Specifičnosti interpretacije zajednice kokolitoforida: eocenski lapori iz uvale Podstine (otok Hvar)

Kuhar, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:545552

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Luka Kuhar

SPECIFIČNOSTI INTERPRETACIJE ZAJEDNICE KOKOLIFLORIDA: EOCEANSKI LAPORI IZ UVALE PODSTINA (OTOK HVAR)

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentorica:
Prof.dr.sc. Vlasta Ćosović

Zagreb, 2021.godine

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

SPECIFIČNOSTI INTERPRETACIJE ZAJEDNICE KOKOLIFLORIDA: EOCEANSKI LAPORI IZ UVALE PODSTINA (OTOK HVAR)

Luka Kuhar

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Geološki odsjek PMF i na Hrvatskom geološkom institutu

Sažetak: Kalcitni nanofosili su anorganski ostaci jednostaničnih algi čije su stanice (kokosfere) pokrivene kalcitnim pločicama (kokoliti) različite veličine i oblika, koje nose na površini. Zbog njihove veličine (od 2 do 25 μm), brojnosti, izraženog provincijalizam, morfološka raznolikost i brze evolucije, kokolitoforidi su jako važni za biostratigrafske i paleoekološke (paleoklimatske,paleooceanografske) rekonstrukcije. Njihova laboratorijska obrada je jedostavna i jefina. Cilj ovoga rada je pobliže objasniti postupak pripreme uzoraka kokolitoforidi za analizu pomoću spray-slide metode i promatranje putem polarizacijskog mikroskopa.

Ključne riječi: kokolitoforidi, naliza, naphrax, centrifuga, polarizacijski mikroskop, dijelovi mikroskopa

Rad sadrži: 24 stranice, 20 slika

Jezik izvornika: Hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentor: Prof. dr. sc. Vlasta Ćosović

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Vlasta Ćosović
Izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj
Prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Datum završnog ispita: 24.09.2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

SPECIFICS IN INTERPRETATION OF COCCOLITHOFORID ASSEMBLAGES: THE EOCENE MARLS IN PODSTINA BAY (HVAR Is.)

Luka Kuhar

Thesis completed in: Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science and in Croatian Geological Institute

Abstract: Calcite nannofossils are inorganic remains of unicellular algae whose cells (coccospheres) are covered with calcite plates oof various sizes and shapes (coccoliths), which they carry on their surface. Due to their size (from 2 to 25 µm), their abundance, their pronounced provinciality, their morphological diversity and their rapid evolution, coccolithophores are very important for biostratigraphic and paleoecological (paleoclimatic, paleoceanographic) reconstructions. The laboratory treatment of samples with them is simple and cheap. The aim of this thesis is to explain in detail the process of preparing coccolithophorid specimens for analysis using the spray-slide method and observation through a polarizing microscope.

Keywords: coccolithophorids, analysis, naphrax, centrifuge, polarizing microscope, microscope parts

Seminar contains: 24 pages, 20 figures

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geological Library, Department of Geology, Faculty of Science

Supervisor: Vlasta Ćosović, full professor with tenure

Reviewers: Vlasta Ćosović, full professor with tenure
Đurđica Pezelj, Associate professor
Nenad Tomašić, full professor with tenure

Date of the final exam: September 24, **2021**

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. OPĆENITO O KOLITOFORIDIMA ILI VAPNENAČKOM NANOPLAKTU 2

2.1. Morfologija kokolitoforida 3

2.2 Rasprostranjenost kokolitoflorida 3

3. UZORKOVANJE I PRIPREMA MATERIJALA 5

3.1. Postupak priprema uzoraka s nafraxom (spