Springer Verlag, Berlin.
- Laybourn-Parry, J. 1992: Protozoan Plankton Ecology. Chapman & Hall, London

4217 ZOOBENTOS KOPNENIH VODA

Biološko-ekološka obilježja površinskih kopnenih (slatkih) voda. Tipovi i vrste stajaćih voda uključivo i umjetne akumulacije. Makrozoobentos kao pokazatelj stupnja trofije stajaćica. Sukcesije u barama i jezerima. Tekućice - uzdužni gradient fizikalno-kemijskih čimbenika. Zakonitosti uzdužnog rasporeda vrsta i zajednica tekućica. Makrozoobentos kao indikator kakvoće vode. Zonacija tekućica temeljem životinjskih vrsta (npr. riba) i strukture zajednica (river continuum concept). Prikaz rezultata istraživanja makrozoobentosa naših najvažnijih tekućica i stajaćica.

- Allan, J.D. 1995: Stream Ecology. Chapman & Hall, London
- Burgis, M.J. Morris, P., 1987: The Natural History of Lakes. Cambridge University Press, Cambridge
- Calow, P. Petts, G.E. (eds.), 1992: The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles. Blackwell Science, Vol. 1, 526 pp and vol. 2
- Cole, G.A. 1983: Textbook of Limnology. UV. Mosby Company, St.Louis
- Moss, B. 1988: Ecology of Fresh Waters. Blackwell, Oxford
- Odum, E.P. 1971: Fundamentals of Ecology. Saunders Press; London
- Ulman, D. 1982: Hydrobiologie. Gustav Fischer Ver., Jena.
- Whitton, B.A. 1975: River Ecology. Blackwell, Oxford

4218 BIOLOGIJA ONEČIŠĆENIH VODA

Podrijetlo i sastav otpadnih voda. Fizičko-kemijski pokazatelji stupnja opterećenja voda. Biocenoćki pokazatelji stupnja opterećenja. Energetski koncept opterećenja i poremećaji u funkcionalnoj organizaciji zajednica. Trofija i saprobnost. Biološki procesi samoočišćenja (autopurifikacija). Biološka valorizacija voda. Limnosaprobnost, eusaprobnost i transsaprobnost. Indikatorski organizmi i saprobni sustavi indikatora. Indeksi saprobnosti. Saprobnostne zone. Vrsta (klasa boniteta) vode. Vježbe: Kemijske analize fizikalnih i kemijskih pokazatelja organskih i anorganskih onečišćenja. Metode određivanja stupnja saprobnosti zajednica.

- APHA 1985: Standards Methods, APHA- AWWA- WPCF, Washington.
- Bretig, G., Tümping, V.W. 1975: Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Klee, O. 1985: Angewandte Hydrobiologie. G. Thieme Verlag, Stuttgart
- Sladeček, V. 1973: System of Water Quality from the Biological Point of View. Ergebnisse der Limnologie, 7, 1-4, 1-218.
- Tedeschi, S. 1977: Zaštita voda. HDGI, Zagreb.

4219 IHTIOFAUNA KOPNENIH VODA I NAČINI GOSPODARENJA

Uvod. Osnove sistematike riba. Biologija riba: plivanje (struktura i funkcija), disanje i cirkulacija, senzorni organi, rast riba, prehrana i probava. Sistematika glavnih skupina riba. Raznolikost i ekologija riba. Plove i

ponašanje riba. Ekologija riba. Reproductive strategije riba. Migracije. Reofilne i limnofilne vrste. Veličina vrsta. Zonacija rijeke. Ihtioprodukcija. Slatkovodna ihtiofauna Hrvatske. Ihtiološke značajke dunavskog i jadranskog sliva. Principi gospodarenja ihtiološkim resursima. Privredni ribolov. Sportski ribolov. Metode procjene količine ribe i modeli iskorištavanja. Načini gospodarenja salmonidnim i ciprinidnim vodama.

- Bone, Q., Marshall, N.B., Blaxter, J.H.S. 1995: Biology of fish. Chapman & Hall.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R. 1963: Ichthyology. Wiley J. & Sons Inc., New York.
- Holčík, J., Hensel, K. 1972: Ichtyologicka priruka. Vydavatelstvo Obzor, Bratislava.
- Jardas, I., 1996: Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb.
- Ricker, W.E. 1971: Fish production in fresh waters. Blackwell scient. publ., Oxford
- Welcomme, R.L. River fisheries. FAO fisheries technical paper.
- Wootton, R. 1990: Ecology of teleost fishes, Chapman & Hall.

4220 BAKTERIOLOGIJA ONEČIŠĆENIH VODA

Biotopi mikroorganizama kopnenih voda. Bakterije kopnenih voda. Gljivice kopnenih voda. Utjecaj fizičko-kemijskih čimbenika na mikrobe u kopnenim vodama. Utjecaj bioloških čimbenika na mikrobe kopnenih voda. Bakterije i gljivice u kruženju materije i energije u vodenim ekosustavima na kopnu. Mikroorganizmi i sedimentacije. Mikrobi čistih i zagađenih vodenih ekosustava. Spojevi ugljika, dušika, fosfora i sumpora kao polutanti kopnenih voda. Procesi razgradnje organskih tvari u kopnenim vodama. Sanitarna bakteriologija. Termofilne bakterije.

- Rheinheimer, G. 1975: Mikrobiologie der Gewässer. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- Finstein, S.M. 1972: Pollution Microbiology (a laboratory manual).
- Duraković, S. 1996: Opća mikrobiologija. Znanstveno stručna biblioteka, Zagreb.
- Tate, L.R. 1986: Mikrobiol Autecology. John Wiley & Sons. New York

4221 POSTUPCI PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

Porijeklo te fizička, kemijska i biološka karakterizacija otpadnih voda. Terenska istraživanja radi određivanja količine i kakvoće otpadnih voda. Temeljni principi i klasifikacija postupaka pročišćavanja industrijskih i komunalnih otpadnih voda. Mehanički, fizikalno-kemijski, kemijski i biološki postupci pročišćavanja. Postupci uklanjanja dušika i fosfora iz otpadnih voda. Anaerobni procesi pročišćavanja. Karakteristike i postupci obrade mulja. Bilansa tvari i kinetika kemijskih i bioloških procesa. Reaktori: odabir i dimenzioniranje. Osnovi dimenzioniranje kompletnog sustava za pročišćavanje otpadnih voda. Ulazni podaci za dimenzioniranje. Tehnološki pokazatelji pojedinih procesa. Statistička obrada podataka o radu i ocjena rada uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Odlaganje mulja. Ispuštanje otpadnih voda u more. Podmorski ispusti.

- Peavy, H.S., Rowe, D.R., Tchobanoglous, G. 1987: Environmental Engineering. McGraw-Hill, Singapore.
- Metcalf, Eddy, Inc., Wastewater Engineering: Treatment-Disposal-Reuse, McGraw-Hill, Boston, 1979.
- Mulder, A. (ed.), 1997: Advanced Wastewater Treatment: Nutrient Removal and Anaerobic Processes. Pergamon Press.

4222 PRINCIPI I METODE BILJNE TAKSONOMIJE

Sadržaj predmeta obuhvaća u osnovnim crtama one suvremene spoznaje o biljnoj taksonomiji koje su potrebne taksonomima, floristima, fitocenolozima i ekologima za ispravnu upotrebu i korištenje nomenklature. Specijalistima-taksonomima posebno da se mogu uključiti u svjetsku razmjenu validnih i legitimnih informacija o statusnim značajkama kritičkih taksona, te upoznati postupke i putove otkrivanja novih taksona. Program -sistematika, klasifikacija, taksonomija. Ciljevi i zadaci taksonomije. Nomenklatura taksonomije. Širina shvaćanja pojedinih taksona. Imenovanje pojedinih taksona. Čimbenici specijacije. Metode biljne taksonomije. Postupak pri opisu novog taksona. Elementi validnog i legitimnog opisa. Način izbora epiteta.

- Ehrendorfer: Sistematika i geobotanika. U "Strassburger". Prijevod. Školska knjiga, Zagreb.
- Greuter: International code of botanical nomenclature. Berlin.
- Mayr: Populations, species and Evolution.
- Grant: Plant speciation.

4223 VEGETACIJSKO KARTIRANJE

Vegetacijske karte po sadržaju (realne, potencijalne i klimazonalne vegetacije), definicija i usporedba s drugim (florističkim, pedološkim i geološkim) kartama. Značenje mjerila za unošenje vegetacijskih jedinica. Načini označavanja vegetacijskih jedinica na karti. Boje i znakovi i njihova upotreba. Čitanje vegetacijske karte i pravci sukcesije vegetacije. Aerofotosnimke, njihova primjena i interpretacija, te upotreba pri kartiranju vegetacije. Dosadašnji radovi i objavljene vegetacijske karte. Pripreme za kartiranje (teoretske i tehničke).

Rad na terenu i unošenje vegetacijskih jedinica u kartu. Značenje i mogućnost korištenja vegetacijske karte.

Praktikum: Čitanje i korištenje različitih tipova karata. Mjerilo karte i njegov značaj kod unošenja podataka u kartu. Aerofotogrametrija, njihova interpretacija i način korištenja pri kartiranju. Tumačenje boja i znakova u njihova upotreba. Načini označavanja vegetacijskih jedinica na karti. Čitanje karata i snalaženje na terenu. Ograničavanje vegetacijskih jedinica na karti.

- Danassy, V., Oluić, M., Tomašević, Z. 1983: Daljinska istraživanja u geoznanosti. JAZU, Zagreb.
- Dimitrijević, M., et al. 1973: Fotointerpretacija. Beograd.
- Horvat, I. 1959: Potreba i značenje vegetacijske karte. Biološki glasnik 12.
- Tomašegović, Z. 1986: Primjena fotogrametrije u šumarstvu. Zagreb.

4224 DINAMIKA VEGETACIJE I BIOLOŠKA RAZNOLIKOST

Studenti se upoznaju s progresivnim i regresivnim sukcesijama u različitim klimatskim uvjetima te na konkretnim primjerima na terenu upoznaju važnost pojedinih stadija za biološku raznolikost.

- Horvat, I., Glavač, V., Ellenberg, H. 1974: Vegetation Sudosteuropas. Selecta Geobotanica. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Ilijanić, Lj. 1975: Potreba osnivanja trajnih ploha i njihovo značenje za proučavanje biljnog pokrivača naše zemlje. Acta Bot. Croat. 24, 83-90.
- Šegulja, N., Hršak, V. 1994: Some floristic and ecological characteristics of association Bromo-Plantaginatum mediae Ht (31) 49 on permanent plot No 82 (National Park Plitvice Lakes - Croatia). Vegetatio 110, 103-114.
- Topić, J. 1992: Vegetation succession on two permanent plots in East Croatia in the period 1978-1991. Acta Bot. Croat. 51, 61-76.

4225 RIJETKE I UGROŽENE BILJKE HRVATSKE FLORE

Prema literaturnim podacima, a također i neposredno na terenu, studenti upoznaju neke od naših najugroženijih biljnih vrsta. Također običu i lokalitete onih vrsta koje su nestale iz naše flore u posljednjih dvadesetak godina. Razmatraju se mjere zaštite najugroženijih staništa i vrsta.

- Šugar, I. (ed.) 1994: Crvena knjiga biljnih vrsta Republike Hrvatske. Ministarstvo graditeljstva i zaštite okoliša, Zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Ilijanić, Lj. 1978: *Eriophorum gracile* Koch, Neu für Kroatien. Acta Bot. Croat. 37, 203-205.
- Topić, J., Ilijanić, Lj. 1989: *Calla palustris* L. (Araceae) in Croatia. Acta Bot. Croat. 48, 189-193.
- Topić, J., Šegulja, N., Ilijanić, Lj. 1997: *Anthemis tomentosa* L. (Asteraceae) a new Species in Croatian Flora. Natura Croatica 6, 1, 119-123.

4226 EKOLOGIJA TERESTRIČKIH KRALJEŠNJAKA

Uloga terestričkih kralješnjaka (i šišmiša); Odabrana poglavlja s problematikom terestričkih kralješnjaka u populacijskoj ekologiji: Home range. Gustoća populacije. Fenologija. Promjene areala. Struktura zajednica. Kompeticija i predatorstvo. Kompetitivna isključivost. Ekološke niše. Terestrički kralješnjaci (i šišmiši) Hrvatske. Pregled vrsta. Njihovo mjesto u mreži ishrane. Osobitosti biološke raznolikosti kopnenih ekosustava Hrvatske. Nastambe. Prezimljavanje. Migracije. Specifičnost razmnožavanja. Specijalizacija u ishrani. Endemičnost i reliktnost. Metode utvrđivanja kategorija ugroženosti. Praktikum: Metode terenskog istraživanja. Pravilno uzorkovanje. Dokumentacija. Obrada podataka. Rizik profesionalnih oboljenja pri istraživanju terestričkih kralješnjaka i šišmiša.

- Barnett, A., Dutton, J. 1995: Expedition Field Techniques: Small Mammals (excluding bats). Expedition Advisory Centre, London.
- Churchfield, S. 1990: The Natural History of Shrews. Christopher Helm, London.
- Eisenberg, J.F. 1981: The Mammalian Radiations. The Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Hall, R. 1962: Collecting and Preparing Study Specimens of Vertebrates. Museum of Natural History, Univ. of Kansas, Lawrence
- IUCN Red List Categories 1994: IUCN SSC, Gland.
- Kikawa, J., Anderson, D.J. 1986: Community Ecology: Pattern and Process. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Krebs, C.J. 1986: Ecological Methodology. Harper Collins, New York.
- Krebs, C.J. 1995: Fortran programs for Ecological Methodology. Exeter Software.
- Kunz, T.H. 1987: Ecological and behavioral methods for the study of bats. Smithsonian Institution, Dallas.
- Petruszewicz, K. (ed.) 1981: Ecology of the Bank Vole. Acta Theriol. 28, Suppl. 1, Warszawa.
- Pianka, E.R. 1974: Evolutionary Ecology. Harper & Row, New York
- Pielou, E.C. 1978: Population and Community Ecology. Gordon and Beach Sci., New York
- Snyder, R.L. 1976: The Biology of Population Growth. Croom Helm, London.

4227 BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KOPNENIH ČLANKONOŽACA

Člankonošci su među beskralješnjacima najbrojnija skupina životinja. Za naše kopnene ekosustave značajni su Chelicarata, klijestari i Mandibulata, čeljusnici od kojih su najbrojniji Insecta, kukci. Osobitosti u svojoj građi i funkciji nasljedili su od svojih predaka, te će se obraditi filogenetički odnosi sa srodnim skupinama, te njihova paleontologija. Strukturnalne i funkcionalne odlike predstavnika ovih skupina su najstroženije među beskralješnjacima te ih treba detaljnije obraditi, naročito u praktičnom dijelu nastave. Fauna kopnenih člankonožaca Hrvatske nije obrađena te treba ukazati povijesni pregled dosadašnjih istraživanja i današnje napore u rješavanju ovih problema. Sistematski se obrađuju predstavnici faune pojedinih skupina s naglaskom na njihovu vezanost uz određene ekosustave, brojnost populacija te konstantnost i dominantnost pojedinih vrsta. Mnoge vrste su uzročnici i vektori različitih oboljenja kako u humanoj medicini tako i u veterini, dok su druge vrste značajne za agrobiocenozu ili različite tipove šumskih zajednica, te će se posebno obraditi kao gospodarski značajne vrste. Obradit će se zakonske mjere zaštite ugroženih vrsta te pregled zakonom zaštićenih vrsta.

- Androić, M. 1970: Osnovi zoekologije s osobitim osvrtom na entomofaunu. Zagreb,
- Huffaker, C.B., Rabb, R.L. 1984: Ecological Entomology. John Wiley & Sons, New York
- Kunin, W.E., Gaston, K.J. 1997: The Biology of Rarity. Chapman & Hall, London
- Matonočkin, I. 1991: Biologija viših Avertebrata. Školska knjiga, Zagreb
- Mršić, N. 1997: Biotska raznovrstnost v Sloveniji. Delo, Ljubljana
- Mršić, N. 1997: živali naših tal. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana
- Sabor Republike Hrvatske 1997: Propisi o zaštiti okoliša, Zagreb
- Samways, M.J. 1994: Insect Conservation Biology. Chapman & Hall, London

4228 EKOLOGIJA PTICA

Podrijetlo ptica. Ptice u sklopu abiotičkih i biotičkih ekoloških činitelja. Metode u istraživanju zajednica ptica. Utjecaj antropogenih čimbenika na današnju distribuciju ornitofaune. Seoba ptica (uzroci, tipovi, smjerovi...). Povijest ornitologije u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na današnje stanje. Zaštita ornitofaune.

- Meštrov, M., Sušić, G. 1988: Ornitologija u Hrvatskoj (Zbornik radova sa znanstvenog skupa u povodu na 120 godina znanstvene ornitologije u Hrvatskoj u JAZU i 86 godina znanstvene djelatnosti Zavoda za ornitologiju). JAZU, Zagreb.
- Perrins, Ch. 1987: Vögel. Verlag Paul Perey, Hamburg und Berlin.
- Peterson, R., Mountfort, G., Hollom, Ph. A. 1985: Die Vögel Europas. 14. Aufl. Hamburg und Berlin.
- Pielou, E.C. 1974: Population and community ecology: Principles and methods. Gordon & Breach, New York.
- Wiens, J.A. 1983: Avian community ecology: an inoclastic view. U knjizi: Brush, A.H., Clark, G.A., Jr. (eds.): Perspectives in Ornithology. pp. 353-403. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

4229 DALJINSKA ISTRAŽIVANJA U EKOLOGIJI

Zadatak predmeta: Upoznavanje studenata s osnovama daljinskog istraživanja, uporabom različitih vrsta snimaka (fotografske snimke iz zrakoplova, satelitske snimke, radarske snimke) u proučavanju prirode te načinima njihove interpretacije; pretpostavkama i načinima uspostavljanja geografskih informacijskih sustava (GIS), digitalnih modela reljefa (DMR) i njihova primjena u istraživanjima (analiza podataka, modeliranje i sl.). Sadržaji koji se savladavaju putem predavanja i vježbi: Tehnološke i fizikalne osnove daljinskih istraživanja. Elektromagnetsko zračenje, emisija i refleksija, vrste daljinskih istraživanja. Aerosnimanje i aerosnimke. Fotointerpretacijsko čitanje različitih vrsta aerosnimki s težištem na prepoznavanju oblika reljefa i tipova vegetacije. Određivanje oštećenosti vegetacije. Vrste daljinskih istraživanja iz svemira, satelitske snimke, radargrami i termogrami. Digitalna interpretacija aero- i satelitskih snimaka. Primjena daljinskih istraživanja za zaštitu prirode i očuvanje okoliša, uređenje krajolika. Vrste GIS modela: Vrste i karakteristike računalne tehnike i programske podrške neophodne za GIS. Načini uspostave GIS-a. Baze podataka (grafičke i atributne). Uspostava i održavanje baza podataka. Korištenje globalnih pozicijskih sustava (GPS) za održavanje grafičkih baza podataka. Uklapanje produkata daljinskih istraživanja u GIS. Digitalni model terena (DMT): vrste, način izrade i primjena. Analize podataka i kreiranje novih informacija.

- Donassy, V., Oluić, M., Tomašević, Z., 1983: Daljinska istraživanja u geoznanostima. JAZU. Zagreb.
- Lillesand, F.M., Kiefer, R.W., 1994: Remote sensing and Image Interpretation. John Wiley, New York
- Brukner, M., Oluić, M., Tomanić, S., 1992: GIZIS-Metodološka studija, Ina-INFO, Zagreb.
- Haines-Yonng, R., Green, D., Cousins, 1993: Landscape ecology and GIS, Taylor & Francis, London.
- Cassettari, S., 1993: Introduction to Geo-Information Management. Chapman & Hall, London.
- Lo, C.P., 1986: Applied remote sensing. Longman Scientific & Technical, New York.
- Znanstveni i stručni članci u časopisima i zbornicima prema preporuci nastavnika i samostalno.

4230 PEDOLOGIJA

Narav tla i mjesto pedologije u prirodnim znanostima. Osnovne značajke tala u strukturi zemljišnog pokriva. Uloga pedofizikalnog i pedokemijskog kompleksa tala u čuvanju okoliša. Utjecaj distribucije tala na intenzitet onečišćenja okoliša i tehnogeneze. Geografski i zemljišni informacijski sustavi kao osnova vrednovanja, čuvanja, zaštite i korištenja tla. Metode kartiranja tala, izrada pedoloških karata i njihova uporaba.

- Škorić, A., 1991: Postanak, razvoj i sistematika tla. Zagreb, 1986.
- Škorić, A.: Sastav i svojstva tala, Zagreb.
- Bogunović, M., 1995: Pedološko kartiranje (skripta).
- Kruepfer, P.L.K., Mc Fadden, L.D., 1990: Soil and Landscape evolution. Amsterdam
- Martinović, J., 1997: Tloznanstvo u zaštiti okoliša. Zagreb.
- Burrough, P.A., 1986: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford.
- Fenwick, I.M., Knapp, B.J., 1982: Soils, Process on Respons. London.

4231 ONEČIŠĆENJE I ZAŠTITA MORA

Biolška raznolikost mora. Stanje i ugroženost biološke raznolikosti u Sredozemnom i Jadranskom moru. Značaj zaštite biološke raznolikosti. Obnovljive biološke zalihe. Gospodarenje biološkim dobrima. Utjecaj ljudskih aktivnosti na ekosustav mora. Onečišćenje. Ribolov. Obalno područje. Međunarodne konvencije i hrvatski zakoni o zaštiti mora. Posebno zaštićena područja mora i priobalja. Stanje u Sredozemnom i Jadranskom moru.

- Nybakken, J.W., 1993: Marine Biology. An Ecological Approach. Harper Collins College Publishers, New York.
- Cognetti, G., Cognetti, G., 1992: Inquinamenti e protezione del mare. Calderini Bologna.
- Gubbay, S., 1995: Marine Protected Areas. Chapman & Hall London.

4232 UREĐENJE KRAJOBRAZA

Ovaj kolegij obrađuje ekološku osnovicu prostornog planiranja, napose jednog njegovog dijela – uređenja krajobraza. Ukazuje se na neophodna prethodna istraživanja, korištenje vegetacijskih karata realne i potencijalne vegetacije, specijalnih karata zaštićenih prirodnih objekata te karata onih objekata koje se predlaže zaštititi. Kako je održanje biološke raznolikosti i međunarodna obveza to se pri uređenju krajobraza planovi trebaju prilagoditi tome zahtjevu. Stoga s biološkog stanovišta možemo smatrati da je ljepota krajobraza = biološka raznolikost. Umjesto da nam se pod "estetskim uređenjem" predlažu ideje preuzete iz srednjeeuropskih planova koji je odražavaju ekološke prilike u nas, neophodno je uređenje krajobraza prilagoditi njegovoj prirodnoj osnovici; klimi, reljefu, tlu, vegetaciji i djelatnosti stanovništva.

- McHarg, I.L., 1995: Design with Nature. John Wiley & Sons.
- Marsh, W.M., 1997: Landscape Planning: Environmental Applications. John Wiley & Sons.
- Lyle, J.T., Woodward, J., 1999: Design for Human Ecosystems: Landscape, Land Use. and Natural Resources. Milldale Pr.
- Vegetacijske karte raznih mjerila i vrsta (realne, potencijalne vegetacije, zaštićenih područja.
- Prostorni plan.

Smjer: 3. Fiziologija i imunobiologija**4301 BIOSTATISTIKA**

Pružiti pregled, značenja, karakterizaciju, vrijednost i pravila izbora biostatističkih metoda u toksikologiji. Statistička interpretacija sakupljenih populacijskih podataka. Eksperimentalni plan i podaci u toksikološkim studijama. Odnos između doze i odgovora. Nelinearnost funkcije doza-odgovor. Sparman-Karber metoda za određivanje 50% efekta (LD_{50}). Probit analiza. Neparometrijska regresija. Log-linearni modeli. Analiza preživljavanja. Krivulja promjene koncentracije otrova u promatranom dijelu organizma. Na vježbama bi se pokazala realizacija opisanih metoda u statističkim paketima za osobno računalno.

- Bishop, Y.M.M., Fienberg, S.E., Holland, P.W., 1980: Discrete Multivariate Analysis. Cambridge, MA: MIT Press.
- Breslow, N., Day, N., 1980: Statistical Methods in Cancer Research I. The Analysis of Case-Control Studies. IARC Scientific Publications, International Agency for Research of Cancer, Lyon, France.
- Cox, D.R., Oakes, D., 1984: Analysis of Survival Data. New York, Chapman and Hall.
- Finney, D.J., 1971: Probit analysis. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

4304 IMUNOGENETIKA GLAVNOG SUSTAVA HISTOKOMPATIBILNOSTI

Tijekom predavanja iz kolegija polaznicima studija izložit će se povijest, razvoj, znanstvene spoznaje, primjena i budućnost istraživanja glavnog sustava histokompatibilnosti u čovjeka. Opis gena i molekula glavnog sustava tkivnih snosljivosti (histokompatibilnosti - GSH). Geni razreda I GSH i njihovi produkti. Geni razreda II i njihovi produkti. Regulacija ekspresije gena GSH. Drugi geni smješteni u regiji GSH i njihovi produkti. Geni GSH: Evolucija i antropologija. Uloga molekula GSH. Klinička primjena istraživanja GSH - transplantacija, transfuziologija, bolesti vezane uz GSH i sudska medicina. Nastava će se održavati u Zavodu za tipizaciju tkiva, Klinike za urologiju, KBC Rebro, a obuhvatit će teoretsku nastavu o glavnom sustavu histokompatibilnosti, kao i posjet dijaličkom centru, Zavodu za transplantaciju koštane moždine, te Centru za transplantaciju srca - priKBC Rebro. Vježbe će sadržavati osnovne tehnike tipizacije tkiva stanične imunosti i molekularne tipizacije PCR - DNA.

- Browning, M., McMichael, A. ur., 1996: HLA and MHC: genes, molecules and function. Oxford: Bios Scientific Publishers Limited. (Cooper, D.N., Humphries, S.E., Strachan, T. (ur.): The Human Molecular genetics series.)
- Klein, J.: Natural History of the Major Histocompatibility Complex. New York: Wiley J. & Sons.
- Wells, S., Parham, P., 1996: HLA class I genes: structure and diversity. U: Browning, M., McMichael (ur.) HLA and MHC: genes, molecules and function. Oxford: Bios Scientific Publishers Limited; 77-96. (Cooper, D.N., Humphries, S.E., Strachan, T. (ur.): The Human Molecular genetics series.)
- Lechler, R., 1994: Mechanisms of HLA and disease associations. U: Lechler, R. (ur.): HLA and Disease. London, Boston, San Diego, New York, Sydney, Tokyo: Academic Press; 82-91.
- Histocompatibility Testing 1984: Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg,
- HLA 1991: vol I and II ed Kimiyoshi Tsuji, Miki Aizawa and Takehiko Sasazuki, Oxford 1992.

4305 RAZVOJ I DIFERENCIJACIJA LIMFOCITA T

Limfociti T su ključne stanice imunskog sustava. Zbog velike važnosti limfocita T za preživljavanje čitavog organizma, postoji stroga regulacija njihovog razvoja i diferencijacije. Ciljevi predloženog kolegija su upoznavanje studenata s osnovama razvoja stanica, usmjeravanja i nastanka limfocita iz matičnih stanica te s mehanizmima koji reguliraju nastanak zrelih imunokompetentnih limfocita T. Stanična osnova imunosti: život i smrt stanica, stanični ciklus i njegova regulacija, receptori i kontrola razvoja limfocita, aktivacija i prenošenje signala u stanicu, apoptoza, fiziološka smrt stanica. Matične stanice i usmjerene matične stanice: stanice strome i faktori rastezanja, presađivanje koštane srži. Razvoj i diferencijacija limfocita T: receptor limfocita T (TCR), pozitivni i negativni odabir u timusu, migracija u periferne limfne organe. Vježbe: metode rada u istraživanjima razvoja limfocita (imunocitokemija, protočna citometrija, fetalne timusne kulture i kulture stanica strome), molekularne metode, enzimske reakcije, PCR, RT-PCR, Northern blot, metode razlikovnog prikaza ekspresije DNA (differential display by PCR).

- Ikuta, K., 1991: Mouse hematopoietic stem cells and the interaction of c-kit receptor and steel factor. *Int. J. Cell Cloning* 9, 5, 451-60.
- Havran, W.L., Allison, J.P., 1988: Developmentally ordered appearance of thymocytes expressing different T-cell antigen receptors. *Nature*, 335, 443-445.
- Bauer, J., Aifantis, I., DiSanto, J.P., Fehling, H.J., Boehmer, H.V., 1997: Role of different T cell receptors in the development of pre-T cells. *J. Exp. Med.*, 185, 1541-1547.
- Ikuta, K., Uchida, N., Friedman, J., Weissman, I.L., 1992: Lymphocyte development from stem cells. *Annu. Rev. Immunol.*, 10, 759-83.
- Jenkinson, E.J., Owen, J.J., 1990: T-cell differentiation in thymus organ cultures. *Semin. Immunol.*, 2, 1, 51-8.
- Marrack, P., Kushnir, E., Born, W., McDuffie, M., Kappler, J., 1988: The development of helper T cell precursors in mouse thymus. *J. Immunol.*, 140, 8, 2508-14.
- Shortman, K., Wu, L., 1996: Early T lymphocyte progenitors. *Annu. Rev. Immunol.*, 14, 29-47.
- Spangrude, G.J., Scollay, R., 1990: A simplified method for enrichment of mouse hematopoietic stem cell. *Exp. Hematol.*, 18, 920.
- Wu, L., Antica, M., Johnson, G.R., Scollay, R., Shortman, K., 1991: Developmental potential of the earliest precursor cells from the adult mouse thymus. *J. Exp. Med.*, 174, 1617-1627.

4306 PREZENTACIJA ANTIGENA

Cilj je kolegija kroz predavanja i raspravu obraditi molekulske principe antigenske prezentacije i upoznati studente s najnovijim dostignućima u tom području. Struktura i organizacija HLA i H-2 sustava: Organizacija MHC gena; Kontrola ekspresije MHC molekula s IFN-gama. Struktura MHC molekula. Endogeni put antigenske prezentacije putem MHC molekula razreda I: Translacija i translokacija MHC molekula u ER; Posttranslacijske modifikacije MHC molekula; Svijanje MHC molekula i uloga kalneksina; Ubikvitinilacija i degradacija proteina na proteasomima; Stvaranje antigenskih peptida na proteasomima i transport u supljivu ER; TAP transporteri. Egzogeni put antigenske prezentacije putem MHC molekula razred II: Sinteza i udruživanje MHC molekula razreda II; Uloga invarijantnog lanca; Izbacivanje CLIP peptida pomoću HLADM i

udruživanje s antigenskim peptidom. Ligandi za MHC molekule i prepoznavanje: Prepoznavanje limfocitima T i stanicama NK. Ligandi za MHC molekule i generiranje pozitivnih i negativnih signala (TCR, CD4, CD8, KIR, Ly-49, CD94). Virusni mehanizmi za izbjegavanje antigenske prezentacije: Izbjegavanje prepoznavanja promjenjenog vlastitog i nedostatka vlastitog; Zadržavanje MHC molekula u ER adenovirusnim proteinom E19K i citomegalovirusnim proteinom US3; Zatvaranje TAP transportera s ICP47 virusa Herpesa simpleksa i US6 humanog citomegalovirusa; Degradacija teških lanaca MHC molekula US2 u US11 proteinima humanog citomegalovirusa; Sortiranje MHC molekula u ERGIC odjeljak m152 proteinom mišjeg citomegalovirusa i ukljanjanje MHC molekula sa stanične površine proteinom m6; Inhibicija NK stanica s MHC homologom mišjeg i humanog citomegalovirusa.

- Janeway, C.A., Travers, P., 1996: Immunobiology. 2nd edition. Current Biology Ltd.
- Cresswell, P., 1996: Invariant chain structure and MHC class II function. Cell 84, 505-507.
- Parham, P., 1996: Functions of MHC class I carbohydrates inside and outside the cell. TIBS 21, 427-433.
- Jackson, M.R., et al., 1994: Regulation of MHC class I transport by the molecular chaperone, Calnexin (pp88, IP90). Nature 263, 384-387.
- Wiertz, E. J.H., Tortorella, D., Bogoy, M., Yu, J., Mothes, W., Jones, T.R., Rapoport, T.A., Ploegh, H., 1996: Sec61-mediated transfer of a membrane protein from the endoplasmic reticulum to the proteasome for destruction. Nature, 384, 432-438.
- Long, E.O., Burshtyn, D.N., Clak, W.P., Peruzzi, M., Rajagoplan, S., Rojo, S., Wagtmann, N., Winter, C.C., 1997: Killer cell inhibitory receptors: diversity, specificity, and function. Immunol. Rev. 155, 135-144.
- Kleijnen, M.F. et al., 1997: A mouse cytomegalovirus glycoprotein gp34, forms a complex with folded class I MHC molecules in the ER which is not retained but transported to the cell surface. EMBO Journal 16, 684-694.
- Ziegler, H., et al., 1997: A mouse cytomegalovirus glycoprotein retains MHC class I complexes in the ERGIC/cis-Golgi compartments. Immunity 6, 57-66.
- Coux, O., Tanaka, K., Goldberg, A.L., 1996: Structure and function of the 20S and 26S proteasomes. Annu. Rev. Biochem. 65, 801-847.

4307 EFEKTORSKE FUNKCIJE LIMFOCITA

Čiljevi kolegija su razjasniti važnost adekvatnih efektorskih imunoreakcija pri eliminiranju stranih antigena i opisati efektorske mehanizme koje koriste T- i B-limfociti i dati primjere poremećaja efektorskih funkcija T- i B-limfocita i mogućnosti otkrivanja tih poremećaja tehnikama *in vitro*. Efektorske funkcije T-limfocita: signali potrebni za aktiviranje dječičanskih T-limfocita, kostimulatorne molekule, toleratnost i energija, činioci koji određuju diferenciranje T-limfocita u pomoćničke (Th2) ili upalne (Th1) efektorske stanice, obilježja Th1 limfocita u staničnim imunoreakcijama, obilježja Th2 limfocita u humoralnim imunoreakcijama, uloga profesionalnih antigen-prezentirajućih stanica u usmjeravanju imunoreakcija u Th1-tip i Th2-tip, uloga citokina i površinskih molekula u moduliranju imunoreakcija Th1- i Th2-tipa, metode određivanja citokinskog profila efektorskih T-limfocita. Efektorske funkcije B-limfocita: obilježja B-limfocita kao antigen-prezentirajućih stanica, uloga germinalnih centara, stvaranje antitijela, uloga molekule CD40, aktiviranje B-limfocita o T-limfocitima ovisnim i o T-limfocitima neovisnim antigenima, humoralni odgovor u novorođenčeta. Imunološka memorija: činioci koji određuju bržu ili efikasniju imunoreakciju pri ponovnom susretu s antigenom, uloga germinalnih centara u imunološkoj memoriji, obilježja stanica s memorijom. Primjeri poremećaja efektorskih funkcija: autoimunost, alergijske reakcije, primarne imunodeficijenije, kontola i manipuliranje imunoreakcija.

- Osnovna i klinička imunologija. Ur. Stites, D.P., Wells, J.V. Prijevod VI izdanja, Appleton and Lange, Savremena administracija 1991.
- Current Opinion in Immunology (godišta 1992-1997).
- Immunobiology. Ur. Janeway, A.C., Travers, P. I. Current Biology Ltd, Garland Publishing Inc, prvo izdanje, 1995.

4308 REGULACIJA IMUNOREAKCIJA

Djelovanje imunosustava kontroliraju brojni mehanizmi odgovorni za pokretanje, učinkovitost, organičavanje i zaustavljanje reakcije organizma na antigen. Djelotvorna imunoreakcija rezultat je međudjelovanja antigena sa složenom mrežom stanica, ne samo imunosustava već i ostalih sustava uključenih u homeostazu. Reakciju kvalitativno i kvantitativno određuju narav i količina antigena, mjesto njegova ulaska u organizam, vrsta antigenprezentirajuće stanice, genetski ustroj domaćina i njegovo prethodno iskustvo s istim antigenom. Brojni solubilni produkti i membranske molekule aktiviranih stanica surađuju proticajno, kako bi antigen bio uklonjen, i inhibitorno, kako bi se reakcija obavustavila. Čiljevi kolegija su prikazati temeljna načela i mehanizmi reguliranja imunoreakcija. Sadržaj: uloga antigena (vrsta, količina mjesto ulaska), uloga antigenprezentirajućih stanica (vrsta, kostimulacijski signal), uloga antitijela i imunokompleksa (idiotipske reakcije, blokiranje antitijela), komplement i njegova uloga u regulaciji, citokini (citokinska mreža i njihova uloga u regulaciji humoralne i celularne imunosti, hematopoeze i suradnji s drugim homeostatskim

sustavima, neuroendokrina regulacija imunoreakcija.

- Roitt, I., Brostoff, J., Male, D., 1996: Immunology (Fourth Edition), Mosby.
- Tizard, I.R., 1995: Immunology, and Introduction. (Fourth Edition), Saunders.
- Kuby, J., 1996: Immunology. (Third Edition), Freeman & Co.

4309 NESPECIFIČNA IMUNOST

Stanični i molekularni mehanizmi u nespecifičnoj imunosti. Ciljevi: interdisciplinarnim pristupom (imunologija, molekularna biologija, patofiziologija) razjasniti mehanizme nespecifične imunosti i povezati ih s mehanizmima specifične imunosti; temeljnu znanost povezati s etiologijom nekih bolesti; razmotriti metode dijagnostike i terapije poremećaja nespecifične imunosti. Mehanizmi obrane na tjelesnim površinama; stanice u nespecifičnoj imunoreakciji (endotelne stanice, mononuklearni i polimorfonuklearni fagociti, urodenoublaćke stanice). Funkcije tih stanica: pokretljivost, kemotaksija, antigenski receptori, prepoznavanje antigena, adhezivne molekule, adherencija, fagocitoza, ingestija, digestija, ekstracelularna citotoksičnost. Solubilni faktori nespecifične imunosti (lozozim, kemokini, reaktivni metaboliti dušika i kisika). Posebnosti tih mehanizama u obrani od virusa, bakterija ili parazita; mogućnosti testiranja *in vitro*: poremećaji mehanizama urođene imunosti.

- Osnovna i klinička imunologija. Ur.: Stites, D.P., Stobo, J.D., Wells, J.V., Prijevod VI. izdanja Appleton and Lange, Savremena Administracija 1991 (poglavlja 8,9,13).
- Current Opinion in Immunology, Innate immunity/godišta 1991-1997.
- Springer, T.A., 1994: Traffic signals for lymphocyte recirculation and leukocyte emigration: The Multistep Paradigm. Cell 76:301-314.

4310 MOLEKULARNI MEHANIZMI UPALE

Nespecifična imunost predmnijeva četiri tipa obrambenih barijera: anatomsku, fiziološku, fagocitnu i upalnu. Anatomske (koža, mukozne membrane) i fiziološke (temperatura niski pH) barijere priječe ulazak patogena u organizam i prva su linija obrane protiv infekcija. Fagociti endocitozom (ingestija ekstracelularnih molekula) i fagocitozom partikula internaliziraju i prerađuju različite vrste ekstracelularnih molekula. No pravu barijeru čini upalna reakcija. Upalna reakcija je kompleksan slijed zbivanja koji nastaje nakon serije interakcija u kojima sudjeluju različiti kemijski medijatori. Neki od njih su podrijetlom iz invazivnih mikroorganizama, neki su posljedica zaranja stanica tijekom tkivne ozljede, a neki su produkt leukocita koji sudjeluju u upalnim reakcijama. Ti molekularni mehanizmi u nespecifičnoj imunosti tema su ovog kolegija. Ciljevi: interdisciplinarnim pristupom (imunologija, molekularna biologija, patofiziologija) razjasniti mehanizme nespecifične i specifične imunosti; temeljnu znanost povezati s etiologijom nekih bolesti; razmotriti terapijske modele koji proizlaze iz takvog multidisciplinarnog pristupa. Akutna upala u održanju homeostaze; vazodilatacija, kapilarna permeabilnost, influks leukocita; kinetika upalne reakcije. Upalni medijatori (lipidni medijatori, vasoaktivni amini, aktivacijski sustavi u plazmi, reaktanti akutne faze, citokini). Stanični receptori i njihovi ligandi; transdukcija signala. Defekti transdukcije signala i terapijske mogućnosti. Autakoidi, agonisti, antagonisti, sinergisti Citokinska mreža, kontrola sustava (citokinska autoantitijela, inducirana antitijela, inhibitori, solubilni citokinski receptori).

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 1989: Molecular biology of the cell. Chapter 12: Cell signaling. Garland Publishing, Inc., New York
- Goodman and Gilman's The pharmacological basis of therapeutics. Section IV: Autacoids; Drug therapy of inflammation, 1990: A Goodman Gilman, TW Rall, AS Nies, P Taylor (eds.) Pergamon Press, New York,
- Galin, J.L., Goldstein, I.M., Snyderman (ur.), 1992: Inflammation. Basic Principles and Clinical Correlates. Raven Press, New York.
- Curr Opin Immunol / Innate Immunity / godišta 1994-1997.

4311 IMUNOST NA VIRUSE

Cilj kolegija: Upoznati polaznike s osnovnim principima imunoreakcije na viruse i objasniti mehanizme oštećenja koja nastaju tijekom virusne infekcije. Program: Uloga virusnih antigena u indukciji protektivne imunosti. Razlike između strukturalnih i nestrukturalnih antigena u indukciji protektivne imunosti. Selektivna uloga podvrsta limfocita T_H1 NK stanica u virusnim infekcijama. Uloga protutijela u virusnim infekcijama. Uloga citokina Th1 i Th2 i kemokina u virusnim infekcijama. Imunopatološka oštećenja u virusnim infekcijama. Latentne i perzistentne virusne infekcije. Kongenitalne virusne infekcije.

- Tyler, K.L., Fields, B.N., 1995: Pathogenesis of Viral Infection. In Fields Virology (BN: Fields, DM Knipe and PM Howley eds.) pp 173-219, Lippincott-Raven, Philadelphia, PA.
- Whitton, J.L., Oldstone, B.A., 1995: Immune Response to Viruses. In Fields Virology (BN: Fields, DM Knipe and PM Howley eds.) pp 345-375, Lippincott-Raven, Philadelphia, PA.
- Murphy, B.R., Chanock, R.M., 1995: Immunization Against Virus Disease. In Fields Virology (BN: Fields, DM Knipe and PM Howley eds.) pp 467-499, Lippincott-Raven, Philadelphia, PA.

- Borysiewicz, L.K., Sissons, J.G.P., 1997: Viral infections. In *Molecular Biology in Medicine* (TM Cox and J Sinclair eds.) pp 240-260, Blackwell Science, Carlton Victoria, Australia.
- Janeway, C.A., Travers, P. 1996: Host Defense Against Infection. In: *Immunobiology, The Immune System in Health and Disease* (CA Janeway and P Travers eds.) pp 9:1-9:46, 10:1-10-33, Current Biology Limited, Garland Publishing Inc. New York

4312 IMUNOBIOLOGIJA TUMORA I METASTAZA

Cilj kolegija je prenijeti slušateljima najnovije spoznaje o ponašanju stanica malignih tumora tijekom rasta i metastaziranja, biološke mehanizme spomenutih procesa, uplive imunološkog sustava na iste sa specifičnostima primjene molekularne biotehnologije u biološkim pristupima liječenja tumora. Ekspresija i narav tumorskih antigena: tumorskospecifični trasplantacijski antigeni vezani uz proces karcinogeneze, tumorski antigeni *in vitro* mutageniziranih tumorskih stanica, tumorski antigeni kodirani sa "stišanim" staničnim genima, tumorski antigeni kodirani s onkogenima i tumorsko supresorskim genima, tumorski antigeni kodirani genomom onkogenih virusa, onkofetalni antigeni, promijenjeni glikoproteinski i glikolipidni antigeni, diferencijacijski antigeni. Ekspresija gena glavnog kompleksa histokompatibilnosti na tumorskim stanicama: ekspresija MHC molekula razreda I., ekspresija MHC molekula razreda II., imunobiološke posljedice poremećene ekspresije ovih gena. Biologija metastaziranja tumora: teorije o nastanku metastaza, proces metastaziranja-glavne stepenice, atezijske molekule u procesu metastaziranja, imunološka kontrola procesa metastaziranja. Imunološko prepoznavanje tumorskih antigena: "spregnuto" prepoznavanje tumorskih antigena, "nespregnuto" prepoznavanje tumorskih antigena. Efektorski mehanizmi antitumorske imunosti: limfociti T pomoćnički (Th) i citotoksični (Tc), prirodenublačke stanice (stanice NK), makrofagi, protutijela: komplementna citoliza i celularna citotoksičnost ovisna o antitijelima (ADCC), citokini: izravna citotoksičnost i modulacija efektorskih mehanizama antitumorske imunoreakcije. Mehanizmi kontrole antitumorske imunoreakcije: imunoselekcija, imunološka tolerancija, imunosupresija. Imunoterapija - bioterapija tumora: aktivna imunizacija, adaptivna imunoterapija: citotoksični limfociti T (Tc), pomoćnički limfociti T (Th), limfociti T izolirani iz tumora (TIL), limfokinima aktivirane ubilačke stanice (LAK), pasivna imunoterapija: monoklonska antitijela, imunotoksini, imunokemoterapija, imunoradioterapija, nespecifična imunoterapija: citokini. Genska terapija: transfekcija citokinskih gena u tumorske stanice, transfekcija akcesorskih molekula u tumorske stanice, transfekcija citokinskih gena u stanice TIL.

- DeVita, T.V.Jr., Halliman, S., Rosenberg, A.S. (ur.), 1995: Biologic therapy of cancer. JB Lippincott Comp. Philadelphia.
- Turić, M., Kolarić, K., Eljuga, D. (ur.), 1996: Klinička onkologija. Nakladni zavod Globus, Klinika za tumore, Hrvatska liga protiv raka, Zagreb.
- Evans, W.C., 1991: The metastatic cell. Behaviour and biochemistry. Chapman and Hall, London.
- Boon, T., 1992: Toward a genetic analysis of human tumor rejection antigens. *Adv. Cancer Res.* 58: 177-210.
- Tonaka, K., Yoshioka, T., Bieberich, C., Jay, G., 1988: The role of the major histocompatibility complex class I antigens in tumor growth and metastasis. *Ann. Rev. Immunol.* 6: 359-380.
- Garrido, F., Ruiz-Cabello, F., Cabrera, T., Perez-Villar, J.J., Lopez-Botet, M., Duggan-Keen, M., Stern, L.P. 1997: Implications for immunosurveillance of altered HLA class I phenotypes in human tumours. *Immunology Today*; 18: 89-95.
- Moller, G. (ur.), 1995: Tumor immunology. *Immunol. Rev.* 145:1-250.
- Adair, R.J., 1992: Engineering antibodies for therapy. *Immunol. Rev.* 5-40.
- Pietersz, A.G., McKenzie, C.F.J., 1992: Antibody conjugates for the treatment of cancer. *Immunol. Rev.* 129: 57-80.
- Dranoff, G., Mulligan, C.R., 1995: Gene transfer as cancer therapy. *Adv. Immunol.* 58: 417-454.
- Frost, Ph., Greig, R., Kerbel, R. (ur.), 1991: Adhesion molecules and malignancy. *Cancer and Metastasis Rev.* 1: 1-81.
- Fidler, J.I., Gerstein, M.D., Hart, R.J., 1978: The biology of cancer invasion and metastasis. *Adv. Cancer Res.* 28: 149-250.
- Schirmacher, V., 1985: Cancer metastasis: experimental approaches, theoretical concepts and impacts for treatment strategies. *Adv. Cancer Res.* 43: 1-73.
- Bašić, I., Malenica, B., Eljuga, D., 1996: Biologija metastaziranja tumora. U: Klinička onkologija, Turić, M., Kolarić, K., Eljuga, D. (ur.) Nakladni zavod Globus, Klinika za tumore, Hrvatska liga protiv raka, Zagreb, 99-110.
- Malenica, B., 1996: Imunobiološka utemeljenost i pristupi imunoterapiji (bioterapiji) raka. U: Klinička onkologija. Turić, M., Kolarić, K., Eljuga, D. (ur.) Nakladni zavod Globus, Klinika za tumore, Hrvatska liga protiv raka, Zagreb, 236-249.

4313 MOLEKULARNA ONKOLOGIJA

Predavanja će biti namijenjena posljediplomskim studentima koji žele upoznati enormnu implikaciju molekularne biologije na kliničku praksu, posebno na područje onkologije. Područje molekularne medicine razvilo se dobrim dijelom zahvaljujući velikom interesu koji je genetika raka potakla među molekularnim biologima. To je danas vjerojatno najšire područje primjene nove genetika i biotehnologije i bilo bi

preambiciozno predvidjeti u 12 sati mogućnost dubljeg upoznavanja studenata sa svim aspektima. Ukoliko studenti uhvate i mali dio ovog izuzetno uzbudljivog područja, bit će nagrađeno nastojanje kolegija. Jedna od pretpostavki da se u tome uspije je da kolegij upisuju studenti s dobrim predznanjem iz današnje biologije i biokemije. Kolegij se preporučuje završenim studentima prirodoslovnog i biomedicinskog područja, koji imaju osnovno predznanje iz molekularne biologije, a koji žele uči dublje u problematiku nove genetike kako u istraživačke svrhe tako i u kliničkoj praksi. Sadržaj kolegija: Genetika somatskih stanica (Organizacija i funkcija humanog genoma); Učestalost i raznolikost genetskih bolesti (Mutacije i nestabilnosti humanog genoma); Opći pristup analizi molekularne osnove poligenih bolesti (Identifikacija odgovornih gena); Porijeklo i ekspanzija patoloških mutacija vezanih uz razvoj raka (Mutageneza i kancerogeneza); Molekularna genetika raka (Odnosi između onkogena, supresor gena i mutator gena); Primjena biotehnologije u detekciji, dijagnostici i terapiji (Principi, strategije, rezultati i etika molekularnog genetskih pristupa).

- Malkin, D., 1994: *Annu. Rev. Genet.*, 28, 443-465.
- Lasko, D., 1991: Cavennee W, Nordenskjold M. *Annu. Rev. Genet.*, 25, 281-314.
- Wilkinson, G.W.G., Darley, R.L., Lowerstein, P., 1994: *From Genetics to Gene Therapy* BIOS Scientific Publishers, Oxford.

4314 IMUNOTERAPIJA

Polaznike kolegija želi se upoznati s metodama liječenja koje se temelje na aktivaciji imunološkog sustava onkoloških bolesnika protiv vlastitih tumorskih stanica. Naime, unatrag nekoliko zadnjih godina uspjelo se je i u ljudskih tumora jednoznačno dokazati postojanje tumorskih antigena. Ta je spoznaja pokrenula novi val kliničkih testiranja gdje se uporabom tih antigena žele pokrenuti imunološki obrambeni mehanizmi u bolesnika, a sa svrhom uništavanja tumorskih stanica. Polaznicima će se dati pregled postojećih antigena u ljudskih tumora, upoznat će ih se s metodama izolacije i dokazivanja tih antigena kao i s raznim pokušajima kliničke primjene imunoterapije. Sadržaj kolegija: I. Rekapitulacija temeljnih činjenica o imunološkom sustavu, imunološkim reakcijama i antigenima. Urođena i stečena imunost. Stanice i organi koji sudjeluju u imunološkoj reakciji. Stanična i humoralna imunost. Biljezi limfocita (molekule CD). Molekule koje omogućuju imunološke reakcije: protutijela (monoklonska), antigen specifičan receptor u limfocita T, citokini (limfokini), adhezijske molekule. Predočavanje antigena limfocitima (molekularna narav antigena i antigenih determinanata), odnosno prepoznavanje antigena od strane limfocita. Aktivacija limfocita T, stanica NK, limfocita B. Stanice LAK i TIL. Konkomitantna imunost. II. Tumorski antigeni. 1) Lekcije iz eksperimentalne onkologije: Tumorski antigeni u eksperimentalno induciranih tumora (karcinogenim kemikalijama, fizičkim agensima, virusima). Tumorski antigeni u spontanijih tumora. 2) Antigeni ljudskih tumora: Metode dokazivanja i izolacije tumorskih antigena. Melanomski antigeni (antigeni melanocitne loze; tumorskospecifični antigeni, prisutni i na drugim tumorima; antigeni specifični za melanom (jedinstveni melanomski antigen). Nemelanomski antigeni (HER-2/neu, MUC-1, CEA, protein E7 humanog papilomavirusa tipa 16, receptor za epidermalni čimbenik rasta (EGFR), proteini mutiranih onkogena i tumor supresorskih gena (rasp53), kimerični onkogeni proteini nastali fuzijom zbog translokacije gena (kromosoma; Bcr-Abl). III. Mogućnosti imunoterapije tumora i vakcinacija na tumor: Pasivna imunoterapija s protutijelima (monoklonskim), stanicama LAK, stanicama TIL. Naspecifična imuna stimulacija s limfokinima (IL-2, INF, BCG). Aktivna imunoterapija; s tumorskim stanicama (autologne i alogene vakuine, same ili u kombinaciji s citokinima i adjuvansima), s tumorskim antigenima, samima ili u kombinaciji s citokinima i adjuvansima s imunodominantnim peptidima, s cjelovitim molekulama, s "golom" DNA koja određuje tumorske antigene, s rekombinantnim virusima ili bakterijama. IV. Prezentacija i rasprava aktualnog recentnog originalnog znanstvenog rada iz tog područja.

- Boon, T., 1993: Tumor antigens recognized by cytolytic T lymphocytes: present perspectives for specific immunotherapy. *Int. J. Cancer*, 54: 177-180.
- Boon, T., Cerottini, J.C., 1994: Tumor antigens recognized by T lymphocytes. *Annu. Rev. Immunol.* 12: 337-365.
- Boon, T., Gajewski, T.F., Coufle, P.G., 1995: From defined human tumor antigens to effective immunization? *Immunol Today*, 16: 334-336.
- Calabresi, F., Gamucci, T., 1995: Biological response modifiers. *Lung Cancer*, 12 (suppl): S193-S198.
- Cancer Net from the National Cancer Institute. Biological therapies: using the immune system to treat cancer. Date last modified: 10/95; retrieved 16.2.97.
- Cerottini, J.-C., 1996: Introduction: The new look of cancer immunology. *Springer Semin. Immunopathol.* 18: 147-148.
- Cheever, M.A., Disis, M.L., Bernhard, H., Gralow, J.R., Hand, S.L., Huseby, E.S. et al., 1995: Immunity to oncogenic proteins. *Immunol. Rev.* 145: 33-59.
- Chong, H., Vile, R.G., 1996: New therapeutic approaches based on gene transfer techniques. *Springer Semin. Immunopathol.*, 18: 149-170.
- Crystal, R.G., 1995: Transfer of genes to humans: early lessons and obstacles to success. *Science*, 270: 404-410.
- Dagleish, A.G., 1994: Cancer vaccines. *Eur. J. Cancer*, 30A: 1029-1035.

4315 REZISTENCIJA NA LIJEKOVE

Višestruka otpornost na lijekove je svojstvo/prilagodba nekih stanica da su neosjetljive na mnogobrojne i različite lijekove. Rezistentna stanica ima MDR fenotip (od engl. (Multidrug resistance) i aktivnim ispuštanjem sprječava akumulaciju toksičnog lijeka. Najčešći uzrok MDR je transmembranski P-glikoprotein (Pgp). MDR je posebno ispitivana u tumora, jer se pokazalo da razina Pgp korelira s uspjehom u liječenju. U nastavku će biti riječ o ostalim mehanizmima kontrole rasta tumora: citokinima i apoptozi. Apoptoza je mehanizam sprečavanja rasta tumora, jer uklanja stanice s genetskim lezijama. Sadržaj predavanja: MDR: Struktura i funkcija Pgp-a. Mehanizam djelovanja, metode detekcije, Pgp u normalnim tkivima, solidnim tumorima, hematološkim bolestima. Pgp utječe na liječenje, Modulacija MDR. IL-2: stimulacija i ekspanzija T i NK: nespecifična (LAK) i specifična (TIL). Apoptoza: prepoznavanje apoptotičnih stanica; indukcija a) u bolestima i b) kao novi pristup u imunoterapiji.

- Duvall, E., Wylie, A.H., 1986: Death and the cell. *Immunology Today*, 4: 115-9.
- Kartner, N., Ling, V., 1989: Multidrug resistance in cancer. *Sci. Amer.*, 260: 44-51.
- Ferrini, S., Melioli, G., Moretta, L., 1990: Immunotherapy and Immunity to Cancer. *Cellular Mechanisms. Current Opinion in Immunology.*, 2: 683-8.
- Rosenberg, S.A., 1990: Adoptive immunotherapy for cancer. *Sci. Amer.* 34-41.
- Svoboda Beusan, I., 1994: Višestruka otpornost na lijekove. *Liječ. Vjesn.*, 116: 41-5.

4316 NEUROIMUNOLOGIJA

Uvodne napomene. Neuroendokrini sustav i imunost. Imunoregulacija na sistemskom planu. Psihofiziološka kondicija i otpornost na bolesti (imunološki aspekt). Zaključne napomene. HPA osovina. Stres. Opioidni peptidi. Imunitet. Povratna sprega imuni sustav - CNS. Citokini. Signalna transdukcija. Neurotransmitori ili kemijski prijenosnici informacija: općenito u neurotransmitorima (klasični i peptidni neurotransmitori), vrste receptora i djelovanje neurotransmitora. Osovina hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda: općenito o osovini HHN, djelovanje hormona, utjecaj različitih neurotransmitora (odnosno lijekova koji djeluju putem njihovih specifičnih receptora) na osovini HHN, stres (neuroendokrini aspekti) i ponašanje (ovisnost o različitim neurotransmitorima). Promjene ponašanja i osovina HHN: neuroendokrine promjene: promjene kortizola, ACTH i DST (dexamethosone suppression test) kao pokazatelj abnormalnog odgovora osovine HHN; biokemijske promjene: neurotransmitori (npr. serotonin, noradrenalin, dopamin, GABA) kao biokemijski uzroci poremećaja ponašanja i nekih psihijatrijskih poremećaja.

- Ader, R., Good, R.A., 1981: *Psychoneuroimmunology*. Academy Press, New York, London.
- Blalock, J.E., Smith, E.M., 1985: A complete regulatory loop between the immune and neuroendocrine systems. *Fed. Proc.*, 44: 108-111.
- Boranić, M., 1980: Centralni nervni sistem i imunitet. *Liječ. vjesn.*, 102: 602-608.
- Boranić, M., 1980: Centralni nervni sistem i imunitet. *Liječ. vjesn.*, 112: 329-334.
- Boranić, M., 1979: Psihosomatska teorija raka (Pregled literature). *Liječ. vjesn.*, 101: 153-158.
- Chauloff, F., 1993: Physiopharmacological interactions between stress hormones and central serotonergic system. *Brain Res. Reviews*, 18: 1-32.
- Fox, B.H., Newberry, B.H., 1984: Impact of Psychoendocrine Systems in Cancer and Immunity. *CJ Hogrefe, Lewiston-Toronto-New York*
- Herman, J.P., Prewitz, C.M.F., Cullinan, W.E., 1996: Neuronal circuit regulation of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical stress axis. *Crit. Rev. Neurobiol.*, 10: 317-394.
- Luban-Plozza, B., Pldinger, W. 1980: *Der psychosomatisch Kranke in der Praxis*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. (I. poglavje, Psychosomatische Vechsebeziehungen, str. 11-26, polaznici kolegija dobiju u prijevodu na hrvatski).
- Mfck-Seler, D., 1989: Značenje endogenog serotonina u patogenezi i liječenju depresiju i shizofrenije. *Disertacija, Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.*
- Perković, T., 1987: Problemi psihosomatske medicine. *Liječ. vjesn.*, 109: 361-365.
- Pivac, N., 1994: Diazepam i osovina hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda. *Disertacija, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.*
- Stavljenić, A. i sur., 1988: *Neurokemija*, Školska knjiga, Zagreb.
- Osim navedenih nastavnih tekstova slušatelji dobivaju priručna skripta i nekoliko izabranih revijskih prikaza iz najnovije literature.

4317 REPRODUKCIJSKA IMUNOLOGIJA

Cilj kolegija: Upoznati polaznike s imunološkim aspektima implantacije i razvoja fetusa, objasniti mehanizme koji omogućuju dugotrajno preživljavanje fetoplacentne jedinice (alotransplantat) u majčinom organizmu, opisati ontogenezu imunološkog sustava fetusa, imunološke kompetencije novorođenčeta i postnatalno sazrijevanje imunološke reaktivnosti. Program: Lokalna imunost u reproduktivnom traktu žene. Antigenski spektar humane sperme i imunizacija žen e na spermalne antigene. Fetus kao alotransplantat. Imunološka uloga posteljice. Prijenos stanica i drugog antigenškog materijala kroz posteljicu. Eksperimentalni modeli u

reprodukcijskoj imunologiji. Specifičnosti ekspresije klasičnih i neklasičnih HLA antigena na stanicama trofoblasta. Molekularni mehanizmi stanične citotoksičnosti. Učinci prenesenih majčinih protutijela. Imunološke komponente i funkcije mlijeka. Sazrijevanje imunološkog sustava u dječjoj dobi. Imunološki aspekti EPH gestoza. Imunološki aspekti višekratnih spontanih pobačaja.

- The Immunology of the Fetus. Izd. G. Chaouat, CRC Press Boca Raton, Florida, 1990.
- Cellular and molecular biology of the materno-fetal relationship Izrd. Chaouat G. i Mowbry J., J. Libbey Eurotext, Paris-London, vol. 212, 1991.
- Poglavlja o reprodukciji u: *Clinical Aspects of Immunology* (izd. Lachmann, P.J., Peters, K., Rosen, F.J., Walper, M.J.), 5th ed., Blackwell Sci Publ., Boston, 1995.
- *Immunology of Pregnancy* (izd. G. Chaouat), CRC Press, Boca Raton, 1993.
- *Reproductive Immunology*, str. 286-350; u: *Immunology of Tissue and Organs, Regional Immunology*, Vol. 6, No. 5-6, izd. D. Rukavina i Gill, I.H. T.J., 1994.
- Y.W. Loke, King, A., 1995: *Human Implantation: Cell Biology and Immunology*. Cambridge Univ. Press.
- Kritički pregledi i članci u časopisima: *Journal of Reproductive Immunology*, *American Journal of Reproductive Immunology*, *Fertility and Sterility*, *Biology of Reproduction*.

4318 METODE U IMUNOLOGIJI

Koncept kolegija: Predmet iznosi temeljna načela metoda za određivanje humoralnih i celularnih imunoreakcija. Kod humoralne imunosti to su prvenstveno imunokemijske metode visoke osjetljivosti i specifičnosti temeljene između ostalog na upotrebi reaktanata obilježnih radionuklidima, enzimima ili fluorescentnim molekulama. Prikazane su također kemijske metode za odvajanje i pročišćavanje proteina te neke od metoda molekularne biologije za određivanje proteina i nukleinskih kiselina. Kod staničnih imunosti opisuju se metode izdvajanja stanica iz uzorka, imunofenotipizacija te tehnike koje mjere funkcionalne aktivnosti limfocita i fagocita. Prikazana je protočna citometrija, biotestovi, imunotestovi i metode molekularne genetike za određivanje solubilnih i membranskih molekula staničnih imunoreakcija. Ciljevi: Prikazati temeljna načela suvremenih metoda za određivanje humoralnih staničnih imunoreakcija. Sadržaj: Svrha i karakteristike imunoloških testova, interpretacija rezultata, referentne vrijednosti, uzimanje uzorka. Kemijske i fizikalnokemijske metode (kromatografije, filtracije, elektroforeze). Imunokemijske metode (aglutinacije i precipitacije u tekućinama i gelu, radialna i dvostruka imunodifuzija, imunoelektroforeze). Imunotestovi (radioimunotestovi, enzimimunotestovi, imunofluorescentni testovi). *In vivo* testovi (testovi u koži). Određivanje sudionika imunoreakcije (imunofenotipizacija, protočna citometrija). Izoliranje populacija stanica. Testovi funkcije limfocita (aktivacije, proliferacije, stvaranja i aktivnosti citokina, citotoksičnosti) i fagocita (pokretljivosti, atherencije, ingestije, digestije, degranulacije, metaboličke aktivnosti. Određivanje smrti stanica (nekroza, apoptoza).

- Stites, D.P., Stobo, J.D., Wells, J.V., 1991: *Osnovna i klinička imunologija*. Savremena administracija, Beograd.

4320 ŽIVOTINJSKI MODELI U IMUNOLOGIJI

Usprkos protestima raznih društava za zaštitu životinja i njihovim zahtjevima da se zabrane pokusi na životinjama, pokusne - eksperimentalne životinje u mnogim biomedicinskim istraživanjima nije moguće zamijeniti drugim istraživačkim metodama i pristupima. Međutim, moguće je smanjiti broj upotrijebljenih životinja ili zamijeniti veće za manje životinje, u dotičnom pokusu, ako se pokusi dobro isplaniraju i ako se odabere odgovarajući pokusni model. Zato je potrebno poznavati kakvi sve modeli postoje i koji je model najbolji za željeni tip istraživanja. Cilj ovog kolegija je upoznati studente, buduće znanstvenike, s osnovnim biološkim i uzgojnim karakteristikama pojedinih životinja, te upozoriti ih na razne činitele iz okoline koji mogu utjecati (prije i poslije stavljanja životinje u pokus) na dobivene rezultate. Sadržaj kolegija: Što je potrebno znati o pokusnim životinjama prije odabira vrste i pokusnog modela? Što je to pokusni model (animal experiment), koji i kakvi "animalni modeli mogu biti s obzirom na imunološka istraživanja? Osvrt na europsku legislativu u uporabi laboratorijskih istraživanja u znanstvenim istraživanjima. Držanje životinja prije i tijekom pokusa (nastambe, hrana, zoohigijenski uvjeti) u odnosu na dlj istraživanja. Zoonoze i alergijske bolesti kojima su izloženi eksperimentatori i ostalo osoblje koje radi s dotičnim životinjama. Anestezija i ublažavanje boli: kada i kakav s obzirom na tip istraživanja. Koje, kakve i kada izvršiti postmortalne pretrage u odnosu na postavljeni pokus. Srođeni, homogeni i koizogeni sojevi i F1 hibridi. Transgenični i imunodeficientni sojevi.

- Arrington, LR., 1972: *Introductory laboratory animal science*, The Interstate, Danville, Illinois.
- Lane-Petter, W., 1963: *Animals for research; Principles of breeding and management*, Academic press, London & New York.
- Svendsen, P., Hau, J., 1994: *Handbook of Laboratory Animal Science*, vol. I: Selection and handling of animals in biomedical research, CRC Press inc., Boca Raton Ann Arbor London Tokyo
- -, vol. II: Animal models
- Fiebig, H.H., Berger, D.P., 1992: *Immunodeficient mice in oncology*, Karger, Freiburg.

- Baker, H.J., Lindsey, J.R., Weisbroth, S.H., 1979: The laboratory rat, vol. I: Biology and diseases, Academic press, inc. Orlando, Florida
- -, 1980: vol. II: Research Applications
- Foster, H.L., Small, J.D., Fox, J.G., 1981: The mouse in biomedical research, vol. I: History, genetics, and wild mice, Academic press inc, New York.
- -, 1982: vol. II: Diseases.
- -, 1983: vol III: Normative biology, immunology, and husbandry.
- -, 1982: vol IV: Experimental biology and oncology.
- Melby, Jr.E.C., Altman, N.H., 1974: Handbook of laboratory animal science, CRC press, inc., Cleveland, Ohio.
- Green, M.C., 1981: Genetic variations and strains of the laboratory mouse, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

4321 IMUNOST U DOMAĆIH ŽIVOTINJA

Temeljna je zadaća ovog kolegija da upozna polaznike poslijediplomskog studija s teoretskim i praktičnim spoznajama iz imunologije domaćih životinja na modelu svinje (i konja), koje će im poslužiti u razumijevanju vlastitih istraživanja iz imunobiologije u ljudi, ili pak na modelima glodavaca i drugih laboratorijskih životinja. Osobito je značenje ovog kolegija u tome što on povezuje istraživanja u području veterinarske imunologije (ontogeneze i filogeneze imunskog sustava, modeli manipulacije imunim sustavom i mogućnosti ksenotransplantacije) s istraživanjima "ostalih imunologa". Sadržaj kolegija: Antigeni uzročnika bolesti u domaćih životinja. Fetalna, neonatalna i perinatalna imunost. Humoralni i stanični imunski odgovor na prione, viruse, bakterije, protiste i parazite. Lokalna imunost mukoznih površina. Fiziološke i patološke posljedice imunodne reakcije. Mehanizmi izbjegavanja imunskog odgovora domaćina. Biologija glavnog sustava tkivne snosivosti; nasljedna sklonost bolestima i odabir na otpornost. Interakcije neuroendokrinog i imunološkog sustava. Imunomodulacija; razlozi i primjena. Modeli za provjeru učinkovitosti imunomodulacije. Podjela i djelotvornost modifikatora imunološkog odgovora (MIO). Mehanizmi djelovanja MIO. Imunomodulacija (egzogena) izazvana kemijskim i mikrobnim sredstvima. Imunomodulacija (endogena) izazvana citokinima i hormonima. Fiziološki regulatori (nutritivna, neuroendokrina i bihevioristička) imunomodulacija. Specifična imunizacija (vakcinacija): nove strategije u razvoju i suvremeni pristupi. Metode procjene lokalne imunosti.

- Bellanti, J. (ed), 1978: Immunology II. W.B. Saunders Co., Philadelphia, p.418.
- Blecha, F., Charley, B. (eds), 1990: Immunomodulation in domestic food animals. Academic Press Inc., San Diego, CA, USA.
- Halliwell, R.E.W., Gorman, N.T., 1989: Veterinary clinical immunology. W.B. Saunders Co., Philadelphia,
- Shewen, P.E., Lunney, J.K., Gershwin, L.J. (eds), 1996: In: Special issue of Vet Immunol Immunopathol 54, Proc. 4th Int. Vet. Immun. Symp., Davis, CA, USA, Elsevier, Amsterdam.
- Lunney, L.K. (ed), 1994: Porcine immunology. In: Special issue of Vet Immunol Immunopathol 43, Elsevier Science, The Netherlands.
- Tizard, I., 1982: Veterinary immunology. 2nd Ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia
- Waksal, S., 1978: Immunomodulation: Immunopotential, tolerance, and immunosuppression. In: Bellanti, J. (ed) Immunology II. W.B. Saunders Co., Philadelphia PA, USA

4322 ODABRANA POGLAVLJA MOLEKULARNE BIOLOGIJE

Molekularna biologija, tok informacija u stanici. Molekularna biologija i genetika prokariotskih stanica (bakterija) i eukariotskih stanica (animalnih stanica i stanica čovjeka). Centralna dogma. Informacijske molekule stanica. DNA, RNA, organska kemija nukleinskih kiselina. Deoksiribonukleinska kiselina, struktura, tipovi redosljeda, palindromi, udvostručavanje DNA, rekombinacija, oštećenja i popravak DNA, mutageniza.

Prokariotska stanica: organizacija i funkcija genetskog materijala, bakterijska genetika, transformacija, konjugacija, transdukcija. Laktoza operon bakterije *Escherichia coli*. Histidinski operon bakterije *Salmonella typhimurium*. Eukariotska stanica, interfazna jezgra, organizacija eukariotskog genoma. Ustrojstvo kromatina eukariotske stanice. Molekularni sastav genetske osnove eukariotskih organizama. Uloga histona i nehistskih kromosomskih proteina u regulaciji ekspresije gena. Kromatin, eukromatin, heterokromatin: konstitutivni i fakultativni. Struktura mitotskog kromosoma, nukleosom. Lamp-brush kromosom, mejotički kromosomi, gorostasni kromosomi, poltenija. Djelovanje gena, prepisivanje i prevođenje genske upute. Kontrola ekspresije gena u prokariota: histidinski operon, lac-operon. Mehanizmi genetske kontrole u prokariota i eukariota. Epigenetska kontrola, diferencijalna aktivnost gena (izoenzimi mliječne dehidrogenaze, alfafetoproteini). Nukleocitoplazmatske interakcije, nuklearni citosol i membranski receptori. Rasporedi redosljeda u molekuli DNA. Mnogostruko ponovljeni redosljedi. Satelitna DNA. Obrnuti redosljedi. Srednje ponovljeni redosljedi. Multigenske obitelji, geni za interferone, hormon rasta, histoni, alfa i beta-globini, male jezgrine RNA, rRNA i tRNA. Pseudogeni. Supergeni. Jednom zastupljeni redosljedi. Regulatorijski redosljedi. Metilacija DNA, demetilacijski agensi, 5-azacitidin. Genome imprinting. Genska karta čovjeka. Struktura ljudskog genoma. Onkogeni i antionkogeni. Mutageni i karcinogeni djelovanje

citostatika. Mehanizmi antimutagenoze i antikarcinogeneze. Borba protiv raka, američka i europska strategija i uspjeh/nuspijeh u toj borbi (dokazane metode liječenja vs. prevencija raka). Citostatiki kao lijekovi s mutagenim i karcinogenim djelovanjem. Karcinogeneza kao mnogostepeni proces: karcinom debelog crijeva. Upala, oksidativna mutagenoza, slobodni radikali kisika. Philip Hartman: presretači karcinogena - desmutageni. Vaša strategija obrane od raka.

- Šerman, D., 1994: Mehanizmi genetske kontole. "Humana genetika", urednik Ljiljana Zergolern, treće izdanje. Medicinska naklada Zagreb, str. 113-207.
- Nagy, B., Šerman, D., 1993: Nove spoznaje o etiologiji karcinoma. U "Problematika raka u primarnoj zdravstvenoj zaštiti", ur. Ebling, Z., Budak, A., Medicinski fakultet Sveučilište u Zagrebu, str. 54-66.
- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 1994: Molecular Biology of the Cell. Third edition, Garland Publishing, Inc. New York.

4323 FIZIOLOGIJA MINERALNOG METABOLIZMA

U okviru kolegija polaznici poslijediplomske nastave upoznaju se s temeljnim načelima fiziologije mineralnog metabolizma kroz predavanja i vježbe. Predavanjima su obuhvaćeni: principi apsorpcije elemenata i njihove eliminacije iz organizma sisavca; homeostaza esencijalnih elemenata; metabolizam kalcija s posebnim osvrtom na osteoporozu; distribucija esencijalnih i toksičnih elemenata u tijelu i njihova međudjelovanja; primjena kelatirajućih spojeva u pospješenoj eliminaciji elemenata iz organizma; utjecaj dobi, spola, prehrane i uvjeta izloženosti na metabolizam minerala; biološki i biokemijski pokazatelji u proučavanju mineralnog metabolizma. Na vježbama polaznici upoznaju: pripreme bioloških uzoraka i principe analize elemenata u tkivnim odjeljcima i tjelesnim izlučevinama; primjenu radioaktivnih izotopa u proučavanju mineralnog metabolizma; primjenu denzitometrije u procjeni osteoporoze; metode za proučavanje mineralnog metabolizma s osvrtom na eksperimentalne modele. Ispitni materijal polaznika može se podesiti prema području užeg interesa i bavljenja.

- Favus, M.J. i sur., UR., 1993: Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism. Second Edition. New York, NY: Raven Press
- Goyer, R.A., Cherian, M.G. (ur.), 1995: Toxicology of Metals. Biochemical Aspects. Handbook of Experimental Pharmacology. Vol. 155. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag
- Kraft, G.H., Matković, V. (ur.), 1995: Physical Chemistry and Rehabilitation Clinics of North America: Osteoporosis. Philadelphia, PA: WB Saunders Co.; 6(3)
- Mertz, W. (ur.), 1985: Trace Elements in Human and Animal Nutrition – Fifth Edition. Volume 1 & Volume 2. Orlando, FL: Academic Press Ins.
- Rowland, I.R. (ur.), 1991: Nutrition, Toxicity, and Cancer. Boca Raton, FL: CRC Press Inc., 559 str.
- Taylor, D.M., Williams, D.R., 1995: Trace Element Medicine and Chelation Therapy. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry
- Tan Loon, J.C., 1985: Selected Methods of Trace Metal Analysis: Biological and Environmental Samples. New York, NY: John Wiley & Sons. Chemical Analysis Series, 80
- World Health Organization (WHO), 1993: Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles. Geneva: WHO. Environmental Health Criteria br. 155

4324 ODABRANA POGLAVLJA BIOMEHANIKE

Biomehanika je široka interdisciplinarna i multidisciplinarna znanost nastala sintezom brojnih područja biologije, temeljnih i kliničkih medicinskih znanosti s područjima fizike, matematike te mnogih tehničkih znanosti. Nastava će se održavati u obliku predavanja te seminarskih vježbi s demonstracijom pokusa. Uvod u mehaniku, temeljni pojmovi, područja biomehanike, srodne znanosti i pteklapanja s biomehnikom. Zakonitosti mehanike i znanosti o čvrstosti materijala kao temelj biomehanike. Interakcija sila i živog organizma; Metode u biomehaničkim istraživanjima. Mehaničke značajke bioloških tkiva i organa: vezivnotkivne strukture, zglobna hrskavica, kost. Biomehanika i dinamička antropometrija, biomehanika i ergonomija.

- Nikolić, V., Hudec, M., 1988: Principi i elementi biomehanike. Školska knjiga, Zagreb.
- Nordin, M., Frankel, V.H., 1989: Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Lea & Febiger, Philadelphia, London.
- Pečina, M. i sur., 2000: Ortopedija. Ljevak, Zagreb.
- Ruszkowski, I., 1981: Normalan i poremećen hod čovjeka. JUMENA, Zagreb.

4325 EKSPERIMENTALNA ONKOLOGIJA

Postavljanje problema i izvođenje rada u eksperimentalnoj onkologiji uz pristup problemima razvoja i rasta tumora na razini stanice, tkiva i organizma. Karcinogeneza fizikalnim, kemijskim i biološkim čimbenicima, te točkaste mutacije, delecija gena i translokacije kromosoma. Uloge onkogeni i antionkogeni u životu stanice i organizma. Model postepenog nastanka malignog tumora iz polipoze crijeva. Zdržena međuigra okoliša i

genetske podloge organizma presudna u nastanku tumora. Specifična biokemijska svojstva tumorske stanice. Kinetika rasta i mehanizmi regulacije rasta tumora, progresivne i regresivne promjene te mogućnosti reverzije maligne stanice. Lokalni rast tumora i metastaze. Nekroza i apoptoza tumorske stanice. Tumor kao sistemska bolest. Imunološki odnosi tumora i domaćina te dinamika imunološke reakcije na tumor, uz primjenu u dijagnostici i terapiji. Temeljni pristupi kemoterapije, radioterapije te imunoterapije od eksperimenta do kliničke primjene. Ostali terapijski pristupi – hipertermija, fotodinamska terapija, onkolitičke vakcine. Tumor kao biološki fenomen – prilika za proučavanje dinamike razvoja stanice.

- Ross, D.W., 1996: Cancer. U: Introduction to Molecular Medicine. Second edition, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, str. 129-161.
- Brockes, J.P., 1998: Regeneration and cancer. *Biochem. Biophys. Acta*, 1337: M1-M11.
- Restifo, N.P., Rosenberg, S.A., 1999: Developing recombinant and synthetic vaccines for the treatment of melanoma. *Curr. Opin. Oncol.*, 11: 50-57.
- Reed, J.C., 1999: Mechanisms of apoptosis avoidance in cancer. *Curr. Opin. Oncol.*, 11: 68-75.

4326 FOTOBIOLOGIJA

Povijesni razvoj fotobiologije i objašnjenje fotokemijske reakcije. Sunčevo svjetlo i relevantnost fotobiologije za ljudski organizam. Fotokarcinogeneza i uloga svjetla poglavito UV svjetla u mutaciji stanica i promociji te razvoju tumora. Fotoinmunologija. Fotomedicina i mogućnosti korištenja svjetla u terapiji ili dijagnostici raznih oboljenja te zaštita od štetnog djelovanja svjetla.

- Kripke, M., 1986: Immunology and photocarcinogenesis. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 14: 140-155.
- Krutman, J., Elmets, C.A., 1988: Recent studies on mechanisms in photoimmunology. *Photochem. Photobiol.*, 48: 787-798.
- Kripke, M., 1990: Photoimmunology. *Photochem. Photobiol.*, 52: 919-924.
- Mukhtar, H., Elmets, C.A., 1996: Photocarcinogenesis: Mechanisms, Models and Human Health Implications. *Photochem. Photobiol.*, 63: 356-438.

4328 BIOLOGIJA MEĐUSTANIČNE TVARI

Koncepcija predmeta: Suvremene spoznaje o građi i funkciji međustanične tvari tijekom razvitka te njezina uloga u odrasлом organizmu. Zadaci predmeta: Upoznavanje ultrastrukturnih svojstava animalnih stanica koje izlučuju međustaničnu tvar. Svojstva međustanične tvari te njezina uloga tijekom diferencijacije i rasta stanica i tkiva. Osvrt na patološka zbijanja u organizmu koja su u svezi sa strukturnim elementima međustanične tvari (kolagen, fibronektin, laminin, elastin, proteoglikani). Sadržaji koji se savladavaju: Osnovni podaci o međustaničnoj tvari u animalnim tkivima i stanicama koje je izlučuju. Rasprostranjenost, svojstva i kemijska struktura kolagena, fibronektina i elastina. Organizacija gena za kolagen. Tipovi kolagena. Biosinteza kolagena i ekstracelularna biosinteza. Metabolizam, razgradnja i imunološka svojstva kolagena. Bazalna membrana (svojstva, osnovni sastojci, interakcije s ostalim vezivnim stanicama, receptori integrin kompleksa). Elastin: rasprostranjenost, svojstva, struktura, biosinteza i metabolizam. Amorfna komponenta međustanične tvari: glikozaminoglikani, proteoglikani.

- Švajger, A., 1974: Kolagen. Medicinska enciklopedija. I dopunski svezak. HLZ, Zagreb, 334-344.
- Švajger, A., 1974: Elastin. Medicinska enciklopedija. I dopunski svezak. HLZ, Zagreb, 138-142.
- Junquiera, L.C., Carneiro, J., Kelley, R.O., 1999: Osnove histologije. Školska knjiga, Zagreb.
- Bradamante, Ž., Kostović-Knežević, Lj., Švajger, A., 1986: Stanica, međustanična tvar. Medicinska enciklopedija, II dopunski svezak, HLZ, Zagreb, 602-606.
- Švajger, A., Bradamante, Ž., 1998: Poremećaji građe i funkcije potpornog tkiva. U: Gamulin, S., Marušić, M., Kravica, S. (ur.) Patofiziologija. Jumena, Zagreb.
- Kajić, S., Bradamante, Ž., 1988: Molekula kolagena (prvi dio). Liječnički vjesnik, 110: 104-109.
- Kajić, S., Bradamante, Ž., 1988: Molekula kolagena (drugi dio). Liječnički vjesnik, 110: 169-175.
- Van der Res, Garrone, R., 1991: Collagen family of proteins. *Faseb J.* 5: 2814-2823.
- Hynes, R.O., 1987: Integrins: A family of cell surface receptors. *Cell* 4: 549-554.

4329 MATEMATIČKE METODE I MODELIRANJE U BIOLOGIJI

Modeli rasta u mirnoj i perturbiranoj okolini. Abnormalni rast. Kaotičan rast. Kontrola rasta. Modeli kompeticije i kooperacije. Kompartimentalizacija i analiza kompartimentalnih modela. Kinetika enzimskih reakcija. Biološka fluidna dinamika. Modeli transporta tvari u fiziologiji i endokrinologiji. Širenje i vođenje valova. Teorija epidemije. Prag epidemije. Invazija populacije u prostor. Kontrola epidemije.

- Edelstein-Keshet, L., 1988: Mathematical Models in Biology, Random House.
- Rubinow, S.I., 1975: Introduction to Mathematical Biology, Wiley.
- Murray, J.D., 1993: Mathematical Biology, Springer.

- Segel, L.A., 1984: Modelling dynamical phenomena in molecular and cell biology, C.U.P.
- WWW: Pregled područja: <http://smub.st-and.ac.uk/jason.mathiopolus/page5.html>
- On line kolegij: Workshop on Mathematical Physiology: Tutorial, Chapter.
- <http://pims.math.ca/sections/activities/physio.html>
- Napredak i pogled u budućnost: <http://www.bis.med.jhmi.edu/Dan/mathbio/3.html>
- Novosti: The Society for Mathematical Biology, Newsletter: <http://www.smb.org/newsletter>

4330 METABOLIČKI I TRANSPORTNI PROCESI U STANICI

Funkcionalni aspekti građe staničnih membrana i citoskeleta; Aktivni transportni sustavi (P-ATPaze, F-ATPaze, V-ATPaze) u kopnenih kralježnjaka i akvatičnih organizama. Sekundarno aktivni transport (protusmjerni i jednosmjerni transportni proteinski prenosioci). Ionski kanali, Ca^{2+} -drugi glasnik i stanični signali. Regulacija transportnih sustava. Osmoregulacija u vodenih organizama.

- Aronson, P.S., 1985: Kinetic properties of the plasma membrane Na/H exchanger. *Ann. Rev. Physiol.*, 47, 545-560.
- Evans, W.H., Graham, J.H., 1989: Membrane structure and function. Oxford University Press
- Smith, P.R., Benos, D.J., 1991: Epithelial Na channels. *Ann. Rev. Physiol.*, 43, 509-530.
- Flik, G., Verbost, P., Astma, W., Lucu, Č., 1994: Calcium transport in gill plasma membranes of the crab *Carcinus maenas*, Evidence for carries driven by ATP and Na gradient. *J. Exp. Biol.*, 195, 109-122.
- Finbow, M.E., Harrison, M., 1997: The vacuolar H^+ -ATPase: a universal proton pump of eukaryotes. *Biochem. J.*, 324, 697-712.
- Wuytack, F., Raeymaekers, L., 1992: The Ca-transportATPases from the plasma membrane. *J. Bioenerg. Biomembranes*, 24, 285-300.
- Lucu, Č., Flik, G., 1999: Na, K-ATPase and Na/Ca exchange activities in gills of hyperregulating *Carcinus maenas*. *Am. J. Physiol.*, 276, R490-R499.
- Lucu, Č., Devescovi, M., 1999: Osmoregulation and branchial Na, K-ATPase in the lobster *Homarus gammarus* acclimated to dilute seawater. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 234, 291-304.
- Lucu, Č., 1990: Ionic regulatory mechanisms in crustacean gill epithelia (review). *Comp. Biochem. Physiol.*, 98A, 297-306.

4331 BIOMOLEKULARNA TERMODINAMIKA

Cilj je kolegija primijeniti termodinamička načela na studij biomolekularnih procesa i razumijeti značenje konformacijske fleksibilnosti i dinamike za aktivnost bioloških makromolekula te (2) steći teorijski temelj za prepoznavanje različitih tipova molekularne gibljivosti radi interpretacije biomolekularne aktivnosti i oblikovanja sintetičkih molekula s predvidivim biološkim učinkom. Pojedinačne teme kolegija: Gibljivost – važno svojstvo žive tvari na makroskopskoj i molekularnoj razini, Konformacija bioloških makromolekula (Molekularna simetrija. Molekularne interakcije unutar makromolekularnih struktura. Izvanstanični i stanični okoliš), Ponašanje makromolekularnih struktura (Molekularna mehanika. Stabilizacijske interakcije. Minimizacija energije. Molekularna dinamika. Entropija i hidrofobni učinak. Termodinamička i kinetička "stabilnost"), Makromolekularne otopine. Makromolekularne interakcije u višestrukim ravnotežama. Energetika transportnih procesa. Uzroci i modeli konformacijskih promjena. Statistička predvidivost sekundarne strukture. Neregularne strukture.

- Flögel, M., 1997: Bioenergetika. Zagreb.
- Burkhard Rost & Sean O'Donoghue, 1997: Sisyphus and protein structure prediction. *Bioinformatics*, 13: 345-256.
- Alvin Essig, S., Roy Caplan, 1999: Bioenergetics and linear non-equilibrium thermodynamics. Academic Press.
- J.A. McCamman, S. C. Harvey, 1989: Dynamics of proteins and nucleic acids. Cambridge University Press, Cambridge.
- K.E. van Holde, W. Curtis Johnson, P. Shing Ho, 1998: Physical Biochemistry. Prentice Hall, New Jersey.

4332 NEUROBIOLOŠKI MODELI U ISTRAŽIVANJU MOZGA

Specifični problem u istraživanju središnjeg živčanog sustava predstavlja nedostupnost moždanog tkiva živog organizma. Zbog toga se u području neurobioloških istraživanja intenzivno traga za dostupnim modelnim sustavima koji bi omogućili bolje poznavanje patofiziologije moždane neurotransmisije. Sadržaj ovog kolegija usmjeren je na dva takva modelna sustava: jedan centralni i jedan periferni. Cerebrospinalni likvor oplakuje središnji živčani sustav izvan i iznutra (moždane komore), te stoji u neposrednoj vezi sa živčanim tkivom. U likvor difundiraju različiti spojevi – prekursori neurotransmitera, neurotransmiteri, neurotransmiterski metaboliti, koji mogu poslužiti kao pokazatelji neurotransmisije u mozgu. Relativno jednostavan pristup cerebrospinalnom likvoru (lumbalna punkcija, subokcipitalna punkcija) čini ga stoga modelnim sustavom koji u određenoj mjeri odražava zbivanja u živčanom tkivu. Da bismo mogli izvoditi pouzdane zaključke na temelju likvorskih analiza

potrebno je još razjasniti neke od elemenata likvorske fiziologije (apsorpcija, cirkulacija). Trombocit – anuklearni fragment megakariocitne citoplazme, igra ključnu ulogu u procesima zgrušavanja krvi. U neurobiologiji on predstavlja često korišteni periferni model budući da sadrži (eksprimira) neke od ključnih proteina serotonergične sinapse: transmembranski serotoninski prijenosnik, serotoninski receptor (5HT_{2A}), glavni razgradni enzim (monoaminoksidazu, MAO-B). Neurokemijskom analizom dotičnih, iako dostupnih, proteina pokušava se dobiti uvid u njihove sinaptičke analoge u mozgu u istraživanjima kako biološke psihijatrije tako i eksperimentalne neurobiologije. Genetičkom selekcijom životinja za ekstremne vrijednosti aktivnosti serotoninskog prijenosnika na trombicitnoj membrani uspjelo se npr. izazvati funkcionalne promjene analognog proteina u mozgu štakora. Jedan od najnovijih pristupa istraživanjima u području tzv. molekularne psihijatrije predstavlja istraživanje polimorfizama gena za navedene sinaptičke proteine i traganja za njihovim neurokemijskim funkcionalnim korelatima.

- Siegel, G.J. (ed.), 1998: Basic neurochemistry. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (odabrana poglavlja).
- Mathews, J.C., 1993: Fundamentals of receptor, enzyme, and transport kinetics. CRC Press, Boca Raton,
- Judaš, M., Kostović, I., 1997: Temelji neuroznanosti. MD, Zagreb (odabrana poglavlja).
- Jernej, B., 1995: Platelet versus neuron: a glimpse from serotonergic perspective. Period. Biol., 97: 183-195.

4333 IZABRANA POGLAVLJA NEUROFIZIOLOGIJE

Morfološka osnova, Potencijal mirovanja i akcijski potencijal, Neurotransmitori i neurotransmisija (kriteriji), Monosinaptički i polisinaptički refleksi, Posttetanička potencijacija, Presinaptička inhibicija, Postsinaptička inhibicija, Rekurentna inhibicija, Izazvani potencijali, Elektro-encefalogrami.

- Alberts, B., i sur. 1994: Molecular biology of the cell. 3. izd. Garland Publishing, Inc., New York.
- Aprison, M.H., Galvez-Ruano, E., Lipkowitz, K.B., 1996: Comparison of binding mechanisms at cholinergic, serotonergic, glycinergic and GABA-ergic receptors. J. Neurosci. Res. 43(2): 127-136.
- Kandel, E., Schwarz, M., 1991: Principles of neural sciences. 3rd ed. McGraw-Hill, New York, poglavlja 6-9.
- Kirischuk, S., Verkhratsky, A., 1996: Calcium homeostasis in aged neurones. Life Sci. 59(5-6): 451-459.
- McGehee, D.S., Role, L.W., 1996: Presynaptic ionotropic receptors. Curr Opin. Neurobiol. 6(3): 342-349.
- Pinault, D., 1995: Brain Res. Rev. 21(1): 42-92.
- Simpson, P.B., Challiss, R., Nahorski, S.R., 1995: Neuronal Ca²⁺ stores: Activation and function. Trends Neurosci. 18(7): 299-306.

4334 PRIENOS ŽIVČANIH INFORMACIJA

Ljudski mozak ima oko 10¹¹ živčanih stanica (neuroni), koje pomoću svojih kratkih nastavaka (dendriti) i tijela (some) primaju, a pomoću dugih nastavaka (aksoni) odašilju informacije. Informacije unutar stanica šire se električnim, a između stanica najčešće kemijskim putem pomoću sinapsi, u kojima su prijenosnici kemijske tvari, tzv. neurotransmitori. Neurotransmitori oslobođeni sa presinaptičkog živčanog završetka u sinaptičku pukotinu, dospjevaju do specifičnih proteina smještenih na membrani postsinaptičkog neurona – postsinaptički receptori, koji pretvaraju pristigle signale u inhibicijske ili ekscitacijske postsinaptičke potencijale, koji povećavaju odnosno smanjuju potencijal postsinaptičke membrane, te tako otežavaju ili omogućuju stvaranje akcijskog potencijala i njegovo širenje postsinaptičkim neuronom. Osim postsinaptičkih, postoje i presinaptički receptori koji reguliraju oslobađanje neurotransmitora. Novija istraživanja pokazuju postojanje i retrogradnog prijenosa informacija tj. s postsinaptičke na presinaptičku stanicu, kao i postojanje nesinaptičkih interakcija između živčanih stanica. U prijenosu živčanih informacija sudjeluju brojni neurotransmitori ((-aminomaslačna kiselina ili GABA, acetilkolin, dopamin, noradrenalin, serotonin, glutamat i dr.), uz koje se često u istom neuronu mogu naći i veće molekule koje također imaju određenu ulogu u sinaptičkom prijenosu – neuropeptidi. Poremećaji u živčanom prijenosu izazivaju neurološke i psihijatrijske bolesti, od kojih se mnoge liječe neuropsihofarmacima koji "popravljaju" postojeći poremećaj neurotransmisije. Pomoću brojnih eksperimentalnih pristupa *in vivo* i *in vitro*, a i izravnim snimanjem ljudskog mozga (PET studije, NMR spektroskopija) mogu se dobiti brojni podaci o normalnom i poremećenom prijenosu živčanih informacija, iako još, osobito u području spoznajnih funkcija, postoje brojne nepoznanice.

- Douglas, R.J. et al., 1996: The role of synapsis in cortical computation. J. Neurocytology, 25: 893-911.
- Williams, J.H. et al., 1993: The search for retrograde messengers in long-term potentiation. Seminars in the Neurosciences, 5: 149-158.
- Jessel, T.M., Kandel, E.R., 1993: Synaptic transmission: A bidirectional and self-modifiable form of cell-cell communication. Cell, Vol. 72/ Neuron, Vol. 10 (Suppl.) 1-30.
- Vizi, E.S., 2000: Role of high-affinity receptors and membrane transporters in nonsynaptic communication and drug action in the central nervous system. Pharm. Rev. 52: 63-89.
- Albright, T.D., Jessell, T.M., Kandel, E.R., Posner, M.I., 2000: Neural science: A century of progress and the mysteries that remain. Cell 100/ Neuron 25 (Suppl. S): S1-S55.

4335 FARMAKOLOGIJA ŽIVČANOG SUSTAVA

Osnovi prijenosa živčanih podražaja: živčani podražaj (akcijski potencijal): ključna uloga ionskih kanala: heterogenost Na⁺, K⁺ i Ca⁺⁺ kanala: način istraživanja: lijekovi i otrovi koji na njih djeluju: npr. "otvarači K⁺ kanala", lijekovi s djelovanjem na ATP ovisne K⁺ kanale (oralni antidiabetici i sl.) itd. Sinapsa i druge neuroefektorne veze. Neurotransmitori, neurohormoni, neuromodulatori: funkcija, klasifikacija, ključni koncepti. Receptori za neurotransmitore: receptor ovisni ionski kanali, receptori vezani uz G-proteine itd. Regulacija receptora: tahiflaksija (desenzitizacija), hiposenzitivnost i hipersenzitivnost. Poremećaji receptora i ionskih kanala. Farmakologija kolinergičkog sustava: Biokemijska obilježja kolinergičkog sustava. Anatomska organizacija. Kolinergički receptori: nikotinski: mišićni i živčani tip, koliko ima muskarinskih receptora: M1, M2, M3 ili više? Kolinergički sustav u fiziološkim i patofiziološkim stanjima: miasienija gravis, Lambert-Eatonov sindrom, Alzheimerova bolest, botulizam, ubod pauka crna udovica, trovanja insekticidima i bojnim otrovima. Lijekovi s djelovanjem na kolinergički sustav: Kratki potsjetnik klasičnih kolinergičkih lijekova: parasimpatomimetici-parasimpatolitici, blokatori neuromuskularnih veza, blokatori ganglija, posebno noviji lijekovi sa selektivnim djelovanjem na podskupine muskarinskih receptora (npr. pirenzepin i sl), klinička uporaba botulinum toksina, pokušaji liječenja Alzheimerove bolesti itd. Farmakologija adrenergičkog sustava: Biokemijska obilježja adrenergičkog sustava. Anatomska organizacija središnjeg i perifernog adrenergičkog sustava. Današnja podoba adrenergičkih receptora: podskupine "1" i "2" receptora, β_1 , β_2 i β_3 receptori. Adrenergički sustav u fiziološkim i patofiziološkim stanjima; krvni tlak, duševni poremećaji itd. Lijekovi s djelovanjem na adrenergički sustav: Lijekovi s djelovanjem na adrenergičke neurone (blokatori adrenergičkih neurona, neizravni agonisti npr. MAO inhibitori (izoenzimi MAO), kratki potsjetnik simpatomimetici-simpatolitici itd. Farmakologija dopaminergičkog sustava: Biokemijska obilježja dopaminergičkog sustava. Anatomska organizacija središnjeg i perifernog dopaminergičkog sustava. Dopaminergički receptori: D₁-D₅. Dopaminergički sustav u fiziološkim i patofiziološkim stanjima: dopamin u kardiovaskularnom i endokrinom sustavu, parkinsonizam, povraćanje; dopaminergička teorija shizofrenih psihoza itd. Lijekovi s djelovanjem na dopaminergički sustav: antipsihotici, antiparkinsonici, antiemetici, periferni učinci dopamina i agonista itd. Teorijske mogućnosti koje proizlaze iz otkrića novih podskupina receptora. Farmakologija serotoninog i hitaminskog sustava: Biokemijska obilježja serotoninog i hitaminskog sustava. Anatomska organizacija serotoninog i hitaminskog neurotransitorskog sustava. Serotoninski (5-HT_{1A}, 5-HT_{1B}, 5-HT_{1C}, 5-HT_{1D}, 5-HT₂, 5-HT₃, 5-HT₄) i histaminski (H₁, H₂, H₃) receptori. Seratoninski i histaminski sustav u fiziološkim i patofiziološkim stanjima: npr. trigemino-vaskularna teorija migrene. Lijekovi s djelovanjem na serotoninski i histaminski sustav s posebnim naglaskom na klinički djelotvorne lijekove koji selektivno djeluju na pojedine podskupine serotoninskih receptora: nove antiemetike (ondansetron i granisetron), anksiolitike (buspiron, gepiron) antimigrenozna sredstva (sumatriptan), vazodilatatore (ketanserin i drugi). Farmakologija aminokiselinskih neurotransitora (ekscitacijski neurotransmitori i inhibicijski neurotransmitori): Biokemijska obilježja aminokiselinskih neurotransmitora. Inhibitori neurotransmitori: GABA i glicin, ekscitacijski neurotransmitori: aspartat i glutamat. Anatomska organizacija: aminokiseline kao najčešći neurotransmitori središnjeg živčanog sustava. Receptori za aminokiselinske neurotransmitore: GABA-A receptor (GABA-barbituratno-benzodiazepinski kloridni kanal kompleks), GABA-B receptor, receptori za ekscitacijske aminokiseline (NMDA i drugi). Aminokiselinski neurotransmitori u fiziološkim i patofiziološkim stanjima: Anksioznost, hepatička encefalopatija; alkoholno-sedativni tip ovisnosti; GABA-ergička teorija epilepsije. Lijekovi s djelovanjem na aminokiselinske neurotransmitore: anksiolitici (agonisti, antagonisti, inverzni agonisti), hipnotici; antiepileptici, antitusici, fenciklidin. Farmakologija polipeptidnih neurotransitora: Biokemijska obilježja polipeptidnih neurotransitora: porodice polipeptida npr. tahikinini, porodica glukagona itd. s posebnim naglaskom na opioidne polipeptide. Anatomska organizacija središnjih i perifernih neurona koji sadrže polipeptidne neurotransmitore, pitanje tzv. Daleoveog principa: "koegzistencija" polipeptida i klasičnih neurotransmitora u istim neuronim. Receptori za polipeptidne neurotransmitore: opioidni receptori (m, d, k). Polipeptidni neurotransmitori u fiziološkim i patofiziološkim stanjima: bol, stres, duševne bolesti itd. Lijekovi s djelovanjem na polipeptidne neurotransmitore.

- Lacković, Z., 1994: Neurotransmitori u zdravlju i bolesti. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (u suradnji s Medicinskom nakladom), Zagreb.
- Lacković, Z. "handouts" dodatka rukopisu budućeg izdanja knjige navedene ad 1.
- Hardman, J.G. i dr. 1996: (ur.) Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics, McGraw Hill, New York (odabrana poglavlja).
- Odabrani revijski članci iz najnovije znanstvene literature.

4336 RADIOLOGIJSKA ANATOMIJA

Mnogobrojne radiološke metode: konvencionalne rtg pretrage, UZ-pretrage, CT i MR prikazuju anatomiju čovjeka na različite načine. Ovisno o primjeni tehnologije isti organski i funkcijski sustavi ljudskog tijela prikazuju se na drugi način. Potrebna su dodatna znanja za razumijevanje morfološke, funkcijske i topografske anatomije-komparativni prikazi anatomije radiološkim metodama. Primjena rtg aparature s obzirom na građu i sastavne dijelove radiološke aparature.

- Sutton, D., 1999: A Textbook of radiology and imaging. Churchill Livingstone, Edinburgh.

- * Higgins, D.C., Hricak, H., Holman, C., 1992: Magnetic resonance imaging of the body. Ravena Press, New York.

4337 FUNKCIONALNA ANATOMIJA ČOVJEKA

Kolegij funkcijske anatomije nije ponavljanje dodiplomskog gradiva nego služi dogradnji i proširenju znanja na granična područja. Što je novo u anatomiji i kakova je budućnost anatomije: Anatomija je interdisciplinarna znanost. Smjerovi znanstvenih istraživanja u anatomiji. Varijacija anatomija organa trbušne šupljine problem u dijagnostici te u terapiji klasičnim i laparoskopskim kirurškim zahvatima. Topografija orbite kao primjer složenog interdisciplinarnog pristupa u anatomiji. Kost nije mrtvi anatomski preparat nego živi organ složenih svojstava i složene funkcije. Što je novo u neuroznanosti? Perspektive interdisciplinarnosti.

- * Heimer, L., 1995: The human brain and spinal cord. Functional neuroanatomy and dissection guide. Springer, New York.
- * Nikolić, V., Keros, P., 2000: Klinička anatomija abdomena. Ljevak, Zagreb.
- * Nikolić, V., Hudec, M., 1988: Principi i elementi biomehanike. Školska knjiga, Zagreb.
- * Williams, P.L., Warwick, R., Dyson, M., Bannister, L.H., 1994: Gray's Anatomy. 38th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh, London, Melbourne, New York.
- * Judaš, M., Kostović, I., 1997: Temelji neuroznanosti. MD, Zagreb.

4338 MOLEKULARNA PATOLOGIJA

Upoznavanje temeljnih mehanizama poremećaja strukture i funkcije makromolekula kao početnih patogenetskih stepenica i njihova integracija sa cjelokupnim razvojem i očitovanjem bolesti općenito, a posebice molekularne patologije nasljednih bolesti metabolizma te zloćudnog rasta. Upoznavanje temeljnih metoda molekularne biologije u istraživačkoj dijagnostičkoj primjeni u okviru tematike kolegija. Patologija DNA: oštećenje DNA, poremećaji popravka DNA, poremećaji informacijskog sadržaja DNA (integracija virusnih nukleinskih kiselina, mutacije), poremećaji količine DNA. Poremećaji regulacije genskog očitovanja. Poremećaji transkripcije i translacije te katabolizma bjelancevina. Posttranslacijske modifikacije bjelancevina u patološkim procesima. Molekularna patofiziologija nasljednih metaboličkih bolesti. Molekularni mehanizmi zloćudne preobrazbe i rasta.

- * Gamulin, S., Marušić, M. i sur., 1998: Patofiziologija. 4. izd. Medicinska naklada, pogl. 2, 3, 9, 19, Zagreb.
- * Cox, T.M., Sinclair, J., 2000: Molekularna biologija u medicini. Medicinska naklada, Zagreb.
- * Johns, D.R., 1995: Mitochondrial DNA and disease. N Engl J Med. 333: 638-44.
- * Zhong, B.-S., Elledge, S.J., 2000: The DNA damage response: putting checkpoints in perspective. 408: 433-9.
- * Reichel, R., Jacob, S.T., 1993: Control of gene expression by lipophilic hormones. FASEB J. 7: 427-36.
- * Pain, V.M., 1996: Initiation of protein synthesis in eukaryotic cells. Eur. J. Biochem. 236: 747-71.
- * Gamulin, S., 1980: Alteration of functional distribution of ribosomes in various pathological conditions. Period. Biol. 82: 223-228.
- * Coleman, W.B., Tsongalis, G.J., 1995: Multiple mechanism for genomic instability and molecular mutation in neoplastic transformation. Clin Chem 41: 644-657.
- * Downton, S.B., Slauch, R.A., 1995: Diagnosis of human heritable diseases – laboratory approaches and outcomes. Clin Chem 41: 785-94.

4339 RAD I PROGRAMIRANJE NA ELEKTRONSKOM RAČUNALU

Obrađuju se osnovni dijelovi i način rada osobnih računala, reprezentacija podataka, operacijski sustavi (DOS, Windows 98) i aplikacijska programska podrška (obrada teksta, statistička obrada podataka). Detaljnije se upoznaje sa statističkim sustavom SAS: strukturom i mogućnostima programskog sustava, pripremom podataka za statističku obradu, osnovnim statističkim postupcima. Obrađuju se moduli SAS/ASSIST, SAS/LAB i SAS/INSIGHT. Nastava se sastoji od 12 sati predavanja (uz interaktivni prikaz primijenjenih postupaka na računalu) i 8 sata vježbi. Studenti tijekom vježbi samostalno rješavaju zadatke na računalu. Od studenata se očekuje predznanje osnovnih statističkih metoda (npr. odslušan predmet Biostatistika ili Biostatističke metode u toksikologiji). Predmet osposobljava studente za samostalan rad na računalu i jednostavniju statističku obradu podataka. To podrazumijeva pripremu podataka za statističku analizu, jednostavnu deskriptivnu analizu podataka, primjenu modula SAS/LAB i/ili SAS/INSIGHT u testiranju statističkih hipoteza (testiranje distribucije podataka, t-test, analiza varijance, linearna regresija, analiza kontingencijeske tablice) i prilagodbu i pokretanje jednostavnijih gotovih SAS programa na vlastitim podacima.

- * Friendly, M. SAS Information Guides. 18. listopada 1999. URL: <http://www.yorku.ca/dept/psych/lab/sas/index.htm>
- * Petz, B. 1970: Osnovne statističke metode. Izdavački zavod JAZU, Zagreb.
- * SAS Institute. SAS Language: Reference. Version 6, First Edition. Cary: SAS Inst. Inc., 1990.

- SAS Institute. Getting Started with the SAS System Using SAS/ASSIST Software, Version 6, Second Edition. Cary: SAS Inst. Inc., 1996.
- SAS Institute. SAS/INSIGHT User's Guide. Third Edition. Cary: SAS Inst. Inc., 1996.
- SAS Institute. SAS/LAB Software: User's Guide, Version 6, First Edition. Cary: SAS Inst. Inc., 1993.
- Spiegel MR. Theory and problems of statistics. Schaum's outline series. New York: Schaum Pub. Co., 1961.

4340 OKSIDATIVNI STRES – FIZIOLOŠKE I PATOFIZIOLOŠKE ZNAČAJKE

1. Osnovni pojmovi, pozitivni i negativni aspekti oksidativnog stresa: mehanizmi nastanka medijatora oksidativnog stresa i njihov biološki učinak. 2. Lipidna peroksidacija, akutni i kronični oksidativni stres – ateroskleroza kao upala i bolest metabolizma, infarkt miokarda. 3. Uloga medijatora oksidativnog stresa u ishemijsko-reperfuzijskim oštećenjima tkiva; kirurški i traumatski stres – lokalne i sustavne posljedice. 4. Značaj medijatora oksidativnog stresa u transplantaciji organa i u nastanku upale, sepse i šoka, korisni i štetni učinci. 5. Genске osnove oksidativnog stresa – molekularno biološki aspekti detoksifikacije slobodnih radikala i reaktivnih kisikovih tvari. 6. Oksidativni stres u onkologiji – karcinogeneza i mehanizmi obrane, (ne)specifični imunološki čimbenici, uloga citokina i staničnih (proto)onkogeni u modulaciji rasta i terapiji. 7. Neuropatologija cerebrovaskularnih bolesti, intrakranijalnih ozljeda i degenerativnih bolesti SžSa – reverzibilnost oštećenja, apoptoza i uloga posrednika oksidativnog stresa – imunokemijska i imunohistokemijska analiza, in vitro i in vivo modeli, te klinički prikazi. 8. Dijagnostičke i terapijske mogućnosti nadzora oksidativnog stresa i bolesti izazvanih oksidativnim stresom – starenje kao (patofiziološki oksidativni stres.

- Halliwell, B., 1995: The biological significance of the oxygen-derived species. In: (Valentine, J.S., Foote, C.S., Greenberg, A., Liebman, J.F. Eds.) Active oxygens in biochemistry. Blackie Academic & Professional, London, p. 313-335.
- Tatzber, F., Esterbauer, H., 1995: Autoantibodies to oxidized low density lipoprotein. In: (Bellomo, G., Maggi, E., Rice-Evans, C. Eds.) Free radicals, lipoproteins and atherosclerosis. Richelieu Press, London, p. 245-262.
- Žarković, N., Schaur, R.J., Puhl, H., Jurin, M., Esterbauer, H., 1994: Mutual dependence of growth modifying effects of 4-hydroxy-nonenal and fetal calf serum in vitro. *Free Radic. Biol. Med.*, 16: 877-884.
- Polj, G., Cutrin, J.C., Biasi, F., 1998: Lipid peroxidation in the reperfusion injury of the liver. *Free Rad. Res.*, 28: 547-551.
- Hall, E.D., Braughler, J.M., 1989: Central nervous system trauma and stroke II. Physiological and pharmacological evidence for involvement of oxygen radicals and lipid peroxidation. *Free Radic. Biol. Med.*, 6: 289-301.
- Schlag, G., Žarković, K., Redl, H., Žarković, N., Waeg, G., 1997: Histological aspects of sepsis-induced brain changes in a baboon model. In: Schock, Sepsis and Organ Failure, 5th Wiggers Bernard Conference (Schlag, G., Redl, H., Traber, D.L., Eds.) Springer-Verlag, Heidelberg, p. 3-16.
- Harman, D., 1996: A hypothesis on the pathogenesis of Alzheimer's disease. *Ann. New York Acad. Sci.*, 278: 152-168.
- Hammer, A., Ferro, M., Tillian, H.M., Tatzber, F., Zollner, H., Schauenstein, E., Schaur, R.J., 1997: Effect of oxidative stress by iron on 4-Hydroxynonal formation and proliferative activity in hepatomas of different degrees of differentiation. *Free Radic. Biol. Med.*, 23: 26-33.
- Wonisch, W., Kohlwein, S.D., Schaur, J., Tatzber, F., Guttenberger, H., Žarković, N., Winkler, R., Esterbauer, H., 1998: Treatment of the budding yeast *Saccharomyces cerevisiae* with the lipid peroxidation product 4-HNE provokes a temporary cell cycle arrest in G1 phase. *Free Radic. Biol. Med.*, 25: 682-687.
- Žarković, N., 1999: Oxidative stress and cancer. *Pharmazeutische Zeitung*, in press.

Smjer: 4. Biološka antropologija

4401 ANTROPOLOGIJA I POPULACIJSKA BIOLOGIJA ČOVJEKA

Predmetnost: Uvodni kolegij u poslijediplomski studij prikazuje temeljnu predmetnost antropologije kao prirodne znanosti te njezino uže stručno područje - populacijsku biologiju čovjeka, kao integrativne multidisciplinarnе znanosti u danas redukcionističkom znanstvenom svijetu. Prikazom razvoja povijesnih spoznaja i etapa prve, druge i treće biološke revolucije, studenti će biti upoznati s nastajanjem temeljnih informacija o prirodi antropolojske znanosti i njezinim užim stručnim područjima, o istraživačkim dilemama i različitim teorijama evolucije čovjeka, o prijeko potrebi holističkog analitičkog pristupa kao, danas, kreativno najpodobnijeg u antropologiji kao prirodnoj znanosti. Prikazom filogenetskih analiza, njihovih mogućnosti, ali i ograničenja te evolucijskom značenju "kratkotrajnih" i "dugotrajnih" adaptacijskih procesa, predavanjima će studenti biti upoznati s biološkim, biokulturnim i sociokulturnim osobitostima različitih ljudskih skupina te njihovoj međupopulacijskoj varijabilnosti, kao adaptacijskom odgovoru na utjecaje čimbenika okoline.

Predavanja: 1) Uvod u povijesni pregled ljudskih spoznaja o antropologiji, Antropologija kao prirodna i humanistička znanost. Spoznajne sveze s "biološkim revolucijama". Populacijska biologija čovjeka kao transdisciplinarna znanost. Predmetnost suvremenih studija: mogućnosti i ograničenja. 2) Interakcija

genetičkih i/ili ekoloških čimbenika. Fisherova teorija dominantnosti; evolucija dominantnosti; evolucija Mendelovih populacija. Genetska teorija prirodne selekcije. Statistička teorija evolucije. Uloga mutacije, različitosti ukrštanja i selekcije u evoluciji čovjeka. Prikaz suvremenih selekcijskih presija. 3) Predmetnost i problemi procjene populacijske "uravnoteženosti". Morfološka, fiziološka i biokemijska svojstva u međudinamskom odnosu tijekom rasta, razvoja i starenja organizma. Granice mogućih "kratkotrajnih" adaptacijskih procesa: značenje u razvoju i rastu ljudskih populacija te starenju ljudskog organizma. 4) Ljudska adaptacija, plastičnost i varijabilnost. Priroda ljudskog pre i postnatalnog rasta. Ljudska adaptabilnost: prilagodbe biološke i adaptacije ponašanja. Aklimatizacijske prilagodbe. Adaptacija, pokretljivost i migracija stanovništva u evolucijskom kontekstu. 5) Temeljna predmetnost ekologije čovjeka. Adaptacija kroz kulturnu evoluciju. Redukcija biolojske različitosti. Studij prehrane i odraz na ljudsku unutar i međupopulacijsku varijabilnost. Kontrole populacijskog rasta. Povijesna demografija i populacijska struktura.

Seminari: 1) Biološka i kulturna adaptacija. Biološke varijacije čovjeka kao adaptacijski odgovor na utjecaje čimbenika okoline. 2) Filogenetske analize: koncepti i metode. Genetičke udaljenosti; modeli i analize; biološka, biokulturna i sociokulturna obilježja u procjeni ljudske varijabilnosti. 3) Procjena "antropološkog statusa" na individualnoj i populacijskoj razini.

- Crews, D., Garruto R.M., 1994: Biological Anthropology and Aging: Perspectives on Human Variations Over the Life Span. Oxford Univ. Press, New York.
- Foller, M.L., 1991: Environment, Lifestyle and Health. F.R.N., Stockholm.
- Little, M.A., Haas J.D., 1989: Human Population Biology: A Transdisciplinary Science. Oxford Univ. Press, New York - Oxford.

4402 GENETIKA STANOVNIŠTVA

Predmetnost: Problemi kao i dijevi izučavanja genetike stanovništva unutar antropologije usmjereni su ka tumačenju antropogenetske varijacije u prirodnim populacijama te ka saznanjima o sveukupnosti ustrojstva odgovornog za postojanje i očuvanje ovih varijacija. Posebnost koja izdvaja problematiku izučavanja antropogenetske varijabilnosti njena je genetska aplikacija na izučavanje populacijske strukture - koja sama po sebi zahtjeva holistički/multidisciplinarni pristup zbog interakcija bioloških, kulturnih, etno-povijesnih i demografskih procesa koji traju unutar prirodnog ekološkog okvira dane populacije. Antropogenetskim pristupom analiziramo tipove i učestalost genskih alela i genotipova ovovremenih populacija. Sa pozicija pokušaja rekonstrukcije evolucije ljudskih skupina genetski smisao sadržan je u iznalaženju i detekciji osnovnih činitelja odgovornih za uobličavanje populacijske strukture.

Predavanja: 1) Uvod u genetiku stanovništva i povijesni pregled. Kraći povijesni pregled. Osnovna razmišljanja pojedinih autora uz temeljne pretpostavke o nastanku, razvoju i razlikama među skupinama stanovništva. 2) Geni u populaciji. Slučajno ukrštanje. Genske frekvencije i varijacije. 3) Inbreeding i posljedice. Koeficijent srodnosti Prosječne vrijednosti unutar ljudskih zajednica. 4) Genetički drift i migracija. Protok gena. Populacijska struktura. Očekivani genetski drift. 5) Prirodna selekcija i demografija. Genetska adaptacija. Koeficijent selekcije. Darwinova selekcija i stopa promjene.

Seminari: 1) Uravnoteženi polimorfizam. Definicija polimorfizma. Stabilnost. Srpasta anemija. Spolno vezani polimorfizam. Ostali mehanizmi koji vode ka uravnoteženom polimorfizmu. Heterozigotnost i prednosti. 2) Nasljednost genetičkih osobina. Genetičke osobine koje su monogenetski ili poligenetski determinirane. Procjena antropoloških karakteristika populacije analizom nekih kontinuiranih poligenetski ili diskontinuiranih monogenetskih svojstava. 3) Primjena genetike stanovništva. Primjena u antropologiji u analizama populacijskih skupina te njihovoj adaptaciji određenoj ekološkoj niši. Primjena u medicini u istraživanjima i prevalenciji genetski uvjetovanih bolesti.

- Bodmer, W.F., Cavalli-Sforza, L.L., 1976: Genetics, Evolution, and Man. W.H. Freeman and comp., San Francisco.
- Cavalli-Sforza, L.L., Bodmer, W.F., 1971: The Genetics of Human Populations. W.H. Freeman and comp., San Francisco.
- Hartl, D.L., Clark, A.G., 1989: Principles of Population Genetics. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts.
- Mourant, A.E., 1985: Blood Relations- Blood groups and Anthropology. Oxford University Press, Oxford.
- Relethford, J.L.H., 1980: Bioassay of Kinship from Continuous Traits. Hum. Biol., 52: 689-700.

4403 ČOVJEK: KULTURNO ODREĐENJE

Predmetnost: Smisao i cilj ovoga kolegija jest uvođenje u područje socio-kulturne antropologije. Otkrićem drugih svijetova, naroda "drugih", postepeno su se spoznavale i njihove razlike. Iz komparacije "naše" kulture (društva) s "drugim" kulturama (društvima) proizašla je komparativna komponenta socio-kulturne antropologije kao njene bitna odrednica. S obzirom da je elementarna predmetnost socio-kulturne antropologije istraživanje kulture i društva tj. opisivanje i objašnjavanje društvenih i kulturnih sličnosti i različitosti, razmatrat će se njeni temeljni pojmovi (kultura i društvo). Polazeći od različitosti u vremenu i

prostoru, antropolozi moraju razlikovati između univerzalnog, općenitog i pojedinačnog, posebnog, što također čini predmetnost ovog kolegija.

Predavanja: 1) Određenje i predmet socio-kulturne antropologije. Istraživanje kulture i društva tj. kulturnih i društvenih sličnosti i različitosti u vremenu i prostoru. 2) Pojam kulture u antropologiji. Kultura kao jedan od ključnih pojmova antropologije. Različita određenja kulture. Kultura kao cjelina ljudskog života; kulturne vrijednosti i orijentacije, kulturne posebnost i različitosti, kulturni relativizam. 3) Društvo. Čovjek kao društveno biće. Društvena organizacija; društvena struktura; društveni odnosi; društvene grupe; socijalizacija i enkulturacija. 4) Srodstvo. Spol, brak, obitelj; unilinearne i bilinearne kognatske grupe. 5) Odnos socio-kulturne antropologije spram srodnih disciplina. Odnos kulturne antropologije i : etnografije, etnologije, sociologije, historije, filozofije, političkih znanosti, ekonomije; bioloških znanosti.

Seminari: 1) Antropologija kao susret s nepoznatim narodima i kulturama. Doba otkrića i spontanih etnografija. Interpretiranje etnografskih činjenica, etnocentrizam. 2) Razine kulture. Razlikovanje nacionalne kulture, internacionalne (globalne) kulture i potkultura. 3) Društvena promjena i razvoj; Kontakti kultura/društava. Industrijska i neindustrijska društva. Društvena promjena, akulturacija. 4) Vrste obitelji. Nuklearna obitelj, zadruge, incest tabu, endogamija, egzogamija. 5) Holizam u antropologiji. Holizam kao bitna odrednica antropologije i drugih humanističkih i društvenih znanosti.

- Erlich St., V., 1978: U društvu s čovjekom. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Kottak, C. Ph., 1991: Cultural Anthropology. McGraw-Hill, Inc, New York.
- Mead, M., 1968: Spol i temperament u tri primitivna društva. Naprijed, Zagreb.
- Strauss, C. L., 1989: Strukturalna antropologija. Stvarnost, Zagreb.

4404 EVOLUCIJA: PRINCIPI I MOGUĆNOSTI

Predmetnost: Dileme o postanku ljudskog roda, njegovom mjestu u prirodi, kao i spoznajama kojima tijekom povijesti tumačimo ulogu čovjeka u stvaranju i uobličavanju ljudskih zajednica, potom postanak bioloških i sociokulturnih različitosti ljudskih populacija, kao i znanstvena otkrića (na razini od paleontologije do morfologije i molekulske genetike) kojima se tumači evolucija čovjeka, pružit će se studentima kroz predavanja i seminarski rad. Pregled suvremenih evolucionističkih teorija, ali i kreacionističkih spoznaja, prikazat će se primjerima rezultata suvremenih antropoloških istraživanja, i to: na razini fenotipskih osobitosti izoliranih skeletnih nalaza do genetičke varijabilnosti suvremenih ljudskih grupa. Evolucijske spoznaje bit će potkrijepljene teorijskim istraživačkim doprinosima S. Wrighta i T. Dobzhanskog.

Predavanja: 1) Znanost o evoluciji: povijesni pregled. Suvremena ljudska varijabilnost, hipoteze i teorije o postanku. Znanstveno razmišljanje, empirijska opservacija, eksperiment i pokus. Rani pogledi na ljudski rod, prirodu i vrijeme. Predmetnost "starih" ideja i ranih promišljanja o evoluciji. 2) Evolucijska teorija poslije Darwina. Evolucija u Mendelovim populacijama. Prikaz opće ideje o prirodnoj selekciji. Statistička teorija evolucije. Fiziološke i evolucionističke teorije dominantnosti. 3) Adaptacija i selekcija. Populacijska struktura i evolucija. Genetička struktura suvremenih ljudskih zajednica. Primjeri unutar i međupopulacijske varijabilnosti kao izravne posljedice djelovanja evolucionističkih čimbenika. 4) Genetika i Darwinizam. Problemi spoznaje o genetici čovjeka i međupopulacijskoj varijabilnosti. Sintetska teorija evolucije. Problemi socijalnog Darwinizma. 5) Kako djeluje evolucija. Principi nasljeđivanja, geni u populaciji, mikro i makroevolucija. Evolucija ljudskog roda kroz kulturnu adaptaciju. Daljnje mogućnosti i/ili krize.

Seminari: 1) Činjenice o evoluciji iz suvremenih spoznaja. Ekologija Primata i adaptacije. Zajednice Primata i njihova evolucija. 2) Fosilni dokazi ljudske evolucije. Fosili, vrijeme i paleobiologija. Fosilni dokazi evolucije primata; ljudski fosili: Genus Homo. 3) Od prethistorije do povijesti. Revolucionarna preobrazba u gornjem paleolitu. Konac pleistocena: neizmjerena potreba za proizvodnjom hrane. Postanak države i urbanog društva.

- Jolly, C.J., White, R., 1995: Physical Anthropology and Archaeology. McGraw-Hill, New York
- Provine, W.B., 1986: Evolution: Selected Papers of Sewall Wright. Univ. Chicago Press, Chicago
- Sakka, M., 1991: Les Origines de l'Homme - Un autre regard. Messidor/Edit. sociales, Paris.

4405 PALEOANTROPOLOGIJA

Predmetnost: Cilj kolegija "Paleoantropologija" je sažeti poznata saznanja i upoznati studente s razvojem ove znanstvene discipline te discipline bez kojih se suvremena paleoantropološka istraživanja ne mogu zamisliti. Uz evoluciju hominida tijekom geološke prošlosti bit će obrađene osnovne morfološke, metrijske i anatomske značajke čovjekovih predaka, patologija i morfološke anomalije zabilježene na fosilnom materijalu s naročitim naglaskom na krapinskog i vindidskog neandertalca i njegov položaju u evolucionskom nizu čovjeka, te kulture koje prate razvojne etape ljudi, a bez kojih interpretacija nalaza nije dostatna. Rad na odljevima i originalnom materijalu ima za cilj zorno prikazati metode kojima se služi u paleoantropološkim istraživanjima pri determinaciji fosilnog materijala.

Predavanja: 1) Povijest i razvoj paleoantropologije. Kratki pregled ideja i znanstvenika od Aristotela do danas s posebnim osvrtom na drugu polovicu 19. stoljeća i J.C. Fuhlrotta, osnivača paleoantropologije. Paleoantropologija danas i njezina povezanost s drugim znanstvenim područjima. 2) Geološki aspekti razvoja čovjeka. Stratigrafija. Paleoeкологија. Paleoklimatologija. Paleozoogeografija itd. 3) Evolucija Hominida. Australopithecinae. Homo habilis - Homo erectus. Homo sapiens sapiens. 4) Morfološke značajke roda Homo. Dentalna antropologija. Paleopatologija. Osnove biomehanike i evolucija lokomotornog aparata. 5) Kultura paleoantropologija. Paleolitske kulture. Mezolitske i neolitske kulture. 6) Građa lubanja. Metrijska i morfološka analiza očjelih i fragmentarnih lubanja (rad na odljevima i originalnom materijalu u ZPGK) - seminar i praktikum. 7) Postkranijalni skelet Metrijska i morfološka analiza postkranijalnih skeleta (rad na originalnom materijalu u ZPGK) - seminar i praktikum. 8) Pleistocenski Hominidi iz Hrvatske. Upoznavanje skeletnih ostataka vrste Homo sapiens neanderthalensis iz Krapine i Vindije (rad u ZPGK i Hrvatskom prirodoslovnom muzeju) - seminar i praktikum. 9) Neolitske populacije u Hrvatskoj. Biometrijska, patološka i paleoantropološka analiza ostataka vrste *Homo sapiens sapiens* iz eneolitskih nalazišta (rad na originalnom materijalu u ZPGK) - seminar i praktikum

Seminari: 1) Osnove anatomije. Upoznavanje osnovne građe lokomotornog aparata i lubanje, te principa biomehanike (rad na odljevima i originalnom materijalu u Zavodu za paleontologiju i geologiju kvartara /daje ZPGK/) - seminar i praktikum. 2) Denticija Hominida. Metrijska i morfološka analiza denticije hominida (rad na odljevima i originalnom materijalu u ZPGK) - seminar.

- Eggenter, N., 1992: The Present Relevant of the Primitive in Architecture, Structure Mundi Ed. Architectural Anthropology., Vol. 1, Lausanne.
- Grupe, G., Garland, A.N., 1992: Histology of Ancient Human Bone, Methods and Diagnosis. Springer Verlag, Wien.
- Kallay, J., 1974: Dentalna antropologija. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.
- Nikolić, V., Hudec, M., 1988: Principi i elementi biomehanike. Školska knjiga, Zagreb.
- Ortner, D.J., Putschar, W.G.J., 1981: Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Radović, J., Smith, F.H., Trinkaus, E., Wolpoff, M.H., 1988: The Krapina Hominids. Mladost, Zagreb.
- Smith, F.H., Spencer, F., 1984: The Origin of Modern Humans. Liss, New York.
- Szalay, F.S., Novacek, M., McKenna M.C., 1993: Mammal Phylogeny, Placentals. Springer/Verlag, Wien.

4406 MEDICINSKA ANTROPOLOGIJA

Predmetnost: Ovaj kolegij ima za cilj uputiti na kritičko rasuđivanje o odnosu između političke ekonomije, kulture, biologije i iskustava u analizi i intervenciji na području tjelesne i socijalne boli u suvremenom svijetu. Posljednjeg desetljeća brojni su pristupi koji se javljaju unutar discipline medicinske antropologije, no nasuprot razvoju onih koji teže neprosperitetnim znanstvenim kompilacijama (površni sraz bioloških i kulturnih spoznaja, "zapadnog i istočnog", "suvremenog i tradicionalnog", etc.) sve više se ističu oni koji nastaju iz potrebitosti stvaranja medija za uspješnu rasčlambu i rješavanje suvremenih socijalno-medicinskih dilema i debata. Stoga ovaj kolegij omogućava otkrivanje nove znanstveno istraživačke dimenzije - one na putu k znanstvenom promišljanju i sintezi u kojoj se izjednačuje važnost tehnike i saznanja sub-molekularne razine sa saznanjima na razini svake individue ponaosob, kao i njezina kulturno-biološkog određenja.

Predavanja: 1) Antropologija kao biomedicinska i sociokulturna znanost. Poimanje materijalnog i duhovnog. Holistički pristup analizi tema medicinske antropologije i procesa bolesti u različitim kulturnim sustavima. Definicije zdravlja i bolesti. Holistički pristup analizi procesa bolesti. Modeli što pojašnjavaju interakcijske procese genetičkog i ekološkog u formiranju ljudskih grupa. Formiranje seoskih i urbanih zajednica, reperkusije na zdravstveno stanje stanovništva. Brze procedure etnografskih procjena. 2) Metodologija medicinske antropologije. Epidemiologija. Povijesni pregled, medicinski antropolog i epidemiolog. Istraživačka pitanja. Osnove epidemioloških perspektiva. Normalno-nenormalno i standardi. Demografija. Bolest, ekologija i ljudsko ponašanje. Eko-sustav i mogućnosti rasta i razvoja populacije. Antropologija i studij ljudske reprodukcije. Medicinski sistemi. Etnomedicina i etnopsihijatrija. Etnofarmakologija. Biometerologija. Humani seksualitet. 3) Metodologija medicinske antropologije II. Analiza uzroka različitosti. Istraživačko modeliranje epidemiološkog pristupa medicinskoj antropologiji. Model kontrole "slučaja" - individualna analiza. Model analize kohorte. Učestalost pojave kao epidemiološko "oruđe". Konvencionalna pretjerivanja i oprez prema potcjenjivanju ljudskih kapaciteta za prenapregnutost. Darvinističke teorije i nove ideje. Primarnost potrebe za jelom. Osnovne komponente populacije. Populacijski procesi generiraju demografske osobine. Problem malih uzoraka. Životne prognoze, te populacijski rast i smanjivanje. Implikacije. 4) Klinički primjenjena antropologija. Svrha i priroda kliničkog uključivanja. Terminologija. Alternativne koncepcije i kritizam; kritične klinički primjenjene alternative? Racionalni i metode. Uloga holizma i sistemnih perspektiva. Značaj etnografije. Razvoj perspektivne teorije i relevantna znanja. Primjeri iz klinički primjenjene antropologije (neurologija, psihijatrija, endokrinologija, kardiologija, pulmologija). 5) Na putu ka novim sintezama. Paradigme medicinske antropologije. Etnografske metode. Teorije medicinske antropologije. Medicinska ekologija. Biokulturni model. Koncepti "antropologija tjelesnosti", "antropologija

boli" i "antropologija patnje". Koncept tijela i društva. Kulturalna analiza reprodukcije. Povijest nastanka klinike. Socio-medicinske debate našeg doba. Terapeutski proces. Studij biomedicine kao kulturalnog sistema. "Medicinsko sestrištvo" i antropologija. Politička ekonomija i medicinska antropologija. Kritička interpretacija pristupa medicinskoj antropologiji. Međunarodno zdravlje i razvoj.

- Anderson, R., 1996: *Magic, Science and Health*. Harcourt Brace College Publishers, New York.
- Linda, A., Bennett, G., Ames, M., 1985: *The American Experience with Alcohol: Contrasting Cultural Perspectives*. New York, Plenum.
- Davis, J., 1993: *The Anthropology of Suffering*. J. Ref.Stud., 5: 149-161.
- Good, B.J., 1993: *Medicine, Rationality and Experience*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Kleinman, A.M., 1985: *Patients and Healers in the Context of Culture*. Berkeley, University of California Press, Berkeley.
- Lupton, D., 1994: *Medicine as Culture*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Scheper-Hughes, N., Lock, M., 1987: *The Mindful Body: A Prolegomenon to Future Work in Medical Anthropology*. Med. Anthropol. Quart., 1: 6-41.

4407 MOLEKULARNA ANTROPOLOGIJA

Predmetnost: Jedan od osnovnih ciljeva današnjih antropogenetskih istraživanja je rekonstrukcija povijesti ljudske varijabilnosti. U ovom trenutku zahvaljujući novim tehnologijama u molekularnoj genetici uvođenjem DNA analiza u istraživanja populacijske strukture otvara se mogućnost daljeg i dubljeg pogleda u genetsku prošlost ljudskih populacija, kao i pouzdanije i temeljitije stvaranje zemljopisno/genetskih karata ovovremenih kao i onovremenih populacija. Bilježeći genetski danas zadnje izolate koji se usljed brzih sociokulturnih i socioekonomskih promjena raspadaju, pojašnjavamo i pomake stanovništva tijekom povijesti. Dosadašnji, klasični markeri (eritrocitni antigeni, izoenzimi i serumski proteini) nisu mogli svojim polimorfizmom u dovoljnoj mjeri zadržati povijest kao što je to moguće na razini polimorfizama DNA te smo na taj način na tragu novih saznanja i razumjevanja jedinstva u varijabilitetu koji oplemenjuje i spaja.

Predavanja: 1) Polimorfizam nekad i danas: Genska i molekulska antropologija. Evolucija frekvencija gena. 2) DNA u populaciji: Frekvencije i varijacije zabilježene današnjim istraživanjima u nas i u svijetu. 3) Mitochondrialna DNA: Varijabilitet nošen majčinskom linijom. Makroevolucija i mikroevolucija i rane mutacije. 4) Y kromosom: Evolucija nošena očinskom linijom. Etnopovijest gena. 5) VNTR polimorfizam. Hipervarijabilni polimorfizam. Na novom tragu povijesnih migracija.

Seminari: 1) Frekvencije gena. Frekvencije klasičnih markera (eritrocitni antigeni, izoenzimi i serumski proteini). Frekvencije DNA markera. 2) VNTR polimorfizmi. Frekvencije i varijacije zabilježene današnjim istraživanjima u nas i u svijetu

- Cavalli-Sforza, L.L., Piazza, A., Menozzi, P., Mountain, J., 1988: Reconstruction of human evolution; bringing together genetic, archeological and linguistic data. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 85:6002-6006.
- Cavalli-Sforza, L.L., Menozzi, P., Piazza, A., 1994: *The history and Geography of human genes*. Princeton University press, Princeton, New Jersey.

4408 ANALIZA PODATAKA

Predmetnost: Eko i kulturna okolina u kojoj djeluje čovjek nije jednostavno predvidiva zbog promjenjivosti tih sustava. Oni kao i sam čovjek djeluju unutar nekih granica. Zbog složenosti mehanizama transmisije kroz komplicirane strukture, ta djelovanja imaju karakteristike stohastičkih sustava. Stohastički model podrazumijeva odgovore koji su zadani frekvencijama vjerojatnoće, Nadalje u tim modelima strukture mogu biti tumačene kao subjekti statističke procjene. Po svojoj unutrašnjoj strukturi statistika je najprikladnija metoda za uspješno usvajanje spoznaja na tome području izučavanja. Svrha je ovog kolegija da studente kao ne-matematičare nauči osobitostima primjene statističkih metoda u antropologiji. Kolegij će obuhvatiti teme od pripreme podataka, preko analize predloženim kvantitativnim metodama do interpretacije rezultata.

Predavanja: 1) Deskriptivna statistika. Prikazivanje statističkih podataka. Parametri niza statističkih podataka. Statistički podaci o dvodimenzionalnom obilježju. 2) Matematička teorija statističkih fenomena. Teorijska interpretacija jednodimenzionalnih statističkih obilježja. Teorijska interpretacija višedimenzionalnih statističkih obilježja. 3) Teorija statističkog zaključivanja. Procjena parametara. Intervali povjerenja. Testiranje parametarskih hipoteza. Regresijska analiza. Analiza varijance (ANOVA). 4) Višedimenzionalne analize. Uvod. Generalni linearni model. Procjena parametara. Testovi hipoteza o vektoru sredina i intervali pouzdanosti. Testovi hipoteza o matrici varijanci-kovarijanci. Testiranje hipoteze o normalnosti višedimenzionalne raspodjele. Višedimenzionalna analiza varijance. Kanonička diskriminativna analiza. Faktorska analiza. 5) Neparometrijske metode. Pregled neparometrijskih metoda P^2 -test. Prilagodba teorijske razdiobe empirijskim podacima.

Seminar: (Obrađuje se jedna od predloženih tema prema interesu i izboru studenata) 1) Metode klaster analize. Primjena: STATISTICA - Cluster analysis, 2) Multidimenzionalno skaliranje. Primjena: STATISTICA -

Multidimensional caling, 3) Vremenske serije. Primjena: STATISTICA - Time Series, 4) Log-linearna analiza. Primjena: STATISTICA - Log-linear Analysis,

Vježbe: 1) Deskriptivna statistika. Uvod u statistički paket STATISTICA. Primjena: STATISTICA - Basic Statistics/Tables. 2) Teorija statističkog zaključivanja. Testiranje parametarskih hipoteza. Primjena: STATISTICA - Basic Statistics/Tables. Regresijska analiza. Primjena: STATISTICA - Basic Statistics/Tables. Analiza varijance. Primjena: STATISTICA - ANOVA. 3) Višedimenzionalne analize. Višedimenzionalna analiza varijance. Primjena: STATISTICA - MANOVA. Kanonička diskriminativna analiza. Primjena: STATISTICA - Discriminant analysis, Faktorska analiza. Primjena: STATISTICA - Factor analysis. 5) Neparometrijske metode (1 sat). P^2 -test i druge neparometrijske metode. Primjena: STATISTICA Nonparametric Statistics.

- Cooley, W.W., Lohnes, P.R., 1971: Multivariate Data Analysis. John Wiley&Sons, New York.
- Fulgosi, A., 1984: Faktorska analiza. Školska knjiga, Zagreb.
- Pauše, Ž., 1993: Uvod u matematičku statistiku. Školska knjiga, Zagreb.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1981: Biometry. W.H. Freeman&Company, New York.

4409 ANTROPOLOŠKI MODELI

Predmetnost: Utjecaji eko i kulturne okolina na čovjeka nisu jednostavno predvidljivi jer i čovjek svojim akcijama djeluje na te sustave. Ti sustavi, kao i sam čovjek, operiraju unutar nekih granica, a njihova djelovanja, zbog složenosti mehanizama transmisije kroz komplicirane strukture, mogu se tumačiti stohastičkim i determinističkim modelima. Takvi modeli daju pojednostavljenu sliku antropologije kao prirodnoznanstvene discipline. Istraživanja na tom području razvijaju se u dva smjera: a) dio istraživača (poglavito matematičari) produciraju nova prikladnija sredstva modeliranja, dok b) timovi (a češće pojedinci) primjenom modela stvaraju nove poglede na stare spoznaje. Svrha je kolegija da studenti ovladaju tehnikama postavljanja modela, te sami sudjeluju u njihovim vrednovanjima.

Predavanja: 1) Osnovni elementi rada i programiranja na pc računalima. Organizacija PC računala: procesor, tastatura, monitor i video kartica, diskovi i štampač. Elementi DOS-a (zapisi: CONFIG.SYS i AUTOEXEC.BAT). Elementi BASIC-a: dijagram toka i algoritam. 2) Uvod u problematiku modeliranja. Sažimanje sveukupnosti antropoloških pojava u sustav i definiranje modela izabranog sustava. Definiranje odnosa između sustava i modela. Vrednovanje modela preko predikcija i konsistentnosti. Iteracija modela. 3) Primjeri jednostavnih modela. Na primjeru demografskog rasta populacije biti će prikazane osnovne karakteristike eksponencijalne funkcije. Osnovnu jednadžbu "demografskog" kretanja može se modificirati postavkom da je prirast stanovništa funkcija od populacione veličine: (logistički model). Stohastički model podrazumijeva response koji su zadani frekvencijama vjerojatnoće, nadalje u tim modelima strukture mogu biti tumačene kao subjekti statističke procjene. 4) Kompleksni sustavi. Kompleksni sustav je onaj koji se može opisivati (modelirati) na nekoliko različitih načina od kojih svaki se odnosi na određeni dio sustava. Kompleksnost je funkcija broja načina na koji mi možemo biti u interakciji sa sustavom odnosno različitosti opisa sustava. 5) Kibernetički aspekti hijerarhijskog sustava. Hijerarhijski sustav odlikuje se svojim "okomitim" i "poprečnim" protokom informacija kroz strukture. Te strukture ("holoni") s jedne strane su jedinstvene glede svoje funkcije, dok su s druge strane složene od podređenih substruktura. Prijenos informacija u hijerarhijskom sustavu je kontroliran kibernetičkim elementima povratnih sprega.

Seminari: 1) Opći simulirani model. Svrha ovakvog pristupa je da se simuliraju kibernetički aspekti demografskih promjena. 2) Teorija informacije. Odnos entropije i informacije. Izvor informacije i informacijski kanal. Znanstvene informacije. 3) Nasljeđivanje kulturnih tekovina. Analogija između genetskog i kulturnog nasljeđivanja. Dawkinsove ideje o nasljeđivanju "mema".

Vježbe: 1) Simuliranje demografskih podataka nekih Jadranskih otoka. Primjenjivat će se opći simulirani programa pisan u BASIC-u na podatke demografije. 2) Simuliranje genetskog nasljeđivanja. Primjenjivat će se programi koji polaze od slučajno generiranih brojeva pa sve do formiranja genotipa i njegove fenotipske ekspresije u kvantitativne varijable.

- Collegium Antropologicum (odabrani radovi), Zagreb.
- Monod, J., 1970: Le hasard et la necessite Editions du Seuil. Collection Points.
- Pauše, Ž., 1980: Uvod u teoriju Informacija. Školska knjiga, Zagreb.
- Pavić, H., 1980: Znanstvene informacije. Školska knjiga, Zagreb.
- Petz, B., 1970: Osnovne statističke metode. Izdavački zavod JAZU, Zagreb.
- Rudan, P. i sur., 1990: Antropološka istraživanja istočnog Jadrana. H.A.D., Zagreb.
- Teplov, L., 1966: Popularna kibernetika. Školska knjiga, Zagreb.

4410 PRIMJENJENA ANTROPOLOGIJA

Predmetnost: Ovaj kolegij služi kao teorijska podloga u osposobljavanju za samostalnu pripremu akademskih

projekata kojima je cilj pomoći u intenzivnom interveniranju i analizi problema i potreba lokalnih zajednica ili pak globalne zajednice. Kolegij pruža uvid u zakonitosti funkcioniranja cjelokupnog današnjeg društva na svim razinama, uz poseban naglasak na korijene i podrijetlo tih zakonitosti. Kolegij bi trebao osposobiti polaznike za kreativan samostalan razvoj akademskih projekata s ciljem planiranog istraživanja, razvoja srednjoročnih i dugoročnih strategija, te pružanja usluga analiza i savjetovanja potražitelju-potrošaču. Naime, primijenjenom antropologijom, po riječima čuvene antropologinje M. Mead: "... bavi se netko samo ako će je i primijeniti. Mora postojati potražitelj-potrošač."

Predavanja: 1) Primjena i uloge antropološke znanosti u razvoju političke ekonomije. Razvoj od prvih simbola moći u primitivnim zajednicama do današnje razvijene globalne političke ekonomije. 2) Primjena i uloga antropološke znanosti u razvoju društvenopolitičkih sustava. Razvoj od ranih oblika ljudskih zajednica do današnjeg političkog i ekonomskog udruživanja. 3) Globalne kulturološke raznolikosti i zajedničko slobodno tržište. Razvoj od najranijih oblika robn e razmjene do globalnog slobodnog tržišta. 4) Transkulturološki aspekti djelovanja multinacionalnih korporacija. Razvoj od prvih manufakturna do današnje globalne komunikacije putem korporacija. 5) Utjecaj razvoja znanosti na politička, ekonomska i sociokulturološka kretanja. Razvoj od ranih religija preko alkemije do teorija relativnosti i kvantne mehanike. 6) Globalno kompjutorsko povezivanje, komunikacija i protok informacija. Razvoj od prvog tiskarskog stroja do današnje globalne komunikacije putem satelita, protoka informacija i kompjutorskog povezivanja. 7) Vodeći problemi, zadaci i prijetnje čovječanstvu kroz povijest. Pregled vodećih problema, zadataka i prijetnji čovječanstvu na razini lokalnih i globalne zajednice kroz povijest. 8) Primjena i uloga antropološke znanosti u predviđanju budućih kretanja.

Seminari: 1) Simulacija globalne ekonomsko-političke krize i ponuđena rješenja. 2) Simulacija globalne prijetnje čovječanstvu i ponuđena rješenja.

Vježbe: 1) Samostalna izrada vlastitog originalnog akademskog projekta s ciljem intenzivnog interveniranja i analize problema i potreba lokalnih zajednica ili globalne zajednice: defeniranje problema, ponuđena rješenja i mogućnosti primjene

- Bernett, J.W., 1996: Applied and Action Anthropology: Ideological and Conceptual Aspects. Current Anthropology, 36 (suppl): 23-53.
- Van Willigen, J., 1986: Applied Anthropology: An Introduction. South Hadley, MA: Bergin and Garvey.
- Wulff, R.M., Fiske, S.J. (Eds.), 1987: Anthropological Praxis: Translating Knowledge into Action, Boulder, C.O.: Westview Press.

4411 TERENSKA NASTAVA

Predmetnost: Kolegij Terenska nastava dati će osnovne temelje načina pripreme i provedbe terenskog rada u antropologiji. U svom praksičnom djelu studenti će steći uvid u cjelokupni proces antropoloških istraživanja, od pripreme terenskog rada, sakupljanja podataka, te obrade samih podataka, kao i privikavanje na timski rad. Multidisciplinarni pristup proučavanja čovjeka u njegovom okolišu zahtjeva korištenje različitih metoda prikupljanja uzorka. Za bolje upoznavanje uvjeta u kojima ispitanik živi, njegovih navika, ali i podataka o njegovoj obitelji u terenskim istraživanjima neophodno je prikupiti što više podataka općim upitnikom, a ovisno o predmetu znanstvenog proučavanja koriste se metode predviđene Internacionalnim biološkim programom.

Predavanja: 1) Priprema terena. Sastavljanje anketa: opći podaci, migracijski podaci, socio-ekonomski status, bračni status, prehrambena anketa. Ovisno o cilju istraživanja: antropometrijske varijable, dermatogrifske varijable, fiziološke varijable itd.

Seminar: 1) Seminar o provedenom terenu. Izvještaj s terenskog istraživanja.

Vježbe: 1) Priprema instrumentarija i uvježbavanje mjerača. Kratki prikaz mjerenja, upoznavanje instrumenata, isprobavanje instrumenata i uvježbavanje. 2) Uzimanje općih podataka anketom na terenu. Registriranje ispitanika. Uzimanje općih podataka. Razgovor s ispitnikom. 3) Mjerenje nekoliko antropometrijskih varijabli. Provođenje mjerenja. Upisivanje podataka. Provjera podataka. 4) Uzimanje dermatogriфа. Bojanje prstiju i dlanova. Uzimanje otisaka. Kontroliranje jasnoće otiska.

- Buzina, R., Grgić, Z., Kovačević, M., Maver, H., Momorović, K., Rudan, P., Schmutzer, Lj., Stampar-Plasaj, B., 1989: Morfološka i funkcionalna antropometrija. 10 Antropolojska biblioteka, Praktikum Biološke Antropologije, Hrvatsko Antropološko Društvo, Zagreb.
- Miličić, J., Rudan, P., Schmutzer, Lj., Škrinjarčić, I., 1989: Dermatogriфи u antropološkim istraživanjima. 13 Antropolojska biblioteka, Praktikum Biološke Antropologije, Hrvatsko Antropološko Društvo, Zagreb.
- Weiner, J.S., Lourie, J. A., 1981: Practical Human Biology. Academic Press, London.

4412 ANTROPOLOŠKA BIOMETRIJA

Predmetnost: Kolegij Antropološka biometrija polazi od znanja stečenog u kolegijima Uvod u biološku antropologiju i Populacijska genetika i pruža znanje o biološkim varijacijama u ljudskim populacijama koje imaju poligenetsku osnovu i kontinuirane su prirode. U cilju objašnjenja problema njihova nastanka i uvjetovanosti razmatraju se istovremeno biološke, medicinske, socio-kulturne i ekološke komponente

suvremenih ljudskih skupina i njihovog okoliša. Izuzetna važnost pridaje se objašnjenju morfoloških i fizioloških varijacija u ljudskim populacijama koje odražavaju adaptaciju na uvjete ubrzanog mijenjanja fizičkog i sociokulturnog okruženja čovjeka. Poseban naglasak daje se na teoretski temelj kontinuirane varijabilnosti, a zaključci će biti potkrepljeni primjerima iz istraživanja.

Predavanja: 1) Osnovni modeli poligenog nasljeđivanja. Kontinuirane i diskontinuirane varijacije. Srednja vrijednost u populaciji. Prosječni efekt gena. Varianca: komponente varijance. Genetska komponenta varijance. Korelacija i interakcija genotipa i okoliša. Varianca uvjetovana okolišem. 2) Sličnost među rođacima. Fenotipska sličnost. Genetska kovarianca (Aditivno, dominantno, x-vezano, epistaza). Kovarianca uvjetovana obiteljskim i individualnim okolišem. 3) Nasljednost. Procjena nasljednosti: studije blizanaca i obiteljske studije. Utjecaj neslučajnog odabira i dobi. Među populacijske razlike. Točnost procjena i vrste analiza. 4) Morfološka varijabilnost u suvremenim ljudskim populacijama. Intra-populacijska varijabilnost. Inter-populacijska varijabilnost. Genetski i ekološki aspekti morfološke varijabilnosti. 5) Fiziološka varijabilnost u suvremenim ljudskim populacijama. Intra-populacijska varijabilnost. Inter-populacijska varijabilnost. Genetski i ekološki aspekti fiziološke varijabilnosti.

Seminari: 1) Morfološka svojstva i prehrambeno stanje čovjeka. Mijenjenje prehrane čovjeka kroz povijest. Interpopulacijske razlike. Odras na morfologiju (građu i sastav) tijela. Antropometrijska procjena prehrambenog stanja. 2) Fiziološki pokazatelji tjelesne sposobnosti čovjeka. Tjelesna sposobnost i razina svakodnevne tjelesne aktivnosti kroz povijest. Odras na fiziološka (kardio-respiratorna) svojstva. Tjelesna sposobnost, građa i sastav tijela. Interpopulacijske razlike. 3) Pitanje referentnih vrijednosti morfoloških i fizioloških svojstava. Referentne vrijednosti za antropometrijsku procjenu prehrambenog stanja. Referentne vrijednosti za parametara plućne funkcije.

- Mather, K., Jinks, J.L., 1971: Introduction to Biometrical Genetics. Chapman and Hall, London.
- Ferembach, D., Susanne, C., Chamlia, M.C., 1986: L'Homme son Evolution sa Diversité. Manuel d'Anthropologie Physique, CNRS, Paris.
- Rudan, P., Finka, B., Janičević, B., Jovanović, V., Kušec, V., Miličić, J., Mišigaj-Duraković, M., Roberts, D.F., Schmutzer, Lj., Smolej-Narancić, N., Supoldžić, A., Szivovica, L., Šimić, D., Šimunović, P., Spoljar-Vržina, S.M., 1990: Antropološka istraživanja istočnog Jadrana, Knjiga druga: Biološka i kulturna mikrodiferencijacija seoskih populacija otoka Hvara. Hrvatsko antropološko društvo, Zagreb.
- Izabrani radovi iz znanstvenih časopisa za pripremu seminarskih radova.

4414 ANALIZA DERMATOGLIFA

Predmetnost: Dermatoglifi su svojom poligenetskom determiniranošću izuzetno dobar pokazatelj stanja morfo i embriogeneze u vrijeme ranog intrauterinog razvoja. Njihova konstantnost u broju papilarnih grebena te obliku crteža nakon tog vremena osigurava im izuzetnu važnost u proučavanju i pojedinca (s obzirom na provođenje različitih biomedicinskih pregleda) i populacije, budući da su podobni kao poligeno determinirana selektivno inertna svojstva u procjeni populacijske strukture i u studiju mikroevolucije čovjeka. Zbog toga je poznavanje dermatoglifa digito-palmarnog kompleksa važno u antropološkim istraživanjima pojedinih populacija, ali isto tako u medicinskim istraživanjima, određivanju zigotnosti i identifikaciji.

Predavanja: 1) Povijesni pregled, embriogeneza i nasljeđivanje. Dosadašnje spoznaje. Prvi istraživači. Ivan Vučetić. Sastav kože. Razvoj grebena. Nasljeđivanje dermatoglifa. 2) Osnovni oblici i područja istraživanja. Jagodice prstiju. Crteži na prstima: luk petlja, vrtlog. Područja istraživanja na dlanu: tenar, interdigitalni prostori, hipotenar. Područja istraživanja na nožnim prstima i stopalu. 3) Kvantitativna svojstva. Kvantitativna svojstva prstiju: broj grebena na pojedinom prstu (FRC), ukupan broj grebena (TRC), apsolutni broj grebena (ARC), broj grebena između a i b, b i c te c i d digitalnih triradiusa. Način brojenja grebena. 4) Kvalitativna svojstva. Frekvencije crteža na prstima. Crteži na dlanu. Triradiusi na dlanu. Glavne linije dlana. pregibne brazde. 5) Primjena. Primjena u antropološkim istraživanjima. Dermatoglifi u medicinskim istraživanjima. Određivanje očitstva. Procjena zigotnosti. Dermatoglifi u identifikaciji.

Seminar: 1) Analiza osobnih otisaka. Zapažanja studenata.

Vježbe: 1) Metode uzimanja otisaka. Metoda bojom. Posebne metode: metode pomoću prozirne ljepljive trake, fotografske metode, očitavanje skenerom. 2) Sakupljanje i obrada podataka. Priklupljanje uzorka. 3) Očitavanje dermatoglifa. Analiza kvantitativnih svojstava. Analiza kvalitativnih svojstava. 4) Biostatističke metode. Primjena u analizi kvantitativnih i kvalitativnih svojstava dermatoglifa.

- Cummins, H., Midlo, C., 1961: Finger Prints, Palms and Soles. Dover Public., New York.
- Loesch, D., 1983: Quantitative Dermatoglyphic Classification, Genetics and Pathology. Oxford University Press, Oxford.
- Miličić, J., Rudan, P., Schmutzer, Lj., Škrinjarčić, I., 1989: Dermatoglifi u antropološkim istraživanjima. 13 Antropološka biblioteka, Praktikum Biološke Antropologije, Hrvatsko Antropološko Društvo, Zagreb.
- Schaumann, B., Alter, M., 1976: Dermatoglyphs in Medical Disorders. Springer-Verlag, New York.

4415 FORENZIČKA ANTROPOLOGIJA

Predmetnost: Forenzična antropologija je dio antropološke znanosti koji se bavi analiziranjem recetnih skeletiziranih ljudskih ostataka. Ove analize obuhvaćaju određivanje spola, doživljene starosti, populacijske pripadnosti, visine i prisutnost bilo kakvih (kongenitalnih, patoloških ili traumatskih) osteoloških osobitosti. Krajnji cilj ovih analiza je osobna identifikacija pronađenih ljudskih ostataka te, u slučajevima kada je to moguće, određivanje uzroka i načina smrti. Za razliku od sudske patologije, čije analize su usmjerene na meka tkiva nedavno umrlih osoba, forenzična antropologija bavi se prvenstveno osteološkim ostacima. Iz tog razloga studenti koji pohađaju ovaj kolegij bit će ponajprije upoznati s osnovama ljudske osteologije. Studenti će biti upoznati i s metodama koje se koriste za prikupljanje i kompjutersku obradu osteoloških podataka kao i u razlikovanju između postmortalnih oštećenja i perimortalnih / antemortalnih trauma. Osnovni naglasak kolegija biti će na upoznavanju studenata, putem predavanja i praktičnih vježbi na arheološkom osteološkom materijalu s metodama koje se koriste za osobnu identifikaciju nepoznatih ljudskih ostataka. Ove metode obuhvaćaju makroskopske analize morfološke strukture kostiju (za određivanje doživljene starosti, spola i eventualno prisutnih patoloških promjena), metričke analize (za određivanje visine osobe) i multivarijatno statističke analize (za određivanje spola i populacijske pripadnosti). Posebna pažnja biti će posvećena upoznavanju studenata s metodama koje se koriste prilikom uspoređivanja postmortalnih i antemortalnih podataka.

Predavanja: 1) Osnovi osteologije čovjeka. Razlikovanje između ljudskih i životinjskih kostiju. Osteologija, zglobovi i mišićna hvatišta. 2) Određivanje spola. Praktičan rad u laboratoriju. Morfološke razlike u strukturi kostiju. Multivarijatno statističke analize. 3) Određivanje doživljene starosti na koštanim ostacima. Osifikacijski centri. Kronologija spajanja epifiza s dijafizama. Kronologija razvoja i nicanja zubiju. Kronološke promjene na pubičnoj simfizi, sternalnim krajevima rebara i aurikularnoj ploštinji liliama. 4) Određivanje visine osobe. Formule za izračunavanje visine bazirane na jednoj ili više kostiju. 5) Forenzična stomatologija. Biologija zubi. Traume i patološki procesi na zubima.

Seminari: 1) Određivanje populacijske pripadnosti. Morfološke razlike u strukturi kostiju. Multivarijatno statističke analize. 2) Osobna biologija. Promjene i oštećenja na zubima. Indikatori stresa koji nastaju kao posljedica zanimanja ili habitualnih pokreta. Kongenitalne anaomalije. Koštane patologije. Trauma.

Vježbe: 1) Prikupljanje i kompjuterska obrada osteoloških podataka. Forenzična arheologija. Razlika između arheoloških i suvremenih ljudskih ostataka. Razlika između postmortalnih i perimortalnih / antemortalnih trauma. 2) Usporedba postmortalnih i antemortalnih podataka. Korištenje fotografija za utvrđivanje osobnog identiteta nepoznatih osoba. Upotreba rendgenskih snimaka u utvrđivanju osobnog identiteta. Usporedba ante i postmortalnih traumatskih i patoloških promjena te trabekularne strukture kostiju. Važnost i način upotrebe dentalnih kartona.

- Iscan, M.Y., Helmer, R.P., 1993: Forensic Analysis of the Skull: Craniofacial Analyses, Reconstruction, and Identification. Wiley-Liss, New York.
- Krogman, W.M., Iscan, M.J., 1986: The Human Skeleton in Forensic Medicine. CC Thomas, Springfield
- Ortner, D.J., Putschar, W.G.J., 1981: Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains. Smithsonian Contributions to Anthropology, No. 28. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Zečević, D. i sur., 1989: Sudska medicina. Medicinska Naklada, Zagreb.

4416 PSIHODINAMSKI PRISTUP ANTROPOLOGIJI

Predmetnost: Kolegij je osmišljen na način da uvede studente u misao i rad Sigmunda Freuda i onih njegovih sljedbenika koji su se bilo kao psihoanalitičari sa praksom (Ernest Jones, Erich Fromm i J.C. Flugel) ili kao etnografi i psihoanalitičari (Geza Roheim, George Devereaux i Erik Erikson) posvetili ideji primjene spoznaja iz područja psihodinamske teorije na društvo i kulturne fenomene. Psihodinamske teorije povezuju antropologiju sa proučavanjem najdubljih slojeva ljudske psihe i omogućavaju poznavanje dinamike nesvjesnog mentalnog života. Ovaj kolegij daje saznanja o dometima zajedničkog istraživanja psihoanalize i antropologije na području svih domena ljudske egzistencije i djelovanja.

Predavanja: 1) Sigmund Freud i psihoanaliza. Izvori psihoanalize. Osnovi psihoanalize. Graditelji psihoanalitičkih teorija. 2) Sigmund Freud i antropologija. Temelji psihoanalitičke antropologije: glavna djela Sigmunda Freuda iz ove oblasti. Usmjerenja njegovih sljedbenika. 3) Geza Roheim i psihoanaliza. Uvođenje psihoanalitičkog načina mišljenja u antropologiju. Iskustva prvih terenskih istraživanja G. Roheima. 4) Bronislav Malinowski i psihoanaliza. Tumačenje socijalne organizacije kroz psihoanalitički spoznate determinante (latentne želje i komplekse folklor). 5) Nesvjesno i antropologija. Sistemi nesvjesnog, svjesnog i pretsvjesnog. "Primitivna razina" mentalnog i individualnog razvoja. Neurotska reakcija i psihoanalitičko objašnjenje. 6) Incest i smrt. Psihoanalitička i antropološka istraživanja univerzalnosti psihodinamskih fenomena i njihovo objašnjenje. Incest. Totemizam. Edipov kompleks.

Seminari: 1) Jezik simbola. Jedinственost korisnosti jezika simbola u kulturnoj antropologiji, psihoanalizi i psihijatriji. Mitovi, legende i snovi. 2) Univerzalne odlike ljudskog roda. Definiranje univerzalnosti ljudskog roda (Haeckel nasuprot Roheima / kulturna nasuprot biološke evolucije). Dvije razine istraživanja -

psihooanaliza i kulturna antropologija.

- Freud, S., 1950 (1913): Totem and Taboo. New York: Norton.
- Freud, S., 1961 (1930): Civilization and its discontents. New York: Norton.
- Kulenović, M., 1988: Otkrivanje nesvjesnog: graditelji psihooanalitičkih teorija. Školska knjiga, Zagreb.
- Malinowski, B., 1955: Magic, science and religion. Garden City, N.Y.: Anchor.
- Roheim, G., 1974: The riddle of the Sphinx. New York: Harper & Row.

4417 SEOBE, STRES I KULTURA

Predmetnost: Glavni cilj ovog kolegija je sagledavanje fenomena migracija kao rezultate kompleksnog prožimanja mnogobrojnih aspekata socio-kulturnih i bioloških uzroka i posljedica, u prošlosti i danas. Zajednička prorada i razumijevanje ovog kauzaliteta temelj su za daljnje multidisciplinarno shvaćanje fenomena migracija. Štoviše, ovakvo sagledavanje migracija su nužnost s obzirom da događanja vezana uz svjetsku izbjegličku i prognaničku krizu posljednjih desetljeća - osim što upozoravaju na opasnost njihove uvjetovanosti mnogobrojnim političkim, pravnim, ekonomskim, kao i psihološkim i socijalnim dimenzijama - nameću nam i potrebu za promišljanje budućeg zdravlja i bolesti cjelokupnog čovječanstva. Kroz praćenje i analizu brojnih istraživanja ovaj kolegij može u potpunosti informirati o problematici migracija na više pojmovnih razina.

Predavanja: 1) Diferentnost pojavnosti migracija. Uvjetovanost sociokulturnih i biološki aspekata istraživanja različitosti pojavnosti migracijskih tokova. Tipovi migracija, njihovi uzroci i posljedice: masovne migracije, ekonomske migracije iz nerazvijenih zemalja, industrijskih zemalja. Nacionalnost. Voljne i prisilne migracije. Metanastazične migracije. Dijaspora. 2) Reprezentativna istraživanja o zdravstvenim problemima migranata. Morbiditet doseljeničkih skupina. Faktori koji odmažu integraciji imigracijskih skupina. Faktori koji pomažu integraciji imigracijskih skupina. Kulturna diferencijacija u procesu prilagođavanja. Zdravlje migranata. Problemi integracije imigranata. Motivi migriranja. Školovanje djece. Funkcioniranje bračnog i obiteljskog odnosa. Osnovni elementi akulturacije i asimilacije. Adaptacija na okolinu. Stres i obrasci stresa i adaptacije. Kratkoročne i dugoročne biološke posljedice migracija. 3) Prisilne migracije, izbjeglištvo, prognaništvo. Usvajanje osnovnih pojmova svjetske klasifikacije - "prognanik", "izbjeglica", "azilant", etc. Prognanici i izbjeglice - administrativno klasificirani ili "stigmatizirani". Opasnost generaliziranih pristupa - Identitet: nacionalizam, regionalizam i etnicitet. Neodvojivost pravnih, političkih i ekonomskih aspekata egzila. Međunarodni odnosi i status azilanata. Usvajanje osnova razlikovanja pojmova "Centar" i "Kamp". 4) Dinamika rada međunarodnih humanitarnih organizacija. Poteškoće u procjeni njihove skrbi. Pitanje prehrane i zdravstvene skrbi u egzilu. Važnost provedbe istraživačkih projekata i dalekosežna odgovornost davanja preporuka. Studij prisilnih migracija. Neregularnost i nepredvidljivost izbjegličkih/prognaničkih događanja. Transdisciplinarni pristup u rješavanju problematike egzila. Mogućnosti i ograničenja primjenjene antropologije u rješavanju problema egzila. Medicinska antropologija - na pragu novih pristupa.

Seminari: 1) Dokumentiranje i sakupljanje građe. Upoznavanje sa svjetskim trendovima dokumentalističkog bilježenja izbjegličkih/prognaničkih tijekova u svrhu intenzivnijeg razvitka znanstvenog pristupa - povijest Centara Oxford (UK), York (UK) i York (Canada). 2) Metodološki problemi. Zajednička razrada tekstova (iz *Intentional Migration, Journal of refugee Studies, etc.*) iz područja razvitka metodologije proučavanja fenomena prognaništva i izbjeglištva. 3) Kušnja i izazov uobičajenim metodološkim pristupima. Zajednička razrada tekstova vezanih uz multidisciplinarnu pristupe razvitku znanosti o prisilnim migracijama. 4) Etika i terenski rad. Prorada primjera o migriranju, prognaništvu i izbjeglištvu kroz analizu tekstova vezanih za etiku medicinske i znanstvene provedbe. 5) Organiziran teren u trajanju od jednog prijepodneva. Organizirani posjet voditeljima nekih od Centara na području grada Zagreba.

- Balan, J., 1981: Why People Move: Comparative Perspectives on the Dynamics of Internal Migration. Unesco, Paris.
- Johnson, M.T., Sargent, C.F., 1990: Medical Anthropology. Praeger, New York.
- Black, R., Robinson, V., 1993: Geography and Refugees: Patterns and Processes of Change. Bellhaven Press, London.
- Harrell-Bond, B., 1986: Imposing Aid. Oxford Univ. Press.
- Holtzman, H., Bornemann, T.H., 1990: Mental Health of Immigrants and Refugees. Univ. of Texas, Austin.
- Loescher, G., Loescher, A.D., 1994: The Global Refugee Crisis: A Reference Book. Oxford Univ. Press.
- Marsella, A.J., Bornemann, T., Ekblad, S., Orley, J., 1994: Amids Peril and Pain. American Psychological Association, Washington D.C.
- Minear, L., Weiss, T.G., 1995: Mercy under fire: War and the global humanitarian community. Westview Press, London.
- Richmond, A.H., 1980: Factors in the adjustment of immigrants and their descendants. Statistics of Canada, Ottawa.

4418 ANTROPOLOŠKA LINGVISTIKA

Predmetnost: Lingvistički problemi važni za antropologiju jesu povijesni, strukturalni i funkcionalni. Povijesni su povezani s genetskim odnosima između jezika, filogenijom, povijesnim vezama između etničkih skupina, kronologijom jezičnog razvoja i stupnjem jezične difuzije. Strukturalni problemi odnose se na analizu konkretnih jezika i same govorne aktivnosti. Funkcionalni problemi tiču se odnosa uzajamne uzročnosti između oblika sociokulturnog ponašanja i jezične strukture, te međuodnosa jezičnih varijacija i sistema. Antropološka lingvistika temeljena je na činjenici da u tri glavna vida čovjekova postojanja - općeg (biološkog), posebnog (sociokulturnog) i posebnog (psihološkog) upravo jezik ima jednu od najvažnijih uloga u utvrđivanju čovjekova identiteta. Cilj ove discipline jeste kontinuitet među ovim kategorijama koje se izdvojeno izučavaju u okrilju drugih znanosti.

Predavanja: 1) Uvod. Međuodnos lingvistike, antropologije i srodnih disciplina. Teorija jezične relativnosti. 2) Teorije o odnosu jezika i kulture Sapir, Whorf, Chomsky. 3) Biološka podloga jezika. Porijeklo jezika. Učenje jezika. Psiholingvistika. 4) Sociolingvistika. Pojam jezične varijacije. Sociokulturne odrednice i funkcija varijacija. Stabilnost i promjena lingvističkih komponenti. 5) Lingvistička tipologija. Genetska klasifikacija. Prostorna klasifikacija. Strukturalna klasifikacija. Lingvistička geografija. Dijasistemi, idiolekti, dijalekti. Bilingvizam. Metode istraživanja.

Seminari: 1) Franz Boas. Međusobna povezanost socio-kulturnih, bioloških i jezičnih faktora u radovima F. Boasa. 2) Edward Sapir, Utjecaj jezične strukture na kulturu i način mišljenja. 3) Noam Chomsky, Hipoteza o urođenoj sposobnosti učenja jezika. Pojam univerzalne gramatike. 4) Pierre Bourdieu, Utjecaj socijalne stratifikacije na jezične varijacije. Pojam simboličke dominacije dijalekta. 5) Rudolf Filipović, Teorija jezika u kontaktu.

- Bourdieu, P., 1992: Što znači govoriti. Naprijed, Zagreb.
- Chomsky, N., 1991: Jezik i problemi znanja. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Filipović, R., 1986: Teorija jezika u kontaktu. Školska knjiga, Zagreb.
- Greenberg, J.H., 1968: Anthropological Linguistics: An Introduction. Random House, New York.
- Hymes, D., 1977: Foundations in Sociolinguistics. Tavistock Publications, London.
- Ivčić, M., 1975: Pravci u lingvistici. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- Martinet, A., 1982: Osnove opće lingvistike. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.

4419 ANTROPOLOGIJA I EKONOMIJA

Predmetnost: U današnjem društvu kvaliteta organizacije i rukovođenja sustavom postali su presudni za funkcioniranje cjelokupnog društva u svim segmentima. Dok se kroz povijest pojednina-izabranog rukovodioca, danas se u uvjetima globalnog povezivanja, zajedničkog slobodnog tržišta i ubrzanog razvoja kompetitivne konkurencije rukovođenje složenim sustavom kao što je ministarstvo neke države, multinacionalna korporacija ili pak međunarodna organizacija ne može oslanjati samo na kreativnost ili talent pojedinca. Zbog toga se širom svijeta ubrzano školuju kadrovi za zvanje menagera - pojedinca koji se multidisciplinarno educira o pitanjima prava, ekonomije, organizacije, rukovođenja i ocjene kvalitete, na strogo utvrđenim znanstvenim temeljima. Ovak kolegij upoznaje polaznike s osnovnim principima organizacije primjenjive u rukovođenju većim sustavom, problematikom samog rukovođenja te svjetskim pristupima u razvijanju standarda za ocjenu i stimulaciju kvalitete u radu.

Predavanja: 1) Primjeri složenih sustava i zakonitosti po kojima djeluju. 2) Uloga i primjena antropološke znanosti u organizaciji složenih sustava. 3) Antropološka znanost i principi rukovođenja - I. Mogućnosti i program školovanja za zvanje menagera - pojedinca koji se multidisciplinarno educira o pitanjima prava, ekonomije, organizacije, rukovođenja i ocjene kvalitete, na strogo utvrđenim znanstvenim temeljima. 4) Antropološka znanost i principi rukovođenja - II. Primjena stečenih znanja u rukovođenju - primjeri: državna uprava (neprofitna organizacija) i multinacionalna korporacija (profitna organizacija). 5) Uloga i primjena antropološke znanosti u razvijanju standarda kvalitete.

- Symposium: Economic anthropology - Political economy, government. Coll Antropol, 12 (suppl): 123-142, 1988.
- Symposium: Integrating anthropological and radical political development approaches in the study of world economic development. Coll Antropol, 12 (suppl): 127-129, 1988.
- Symposium: Management anthropology - an international perspective. Coll Antropol, 12 (suppl): 129-133, 1988.

Smjer: 5. Toksikologija

4501 BIostatističke metode u Toksikologiji

Pružiti pregled, značenje, karakterizaciju, vrijednost i pravila izbora biostatističkih metoda u toksikologiji.

Statistička interpretacija sakupljenih populacijskih podataka. Eksperimentalni dizajn i podaci u toksikološkim studijama. Odnos između doze i odgovora. Nelinearnost funkcije doza-odgovor. Sparman-Karber metoda za određivanje 50% efekta (LD_{50}). Probit analiza. Neparometrijska regresija. Log-linearni modeli. Analiza preživljavanja. Krivulja promjene koncentracije otrova u promatranom dijelu organizma. Na vježbama bi se pokazala realizacija opisanih metoda u statističkim paketima za osobno računalo.

- Y.M.M. Bishop, S.E. Fienberg, P.W. Holland: *Discrete Multivariate Analysis*. Cambridge, MIT Press 1980.
- N. Breslow, N. Day: *Statistical Methods in Cancer Research I. The Analysis of Case-Control Studies*. IARC Scientific Publications, International Agency for Research of Cancer, Lyon, France 1980.
- D.R. Cox, D. Oakes: *Analysis of Survival Data*. New York, Chapman and Hall 1984.
- D.J. Finney: *Probit analysis*. Cambridge, MA: Cambridge University Press 1971.

4502 OSNOVNI PRINCIPI TOKSIKOLOGIJE

Predmet izučavanja toksikologije. Toksikologija - znanstveno područje. Podjela prema različitim načelima i djelatnostima. Terminologija u toksikologiji. Definicija pojmova. Toksičnost, toksicitet, rizik. Odnosi doza-činak. Primjeri. Principi klasifikacije otrova prema raznim kriterijima: ciljnom organu, fizikalno-kemijskom stanju, građi i osobinama, biokemijskom mehanizmu djelovanja. Problem otrovnosti u legislativi i hrvatsko zakonodavstvo. Kriteriji i ispitivanje toksičnosti. Akutna, subakutna, subkronična, kronična toksičnost. Primjeri za testiranje toksičnosti. Eksperimenti na životinjama i alternativni testovi toksičnosti. Prenosjenje eksperimentalnih rezultata na čovjeka. Toksikokinetika: apsorpcija toksičnih tvari, matematički prikaz prolaza iz apsorpcijskog prostora kroz barijere. Izostanak apsorpcijskog prostora (i.v. i i.a. primjena otrova) i važnost u toksikologiji. Putevi ulaska otrova: dišni, probavni, koža i sluznice, i drugi; Čimbenici koji utječu na procese. Čimbenici koji utječu na procese. Čimbenici koji utječu na raspodjelu otrova kroz organizam iz središnjeg prostora. Posebni prostori. Eliminacija otrova iz organizma prirodnim putevima i izvantjelesnim tehnikama, te čimbenici o kojima procesi ovise. Matematičko prikazivanje toksikokinetičkih procesa.

- Casarett and Doull's *TOXICOLOGY: Basic Science of Poisons* 3. izdanje (Klassen, C.D., Amdur, M.O. i Doull, J., ured.) 1986
- Plavšić, F., Stavljenić, A., Vrhovac, B.: *Osnove kliničke farmakokinetike*, Školska knjiga, Zagreb 1992.

4503 BIOKEMIJSKI MEHANIZMI TOKSIČNOSTI

Molekularno-stanični aspekti toksičnosti. Mehanizmi transporta kroz stanične membrane. Vežanje na proteine i kumulacija. Biotransformacija toksičnih tvari. Faze I. II. Uloga glutationa i UDP-glukuronske kiseline u metabolizmu ksenobiotika. Primjeri. Vežanje na receptore, toksične tvari koje ne reagiraju s receptorom. Čimbenici koji utječu na metabolizam i odlaganje toksičnih tvari: vrsta, spol, genetski čimbenici, čimbenici okoliša, stres, ishrana, dob, patološka stanja, specifičnosti tkiva i organa, doza, enzimaska indukcija i inhibicija. Biokemijski mehanizmi eliminacije otrova. Toksički odgovori na strane tvari: razaranje tkiva, fiziološki i farmakološki efekti, imunogeneza, različiti toksički efekti. Specifični primjeri za: lezije tkiva, pretjerane i neželjene farmakološke efekte, imunogenezu, toksičnost metala, pesticida, organskih otapala, plastike, radioaktivno zračenje.

- Timbrell, J.A.: *Principles of Biochemical Toxicology*, Taylor & Francis LTD, London 1992.
- Lu, L.C.: *Basic Toxicology: Fundamentals, Target Organs, and Risk Assessment*, 2.izd., Hemisphere Publishing Corporation, Washington 1991.

4504 KANCEROGENEZA, MUTAGENEZA I TERATOGENEZA

Mehanizmi djelovanja genotoksičnih agensa. Interakcija mutagena/karcinogena sa DNA, RNA i proteinima. Djelovanje agensa na diobeno vreteno. Alkilacija i arilacija DNA. Aktivacija onkogena, inicijacija i promocija, epigenetički mehanizmi. Mehanizmi popravka DNA. Korelacija između mutageneze i karcinogeneze. Teratogeni učinci. Metabolička konverzija promutagena/prokarcinogena u mutagen/karcinogen. *In vitro* i *in vivo* testovi za brzo dokazivanje mutacija, kromosomskih aberacija i primarnih oštećenja DNA. Podjela kemijskih genotoksičnih agensa. Genotoksični agensi prirodnog porijekla. Genotoksični agensi industrijskih procesa. Izvori genotoksičnih i karcinogenih agensa u hrani. Utjecaj mutagena iz hrane na zdravlje ljudi. Antimutageni. Strategija testiranja genotoksičnih agensa. Zakonska regulativa: TSCA, FDA i EPA.

- A.P. Li and R.H. Heflich: *Genetic Toxicology*, CRC, Boston, 1990.
- S. Venit and J. Parry: *Mutagenicity testing - a practical approach*, IRL, Oxford, Washington, 1984.
- D. Brusci: *Principles of genetic toxicology*, Plenum Press New York-London, 1987.
- F.J. De Serres and M.D. Shelby: *Comparative chemical mutageneses*, Plenum Press, London 1987.
- J.D. Watson, N.H. Hopkins, J.W. Roberts, J.A. Steitz and A.M. Weiner: *Molecular biology of the gene*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Menlo Park - California, 1987.

4505 EKOTOKSIKOLOGIJA

Ekotoksikologija akvatičnih sustava, procjena o ekotoksičnim učincima, kapacitet prihvata i načelo opreza, biotransformacije, bioakumulacija, akutni i kronični testovi toksičnosti, biomarkeri, mussel watch, indeks kondicije, metalotioneini i njima slični proteini, toksično djelovanje metala na razini stanične membrane i staničnih organela.

- Biological Effects of Pollutants, Mar. Ecol Progress Series Eds. Bayne BL, Clarke KR and JS Gray Vol. 46, 1988
- Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment. Gesamp. reports and studies No. 50, International Maritime Organization, London, 1993
- Manual of methods in aquatic environment research FAO, part 10., ed. DL Reish and PS Oshida 1987
- Viarengo A and JA Nott Mechanisms of heavy metal cation homeostasis in marine invertebrates. Comp Biochem Physiol 104, 355-372, 1993
- Lucu Č and V Obersnel Cadmium influx across isolated Carcinus gill epithelium. Interaction with lanthanum and calcium influxes. J Comp Physiol 166, 184-189, 1996
- Devescovi M and Č Lucu Seasonal changes of the copper level in shore crabs Carcinus mediterraneus. Mar Ecol Progress Ser 120, 169-174, 1995
- Viarengo A and Nicotera Possible role of Ca in the cytotoxicity. Comp Biochem Physiol 100 C, 81-84, 1993
- Chemical pollution: a global overview, UNEP, Geneva, 1992
- Chemical Modelling in Aqueous Systems: Speciation, Sorption, Solubility and Kinetics. Ed. EJ Jenne American Chemical Society, 1979

4506 REPRODUKTIVNA TOKSIKOLOGIJA

Biološki aktivni spojevi u organizmu i granice toksičnosti. Mehanizam djelovanja toksičnih tvari na reprodukciju. Mjesta djelovanja, oštećenja funkcija. Razlike u funkciji i biološkim kontrolnim mehanizmima za reprodukciju. Odnos osjetljivost-toksičnost. Djelovanje na spermatogenezu i razvoj jajčanih folikula. Toksične tvari za reprodukciju: strukturalna sličnost za endogene aktivne spojeve (hormone, vitamine) ili posljedica kemijske reaktivnosti (alkilirajući spojevi). Toksične tvari s neposrednim djelovanjem na reprodukciju (steroidni hormoni, DES, azotioprin, halogenirani ugljikovodici, galaktoza, alkilirajući agensi, kadmij, olovo, živa). Toksične tvari s posrednim djelovanjem na reprodukciju: mehanizam metaboličke aktivacije (DES, etanol, policiklički aromatski ugljikovodici) i uništena homeostaza (halogenirani ugljikovodici, antikonvulzanti). Modifikacija enzima, detoksifikacija, popravak. Odabrani primjeri toksikanata u reprodukciji. Graviditet i toksične tvari. Toksičnost nikotina, olova, žive i kadmija na reprodukciju. Djelovanje olova na sustav hipotalamus-hipofiza-ovarij-uterus. Biokemijski mehanizmi odgovorni za funkcioniranje gonadotropnog mehanizma povratne sprege. Djelovanje pesticida na: metabolizam spolnih hormona, stvaranje hormon-receptor kompleksa, steroidogenezu u Leydigovim i teka-stanicama. Kinetika i mehanizmi djelovanja. Biološki markeri u određivanju toksičnih učinaka na reprodukciju.

- Working, P.K.: Toxicology of the Male and Female Reproductive Systems, Hemisphere Publishing Corporation, New York 1989.
- Dixon, R.L.: Toxic Responses of the Reproductive System. U: Casarett and Doull's TOXICOLOGY: Basic Science of Poisons, 3. izdanje (Klassen, C.D., Amdur, M.O. i Doull, J., ured.), Macmillan Publishing Company, New York 1986.
- Omenn, G.S. i sur. (Board on Environmental Studies and Toxicology): Biological Markers in Reproductive Toxicology, National Academy Press, Washington DC 1989.

4507 BIOLOŠKE METODE U GENETIČKOJ TOKSIKOLOGIJI

Genotoksični agensi okoline. Izvori kontaminacije okoliša. Profesionalna i/ili ambientalna izloženost. Mehanizmi genetičkih promjena. Mutacije i promjene broja kromosoma. Alkilacija i arilacija DNA. Mehanizam nastanka kromosomskih aberacija i izmjena sestrinskih kromatida (SCE). Mutacije i karcinom (germinalne i somatske mutacije). Biološki testovi za brzo dokazivanje genotoksičnog učinka. Mikrotoksični test. Procjena koristi i rizika. Strategija testiranja genotoksičnih agenasa. Primjena genetičke toksikologije u zaštiti okoliša. Praćenje populacije ljudi genetičkim metodama, procjena rizika izloženosti populacije mutagenima životnog i radnog okoliša. Metode molekularne biologije u zaštiti okoliša (hidridizacija molekula, PCR, bioindikatori polutanata).

- M. Barbacid: Human oncogenes, In V.T. Devita, S. Hellman and S. Rosenberg (eds.) Important Advances in Oncology 1986, Philadelphia, Lippincott, 1985
- D. Brusick: Principles of Genetic Toxicology, 2nd Ed. New York: Plenum 1987
- K.B. Burck, E.t. Liu and J.W. Larrick: Oncogenes: An Introduction to the concept of cancer genes. New York: Springer-Verlag 1988
- W.B. Jakoby: Enzymatic Basis of Detoxication, New York: Academic Press 1980
- G. Obe, A.T. Natarajan and F. Palitti: Role of double strand breaks in the formation of radiation-induced chromosomal aberrations. In: DNA Repair, Chromosome Alterations and Chromatid Structure. (A.T. Natarajan, G. Obe, H. Altman, Eds): Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, 1982, pp 25-35.
- G.M. Williams: The Detection of Chemical Mutagens/Carcinogens by DNA Repair and Mutagenesis in

Liver Cultures. Chemical Mutagens, vol VI, ed by F.J. Deserres and A. Hollander. New York: Plenum Press 1980

- A. Berlin, M. Draper, K. Hemminki and H. Vainio: Monitoring human Exposure to carcinogenic and mutagenic agents, IARC Sci. Publ. no. 59, Oxford 1983

4508 CITOGENETSKI ASPEKTI MALIGNE TRANSFORMACIJE

Kromosomi čovjeka. Kromosomske aberacije. Citogenetska nomenklatura. Nomenklatura populacije tumorskih stanica. Metode istraživanja. Konstitucijski kariotip i maligne bolesti. Citogenetske karakteristike populacije malignih stanica. Kromosomske aberacije hemoblastoza. Kromosomske aberacije limfoma. Kromosomske aberacije solidnih tumora. Praktična primjena citogenetskog ispitivanja populacije malignih stanica.

- A.A. Sandberg: The chromosomes in human cancer and leukemia. Elsevier, New York, 1990.
- K. Offit, R. SCK. Chaganti: Chromosomal aberrations in Non-Hodgki's lymphoma. Hematology/Oncology clinics of North America 5 (1991) 853-869.
- S.C. Raimondi: Current status of cytogenetic research in childhood acute lymphoblastic leukemia. Blood 81 (1993) 2237-2251.

4509 IMUNO-HEMATOTOKSIKOLOGIJA

Imunohematopoetski sustav. Sveža timus - endokrini, metabolički i živčani sustavi. Klasifikacija hematotoksičnih i imunotoksičnih otvora. Endogeni imunoblokatori. Primarne imunodeficijencije. Restitucija i sekundarne imunodeficijencije. Djelovanje otrova iz okoliša na imunohematopoezu. Imuno- hematotoksičnost aeroonečištača. Imunohematotoksičnost teških kovina. Imuno-hematotoksičnost pesticida. Imuno-hematotoksičnost farmaceutskih preparata. Imuno-hematotoksičnost polutanata tla, vode i hrane. Imuno-hematotoksičnost droga, sedativa, alkohola i dr. Pseudoalergije uzrokovane toksikantima iz okoliša.

- J. Dean (ed): Immunotoxicology and Immunopharmacology, Raven Press, New York, 1990.
- A. Berlin, J. Dean, M.H. Draper, E.M.B. Smith, F. Spreafico: Immunotoxicology, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht (Boston) Lancaster, 1992.
- O. Springer, M. Rožić, Lj. Škrinjar: Effects of pesticides on the immuno-hemopoietic system. Environ. Health Perspect., 5: 149, 1992.
- J. Descotes: Immunotoxicology of Drugs and Chemicals, Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford, 1988.

4510 TOKSIKOLOGIJA ORGANOFOSFORNIH SPOJEVA

Mehanizmi djelovanja na nivou enzima. Strukture ciljnih enzima i enzima koji detoksiciraju. Interakcija enzima: supstrat i enzim: inhibitor. Inter i ndividualne varijacije u osjetljivosti ljudi prema organofosforim spojevima i karabamatima. Efekt mutacije esteraza na rezistentnost prema insekticidima. Neurotoksična djelovanja organofosfornih spojeva: akutno i zakašnjelo (acute and delayed neurotoxicity). Farmakokinetika organofosfornih spojeva u ljudima (praćena izlučivanjem metabolita). Biokemijski obilježivači (markeri) apsorpcije organofosfornih spojeva i karabamata u ljudima.

- W.N. Aldridge, E. Reiner, ur.: Enzyme Inhibitors as Substrates. North-Holland Research Monographs Vol. 26. North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1972.
- V.Foa, E.A.C. Emmet, M. Maroni, A. Cotombi, ur.: Ellis Horwood Ltd. Chichester 1987.
- A. Fersht: Enzyme Structure and Mechanisms. Freeman and Co., New York 1985.
- P. Grandjean, ur.: Ecogenetics: Genetic Predisposition to the Toxic Effects of Chemical. Chapman & Hall., London 1991.
- M.Lotti, M. Manno, ur.: Mechanisms of Toxicity and their Relevance in Industrial Toxicity. SGE Ditorali, Padova 1993.
- J. Massoulie, F. Bacou, E. Barnard, A. Chatonnet, B.P. Doctor, D.M. Quinn, ur.: Cholinesterases. Structure Function, Mechanisms. Genetics and Cell Biology. Maple Press, York, 1991.
- F.de Matteis, E.A. Lock, ur.: Selectivity and Molecular Mechanisms of Toxicity. The MacMillan Press Ltd, Houndmills 1987.
- E. Reiner, W. Norman-Aldridge, F.C.G. Hoskin, ur.: Enzymes Hydrolysing Organophosphorus Compounds. Ellis Horwood Ltd. Chichester 1989.
- E.Reiner, M. Lotti, ur.: Enzyme Interacting with Organophosphorus Compounds. The Second International Meeting on Esterases Interacting with Organophosphorus Compounds. Salsomaggiore, Italy, 1992. Chem.-Biol. Interactions, vol. 87, 1993.

4511 TOKSIČNOST METALA I POLUMETALA

Opći prikaz karakteristika metala i metaloida s toksikološkog aspekta. Izvori, transport i transformacija metala u okolini. Faktori odgovorni za učinke i odnose doza-odgovor kod izloženosti metalima. Opći aspekti prevencije otrovanja metalima. Pojedinačan prikaz toksičnosti metala (olovo, kadmij, živa, mangan, berilij, krom, nikal, kobalt, selen i aluminij) i metaloida (arsen i fosfor) koji po svojoj toksičnosti i/ili zastupljenosti u

industriji ili okolišu zaslužuju posebnu pažnju. Toksikokinetika i učinci metala (olova, kadmija) u odnosu na dob, spol, prehranu i uvjete izloženosti. Nefrotoksični učinci teških metala. Fiziološki principi prijenosa različitih tvari kroz stanične membrane bubrega, te poznati i mogući učinci teških metala na transportne mehanizme dotičnih tvari. Najraširenije analitičke metode koje se primjenjuju u u toksikologiji metala, posebno atomska apsorpcijska spektrometrija i elektrokemijske metode.

- G.F. Nordberg, ur. *Effects and Dose-Response Relationships of Toxic Metals*. Amsterdam-Oxford-New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.
- L.Friberg, G.F. Nordberg, V.B. Vouk, ur. *Handbook on the Toxicology of Metals*. Volume I: General Aspects. Volume II: Specific Metals. Second Edition. Amsterdam - New York - Oxford: Elsevier, 1986.

4512 TOKSIKOLOGIJA VLAKANA

Definicija vlakna. Glavna vlakna od ekonomskog značenja. Ponašanje krutih čestica u zraku i respiratornom sistemu, posebnosti u ponašanju vlakana. Modeli inhalacije i depozicije u respiratornom sistemu. Modeli klirensa, otapanja, dezintegracije i translokacije vlakana. Repetencija. Izvori ekološke i profesionalne ekspozicije populacije. Proizvodnja i upotreba vlakana. Razine ekspozicije u profesionalnim i općim ekološkim uvjetima: zrak, voda, kućna i vicinalna ekspozicija. Kvantitativno određivanje vlakana: mikroskopija faznim kontrastom, elektronska mikroskopija. Azbest. Toksikološke karakteristike krocadolita, amozita, tremolita i krizotila. Djelovanje na životinje i stanice. Djelovanje na ljude: benigne promjene na pleuri, plućna fibroza, karcinom bronha, mezoteliom pleure i peritoneuma. Kvantitativno ocjenjivanje rizika. Postoje li granične vrijednosti ekspozicije? Zamjene za azbest. Staklena vlakna, kamena vlakna, vlakna od šljake, karemička vlakna. Sintetska organska vlakna: grafitna, pliamidna, poliolefinska vlakna. Kemijska i fizička svojstva, razine ekspozicije. Depozicija, klirens, translokacija, bioperzistencija. Djelovanje na životinje i stanice. Djelovanje na ljude. Kvantitativno ocjenjivanje rizika. Sakupljanje uzoraka vlakana na membranske filtre. Mikroskopsko određivanje koncentracije vlakana kritičnih dimenzija metodom fazne mikroskopije.

- W.H. Walton: The nature, hazards and assesment of occupational exposure to airborne asbestos dust: a review *App. Occup. Hyg* 25 (1982) 117-247.
- F.Valič, H. Muhle, eds: *Asbestos and Other Natural Mineral Libies*. Environmental Health Criteria 53. Geneva: International Programme on Chemical Safety/World Health Organization, 1986
- M.E. Meek, F. Valič, eds.: *Man-Made Mineral Fibres*. Environmental Health Criteria 27. Geneva: International Programme on Chemical Safety/World Health Organization, 1988
- M.E. Meek, F. Valič, eds.: *Selected Synthetic, Organic Fibres*. Environmental Health Criteria 151. Geneva: International Programme on Chemical Safety/World Health Organization, 1985

4513 PESTICIDI (PRIMJENA, LEGISLATIVA)

Pesticidi: podjela na skupine prema namjeni (sredstva za zaštitu bilja, čovjeka, životinja, industrijskih proizvoda; insekticidi, akaricidi, nematocidi, limacidi, rodenticidi, korvicidi, fungicidi, herbicidi, biotehnička pomoćna i dodatna sredstva, te važnije podpodjele). Formulacije pesticida. Metode primjene pesticida (prskanje, raspršivanje, aerosoli, zaprašivanje, primjena mikrogranulata, tratiiranje sjemena, mamci, itd.). Doza i koncentracija pesticida. Legislativa o pesticidima u Hrvatskoj i EU.

- M. Maceljki: *Fitofarmacija*. Opći dio. Sveučilište u Zagrebu, 1967
- M. Maceljki: *Metode i aparati za primjenu pesticida*. Sveučilište u Zagrebu 1992

4514 RADIOTOKSIKOLOGIJA

Podrijetlo i izvori nuklearnoga zračenja. Najvažniji radionuklidi. Biološko djelovanje nuklearnoga zračenja. Somatski efekti. Dozimetrija. Apsorpcijska doza. Jedinice. Referentni čovjek: sustav za proračun internih doza. Matemička procjena. Matematički modeli. Zaštita od zračenja.

- J.E. Till (ur.): *Radiological Assessment, A Textbook on Environmental Dose Analysis*, United States Nuclear Regulatory Commission, Washington 1983
- U.S. Nuclear Regulatory Commission: *Accuracy and Detection Limits for Bioassay Measurements in Radiation Protection*, NUREG-1156, Washington 1986.
- International Commission of Radiological Protection (ICRP): *1990 Recommendations on the International Commission on Radiological Protection*, Pergammon Press, Oxford 1991.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP): *Other Publications*, Pergammon Press, Oxford.
- Z. Franić and D. Lovrić: *Tritiated Water Dosimetry*. *Fizika B* 1 (1992) 2, 147-154.

4515 MIKOTOKSIKOLOGIJA

Sistematika, razvoj i raširenost toksikogenih plijesni. Nalaz i uvjeti tvorbe mikotoksina u krmivima i hrani. Kemijska svojstva mikotoksina. Biokemijske i biološke metode za dokazivanje aflatoksina, ohratoksina,

zearalenona, trihotecena i ciklopiaronične kiseline. Štetno djelovanje mikotoksina na organizam ljudi i životinja. Sistematika, patogenezna i patologija mikotoksina prema organotropnosti. Zakonski propisi i kontrola mikotoksina. Uzimanje uzoraka za mikotoksikološku analizu. Brze metode za dokazivanje mikotoksina. Priprema pribora za kemijsko i biološko dokazivanje mikotoksina. Kvantifikacija i polukvantifikacija aflatoksina, zearalenona, ohratoksina, trihotecena i ciklopiaronične kiseline.

- J.H. Burnett: *Fundamental of Mycology*. Edward Arnold, London, 1980.
- E.Müller, W. Loeffler: *Mycologic*. Thieme Verlag Stuttgart-New York, 1982.
- H.Kurata, Y. Ueno: *Toxicogenic fungi*. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York, Tokyo, 1984.
- Y.Ueno: *Trichothecenes, Chemical Biological Toxicological Aspects*. Elsevier, Amsterdam 1983.
- L. Ožegović, S. Pepeljnjak: *Mikotoksikozne*. Školska knjiga, Zagreb, - u tisku
- J.V. Rodricks, C.W. Hesseltine, M.A. Mehlman: *Mycotoxins in human and animal health*. Pathotox Publishers, Inc., Illinois, 1977.

4516 INDUSTRIJSKI OTROVI

Definicija i ocjena otrovnosti kemikalija. Odnos između kemijske strukture i otrovnosti. Opasnosti kod tehnoloških procesa anorganske industrije (anorganske kiseline, lužine i soli, tehnologija metala i "tvrdog" metala, kemijsko-termička obrada metala, tehnologija nemetala, umjetna gnojiva, tehnologija keramike i vatrootalnih materijala, tehnologija mineralnih veziva, tehnologija stakla i emajla). Opasnosti kod tehnoloških procesa organske industrije (tehnologija prerade nafte, kemijska prerada drveta, tehnologija celuloze i papira, tehnologija prerade kože i krzna, tehnologija najvažnijih sintetskih polimera, tehnologija gume, tehnologija ulja, derivata i tenzida, tehnologija bojila, pigmenta i premaznih sredstava, tehnologija lijekova). Sigurni uvjeti rada u kemijskim laboratorijima.

- M.Šarić, D. Prpić-Majić, T. Beritić: *Patologija rada*. Zagreb: Panorama, 1965.
- G.D. Clayton, F.E. Clayton: *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology* (3rd Ed.). Volume 2A, 2B, 2C (Toxicology). New York: John Wiley & Sons, 1981.
- N.I. Sax: *Dangerous Properties of Industrial Materials* (5th Ed.). New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1979.
- K.E. Anderson, R.M. Scott: *Fundamentals of Industrial Toxicology*. Michigan: Ann Arbor Science, 1981.
- A.Hamilton, H.L. Hardy: *Industrial Toxicology* (Revised by Finkel A.J.). J. Wright & Sons, 1983.

4517 MASOVNA OTROVANJA I KEMIJSKE KATASTROFE

Uvod. definicije, razlike i značajke. Posrednici (mediji) unošenja otrova u tijelo: zrak, voda, hrana. Putovi ulaska u tijelo: inhalacijska, ingestivna i perkutana resorpcija. Kemijska klasifikacija otrova. Pregled najvažnijih masovnih otrovanja u nas i u svijetu u posljednjih pola stoljeća. Industrijska masovna otrovanja metalima (mangan, olovo, živa). Anbijentalna (ne.industrijska) masovna otrovanja metalima (arsen, živa, olovo, mangan). Industrijska otrovanja nemetalima (alifatskaim i aromatskim spojevima). Plinovi rudarskih jama: akutna rudarska otrovanja i masovna kronična oštećenja pluća mineralnim vlaknima. Otrovanja u požarima i eksplozijama. Katastrofalne fotokemijske magle. Epidemiološke značajke masovnih otrovanja i kemijskih katastrofa. Vanjski znaci otrovanja, simptomi i klinička dijagnostika masovnih otrovanja i oštećenja. Važnost dominantnog simptoma u prepoznavanju neposrednih učinaka. Temeljna načela za evakuaciju sa stajališta medicinskih zahvata. Suradnja liječnika-toksikologa s tehnolozima u industriji i vatrogasnim stručnjacima u planiranju kemijskih katastrofa.

- T.Beritić: The challenge of fire effluents, *Brit. Medical Journal* 300 (1990) 696-698.
- T.Beritić: Razvoj pirotoksikologije u svijetu i u nas. *Požar, eksploz. prevent.* 11 (1990) 21-24.
- T.Beritić, V. Palmović, I. Zrilić, A. Antabak: Rabdmioliza i određivanje karboksimioglobina u kliničkoj i forenzičkoj ocjeni otrovanja u požarima. *ibid.* 11 (1990) 85-88.
- T.Beritić, D. Boljkovac, I. Zrilić, I. Kilibarda: Postkombustivna endotoksemija kao uzrok respiratornog distresa, *ibid.* (1990).
- T.Beritić, L. Štilinović: Fire incapacitation, *Toxicology of combustion products*, Pavia 1991.

4518 TOKSIKOLOGIJA HRANE

Zagađivanje litosfere. Zagađivanje hrane. Teški metali u hrani: putevi ulaska, rizici od pojedinih metala. Pesticidi u okolišu: postojanost, karencna i metaboliti. Pesticidi u hrani: prisutnost, toksičnost i rizici. Toksikanti kao inhibitori biokemijskih procesa. Pravila za ostatke pesticida u hrani. Postupci za smanjenje sadržaja pesticida poslije obrade/procesiranja hrane. Ostaci aditiva u hrani: toksičnost i interakcija s tvarima prisutnim u hrani. Grupe aditiva po toksičnosti. Hormoni u hrani: prisutnost i rizici. Estrogena aktivnost spojeva iz biljaka i gljiva; prirodni spolni hormoni; sintetski spojevi s hormonskim djelovanjem. Metilksantini u hrani. Plastika i plastična ambalaža: toksički aspekti. Procesi pripreme hrane i stvaranje toksičkih spojeva: međuprodukti ne-enzimskog posmeđivanja, pirolizati aminokiselina, pirolizati sojinih globulina, kinolini i

kinoksalini, policiklički aromatski ugljikovodici. Gubitak nutritivnih svojstava hrane zbog prisutnosti toksikanata. Ozračivanje hrane u svrhu konzerviranja: primjena niskih, srednjih i visokih doza, toksikološki aspekti kod zračenja hrane, radiolitički produkti i dozvoljivi aspekti.

- Gibson, G.G., Walker, R.: Food Toxicology: Real or Imaginary Problems?, Taylor & Francis LTD, London 1985.
- Miller, K. (ured.): Toxicological Aspects of Food, Elsevier Applied Science, London 1987.

4519 OSNOVE KLINIČKE TOKSIKOLOGIJE

Klinički sindrom: Otrovanje. Osnovne značajke akutnog i kroničnog otrovanja. Dijagnostika i poteškoće u verifikaciji akutnog otrovanja. Dijagnostički postupci kod kroničnog otrovanja. Mogućnosti eliminacije otrova. Liječenje akutnih otrovanja. Liječenje kroničnih otrovanja. Mjesto i uloga prve pomoći kod otrovanog bolesnika. Najčešće komplikacije akutnih otrovanja. Najčešće komplikacije kroničnih otrovanja. Prevencija i profilaksa otrovanja.

- V. Gašparović, M. Gjurašin: Značenje hemodijalize i hemoperfuzije u liječenju akutnih otrovanja. Izlaganje na III kongresu toksikologa Jugoslavije u Strugi, Zbornik radova, 1982
- Z. Duraković, V. Gašparović, D. Ivanović, F. Plavšić, M. Gjurašin, I. Čiček: Primjena hemoperfuzije u liječenju otrovanja psihofarmacima, Lij. Vjes. 104 (1982) 16
- Z. Duraković, F. Plavšić, D. Ivanović, V. Gašparović, M. Gjurašin: Resin hemoperfusion in tricyclic antidepressant overdose, J. Art Org., 6 (1982) 205
- V. Gašparović, J. Čiček: Otrovanja. Priručnik iz interne medicine. Izd. N. Hadžić, M. Radonić, B. Vucelić, str. 21 (1983) II izdanje 1985.
- Z. Duraković, M. Gjurašin, V. Gašparović, D. Ivanović, F. Plavšić: Istodobna intoksikacija medigoksinom, verapamilom, insulinom, diazepamom, butamiratom, butamiratenom, hidroklorotijazidom, Lij. Vjes. 105 (1983) 365.
- V. Gašparović: Hemperfuzija, Med. enciklopedija, I. dop. svezak, izd. I Padovan, 1986.
- V. Gašparović: Plazmafereza, Med. enciklopedija, I. dop. svezak izd. I Padovan, 1986.
- V. Gašparović, Z. Duraković: Racionalni pristup i liječenje akutnih otrovanja, Zdravstvo 3 (1987) 291-299
- Z. Duraković, V. Gašparović: Otrovanja 2,4-diklorfenoksiocetenom kiselinom praćeno stanjem kome u bolesnika starije dobi, Arh. hig. rada i toksikologija 39 (1988) 225.

4520 AKVATIČKI TESTOVI TOKSIČNOSTI

Što su akvatički testovi toksičnosti i zašto se koriste. Vrste testova. Test organizmi. Vodeni beskralješnjaci i ribe kao test organizmi. Skupljanje životinja na terenu i održavanje u laboratorijskim uvjetima. Način izvođenja testova u laboratoriju. Izvođenje testova s pojedinim skupinama slatkovodnih i morkih beskralješnjaka i riba. Akutno, subkronično i kronično trovanje. Određivanje mortaliteta (LC₅₀). Histopatološke promjene. Biokemijske metode kao pokazatelji intenziteta toksičnosti. Rad s pojedinim toksikantima (metali, petrokemikalije, pesticidi). Statistička obrada podataka.

- G.M. Rand, S.R. Petrocelli: Fundamentals of Aquatic Toxicology. Methods and Applications. Hemisphere Publishing Corporation, Washington 1985.
- V.K. Brown: Acute and sub-acute toxicology. Edward Arnol, London 1988.
- F. Moriarty: Ecotoxicology. The study of pollutants in ecosystems. 2nd ed. Academic Press, London 1990.
- R. Erben, Z. Pišl: Acute Toxicity for some Evaporating Aromatic Hydrocarbons for Freshwater Snails and Crustaceans. Int. Revue ges. Hydrobiol. 78 (1993) 161-167.

4521 EKOTOKSIKOLOŠKI UČINCI NA VODENE I KOPNE NE ORGANIZME

Subletalna otrovnost ksenobiotika (pesticida, teških kovina, industrijskih zagađivača i mikotoksina) i njihov utjecaj na produkciju, reprodukciju i obranu organizma. Porijeklo i količina ksenobiotika u vodi. Toksični i genotoksični efekti na jedinke i populaciju. Sindrom genotoksične bolesti. Rani subletalni odgovor na izloženost ksenobiotcima. Vodeni organizmi kao indikatori zagađenja. Biomarkeri. Toksikologija i ekotoksikologija. Ekotoksikologija i zakonodavstvo. Procjena ekološkog rizika.

- V.Srebočan: Veterinarska toksikologija, Medicinska naklada, Zagreb, 1993.

4522 MONITORING ORGANOKLORIRANIH ORGANOFOSFORNIH I TRIAZINSKIH SPOJEVA U BIOSFERI

Svrha i planiranje monitoringa. Fizička i kemijska svojstva, biološka aktivnost i toksičnost spojeva. Upotreba i dospjevanje u okoliš. Raspodjela i postojanost u okolišu (zrak, voda, tlo). Izloženost ljudi: putovi unosa, izloženost opće populacije, profesionalna izloženost, kinetika i metabolizam, biološki pokazatelji izloženosti, posredni i neposredni monitoring. Analitičke metode: uzorkovanje, akumuliranje spojeva, pročišćavanje uzoraka, specifična detekcija, identifikacija i kvantitativna analiza spojeva. Provjera pouzdanosti analitičkih metoda.

Monitoring u zraku, vodi, tlu i hrani. Monitoring izloženosti ljudi: analiza u humanom mlijeku, krvi i urinu.

- J.W. Moore, S. Ramamoorthy: Organic chemicals in natural waters. Applied monitoring and impact assessment. Springer-Verlag, New York 1984.
- World Health Organization: Organophosphorus insecticides: a general introduction. Environmental Health Criteria, vol. 63 (1986).
- A Piccolo, L. Campanella, ur.: Behaviour of pesticides in the soil environment. The Fourth International Workshop on Chemical, Biological and Ecotoxicological Behaviour of Pesticides in the Soil Environment. Rome, Italy, 1991. The Science of the Total Environment, vol. 123 i 124 (1992).
- W.Brock Neely, G.E. Blau, ur.: Environmental exposure form chemicals. Vol. 1 i 2. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida 1986.
- World Health Organization: Pesticides residues in food, principles for the toxicological assessment. Environmental Health Criteria, vol. 104, 1990.
- R.D. Kimbrough, A.A. Jensen, ur.: Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products. Elsevier, Amsterdam 1989.
- G.Lindström: Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans: analysis of and occurrence in milk. University of Umea, Umea, Sweden 1988.
- J.Angerer, K.H. Schaller: Analyses of hazardous substances in biological materials. Vol. 1. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany 1995.

4523 ODREĐIVANJE CITOTOKSIČNOSTI BILJNIM TESTOVIMA

Kromosomska osnova nasljeđivanja - mitozu i mejozu. Kromosomske aberacije - promjene broja kromosoma i promjene strukture kromosoma. Biljni testovi u citotoksikologiji; Allium test: makroskopske promjene - inhibicija produženog rasta korijena - toksičnost; mikroskopske promjene u meristemskim stanicama korjenčića - mitotska aktivnost - citotoksičnost; kromosomske aberacije - klastogeni učinak; mitotske nepravilnosti. Imunofluorescencijska detekcija citoskeletnih struktura neophodnih za diobu biljnih stanica (mikrotubuli). Mikronukleus test - utvrđivanje klastogenog i/ili aneugenog učinka. Fluorescencijske metode za detekciju kineotihora u mikronukleusu. "SCE's" metoda (izmjena sestrinskih kromatida)-vrlo osjetljiva citološka metoda za utvrđivanje mutagenog učinka. Tradescantia mikronukleus test - kratki test za genetičku procjenu karcinogenog potencijala kemikalija u okolišu. Lemna test - kao pokazatelji toksičnosti najčešće se prate prirast biljaka (određivanjem svježih i suhe tvari, određivanjem ukupne površine biljaka), koncentracija fotosintetskih pigmenta i količina proteina.

- Degrassi, F., C. Tanzarella (1988) Immunofluorescent staining of kinetochores in micronuclei: a new assay for the detection of aneuploidy. Mutation Res. 203, 339-345.
- Fiskesjö, G. (1997) Allium test for screening chemicals; evaluation of cytological parameters. U: Plants for Environmental Studies. W. Wang, J.W. Gorsuch i J.S. Hughes (editori), Lewis publishers, New York, str. 308-333.
- Gerster, J.L., W.F. Grant (1989) A cytogenetic study of factors affecting sister chromatid differentiation in *Vicia faba* and *Hordeum vulgare*. Cytologia 54, 523-537.
- Grant, W.F., H.G. Lee, D.M. Logan, M.F. Salomone (1992) The use of Tradescantia and *Vicia faba* bioassays for the in situ detection of mutagens in an aquatic environment. Mutation Res. 270, 53-64.
- Lewis, M.A. (1995) Use of freshwater plants for phytotoxicity testing: A review. Environ. Poll. 87, 319-336.
- Lloyd, C.W. (1991) The cytoskeletal basis of plant growth and form. Academic Press, London.
- Venit, S., J.M. Parry (1984) Mutagenicity testing - a practical IRL Press, Oxford.

4524 MUTAGENI ŽIVOTNOG I RADNOG OKOLIŠA

Organizacija genoma prokariota i eukariota. Spontane i inducirane mutacije. Interakcija mutagena/karcinogena s DNA, RNA i proteinima. Metabolička konverzija promutagena/prokarcinogena u mutagen/karcinogen. Popravak oštećenja DNA. Polutanti u životnom i radnom okolišu: fizikalni kemijski i biološki. Fizikalni mutageni. Ionizirajuća zračenja. Prirodni i artificialni izvori zračenja. Otvoreni i zatvoreni. Putevi kontaminacije i eksplozije. Teorija nastanka dvolančanog loma DNA molekule uzrokovanog ionizirajućom česticom. Metoda dokazivanja popravka ili oštećenja DNA (neprogramirana DNA sinteza). Konvencionalna analiza strukturih aberacija kromosoma. Nastanak pojedinih tipova aberacija. Mikronukleus test. Metoda izmjene sestrinskih kromatida. Citogenetska procjena absorbirane doze zračenja (biodozimetrija). Kalibracijske krivulje za slučaja: eksterno ozračenog cijelog tijela, parcijalnog ozračenja tijela i za interno inkorporirane radionukleotide. Neionizirajuća zračenja. Izvori neionizirajućeg zračenja. Teorija nastanka oštećenja molekule DNA. Prikaz saznanja iz temeljnih *in vitro* istraživanja učinka mikrovalnog zračenja. *In vivo* studije genotoksičnog učinka mikrovala. Kemijski genotoksični agensi. Razlike u mehanizmu nastanka DNA lezija izazvanih fizikalnim i kemijskim agensima. Genotoksični agensi prirodnog porijekla. Genotoksični agensi industrijskog procesa. Farmaceutska sredstva. Pesticidi. Genotoksični agensi hrane. Genotoksični agensi vode. Kozmetička sredstva. Metode dokazivanja mutagenog učinka kemijskih agensa: Test s bakterijom *S. typhimurium* za dokazivanje genskih mutacija (Ames test). Detekcija mutacija i rekombinacija tijekom mitoze pomoću kvasca *S. cerevisiae* soj D7. Detekcija aneuploidije pomoću

kvasca *S. cerevisiae* soj D6. IM.SCE. Kromosomske aberacije uz identifikaciju fragilnih mjesta na kromosomu. Mikroukleus test uz morfometrijsku analizu. Mutagenetski monitoring. Profesionalna i/ili ambientalna izloženost. Mutagenetski upitnik. Uzorkovanje, analiza i kriteriji. Konsekvence.

- Hoffman GR: Genetic Toxicology. In Amdur MO, Doull J, Klaassen CD (eds.): Toxicology, 4th ed. McGraw-Hill, INC, New York, 1991, pp 201-224
- Guidelines for studies of human populations exposed to mutagenic and reproductive hazards, AD Bloom (ed.) MDBD Foundation, New York, 1981
- Lu CF: Basic Toxicology – Fundamental, Target Organs and Risk Assessment, Hemisphere Publishing Corporation, New York, 1991

POSLIJEDIPLOMSKI ZNANSTVENI STUDIJ IZ ZNANSTVENOG POLJA GEOZNANOSTI GRANA GEOLOGIJA

Akad. god. 2004./2005.

<http://www.gfz.hr/poslijediplomski/poslijediplomski.htm>

Voditelj studija: Dr. sc. Ladislav Palinkaš, red. prof.

Zamjenik voditelja studija: Dr. sc. Mladen Juračić, red. prof.

Na Geološkom odsjeku je organiziran poslijediplomski studij koji vodi do akademskog stupnja magistra i/ili doktora geoloških znanosti.

AKADEMSKA ZVANJA

Magistar prirodnih znanosti, polje geoznanosti, grana geologija (Regionalna geologija)

Magister scientiarum naturalium ad geosciencias - geologiam (Geologiam regionalem) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, polje geoznanosti, grana geologija (Paleontologija i biostratigrafija)

Magister scientiarum naturalium ad geosciencias - geologiam (Palaeontologiam et biostratigraphiam) pertinentium

Magistar prirodnih znanosti, polje geoznanosti, grana geologija (Mineralogija i petrologija)

Magister scientiarum naturalium ad geosciencias - geologiam (Mineralogiam et petrographiam) pertinentium

Doktor prirodnih znanosti, polje geoznanosti, grana geologija

Doctor scientiarum naturalium ad geosciencias - geologiam pertinentium

POSLIJEDIPLOMSKI STUDIJ GEOLOŠKIH ZNANOSTI

Prilog pravilima za izvođenje poslijediplomskih znanstvenih studija na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu

I. Ustroj studija

Nositelj studija je Geološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Ul. kralja Zvonimira 8.

Poslijediplomski studij ustrojen je kao studij za stjecanje magisterija znanosti i doktorata znanosti iz geoloških znanosti. Studij njeguje znanstveno usavršavanje u svim poljima geologije i mineralogije, a posebice ovim: a) sedimentologija i stratigrafija, b) taložni bazeni, c) geologija okoliša, d) geologija i zaštita krša, e) geokemija, f) potpovršinska geologija, g) evolucija, paleoekologija i biostratigrafija (paleontologija), h) mineralogija s kristalografijom, i) petrologija magmatskih i metamornih stijena, j) petrologija sedimentnih stijena, k) geologija mora, l) recentna sedimentacija.

Studij uključuje svladavanje teorijskih osnova i metoda i tehnika istraživanja, kao i usvajanje predznanja bitnih za istraživanje i razumijevanje problematike određenih tema. Podržava se interdisciplinarnost, pa studenti mogu u dogovoru s mentorom upisati kolegije srodnih struka drugih postdiplomskih studija.

Dužnosnici studija su voditelj studija i zamjenik voditelja studija. Savjetodavno vijeće studija

sacinjavaju predstojnici zavoda Geološkog odsjeka, voditelj studija, te nastavnici na poslijediplomskom studiju iz Odsječkog vijeća.

Nastavnici na poslijediplomskom studiju su istaknuti sveučilišni nastavnici i drugi istaknuti znanstvenici, i to u zvanju docenta (odnosno znanstvenog suradnika) ili višem.

Glavna zadaća mentora je pomagati studentu savjetom pri izradbi teze. Privremeni mentor pomaže savjetom u prvoj godini studija. Privremenog mentora imenuje Odsječko vijeće pri upisu, a kasnije se imenuje ista ili druga osoba mentorom, nakon pozitivne ocjene teme. Mentorom može biti imenovan sveučilišni nastavnik u zvanju docenta ili višem. Ako mentor nije izabran u znanstveno-nastavno zvanje, ali ima zvanje znanstvenog suradnika (ili više), imenovat će se komentor, koji ispunjava taj uvjet.

II. Opis

Upisati se mogu pristupnici koji su završili odgovarajući dodiplomski studij geologije. Izuzetno će se dozvoliti upis i onim studentima, koji su diplomirali na studijima bliskim geologiji (biologija, geografija, geologija-geografija, geofizika, kemija i dr.), uz prethodno polaganje ispita iz gradiva dodiplomskog studija geologije PMF-a. Takve zahtjeve razmatra Odsječko vijeće, koje na prijedlog voditelja poslijediplomskog studija i mentora, donosi odluku.

Prethodna prijava, uz drugu dokumentaciju, sadrži i kandidatov prijedlog programa istraživanja (jedna stranica), te naziv veznog znanstvenog projekta i glavnog istraživača tog projekta (ako kandidat sudjeluje u takvom projektu). Nakon što Odsječko vijeće prouči prethodnu prijavu, pristupnik se upućuje na konzultacije s najmanje tri nastavnika o tematici, programu istraživanja i izboru predmeta. To pristupniku omogućuje sastavljanje konačnog prijedloga programa istraživanja i izbora predmeta. Prijedloge ocjenjuju Odsječka povjerenstva. Odsječko vijeće potvrđuje program istraživanja i izabire privremenog mentora, nakon čega se obavljaju upisi. Ako se odobreni upis ne iskoristi, postupak se prije idućeg upisa ponavlja.

III. Uvjeti studiranja

U prvoj godini, iz popisa temeljnih i posebnih predmeta, potrebno je upisati kolegije koji donose najmanje 120 bodova. Među izabranim predmetima moraju biti Metodika znanstvenog rada te najmanje jedan temeljni predmet. Osim predmeta iz studija geoloških znanosti, mogu se upisati i predmeti iz drugih poslijediplomskih studija, odnosno prema potrebi i predmeti iz drugih dodiplomskih studija. Za upis tih predmeta potrebno je odobrenje mentora, voditelja poslijediplomskog studija geoloških znanosti i voditelja tih drugih studija. Od upisanih predmeta izabiru se na prijedlog mentora i u dogovoru s voditeljem studija, tri glavna. Glavnim se smatra onaj predmet kod kojega se nastava obavlja uz dodatni individualni praktični rad, te sudjelovanjem i pomaganjem u istraživanju u skupini pod vodstvom nosilaca tih predmeta. Taj istraživački rad je metodski i tematski komplementaran temi magistarskog rada, no ne predstavlja izravni dio njegove izradbe. Rad u pojedinom glavnom predmetu okvirno traje mjesec dana (punog radnog vremena). Student uz svaki od glavnih predmeta upisuje seminar u okviru kojeg izrađuje izvještaj i seminarsku radnju. Svaki od tih seminara nosi 10 bodova. Seminarska radnja je napisan i javno izgovoren prikaz nekoga aktualnog znanstvenog problema, koji je zasnovan djelimice na sekundarnoj literaturi (knjiga, pregledni članak), a djelimice na primarnoj literaturi. Temu jedne od te tri seminarske radnje određuje voditelj studija u dogovoru s nastavnicima u skladu s temom budućeg magistarskog rada. Tako izabranom seminaru obvezatno pribivaju svi studenti kao i povjerenstvo od tri ili pet nastavnika, od kojih je jedan studentov mentor, a jedan voditelj studija. Povjerenstvo zajednički ocjenjuje uspjeh ocjenom u indeksu, koju potpisuje voditelj studija. U slučaju neslaganja članova povjerenstva, o ocjeni odlučuje većina njihovih glasova. Urednost pohađanja seminara potvrđuje se potpisom u indeksu. Takav seminar u indeksu posebno se označuje u indeksu i nacionalu oznakom P.

Predmetni nastavnici upućuju studenta. Predmetni nastavnik ocjenjuje ukupni uspjeh u predmetu ocjenom u indeksu na temelju uspjeha u svim aspektima rada i na temelju uspjeha na ispitu.

Ako se ukaže prilika angažiranja dodatne kvalitetne nastave (npr. gostujući nastavnik), može voditelj studija, uz pristanak pročelnika, odrediti naknadno upisivanje i obvezatno pohađanje nastave iz jednog ili dva predmeta u bilo kojoj godini studija.

Za upis u drugu godinu, potrebno je položiti ispite iz predmeta koji donose najmanje 40 bodova. Seminarska radnja za Doktorski seminar je napisan i izgovoren prikaz nekoga aktualnog znanstvenog problema. Polaznicima doktorskog studija može se odrediti upisivanje jednog

predmeta na prijedlog mentora ili voditelja studija.

IV. Uvjeti za izradbu magistarskih radova i doktorskih disertacija

Za prijavu magistarske teze uvjet su položeni ispiti iz predmeta koji donose najmanje 80 bodova i uspješno održan seminar pred povjerenstvom.

Za prijavu teme magistarske teze student javno obrazlaže i brani teze predloženog magistarskog rada ("ispit podobnosti teme"). Pristupnik je dužan najmanje 14 dana prije ispita elaborirati prijedlog teme magistarskog rada staviti na uvid javnosti (u pisarnicu Odsjeka). Pristupnik izlaže cilj rada i očekivani znanstveni doprinos. Povjerenstvo prosuđuje realni znanstveni doprinos rada i mogućnosti rada prema zahtjevima magistarske teze. Posebna pažnja poklanja se metodološkom dijelu i provjeri kandidata u svezi metoda istraživanja, koje namjerava upotrijebiti. Promatra se i mogućnost izrade teme u zadanom roku. Povjerenstvo daje pismenu prosudbu rezultata provjere. Ako je prosudba pozitivna, student može pristupiti izradi rada. U slučaju negativne prosudbe, pristupnik ima pravo na ponovnu provjeru nakon tri mjeseca. Ako bi i tada prosudba bila negativna, pristupnik gubi pravo na izradbu magistarskog rada.

Magistarska teza mora sadržavati izvoran znanstveni doprinos, koji po ocjeni povjerenstva za ocjenu rada okvirno odgovara najmanje jednom znanstvenom radu u časopisu s međunarodnom recenzijom. Također, magistarska teza mora biti dokazom studentova poznavanja suvremene znanstvene problematike na području teze, zatim njegova poznavanja teorijskih zasada i metoda kojima se služio, te, konačno, njegove sposobnosti da svoje ideje, rezultate i znanje uobliči u suvisao i čitljiv tekst.

Za upis na doktorski studij uvjet su položeni svi ispiti iz dotada upisanih predmeta, s prosječnom ocjenom najmanje 4, te seminar održan pred povjerenstvom s ocjenom najmanje 4. Uz to, uvjet je uspješni znanstveni rad, te autorstvo ili koautorstvo u jednom znanstvenom radu u časopisu s međunarodnom recenzijom s temom iz područja predlagane teze.

Za upis na doktorski studij pristupnik javno obrazlaže i brani teze predložene doktorske disertacije ("ispit podobnosti teme"). Pristupnik je dužan najmanje 14 dana prije ispita elaborirati prijedlog teme doktorske disertacije staviti na uvid javnosti (u pisarnicu Odsjeka). Pristupnik izlaže cilj rada i očekivani znanstveni doprinos. Povjerenstvo prosuđuje realni znanstveni doprinos rada i mogućnosti rada prema zahtjevima doktorske disertacije. Posebna pažnja poklanja se metodološkom dijelu i provjeri kandidata u svezi metoda istraživanja, koje namjerava upotrijebiti. Promatra se i mogućnost izrade u zadanom roku. Povjerenstvo daje pismenu prosudbu rezultata provjere. Ako je prosudba pozitivna, pristupnik se može upisati na doktorski studij i pristupiti izradi rada. U slučaju negativne prosudbe, pristupnik ima pravo na ponovnu provjeru nakon tri mjeseca. Ako bi i tada prosudba bila negativna, pristupnik gubi pravo na izradbu doktorske teze.

Doktorska teza mora sadržavati izvorni znanstveni doprinos, koji po ocjeni povjerenstva za ocjenu rada odgovara najmanje trima znanstvenim radovima u časopisima s međunarodnom recenzijom, od čega najmanje jednom radu u znanstvenom časopisu iz popisa Current Contents. Također, doktorska teza mora biti dokazom studentova poznavanja suvremene znanstvene problematike na području teze, zatim njegova poznavanja teorijskih zasada i metoda kojima se služio, te, konačno, njegove sposobnosti da svoje ideje, rezultate i znanje uobliči u suvisli i čitljiv tekst. Najvažnija razlika između magistarske i doktorske teze je u važnosti rješavanog znanstvenog problema, odnosno u veličini rezultata objavljivih u uglednim međunarodnim publikacijama, te u studentovu vlastitom udjelu u koncipiranju i rješavanju problema.

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj/s.	

Temeljni kolegiji

101	Lj. Babić	Sedimentologija i evolucija taložnih bazena	15+15	
102	T. Marjanac i gostujući nastavnik	Geološki aspekti krša	15+0	5
103	Z. Bajraktarević	Biostratigrafija Paratethysa	15+0	
104	I. Gušić	Načela i metode suvremene biostratigrafije	15+0	5
105		Tektonika sedimentnih bazena	15+0	5
106	M. Juračić	Geologija okoliša	15+0	
107	D. Balen	Minerogeneza - mineralne ravnoteže u magmatskim i metamornim procesima	30+15	13
108	T. Marjanac	Geološka interpretacija seizmičkih profila	15+15	
109	L. Palinkaš	Izotopna geologija	30+15	12
110	D. Balen	Magmatizam, metamorfizam i geodinamski procesi	30+0	11
111	E. Prelogović	Odabrana poglavlja iz strukturne geologije	15+0	
112	E. Prohić	Interpretacija i matematičke metode analize geoloških podataka	30+15	13
113	J. Sremac, V. Čosović	Metode istraživanja u paleontologiji	30+15	13
114	D. Tibljaš, R. Trojko	Rentgenografske i termičke metode fazne analize	15+15	8
115	D. Tibljaš, V. Bermanec	Spektroskopske metode analize minerala i stijena	30+15	13
116	J. Zupanić	Petrologija sedimenata	15+15	

Posebni kolegiji

201	A. Alajbeg	Organska geokemija ugljikovodika	15+15	
202	Lj. Babić, J. Zupanić	Degradacija karbonatnih platformi	15+15	8
203	V. Čosović, Z. Bajraktarević	Tercijarni paleookoliši na temelju bentičkih foraminifera	30+15	12
204	J. Benić, Z. Bajraktarević	Vapnenački i kremični nanofosili u biostratigrafiji kenozoika	30+15	13
205	V. Bermanec	Kvantitativna optička određivanja	15+15	
206	V. Bermanec	Mineralogija i geokemija rijetkih zemalja	15+0	5
207	V. Bermanec	Odabrana poglavlja iz sistematske mineralogije	15+15	
208	B. Biondić, S. Kapelj	Hidrogeologija i zaštita voda u kršu	15+15	8
209	I. Gušić, B. Cvetko Tešović	Biote, paleoekologija i biostratigrafija mezozojskih karbonatnih platformi	15+15	8
210	B. Cvetko Tešović, D. Bucković	Karbonatne platforme	15+0	5
211	T. Marjanac, D. Bucković	Sekvencijska stratigrafija	30+15	13

212	M. Juračić	Odabrana poglavlja iz geologije mora	30+15	13
213	M. Juračić	Recentna sedimentacija u moru	15+15	
214	G. Kniewald	Termodinamika u mineralogiji i geokemiji	15+15	
215	M. Luić, B. Kojić-Prodić	Određivanje kristalne strukture difrakcijom rentgenskih zraka	30+15	13
216	T. Marjanac	Geološka interpretacija petrofizičkih podataka iz bušotina	15+15	8
217	L. Palinkaš	Geokemija magmatskih i metamornih stijena	15+15	
218	L. Palinkaš	Mineralna ležišta	30+15	13
219	T. Marjanac	Geologija kvartara	15+0	
220	D. Pavelić	Evolucija panonskog bazena	15+0	
221	E. Prelogović, M. Herak	Seizmotektonika	30+15	13
222	E. Prohić	Odabrana poglavlja iz geokemije sedimentata	15+15	
223	E. Prohić	Geokemija okoliša	30+15	13
224	J. Sremac	Fosilne zajednice mlađeg paleozoika u paleoekologiji i biostratigrafiji	15+15	8
225	S. Ščavničar	Strukturna kristalografija	15+0	5
226	S. Ščavničar	Sirovine za keramike, sastav produkata	15+15	
227	B. Šturman	Studij monokristala kombinacijom analitičkih metoda	15+30	9
228	A. Tonejc	Elektronska difrakcija i mikroskopija	15+15	
229	L. Palinkaš, N. Horvatinčić	Geokronologija	30+15	13
230	I. Sondi	Fizikalna kemija procesa zagađivanja	15+0	
231	I. Sondi	Biominalizacije	15+0	
232	V. Čosović	Ambijentalna mikropaleontologija	15+0	
233	A. Moro	Facijesi i makrofosili gornjokredne karbonatne platforme	15+0	5
234	E. Jungwirth	Vojna geologija	30+0	11
301		Metodika znanstvenog rada	15+15	

U prvoj godini, iz popisa temeljnih i posebnih predmeta, potrebno je upisati kolegije koji donose najmanje 120 bodova. Među izbranim predmetima moraju biti Metodika znanstvenog rada te najmanje jedan temeljni predmet. Od upisanih predmeta izabiru se na prijedlog mentora tri glavna i iz svakog od njih upisuje se seminar. Svaki od tih seminara nosi 10 bodova. Jedan od tih seminara izlaže se pred povjerenstvom -u indeksu i nacionalu označava se oznakom P.

OPISI KOLEGIJA S OSNOVNOM LITERATUROM

Napomena: Niže navedeni sadržaji kolegija su standardni sadržaji, koji se prema potrebi usklađuju s interesima odnosno temama istraživanja studenata. Takva usklađivanja ostvaruju se prvenstveno u okviru glavnih predmeta.

TEMELJNI KOLEGIJI

101 SEDIMENTOLOGIJA I EVOLUCIJA TALOŽNIH BAZENA

Nutarnji i vanjski faktori razvitka taložnih sustava i taložnih bazena. Utjecaj reljefa, prinosa sedimenta, tektonske dinamike, gibanja morske razine i klimatskih promjena. Odgovor aluvijalnih, dubokovodnih i obalnih sustava. Cikličnost. Diskontinuitetne plohe: značajke, procesi i prepoznavanje. Alostratigrafija. Sekvencijska stratigrafija i vanjski faktori. Razvitak ekstenzijskih bazena, bazena kontinentalnog ruba i predgornih bazena; tipične značajke taložne dinamike. Akrecijski klin, brazda, melanž. Odnos sedimentacije i tektonike. Bazeni vezani za uzdužna i druga kretanja. Stratigrafska korelacija i stratigrafsko raščlanjivanje. Geološko kartiranje s obzirom na odnos facijesa, litostratigrafije, alostratigrafije. *Seminar*.

- * Einsele, G.: Sedimentary Basins. Springer, Berlin. 1992
- * Miall, A.D.: Principles of Sedimentary Basin Analysis. 2. izdanje. Springer, New York. 1990
- * Reading, H.G. (ur.): Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. 3rd ed. Blackwell. Oxford. 1996
- * Izbor važnijih članaka.

102 GEOLOŠKI ASPEKT KRŠA

Pristup kršu - geološki temelji, dijalektički osvrt na krš, temelji tektogenetske klasifikacije krša (mjesto i uvjeti sedimentacije karbonatnih naslaga, tektonske promjene, emerzije, klimatske promjene, neotektonika, ostale klasifikacije). Okršavanje - proces okršavanja, mjesto, vrijeme i faze okršavanja, intenzitet i dubina okršavanja, erozijska baza. Krška morfologija - predispozicije, vrijeme i dinamika postanka, veza između površinskih i podzemnih oblika, primjeri. Krška hidrogeologija - uzroci i posljedice, hidrogeološka funkcija krških područja.

- * Ford, D., Williams, P.: Karst Geomorphology and Hydrology, Chapman & Hall, London. 1989
- * Herak, M. i Stringfield, V.T.: Karst. Important Karst Regions of the Northern Hemisphere. Elsevier Publ. Comp., Amsterdam. 1972
- * Jakucs, L.: Morphogenetics of karst regions: variants of karst evolution. Akademiai Kiado, Budapest. 1977
- * Odabrani članci iz domaće i strane literature o kršu.

103 BIOSTRATIGRAFIJA PARATETHYSA

Mikropaleontološka istraživanja neogenskih sedimenata prvenstveno Paratethysa područja Hrvatske i susjednih zemalja. Značajni mikrofosili za pojedine stratoplove neogena. Stupanj istraženosti pojedinih mikrofosilnih skupina; s osobitim osvrtom na mikroforaminifere te vapnenačke i kremične nanofosile i njihovu primjenu.

- * Cicha, I. i al. (u tisku): Oligocene - Miocene Foraminifera of the Central Paratethys. Wien.
- * Royden, L.H. i Horvath, F. (ur.) (1988): The Pannonian basin, a study in basin evolution. AAPG Mem. 45.
- * Aktualni, odabrani znanstveni članci iz domaćih i stranih publikacija.

104 NAČELA I METODE SUVREMENE BIOSTRATIGRAFIJE

Koncepcijske osnove stratigrafije. Odnos i položaj biostratigrafije prema drugim stratigrafskim disciplinama. Biostratigrafska korelacija. Biostratigrafsko zoniranje. Biostratigrafija i facijesa. Biološki aspekti biostratigrafije (načini specijacije, evolucijski modeli, važniji događaji u povijesti života i sl.). Biogeografija i biostratigrafija. Biostratigrafska uloga i značenje pojedinih odabranih skupina organizama.

- * Kauffman, E.G. i Hazel, J.E. (ur.): Concepts and methods of biostratigraphy. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 1977.
- * Schoch, R.M. (1989): Stratigraphy - Principles and Methods. Van Nostrand Reinhold, New York.
- * Odabrani članci iz međunarodne geološke periodike.

105 TEKTONIKA SEDIMENTNIH BAZENA

Trži su primarne nakane kolegija. Prva je pregledno razmatranje općih čimbenika tektonike sedimentnih bazena. Druga je klasifikacija i konceptualizacija sedimentnih bazena. Treća je nakana osvjetljavanje konverzni i/ili razilaženja u mišljenjima glede nomenklature, procesa, odnosno razvijanja taložnih modela. Kolegij obuhvaća sljedeće sadržaje: Kontinentalni riftovi; Protooceanski riftni jarci; Kontinentalne terase; Oceanski jarci i bazeni na padini jaraka; Predlučni bazeni; Bazeni unutar lukova, u zaleđu rasjeda; Intrakratski bazeni. *Seminar*.

- Busby, C.J. i Ingersoll, R.V.: *Tectonics of sedimentary Basins*, Blackwell. 1955

106 GEOLOGIJA OKOLIŠA

Osnovni pojmovi: okoliš, ekologija, zaštita okoliša, onečišćenje/zagađenje. Interdisciplinarnost u zaštiti okoliša. Geološke opasnosti, vulkanizam, seizmika, klizišta, erozija, poplave. Voda kao temeljni resurs. Hidrološki ciklus. Količine i crpljenje podzemnih voda. Kakvoća i onečišćenje podzemnih voda. Ponašanje zagađivala u podzemlju. Procesi autopurifikacije. Upravljanje podzemnim vodama. Kemijska temporana bomba. Otpad i njegovo uklanjanje. Komunalni, industrijski i opasni otpad. Korisni otpad. Recikliranje, humifikacija, pilozla, spaljivanje, odlaganje. Sanitarno odlagalište otpada. Radioaktivni otpad i njegovo odlaganje. VRAO/NRAO. Aktivno ogradaivanje i izolacija otpada. Tehnološke i geološke koncepcije odlaganja RAO. Putovi zagađivala. Osobitosti krša. Sudbina zagađivala u moru. Eutrofikacija Jadrana. Anoksija. Riječna ušća kao zamka za zagađivala. Prostorno planiranje i zaštita okoliša. Strategije zaštite okoliša. Održivi razvoj. Prostorni planovi i studije o utjecaju na okoliš.

- Mayer, D. *Kvaliteta i zaštita podzemnih voda*. Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora, Zagreb. 1993
- Milnes, A.G.: *Geology and radwaste*. Academic Press, London. 1985
- Montgomery C.W.: *Environmental Geology*. (4 izd.). WCB, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA. 1995

107 MINEROGENEZA - MINERALNE RAVNOTEŽE U MAGMATSKIM I METAMORFNIM PROCESIMA

Homogene i heterogene fazne ravnoteže. Osnovne relacije, dinamika rešetke i fazne transformacije, red-nered i sređivanje u čvrstim otopinama, kristalokemijske prisile, kemijske promjene, termodinamske funkcije pri povišenim temperaturama i pritiscima. Gibbsovo pravilo faza, jedno-, dvo-, tro- i četverokomponentni sistemi, sistemi sa više od četiri komponente. Fazne relacije u metapelitnim i metabazitnim sistemima. Račun metamorfnih faznih ravnoteža pomoću kompjuterskih programa, geotermometrija, geobarometrija, geokoosometrija, P-T-t-X-M fazne relacije. Porijeklo, interpretacija i značaj zoniranih minerala u magmatizmu i metamorfizmu, kretanje fluida tijekom metamorfizma, geotektonski smještaj i evolucija mineralnih asocijacija.

- Spear, F.S.: *Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths*. Mineralogical Society of America, Washington, D.C. 1993

108 GEOLOŠKA INTERPRETACIJA SEIZMIČKIH PROFILA

Fizičke osnove seizmike: valovi, akustička impedancija, refleksija vala, refrakcija vala, apsorpcija. Metode seizmičkih istraživanja: refrakcija, refleksija. Priroda i uzroci smetnji: šumovi, difrakcija, sjene, efekti brzina, efekti struktura. Obrada seizmičkih podataka: migracija 2D i 3D, korelacija. Interpretacija seizmičkih profila: prepoznavanje diskordancija, prepoznavanje tipova stratigrafskih kontakata, prepoznavanje tektonskih elemenata i struktura: rasjedi, bore, dijapiri, korelacija s bušotinskim podacima. Osnove seizmičke stratigrafije: prepoznavanje seizmostratigrafskih jedinica, analiza i interpretacija seizmofacijesa, geometrija sedimentnih tijela, taložne sekvencije, razvitak prostora.

- Bally A.W. (1987): *Atlas of Seismic Stratigraphy*. AAPG Studies in Geology 27. vol. 1-2.
- Bally A.W. (1983): *Seismic expression of structural styles*. AAPG Studies in Geology 15. vol. 1-3.
- Payton C.E. (1977): *Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. A.A.P.G. Mem. 26, Tulsa.
- Vail P.R. (1987): *Seismic Stratigraphy Interpretation using Sequence Stratigraphy*. Part 1: *Seismic stratigraphy interpretation procedure*. In: *Atlas of Seismic Stratigraphy*, 1, (ur.) (Bally A.W.). AAPG Studies in Geology 27, 1-10.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M.Jr., Posamentier H.W. & Vail P.R. (1987): *Seismic Stratigraphy Interpretation using Sequence Stratigraphy*. Part 2: *Key definitions of sequence stratigraphy*. In: *Atlas of seismic stratigraphy* 1 (ur.) (Bally A.W.). AAPG Studies in Geology 27, 11-14.

109 IZOTOPNA GEOLOGIJA

Povijesni pregled, unutrašnja građa atoma, radioaktivni raspad i rast, masena spektrometrija, Rb-Sr datiranje, izotopna geologija Sr, K-Ar datiranje, ⁴⁰Ar/³⁹Ar datiranje, Re-Os, Lu-Hf, i K-Ca datiranje, U, Th, Pb

datiranje, metoda "zajedničkog" olova, metoda "fiziona tragova", metoda "višestrukog slova", U-neravnoteža, C-14 datiranje, izotopi O i H u atmosferi, hidrosferi i litosferi, izotopna geologija C i S. Nakon teoretskog upoznavanja sa sadržajem metoda, na vježbama s evobrađuju primjeri iz raznih područja svjetske i domaće geologije, dostupni u udžbenicima i tiskanim radovima.

- Bowen, R. (1988): *Isotopes in the Earth Sciences.*- Elsevier App. Science, London.
- Faure, G. (1985): *Principles of Isotope Geology.*- John Wiley & Sons, New York, 2. izd.
- Geyh, M. A., Schleicher, H. (1990): *Absolute Age Determination.*- Springer-Verlag, Berlin.

110 MAGMATIZAM, METAMORFIZAM I GEODINAMSKI PROCESI

Magmatizam i metamorfizam u okviru orogenog ciklusa. Formiranje magmi, parcijalno taljenje, frakciona kristalizacija i anateksis. Magmatske asocijacije orogenih područja: gabro-peridotitna, spilit-keratofirna, granit-granodioritna, andezitno-riolitna i ostale asocijacije. Osnovna obilježja metamorfne petrologije. Metamorfni facijesi i serije. Metamorfni pojasi orogenih zona, njihova tektonska klasifikacija i značenje. Metamorfna struktura fanerozojskih orogenih pojava Europe. Kaledonidi, Hercinidi, Alpidi i Dinaridi.

- Hyndman, D. W. (1985): *Petrology of igneous and metamorphic rocks.* McGraw-Hill Book Company, New York.
- Miyashiro, A. (1973): *Metamorphism and Metamorphic Belts.* George Allen & Unwin, London.
- Moores, E. M., Twiss, R. J. (1995): *Tectonics.* W.H. Freeman and Company, New York.
- Robertson, E. C. (1972): *The Nature of the Solid Earth.* International Series in the Earth & Planetary Sciences. McGraw-Hill, New York.

111 ODABRANA POGLAVLJA IZ STRUKTURNE GEOLOGIJE

Zemljina kora i mogućnost ponašanja prema tektonskim pokretima i aktivnosti dubljih dijelova. Podaci o dubinskoj geološkoj građi, referentni horizonti. Kompresijski i ekstenzijski procesi. Strukture, tipovi i različiti uvjeti postanka, primjeri. Pojam strukturalnih nivoa. Strukture planinskih lanaca. Strukture sedimentacijskih bazena. Rasjedi, tipovi, raškost u strukturalnom sklopu. Geometrija i morfologija. Vrste tektonskih pomaka duž zone rasjeda u prostoru. Primjeri odnosa rasjeda, pomaka i nastanka strukturalne. Tektonski pokreti. Odnos stres-deformacija. Vertikalna i horizontalna komponenta tektonskih pokreta. Rastezljiva i lomljiva zona smicanja. Mogući odnosi tektonskih pokreta i nastanka strukturalne u dubini i na površini. Amplitude tektonskih pokreta. Način prikaza strukturalnih podataka. Upotreba i korištenje različitih geoloških, geofizičkih, seizmoloških i geomorfoloških podataka.

- Davis, G.H. i Reynolds, S.J. (1996): *Structural Geology of Rocks and Regions.* John Wiley and Sons, Canada.
- Moores, E.M. i Twiss, R.J. (1995): *Tectonics.* W.H. Freeman and Co., San Francisco
- Ramsay, J.G. i Huber, M.I. (1983): *The Techniques of Modern Structural Geology,* Vol. 1, 2, Academic Press Inc., London.
- Twiss, R.J. i Moores, E.M. (1992): *Structural Geology.* W.H. Freeman and Co., San Francisco

112 INTERPRETACIJA I MATEMATIČKE METODE ANALIZE GEOLOŠKIH PODATAKA

Uvod u statističku analizu geoloških podataka i pregled elementarne statistike. Osnovni statistički testovi. Osnove analize varijance. Statistički koncepti. Teorija pogreške: vrste, matematičke i grafičke metode kontrole. Analiza i izrada geoloških karata. Izrada konturnih dijagrama. Krigging, trend-analiza. Multivarijantna analiza: analiza glavnih komponentata, R Q - analiza, analiza korespondentnosti, diskriminacijska analiza. Geološki procesi i njihov geokemijski značaj. Varijacijski dijagrami. Dijagrami faznih promjena. Normalizirani multielementni dijagrami i spider dijagrami. Diskriminantna analiza u geokemiji i petrologiji i diskriminacijski dijagrami. Interpretacija podataka analize radioizotopa u geokronologiji i petrogenezi. Interpretacija podataka analize stabilnih izotopa.

- Davis, J.C. (1986): *Statistics and data analysis in geology.* John Wiley & Sons.
- Rollinson, H. (1993): *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation.* Longman.
- Swan, A.R.H., Sandilands, M: (1995): *Introduction to Geological Data Analysis.* Blackwell Science.
- Šoši, I. i Serdar, V. (1995): *Uvod u statistiku.* Školska knjiga.

113 METODE ISTRAŽIVANJA U PALEONTOLOGIJI

Makrofosili Hrvatske. Pregled najvažnijih skupina i najznačajnija nalazišta. Značenje unutarnjih strukturalne za determinaciju makrofosila. Npr. prirasat pregradaka u korajla, raspored nabora u rudista, oblik kanala u nerineida, lobne linije u amonita, oblici brahijalnog skeleta u ramenonožaca. Posebne metode preparacije. Biometrijske i biostatističke metode (testovi populacija, klaster analiza, diskriminacijske funkcije, faktorska

analiza, korespondentna analiza). Odabir parametara bitnih za taksonomiju, kemotaksonomiju, molekularnu taksonomiju, sekvencijalnu biostratigrafiju.

- Polšak, A. (1967): Kredna makrofauna južne Istre. Palaeont. Jugosl., Zagreb.
- Sremac, J. (1986): Middle Permian Brachiopods from the Velebit Mts. Palaeont. Jugosl., Zagreb.
- Bailey, N.T.J. (1995): Statistical methods in biology. Cambridge University Press.
- Prothero, D.R. (1998): Bringing Fossils to Life. WCB/McGraw-Hill.
- Feldmann, R.M., Chapman, R.E. & Hannibal, J.T. (1989): Paleotecniques. Paleont. Soc. Spec. Publ., 4, Univ. Tennessee, Knoxville.
- Odabrani radovi iz domaćih i stranih časopisa.

114 RENTGENOGRAFSKE I TERMIČKE METODE FAZNE ANALIZE

Određivanje mineralnih faza metodom difrakcije rentgenskih zraka na praškastom uzorku: instrumentacija, kvalitativna analiza (baze podataka i njihovo pretraživanje), kvantitativna analiza, izračunavanje dimenzija jedinične ćelije i njihova primjena. Termičke metode analize; termogravimetrija (TG), diferencijalna termička analiza (DTA), diferencijalna skenirajuća kalorimetrija (DSC), simultane metode termičkih analiza. Visokotemperaturna mikroskopija.

- Bish, D.L. i Post, J.E. (ur.)(1989): Modern Powder Diffraction. Reviews in Mineralogy, Vol. 20. Mineralogical Society of America.
- Brindley, G.W. i Brown, G. (ur.)(1980): Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Mineralogical Society.
- Duval, C. (1963): Inorganic thermogravimetric analysis. Elsevier Publishing Company.
- Mackenzie, R.C. (ur.)(1970): Differential thermal analysis. Vol. 1. Academic Press.
- Skoog, D.A. i Leary, J.J. (1992): Principles of instrumental analysis. Harcourt Brace College Publishers.
- Wendlandt, W.W. (1974): Thermal methods of analysis. John Wiley & Sons.
- Wilson, M.J. (ur.)(1987): A Handbook of determinative methods in clay mineralogy. Blackie.

115 SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE MINERALA I STIJENA

Uvod u spektroskopske metode. Optička spektroskopija. Luminiscencija. AAS (atomska apsorpcijska spektrometrija), ICP-AES (induktivno spregnuta plazma-atomska emisija spektroskopija). Infracrvena i Raman spektroskopija: teorija vibracija molekula i kristala, instrumentacija, vibracijski spektri minerala, voda u kristalnim rešetkama. XRF (rentgenska fluorescencijska spektrometrija): spektar rentgenskih zraka, pobuđivanje rentgenskog spektra, interakcija rentgenskih zraka sa materijom, instrumentacija, uzorci, kvalitativna i kvantitativna analiza. Elektronska mikroanaliza EMPA: instrumentacija, priprema uzoraka, principi analize, srodne tehnike. Moessbauer spektroskopija.

- Bennett, H. i Oliver, G. (1992): XRF analysis of ceramics, minerals and allied materials. John Wiley & Sons.
- Farmer, V.C. (ur.)(1974): The infrared spectra of minerals. Mineralogical Society.
- Hawthorne, F.C. (ur.)(1988): Spectroscopic methods in mineralogy and geology. Reviews in Mineralogy, Vol. 18. Mineralogical Society of America.
- Potts, P.J. (1987): A handbook of silicate rock analysis. Blackie.
- Vandecasteele, C. i Block, C.B. (1993): Modern methods for trace element determination. John Wiley & Sons.
- Wilson, M.J. (ur.)(1994): Clay mineralogy: Spectroscopic and chemical determinative methods. Chapman & Hall.

116 PETROLOGIJA SEDIMENATA

A) Karbonatni sedimenti. Čitanje taložnog okoliša. Procesi mineralne stabilizacije. Dijagenetska stratigrafija. Dijagenetski okoliši. Vadorna dijageneza. Indikatori okopnjavanja. Diskontinuiteti i sekvencijske granice.

B) Klastični sedimenti. Analiza provenijencije. Petrofacije. Teški minerali: vrijednost i problemi. Provenijencija detritusa i geotektonske implikacije. Procesi kemijske i mehanicke dijageneze. Uloga organske tvari pri dijagenetskim procesima. Povijest poroziteta. *Seminar*

- Crossey, L.J., Loucks, R. i Totten, M.W., (ur.)(1996): Siliciclastic Diagenesis and Fluid Flow: Concepts and Applications. SEPM, Spec. Publ. 55, Tulsa
- Gautier, D.L., (ur.)(1986): Roles of Organic Matter in Sediment Diagenesis. SEPM, Spec. Publ. 38, Tulsa.
- Pettijohn, F.J.; Potter, P.E. i Sever, R. (1972): Sand and Sandstone. Springer-Verlag, Berlin.
- Pursler, B.H., Tucker, M.E. i Zenger, D.H. (1994): Dolomites. Spec. Publ. of IAS 21, Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Tucker, M.E. i Wright, V.P. (1990): Carbonate Sedimentology. Blackwell Sci. Publ., Oxford.

- Tucker, M.E. (1988): Techniques in Sedimentology. Blackwell Sci. Publ., Oxford

POSEBNI KOLEGIJI

201 ORGANSKA GEOKEMIJA UGLJIKOVODIKA

Podrijetlo i raspodjela organske tvari u taložnim stijenama. Mijena organske tvari tijekom taloženja i u taložini: dijageneza - katageneza - metageneza. Sastav, struktura i korelacije: kerogen, bitumen, nafta i (organski) plin. Organski facijes. Metodika istraživanja biomarkera, stabilnih izotopa u organskoj tvari, pojedinačnih ugljikovodika i skupina ugljikovodika. Organska geokemija u istraživanju nafte i plina. Tvorba lakog diagenetskog plina, nafte, kondenzata, mokrog i suhog plina - razvoj naftnog prozora. Naftno-matična stijena. Primarna i sekundarna migracija. Akumulacija. Alteracija ugljikovodika u zamki. Ugljikovodici otpuštenih od iste matične stijene - korelacije. Ugljikovodici otpuštenih od različitih matičnih slojeva istog naftogenog bazena. Stupanj zrelosti i značenje za istraživanje nafte i plina. Utjecaj biodegradacije i utjecaj nezrelosti na nisku teživost nafte. Geokemijske metode i tehnike istraživanja ugljikovodika iz matičnih i rezervoarskih stijena. Genetski potencijal matične stijene i naftogenog bazena. Primjeri iz Dinarida, Jadranskog podmorja i hrvatskog dijela Panonskog bazena.

- Beaumont, E.A. i Foster, N.H. (1988): Geochemistry, Treatise of Petroleum Geology Reprint Series, No. 8; AAPG.
- Cloetingh, S., Durand, B. and Puigdefabregas, C. (1995): Integrated Basin Studies, Marin and Petroleum Geology, 12, 785-963.
- Peters, K.E. i Moldowan, J.M. (1993): The Biomarker Guide. Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments, Prentice Hall.
- Tissot, B.P. and Welte, D.H. (1984): Petroleum Formation and Occurrence, Springer-Verlag, Berlin.

202 DEGRADACIJA KARBONATNIH PLATFORMI

Proizvodnja karbonata. Sprečavanje vertikalnog rasta i posljedice. Sprečavanje progradacije i posljedice. Tipični facijesi promjene taložnog režima. Taložni slijed produbljivanja. Pelagički i klastični sustavi pokrivača. Okopnjavanje. Segmentiranje karbonatne platforme. Diskontinuitetne plohe: značajke i prepoznavanja. Alostratigrafski aspekti. Aspekti sekvencijske stratigrafije. Geološka kartografija. Slučajevi pasivnog ruba, forlanda i oceanskog uzvišenja. Današnji primjeri degradacije karbonatnih platformi. Fosilni primjeri, posebice alpsko-mediteranski. Degradacija platformi i ugljikovodici. *Seminar.*

- Bernoulli, D. i Jankyns, H.C. (1974): Alpine, Mediterranean, and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evolution of the Tethys. U: Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation (ur.. Dott, R.H. i Shaver, R.H.), Soc. Econ. Paleont. Mineral. Special Publication 19, 29-160.
- Loucks R.G. i Sarg J.F. (ur.) (1993): Carbonate Sequence Stratigraphy, The American Association of Petroleum Geologists, Memoir 57, Tulsa.
- Reading, H.G. (ur.) (1996): Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. 3. izd. Blackwell, Oxford.
- Tucker M.E. i Wright V.P. (1990) Carbonate Sedimentology, Blackwell, Oxford.
- Izbor važnijih članaka.

203 TERCIJARNI PALEOOKOLIŠI NA TEMELJU BENTIČKIH FORAMINIFERA

Primjena mikro- i makrofacijsnih analiza, biostratigrafije, te kvalitativnih i kvantitativnih metoda opisa zajednice. Kvalitativne metode: upoznavanje taksonomije bentičkih foraminifera, njihove funkcionalne morfologije i načina života. Kvantitativne metode su: P/B omjer, raznolikost zajednice i dominacija, sukcesija zajednica (vremenska i prostorna) i multivarijatne analize. Ovim se metodama definira paleobatimetrija, tip podloge, svijetlo, energija vode, turbulencija, salinitet, temperatura, te količina kisika i nutrijenata. Obuhvaćene su paleogenske bentičke foraminifere i biofacijesi iz središnjeg Tethysa (tzv. Jadranske karbonatne platforme i susjednih bazena), te oligocensko - miocenske foraminifere Centralnog Paratethysa.

- Cicha, I. i al. (u tisku), Oligocene - Miocene Foraminifera of the Central Paratethys. Wien.
- Jones, R.W. i Charnock, M.A. (1985): "Morphogroups" of agglutinating foraminifera, their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies. Rev. Paleobiol., 4, 311-146.
- Jorissen, F.J., De Stigter, H.C. i Widmark, J.G.V. (1995): A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. Mar. Micropaleont., 26, 3-15.
- Murray, J. (1991): Ecology and Paleocology of Benthic Foraminifera. Longman, London.
- Reiss, Z. i Hottinger, L. (1984): The Gulf of Aqaba. Ecological Micropaleontology. Springer - Verlag, New York.
- Van der Zwaan, G.J., Jorissen, F.J. i Stigter, H.C. de (1990): The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: Constraints and applications. Marine Geol., 95, 1-16.

- Veći broj znanstvenih radova koji su vezani za bentičke tercijarne foraminifere.

204 VAPNENAČKI I KREMIČNI NANOFOSILI U BIOSTRATIGRAFIJI KENOZOIKA (TETHYS I PARATETHYS)

Vapnenački nanoplankton. Metode istraživanja, osnove klasifikacije, ekologije i taksonomije. Biostratigrafska vrijednost vapnenačkog nanoplanktona u kredi i paleogenu. Validne cenozone i odstupanja od standardnih. Silikoflagelati, dijatomeje kao najčešća asocijacija kremičnih nanoorganizama. Taksonomija najznačajnijih oblika. Vapnenački nanoplankton i asocijacija mikroforaminifera srednjeg miocena u biostratigrafiji Centralnog Paratethysa, te kvartarnih sedimenata Jadrana kao dijela Tethysa.

- Bolli, H.M., Saunders J.B. i Perch-Nielsen, K. (1985): Plankton Stratigraphy. Cambridge Earth Science Series. Cambridge.
- Crux, J.A. i Van Heck, S. E. (1989): Nannofossils and their applications. Ellis Horwood Limited. Chichester.
- Aktualni, odabrani znanstveni članci domaćih i stranih publikacija.

205 KVANTITATIVNA OPTIČKA ODREĐIVANJA

Kristalometrija. Određivanje habitusa kristala pomoću optičkog refleksnog goniometra Jednoosni mikroskopski stolić (spindle stage). Mogućnosti određivanja indeksa loma i disperzije indikatriše. Višeosni mikroskopski sustavi te njihova primjena u strukturalnoj geologiji i kod rješavanja sastava čvrstih otopina na primjerima odabranih petrogenih minerala. Odabir mineralnih grupa koje će se detaljno obraditi biti će između feldspata, klorita, tinjaca, piroksena, amfibola, olivina, topaza, kordijerita i berila.

- Bloss, F.D. (1981): The spindle stage. Cambridge University Press.
- Fediuk, F. (1961): Fjodorova mikroskopska metoda. Nakladatelství ceskoslovenske akademie ved.
- Nesse, W.D. (1991): Introduction to optical mineralogy. 2. izd. Oxford University Press.
- Sarancina, G.M., Koževnikov, V.N. (1985): Fedorovskij metod (opredelenie mineralov, mikrostrukturnij analiz). Nedra.

206 MINERALOGIJA I GEOKEMIJA RIJETKIH ZEMALJA

Opća geokemijska svojstva, rasprostranjenje i učešće elemenata rijetkih zemalja (RZ), mineralogija elemenata RZ, mineralna ležišta RZ, kozmokemija RZ: studija meteorita, petrogenetski modeli upotrebe RZ u petrogenetskom modeliranju, RZ u vanjskom plaštu, stijenama oceanskog dna i kontinentalne kore, mobilnost RZ u kori, hidrokemija i sedimentna geokemija RZ, ekonomski aspekti RZ.

- Henderson, P. (1984): Rare earth geochemistry. Elsevier, Amsterdam.
- Jones, A.P., Wall, F. i Williams, C.T. (ur.) (1996): Rare earth minerals: chemistry, origin and ore deposits. Chapman & Hall.
- Lipin, B.R., Mc Kay, G.A. (ur.) (1989): Geochemistry and mineralogy of rare earth elements. Reviews in Mineralogy, Vol. 21, Mineralogical Society of America.

207 ODABRANA POGLAVLJA IZ SISTEMATSKE MINERALOGIJE

Kristalna kemija i strukturalna svojstva odabrane grupe minerala (Feldspati. Feldspatoidi. Zeoliti. Minerali gлина. Kloriti. Tinjci. Serpentin. Amfiboli. Ciklosilikati. Soli. Oksidi). Interpretacija uvjeta nastanka. Odabir grupa će se izvršiti u skladu sa interesima i potrebama za usavršavanje kandidata. Objasniti će se veza između uvjeta formiranja minerala uz pojašnjenje mehanizama izomorfni zamjena u raznim sredinama postanka stijena.

- Palache, Ch., Berman, H., Frondel, C. (1951): The system of mineralogy. John Wiley and Sons, Inc.,
- Schroeck, H., Weiner, K.-L. (1981): Mineralogie. Walter de Gruyter.

208 HIDROGEOLOGIJA I ZAŠTITA VODA U KRŠU

Temeljni podaci o krškim vodonosnicima s prikazom stanja u Hrvatskoj i odnosi našeg stanja i saznanja prema Europskim i svjetskim razmjerima. Tipovi i svojstva krških vodonosnika. Metode istraživanja - primjeri primjene različitih metoda u Hrvatskoj i u svijetu. Vrste onečišćenja, transport i procesi. Zakonska regulativa (zaštitne zone, pravilnici i dr.). Posebni ciljevi - geohidrokiemijska istraživanja (prirodni traseri, residence time i dr.). Standardizacija kriterija zaštite voda. Kartiranje ugroženosti vodonosnika. Informacijski sustavi u zaštiti krških vodonosnika.

- Biondić, B., Bakalowitz, M., Zwahlen, F., Almeida, C., Hetzl, H. et al. (1995): Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas. Final report EU COST 65 Project, Bruxelles.

- Biondić, B. i Šarin, A. (1996): Hidrogeološki aspekti zaštite podzemnih voda u kršu - Preporuke. Hrvatsko izdanje, Zagreb.
- Bonacci, O. (1987): Karst Hydrology, Springer-Verlag, Berlin
- Ford, D., Williams, P. (1989): Karst Geomorphology and Hydrology, Chapman & Hall, London.
- Mayer, D. (1993): Kvaliteta i zaštita podzemnih voda. IV + 146, Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora, Zagreb.

209 BIOTE, PALEOEKOLOGIJA I BIOSTRATIGRAFIJA MEZOZOJSKIH KARBONATNIH PLATFORMI

Iako su biote karbonatnih platformi prostorno marginalne i vremenski efemerne u općoj povijesti Zemlje, one su zbog svoje specifičnosti često nezaobilazne u biostratigrafiji, paleoekologiji i paleobiogeografiji. Namjena predloženog kolegija jest da znanja stečena u tome kolegiju studenti mogu primijeniti za: 1) podrobniju stratigrafsku raščlambu nego što to omogućuju znanja stečena na dodiplomskom studiju, 2) potpuniju i svestraniju stratigrafsku korelaciju mezozojskih naslaga Vanjskih Dinarida, što je preduvjet za uspješnu izradu nove geološke karte Republike Hrvatske.

- Ginsburg, R.N. i Beaudoin, B. (ur.) (1990): Cretaceous resources, events and rhythms - background and plans for research. Kluwer Academic Publishers.
- Loucks, R.G. i Sarg, J.F. (1993): Carbonate Sequence Stratigraphy. AAPG Memoir 57, Tulsa
- Simo, J.A.T., Scott, R.W. i Masse, J.P. (ur.) (1993): Cretaceous carbonate platforms. AAPG Memoir 56, Tulsa.
- Tucker, M.E., Wilson, J.L., Crevello, P.D., Sarg, J.R. i Read, J.F. (ur.) (1990): Carbonate platforms-facies, sequences and evolution. IAS, Spec. Publ. 9.
- Ostala literatura u:
- Gušić, I. i Jelaska, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača. Djela JAZU 69, Zagreb.
- Drugi odabrani članci iz međunarodne i domaće geološke periodike.

210 KARBONATNE PLATFORME

Diverzitet karbonatnih platformi i njihovi facijesi tijekom Fanerozoika. Naglasci na uloji tektonike i promjena morske razine - razlikovanje efekata tih dvaju preklapajućih čimbenika. Kredne karbonatne platforme Tetisa i njihov resursni značaj. Primjeri platformi s obzirom na različite tektonske okvire: intrakratonske; platforme pasivnih rubova; platforme aktivnih rubova; anatomija platformi: otvoreni šelf, rampe, obrubljeni šelf; izolirane, intraoceanske platforme, oceanski atoli.

- Simo, J.A.T., Scott, R.W., i Masse, J-P. (1993): Cretaceous Carbonate Platforms, 545. AAPG Memoir 56.
- Tucker, B.H., Wilson, J.L., Crevello, P.D., Sarg, J.R. i Read, J.F. (ur.) (1990): Carbonate Platforms, IAS, 328. Spec. Publ. 9. Blackwell.

211 SEKVENCIJSKA STRATIGRAFIJA

Povijest sekvencijalne stratigrafije, principi, metode (terenske, geofizičke, korelacija). Položaj i promjene razine mora. Arhitektura naslaga: sekvencije, parasekvencije, taložni sistemi, šelfni i estuarski pješčenjaci. Granice u sekvencijalnoj stratigrafiji: sekvencijska baza, regresivna površina marine erozije, površina plavljenja, transgresijska površina, ravinement površina, površina maksimalnog plavljenja. Organizacija parasekvencija, traktovi taložnih sistema: *lowstand* trakt, transgresivni trakt, *highstand* trakt, trakt padajuće razine mora, trakt ruba šelfa. Akomodacijski prostor, ravnotežni profil rijeke i šelfa. Paleontologija u sekvencijalnoj stratigrafiji: mikropaleontologija, ihnologija.

Kontrolni mehanizmi taloženja karbonata (organska i anorganska karbonatna produkcija, "spiranje" karbonata, tonjenje platforme, izdizanje platforme). Taložni okoliši karbonata; padine, platforme (klasifikacija platformi i facijesni pojasevi na karbonatnim platformama). Sekvencijsko-stratigrafski modeli na karbonatnim rampama, obrubljenim karbonatnim šelfovima, izoliranim platformama i karbonatnim platformama strmih rubova. Karbonatna cikličnost i parasekvencije na karbonatnim platformama. Posebni naglasci poklonjeni su utjecaju relativne promjene morske razine na karbonatnu dijagenezu.

- Wilgus C.K., Hastings B.S., Ross C.A., Posamentier H., Wagoner J.V. & Kendall Ch.G.St.C. (1988): Sea-level changes: An integrated approach. S.E.P.M. Sp. Publ. 42, Tulsa.
- Posamentier H.W., Summerhayes C.P., Haq B.U. & Allen G.P. (1993): Sequence Stratigraphy and Facies Associations. IAS Spec. Publ. 18, Blackwell Sci. Publ., Oxford
- Van Wagoner, J.C., Jones, C.R., Taylor, D.R., Nummedal, D., Janette, D.C. & Riley, G.W. (1991): Sequence Stratigraphy Applications to Shelf Sandstone Reservoirs. Outcrop and Subsurface Examples A.A.P.G. Field Conference.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., Campion K.M. & Rahmanian V.D. (1990): Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops: Concepts for High Resolution of Time and Facies.

A.A.P.G. Methods in Explor. Ser. 7, Tulsa.

- Walker R.G. & James N.P. (1992): Facies Models: Response to sea-level change. Geol. Assoc. Canada, St John's.
- Marjanac T. (1996): Osnove sekvencijalne stratigrafije marinskih i paraličkih klastita. Priručnik uz tečaj. INA Naftaplín.
- Emery, D. & Myers, K.J. (1996): Sequence Stratigraphy, Blackwell Sci. Publ.
- Tucker M.E. (1993): Carbonate diagenesis and sequence stratigraphy, in: Wright V.P.: Sedimentology Review 1, 51-72, Oxford.

212 ODABRANA POGLAVLJA IZ GEOLOGIJE MORA

U kolegiju se obrađuju pojedini aspekti morfologije i geneze oceanskih prostora. Elementi fizičke oceanografije relevantni za nastanak i raspored sedimenata u moru (valovi, struje, morske mijene). Estuarijski i antiestuarijski sustav cirkulacije voda i posljedice na morskom dnu. Obale, morska razina i njihove promjene. Sredozemlje i Jadran. Organizmi i morsko dno. Kemija morske vode. Koncept vremena zadržavanja pojedinih tvari u moru. Resursi mora. Temelji geološkog kartiranja podmorja. Uzorkovanje i rad na moru.

- Seibold, E. & Berger, W.H. (1996): The Sea Floor. An Introduction to Marine Geology. 3. izd. Springer Verlag, Berlin.
- Odabrani znanstveni članci iz geologije mora.

213 RECENTNA SEDIMENTACIJA U MORU

Izvori materijala i sastav morskih sedimenata. Litogeni, kemogeni i biogeni. Poseban naglasak na interakciji fizičkih, kemijskih i bioloških procesa u nastanku, pretvorbi i razgradnji sedimenata u moru. Važnost riječnog donosa za terigenu sedimentaciju na ušćima i kao izvora otopljenih tvari važnih za biogeo taloženje. Tipovi i nastanak šelfnih sedimenata. Život na morskom dnu. Odnos organizama i podloga. Kamenita, pjeskovita i muljevita dna. Bioturbacija kao proces od globalne geokemijske važnosti. Dijagenaza i litifikacija. Brzine sedimentacije (nakupljanja sedimenata). Dubokomorski sedimenti i sedimentacija. Pelagički i hemipelagički sedimenti. Crvene gline. Vapnenačke oozes. Kalcitna kompenzacijska dubina. Silicijske oozes.

- Open University Oceanography Course Team (1992): Oceanography Series, 6 volumena. Pergamon Press, Oxford.
- Odabrani znanstveni članci iz sedimentologije.

214 TERMODINAMIKA U MINERALOGIJI I GEOKEMIJI

Temeljni principi termodinamike; definicije i osnovni pojmovi kvantne mehanike, termodinamika i kinetika, termodinamička ravnoteža, homogene i heterogene ravnoteže. Termodinamički podaci - mjerenje i procjenjivanje, kompilacije i revizije. Prvi zakon termodinamike. Entropija i drugi zakon termodinamike. Standardna stanja i konstante ravnoteže. Homogeni i heterogeni sustavi. Otvoreni i zatvoreni sustavi. Krute otopine, vodene otopine elektrolita. Redoks sustavi. Ravnoteže u hidrotermalnim otopinama i ravnoteže mineralnih reakcija. Izračunavanje aktiviteta u plinovitim sustavima, mineralima i silikatnim taljevinama. Geokemija granica faza kruto-tekuće, površinski kompleksni mineralnih faza. Oceani i atmosfera kao geokemijski sustav. Specijacija i geokemijsko modeliranje. Računarski programi - teorijske osnove, razvoj i moderna implementacija (GEOCHEM, WATEQ, MINTEQ, HYDRAQL, SOLMINEQ, MINEQL, PHREEQE, EQ 3/6).

- Anderson, G.M. i Crerar, D.A. (1993): Thermodynamics in Geochemistry - the equilibrium model. Oxford University Press.
- Carmichael, I.S.E. i Eugster, H.P. (ur.) (1987): Thermodynamic modelling of geological materials: minerals, fluids and metals. Reviews in Mineralogy, Vol. 17, Mineralogical Society of America.
- Cemic, L. (1988): Thermodynamik in der Mineralogie. Springer Verlag, Berlin.
- Hochella, M.F. i White, A.F. (ur.) (1990): Mineral - Water Interface Geochemistry. Reviews in Mineralogy, Vol. 23, Mineralogical Society of America.
- Spear, F.S. (1993): Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Washington, D.C.

215 ODREĐIVANJE KRISTALNE STRUKTURE DIFRAKCIJOM RENTGENSKIH ZRAKA

Sakupljanje eksperimentalnih podataka - različite tehnike i mogućnosti. Korekcije mjerenih intenziteta - tzv. data reduction. Statistička analiza amplituda strukturnih faktora. Problem faza i njihovo rješavanje. Pattersonova funkcija i njezina upotreba. Direktno metode u kristalografiji. Kompletiranje strukturnog modela dobivene Pattersonovim ili direktnim metodama - metoda diferentne Fourierove sinteze, metode najmanjih kvadrata za uočnjavanje strukture. Račun molekularne geometrije i 3D prikaz grude molekula i njihovog

slaganja u kristalu-komputerska grafika.

- Giacobozzo, C., Monaco, H.L., Vterbo, D., Scordari, F., Gilli, G., Zannoti, G., Catti, M. (1992): Fundamentals of crystallography, International Union of Crystallographers, Oxford University Press.
- Glusker, J.P., Lewis, M., Rossi, M. (1994): Crystal structure analysis for chemists and biologist. Chemie Verlag.
- Vicković, I. (1994): Difrakcijske metode određivanja kristalnih struktura. Interna skripta.

216 GEOLOŠKA INTERPRETACIJA PETROFIZIČKIH PODATAKA IZ BUŠOTINA

Upoznavanje slušača s geološkom interpretacijom bušotinskih podataka koji se prikazuju elektrokarotaznim dijagramima. Opis pojedinih metoda i instrumenata, prikaz dijagrama, interpretacija dijagrama: akustičke metode, električke metode, analiza radioaktivnosti, izotopske metode, fizički parametri bušotine. Kompleksna mjerenja i metode, prikaz i interpretacija: dipmetar, FMS (Formation Micro Scanner), FMI (Formation Micro Imager), NMR (Nuclear Magnetic Resonance). Korelacija dijagrama i rješavanje prostornih zadataka.

- Cant, D.J. (1984): Subsurface Facies Analysis. In: Facies Models, 2. izd.. (ur. Walker R.G.): 297-310, Geoscience Canada, Toronto.
- Cant, D.J. (1992): Subsurface Facies Analysis. In: Facies Models: Response to sea-level change (ur. Walker R.G. & James N.P.). 27-45, Geol. Assoc. Canada.
- Reider, M. (1996): The Geological Interpretation of Well Logs. 2. izd., Whittles Publ., Caithness.
- Serra, O. (1987): Sedimentological applications of wireline logs to reservoir studies. In: North Sea Oil and Gas Reservoirs (ur. Kleppe J., Berg E.W., Buller A.T., Hjelmeland O. & Torsæter O.). 277-299, Graham & Trotman Ltd., London.

217 GEOKEMIJA MAGMATSKIH I METAMORFNIH STIJENA

Bazična termodinamika, kemijske ravnoteže i fazni dijagrami. Elementi u tragovima u petrološkim procesima. Varijacijski dijagrami. Problemi određivanja matične stijene u metamorfnim procesima. Hidrotermalna ("geotermalna metamorfoza"). Kemijski geotermometri i geobarometri - mjerenje, određivanje i ograničenja. Reakcije u mineralnim paragenezama, mineralna ravnoteža i dijagrami kemijskog potencijala. Geokemijsko modeliranje. Geokronologija na temelju analize radioizotopa.

- Krauskopf, K.B. (1979): Introduction to geochemistry. McGraw-Hill Book Company.
- Rollinson, H. (1993): Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman.
- Spear, F.S. (1993): Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Washington, D.C.
- Wilson, M. (1989): Igneous petrogenesis. Unwin Hyman.

218 MINERALNA LEŽIŠTA

Uvod; Rudotvorni fluidi i njihovo kretanje. Taloženje i odlaganje rudne materije, alteracije i jalovinski minerali, parageneze, paragenetski nizovi i zoniranje. Geotermometrija, geobarometrija i studij izotopa. Magmatska mineralna ležišta, u bazičnim magmatitima, u oceanskoj kori, u neutralnim i felsičnim intruzijama, povezana sa subaerskim vulkanizmom, submarinskim vulkanizmom i sedimentacijom. Sedimentna mineralna ležišta, povezana s kemijskom sedimentacijom, klasičnom sedimentacijom i procesima trošenja. Metamorfna ležišta i metamorfogena ležišta. Ležišta s nejasnom magmatskom vezom.

- Barnes, L. H. (1979): Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits.- Wiley & Sons, New York.
- Evans, A. M. (1994): Ore geology and Industrial Minerals.- Blackwell, London.
- Guilbert, J. M., Park, C. F. (1986): The Geology of Ore Deposits.- Freeman & Co., New York.
- Maynard, B. J. (1983): Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits.- Springer, New York.

219 GEOLOGIJA KVARTARA

Stratigrafija kvartara. Metode istraživanja kvartarnih sedimenata (terenske: istraživanje izdanaka, iskapanje), laboratorijske metode. Datiranje sedimenata (radiometrijsko, fotoluminiscencija, paleomagnetizam). Paleogeografija kvartara, okoliši (glacijalni, proglijacijalni, periglijacijalni, neglijacijalni: fluvijalni, jezerski, barski, eolski, špiljski) i facijesi. Modeli glacijacije, uzroci glacijacije, glacijalna područja (kopnena, marinska). Modeli deglacijacije, glaciozostatički rebound, eustatika. Flora i fauna u kvartaru (kopnena, marinska, špiljska).

- Nilsson, T. (1983): The Pleistocene. Geology and Life in the Quaternary Ice Age. Ferdinand Enke Verl. Stuttgart
- Menzies J. (2002): Modern & Past Glacial Environments. 2nd. ed. Butterworth Heinemann, Oxford

- Lowe J.J. & Walker M.J. (1997): *Reconstructing Quaternary Environments*. 2nd ed. Longman, Harlow
- Easterbrook, D.J. (1988): *Dating Quaternary Sediments*. Geol. Soc. Am. Spec. Publ. 227.
- Walker, R.G. & James, N.P. (1992): *Facies Models. Response to sea level change*. Geological Assoc. of Canada, St. John's
- Stepen, J. & Peter, G. (1991): *Quaternary Sediments*. John Wiley & Sons, London.
- odabrani članci iz literature

220 EVOLUCIJA PANONSKOG BAZENA

Evencija Panonskog bazena tijekom miocena s posebnim osvrtima na specifičnosti njegovoga hrvatskog dijela. Procesi kontinentalnog riftanja, sinsedimentacijska tektonika, eustatske promjene razine mora i karakter vulkanizma. Kriteriji razlikovanja sin-rift od post-rift faze na temelju taložnih osobina okoliša. Ekstenzijski procesi, pojave kompresije i inverzije bazena. Nove kronostratigrafske metode s praktičnom primjenom u Panonskom bazenu: nedostaci i različite interpretacije dobivenih rezultata. Uzroci uspostava i primjena veza središnjeg Paratetisa sa Sredozemnim morem i Indo-pacifičkim oceanom.

- Royden, L.H. & Horváth, F. (1988): *The Pannonian Basin. A study in Basin Evolution*. AAPG Mem., 45
- Izbor važnijih članaka iz svjetskih i domaćih publikacija.

221 SEIZMOTEKTONIKA

Seizmotektonske aktivne zone Zemlje. Tektonska aktivnost i pojave potresa. Seizmotektonske provincije, seizmogene strukture, epicentralna područja. Odnosi stresa, deformacije mora stijena u prostoru i javljanju seizmičke aktivnosti. Primjeri iz svijeta, zasebno Sredozemlja i Hrvatske. Podaci o dubinskoj i površinskoj geološkoj građi. Određivanje zone tektonske aktivnosti: gravimetrijski, seizmički i geodetski podaci, način razrade geoloških i geomorfoloških podataka te satelitskih snimaka. Neotektonska aktivnost. Potrebni izvori i žarišni prostor. Geološki parametri za njihovo određivanje. Maksimalna magnituda potresa. Određivanje najelitnije dionice rasjeda, širine zone, aktivne površine u prostoru i pomalo duž rasjedi na površini, primjeri.

- Karnik, V. (1971): *Seismicity of the European Area. Part 1,2.*, Czech. Ac.Sc., Praha.
- Moores, E.H i Twiss, R.J. (1995): *Tectonics*, W.H. Freeman and Co., San Francisco
- Richter, F.C. (1958): *Elementary Seismology*, W.H. Freeman and Co., San Francisco
- Sponhauer, W. (1960): *Methoden zur Herdtiefenbestimmung in der Makroseismik*. Fraiberger Forschungshefte C88, Akad. Verlag, Berlin.

222 ODABRANA POGLAVLJA IZ GEOKEMIJE SEDIMENATA

Kemijske ravnoteže. Osnove fizičke kemije otopina. Kemijsko trošenje na kopnu. Geokemija karbonatnih sustava. Ulaz materijala u oceanski rezervoar - transport rijekama. Modifikacija materijala u prelaznim područjima (estuariji i delte). Organska tvar u moru, produkcija i razgradnja. Vertikalna i horizontalna raspodjela biolimitirajućih elemenata. Elementi u tragovima u morskoj vodi i marinskim sedimentima. Statistička analiza i interpretacija geokemijskih podataka.

- Chester, R. (1990): *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman.
- Morse, W.J., Mackenzie, F.T.(1990): *Geochemistry of Sedimentary Carbonates*. *Developments in Sedimentology* 48, Elsevier.
- Prasada Rao, C. (1996): *Modern Carbonates*. University of Tasmania.

223 GEOKEMIJA OKOLIŠA

Principi uzorkovanja voda, tla, i potočnih sedimenata, vegetacije i zraka. Definicije i funkcije elemenata u tragovima. Biogeokemijski ciklus elemenata. Izvori "stranih" elemenata u okolišu. Prihvatni kapaciteti okoliša za elemente. Interakcije na granici faza otopina-čvrsto. Sekvencijalna analiza u funkciji zaštite okoliša. Dostupnost elemenata prehrambenom lancu i čovjeku. Elementi u tragovima u okolišu i zdravlje. Problemi zagađivanja karbonatnih terena. Osnove hidrogeokemije. Statistička analiza, interpretacija geokemijskih podataka i izrada namjenskih karata.

- Adriano, D.C. (1986): *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer Verlag.
- Fortescue, J.A.C. (1980): *Environmental geochemistry*. Springer Verlag.
- Salomons, W., Stigliani, W.M. (ur.): *Biogeochemistry of Pollutants in Soils and Sediments*. Springer Verlag.
- Watts, S. i Halliwell, L. (ur.)(1996): *Essential environmental science*. Routledge.

224 FOSILNE ZAJEDNICE MLAĐEG PALEOZOIKA U PALEOEKOLOGIJI I BIOSTRATIGRAFIJI

Mikrofosili mlađeg paleozoika: cijanobakterije, vapnenačke alge, foraminifere, radiolarije, ostrakodi. Makrofosili karbona i perma: spužve, koralji, školjkaši, puževi, glavonošci, trilobiti, mahovnjaci, ramenonošci, krinoidi, ježinci. Pregled fosilifernih gornjopaleozojskih sedimenta Hrvatske, osobito s područja Velebita i Like, zatim Gorski kotar, Medvednica, Banija, Samoborska gora, Papuk. Karakteristične fosilne zajednice. Značenje pojedinih fosilnih grupa za paleoekologiju i biostratigrafiju.

- Ramovš, A. et al. (1989): Stratigraphic Correlation Forms of the Yugoslav Paleozoic. Rend. Soc. Geol. It., Roma.
- Sremac, J. (1991): Zona Neoschwagerina craticulifera u srednjem Velebitu. Geologija, Ljubljana.
- Odabrani radovi iz domaće i strane literature.

225 STRUKTURNA KRISTALOGRAFIJA

Simetrija kristalnih struktura; moguće simetrijske operacije i njihovo predstavljanje pomoću matrica. Matrice transformacija vektora jedinične ćelije u direktnom i recipročnom prostoru, transformacije indeksa ploha, simbola pravca, položajnih koordinata. Produkti simetrijskih operacija bez translacijske komponente, kao i produkti simetrijskih operacija sa translacijskom komponentom. Primjena simbola prostornih grupa povezano s promjenom baznih vektora. Izvod Bravaisovih rešetki. Izvod prostornih grupa. Interpretacija podataka sadržanih u "International Tables of Crystallography", Vol A.

- Boisen, M.B., Gibbs, G.V. (1985): Mathematical Crystallography. Reviews in Mineralogy, Vol.15. Mineralogical Society of America.
- Borchardt-Ott, W. (1995): Crystallography. Springer.
- Hahn, T. (1983): International Tables for Crystallography. D. Reidel Publishing Co.
- O'Keeffe, M., Hyde, B. G. (1996): Crystal Structures. Mineralogical Society of America.

226 SIROVINE ZA RAZLIČITE KERAMIKE, SASTAV PRODUKATA

Gline, sastav i geneza; svojstva sistema glina-voda (koloide, izmjena iona, deflokulacija i flokulacija, adsorpcija, interkalacijski spojevi, viskoznost, plastičnost, termička dekompozicija). Sirovine za različite vrste cementa (portland, visoko aluminijski, pucolanski, oksikloridni). Sirovine za refraktorijske: Al₂O₃, oksidi zemnoalkalija, silimanit, andaluzit, disten, steatit, magnezit, dolomit, spinel, rutil, cirkon, kromit. Visokotemperaturne keramike: procesiranje i svojstva; primjena u strojarstvu, elektrotehnici (supravodnici, dielektrici, piezoelektrici, poluvodiči, zatim feritski magneti, IR i radarski prozori).

- Kostorz, G. (ur.)(1989): High-tech ceramics. Academic Press.
- Worrall, W.E. (1986): Clays and ceramics raw materials. Elsevier.

227 STUDIJ MONOKRISTALA KOMBINACIJOM ANALITIČKIH METODA

Izabrane metode su iz tri glavna područja: 1. Istraživanja optičkih svojstava minerala univerzalnim stolićem i jednoosnim stolićem (spindle stage). 2. Istraživanja morfologije kristala refleksnim goniometrom. 3. Određivanje jedinične ćelije i prostorne grupe iz difraktograma (Weissenbergova Buergerova kamera). Tijekom istraživanja kristal se seli sa jednog instrumenta na drugi na jednoj goniometarskoj glavi, što omogućuje nanašanje na jednu stereografsku projekciju svih kristalografskih, optičkih i morfoloških elemenata. Taj pristup pomaže kod rješavanja kompleksnih problema, kao što su istraživanja vrlo malih kristala, sraslaca, proraštenih kristala ili zonalno građenih kristala.

- Bloss, F.D. (1981): The spindle stage. Cambridge University Press.
- Buerger, M.J. (1964): The precession method in x-ray crystallography. John Wiley and Sons, Inc.
- Nesse, W.D. (1991): Introduction to optical mineralogy. 2. izd. Oxford University Press.

228 ELEKTRONSKA DIFRAKCIJA I MIKROKOPIJA

Osnove elektronske mikroskopije. Moderne metode ispitivanja materijala u analitičkom elektronskom mikroskopu. Interpretacija transmisijskih elektronskih mikrografija (TEM) i difrakcija polikristalnog, monokristalnog i amornog uzorka. Difrakcijski kontrast. Fazni kontrast. Slika visokog razlučivanja. Procesiranje slike visokog razlučivanja glede analize deformacije rešetke, dislokacija, pogreške u slijedu mrežnih ravnina, granica zrna, granica faza. Strukturno razlučivanje od 0.2 do 0.1 nm. Skaning elektronski mikroskop. Kvalitativna i kvantitativna analiza sastava materijala raspršenjem rentgenskih zraka u analitičkom elektronskom mikroskopu. (X-ray mapping). Vježbe. Određivanje indeksa difrakcijskih maksimuma. Rad s programima za procesiranje slike visokog razlučivanja u svrhu određivanja strukture materijala.

- Buseck, P.R. (ur.)(1992): Minerals and reactions at the atomic scale: Transmission electron microscopy. Reviews in Mineralogy, Vol. 27. Mineralogical Society of America.
- Goldstein, J.J., Newbury, D.E., Echlin, P., Joy, D.C., Fiori, C., Lihsin, E. (1984): Electron Microscopy and

- X-ray Microanalysis, Plenum Press, New York/London.
- Reimer, L. (1984): Transmission Electron Microscopy. Physics of image formation and Microanalysis, Springer-Verlag, Berlin.
- Ruhle, M. i Wilkens, M. (1986): Electron Microscopy, in Cahn, R.W. and Haasen, P. eds. Physical Metallurgy; fourth, revised edition, Elsevier Science BV.
- Spence, Y.C.H. (1981): Experimental High-Resolution Electron Microscopy, Clarendon Press, Oxford.
- Thomas, G.T. (1972): Electron Microscopy and Structure of Materials, Univ. of California Press, Berkeley.

229 GEOKRONOLOGIJA

U vrijeme pripreme Reda predavanja program je bio na recenziji

230 FIZIKALNA KEMIJA PROCESA ZAGAĐIVANJA

U vrijeme pripreme Reda predavanja program je bio na recenziji

231 BIOMINERALIZACIJE

U vrijeme pripreme Reda predavanja program je bio na recenziji

232 AMBIJENTALNA MKROPALEONTOLOGIJA

U vrijeme pripreme Reda predavanja program je bio na recenziji

233 FACIJESI I MAKROFOSILI GORNJOKREDNE KARBONATNE PLATFORME

U vrijeme pripreme Reda predavanja program je bio na recenziji

234 VOJNA GEOLOGIJA

U vrijeme pripreme Reda predavanja program je bio na recenziji

301 METODIKA ZNANSTVENOG RADA

Izbor i prikaz znanstvenog problema. Znanstvene metode i principi. Diseminacija znanstvenih informacija. Organizacija i razvrstavanje skupljene građe. Objavljivanje rezultata istraživanja. Znanstveni članak. Citiranje. Revijalni prikaz. Disertacija. Kongresno priopćenje (usmeno, plakatno).

- Day, R.A. (1988): How to Write and Publish a Scientific Paper, 3. izd. Oryx Press, Phoenix, New York.
- Silobričić, V. (1993): Kako sastaviti i objaviti znanstveno djelo, Juvena, Zagreb.
- Wilson, E.B. (1952): Introduction to Scientific Research, Mc Graw Hill. Book Comp. Inc., New York.

Korisne adrese

- * **Ured za poslijediplomski studij**, Dubravka Lazanja, ul. Kralja Zvonimira br. 8, Zagreb, tel.: 4606676, fax: 4555958
- * **Voditelj poslijediplomskog studija**, prof.dr.sc. Ladislav Palinkaš, Horvatovac b.b., Zagreb, tel: 4605971, 4605999, fax: 4605998
- * **Zamjenik voditelja poslijediplomskog studija**, prof. dr. sc. Mladen Juračić, ul. Kralja Zvonimira br. 8/II, Zagreb, tel.: 4606648, 4606649 fax: 4554960
- * **Pročelnik Geološkog odsjeka**, prof. dr. sc. Vladimir Bermanec, Horvatovac b.b., Zagreb, tel.: 4605972, 4605999, fax: 4605998
- * **Predstojnik Geološko-paleontološkog zavoda**, prof. dr. sc. Zlatan Bajraktarević, ul. Kralja Zvonimira br. 8/II, Zagreb, tel.: 4606632, 460 649 fax: 4554960
- * **Predstojnik Mineraloško-petrografskog zavoda**, prof. dr. sc. Darko Tibljaš, Horvatovac b.b., Zagreb, tel.: 4605970, 4605999, fax: 4605998

Naputak za prijavu teme magistarskog rada (Prijedlog teme magistarskog rada; *vidi A*)

NASLOV

1. Sažetak prijedloga

(nekoliko redaka)

2. Geološki smještaj

Geološki opis predjela u kojem su pojave, koje će se istraživati. U obzir dolazi geotektonski položaj, tektonska građa, petrografska provincija, starost, stratigrafija, mjesto u razvitku prostora i slično, s upućivanjem na značajke, koje su u užoj vezi s prijedlogom.

(15-30 redaka; *vidi B*)

3. Istražni predio

Geografski smještaj predjela ili lokaliteta s objektima, koji će se istraživati.

4. Dosadašnje spoznaje

Što se o znanstvenom problemu/temi znade? Navesti temeljne spoznaje. Što se ne zna, što je nejasno ili problematično, pa je važno istražiti? Sadržaj nije povijesni pregled, nego pregled spoznaja o problematici istraživanja.

(oko 30 redaka; *vidi B*)

5. Metode

Koje se istraživačke metode i analitičke tehnike namjeravaju upotrijebiti? Opisati i obrazložiti koja će se metoda/tehnika primijeniti na koju pojavu, koje će se značajke utvrđivati/opažati i s kojom namjerom.

(15-40 redaka; *vidi B*)

6. Cilj istraživanja i očekivani rezultati

Koji će se posebni znanstveni problemi riješiti? Što će se razjasniti, protumačiti, saznati? Čime će se znanstvene spoznaje povećati i na koji način će rezultati biti korisni za druga daljnja istraživanja?

(15-20 redaka; *vidi B*)

7. Popis navedenih radova

8. Ostali podaci

Ako su predložena istraživanja dio nekog znanstvenog projekta, navedite u kojem svojstvu ste uključeni (znanstveni novak i sl.). Navedite naziv i broj projekta, ime glavnog istraživača s adresom, brojevima telefona i telefaksa, te ime institucije u kojoj se taj projekt izrađuje. U kojoj instituciji/institucijama će se obavljati predložena istraživanja i zbog čega (oprema, znanstvenici i sl.)?

Navedite znanstvenike (u zvanju docenta/znanstvenog suradnika ili višem), s kojima ste razmotrili ili/i sastavili prijedlog. S kojim mogućim mentorom ili mentorima ste razmotrili ili/i sastavili prijedlog.

Prijedlogu se dodaje popis objavljenih radova predlagatelja (ako ih ima), koji može uključivati i radove s potvrdom uredništva o prihvatu za tisak.

A) Sadržaj prijedloga mora uvjeriti, da će magistarski rad sadržavati izvoran znanstveni doprinos, koji će okvirno odgovarati najmanje jednom znanstvenom radu u časopisu s međunarodnom recenzijom.

B) Sadržaj poglavlja 2, 4, 5 i 6 dokumentiraju se citiranjem objavljenih radova, koje je predlagač morao proučiti, kako bi mogao prići predloženim istraživanjima. Najveći dio referencija u poglavlju 2 (Geološki smještaj) odnosi se na radove, koji donose razna saznanja o istražnom predjelu i široj regiji ili zoni. U poglavljima 4 i 6, najveći dio referencija odnosi se na znanstvene radove u uglednim publikacijama, koji donose temeljne znanstvene spoznaje, dok se manji dio citiranih radova može odnositi na najvažnije priručnike i pregledne članke, te na znanstvene radove koji donose temeljna saznanja o problemu/temi vezano za istražni predio i širu regiju.

C) Broj redaka odnosi se na slova Arial CE. 11.

D) Prijedlog potpišite. Prijedlog potpisuje (?Suglasan s prijedlogom?) i glavni istraživač u projektu (ako je predviđeno sudjelovanje u projektu).

Naputak za prijavu teme doktorske disertacije (Prijedlog teme doktorske disertacije; *vidi A*)

NASLOV

1. Sažetak prijedloga

(5-10 redaka)

2. Geološki smještaj

Geološki opis predjela u kojem su pojave, koje će se istraživati. U obzir dolazi geotektonski položaj, tektonska građa, petrografska provincija, starost, stratigrafija, mjesto u razvitku prostora i slično, s upućivanjem na značajke, koje su u užoj vezi s prijedlogom.

(30-50 redaka; *vidi B*)

3. Istražni predio

Geografski smještaj predjela ili lokaliteta s objektima, koji će se istraživati.

4. Dosadašnje spoznaje

Što se o znanstvenom problemu/temi znade? Navesti temeljne spoznaje. Što se ne zna, što je nejasno ili problematično, pa je važno istražiti? Sadržaj nije povijesni pregled, nego pregled spoznaja o problematiki istraživanja.

(oko 40 redaka; *vidi B*)

5. Metode

Koje se istraživačke metode i analitičke tehnike namjeravaju upotrijebiti? Opisati i obrazložiti koja će se metoda/tehnika primijeniti na koju pojavu, koje će se značajke utvrđivati/opažati i s kojom namjerom.

(25-50 redaka; *vidi B*)

6. Cilj istraživanja i očekivani rezultati

Koji će se posebni znanstveni problemi riješiti? Što će se razjasniti, protumačiti, saznati? Čime će se znanstvene spoznaje povećati i na koji način će rezultati biti korisni za druga daljnja istraživanja?

(20-30 redaka; *vidi B*)

7. Popis navedenih radova

8. Ostali podaci

Ako su predložena istraživanja dio nekog znanstvenog projekta, navedite u kojem svojstvu ste uključeni (znanstveni novak i sl.). Navedite naziv i broj projekta, ime glavnog istraživača s adresom, brojevima telefona i telefaksa, te ime institucije u kojoj se taj projekt izrađuje. U kojoj instituciji/institucijama će se obavljati predložena istraživanja i zbog čega (oprema, znanstvenici i sl.)?

Navedite znanstvenike (u zvanju docenta/znanstvenog suradnika ili višem), s kojima ste razmotrili ili sastavili prijedlog. S kojim mogućim mentorom ili mentorima ste razmotrili ili sastavili prijedlog.

Prijedlogu se dodaje popis objavljenih radova predlagatelja, koji može uključivati i radove s potvrdom uredništva o prihvatu za tisak.

A) Sadržaj prijedloga mora uvjeriti, da će doktorska disertacija sadržavati izvoran znanstveni doprinos, koji će okvirno odgovarati najmanje trima znanstvenim radovima u časopisima s međunarodnom recenzijom, od čega najmanje jednom radu u znanstvenom časopisu iz popisa *Current Contents*.

B) Sadržaj poglavlja 2, 4, 5 i 6 dokumentiraju se citiranjem objavljenih radova, koje je predlagač morao proučiti, kako bi mogao prići predloženim istraživanjima. Najveći dio referencija u poglavlju 2 (Geološki smještaj) odnosi se na radove, koji donose razna saznanja o istražnom predjelu i široj regiji ili zoni. U poglavljima 4 i 6, najveći dio referencija odnosi se na znanstvene radove u uglednim publikacijama, koji donose temeljne znanstvene spoznaje, dok se manji dio citiranih radova može odnositi na najvažnije priručnike i pregledne članke, te na znanstvene radove koji donose temeljna saznanja o problemu/temi vezano za istražni predio i širu regiju.

C) Broj redaka odnosi se na slova *Arial* (ili *Arial CE*), 11.

D) Prijedlog potpišite. Prijedlog potpisuje (?Suglasan s prijedlogom?) i glavni istraživač u projektu (ako je predviđeno sudjelovanje u projektu).

POSLIJEDIPLOMSKI ZNANSTVENI STUDIJ IZ POLJA GEOZNANOSTI GRANA GEOGRAFIJA

Akad. god. 2004./2005.

<http://www.geog.pmf.hr>

Voditelj studija: Dr. sc. Zoran Stiperski, izv. prof.

Na Geografskom odsjeku je organiziran poslijediplomski studij koji vodi do akademskog stupnja magistra i/ili doktora geografskih znanosti.

AKADEMSKA ZVANJA

Magistar prirodnih znanosti, znanstveno polje geoznanosti, grana geografija

Magister scientiarum naturalium ad geoscientias - geographiam pertinentium

Doktor prirodnih znanosti, znanstveno polje geoznanosti, grana geografija

Doctor scientiarum naturalium ad geoscientias - geographiam pertinentium

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.	Bod.
			Pred+vj/s.	

I. GODINA

	A. Filipčić	Klima i prostorno planiranje	15+0	
	J. Riđanović, D. Orešić	Vrednovanje voda u uređenju prostora	15+0	
	A. Bognar	Aplikativna geomorfologija i geomorfološko kartiranje	15+0	
	A. Toskić	Tematsko predočavanje u prostornom planu i uređenju	15+0	
	I. Nejašmić	Demografska osnova prostornog planiranja	15+0	
	Z. Stiperski, L. Lober	Industrija i prostorno planiranje	15+0	
	Z. Curić	Turistička valorizacija prostora i rekreacije	15+0	
	S. Jelaska	Metodika znanstveno-istraživačkog rada	15+0	

II. GODINA

	D. Pejnović, D. Plut	Ruralni prostori i prostorno uređenje	15+0	
	M. Sić	Promet i organizacija prostora	15+0	
	D. Njegač, A. Černe	Principi i metode regionalizacije	15+0	
	D. Magaš	Uvod u prostorno planiranje	10+0	
	R. Henkel	Grad i njegovo značenje u prostornom planiranju	15+0	
		Seminar		
		Magistarski rad		

OPISI KOLEGIJA S OSNOVNOM LITERATUROM

U vrijeme pripreme Reda predavanja opisi nisu bili dostupni. Za detaljnije informacije obratite se Geografskom odsjeku.

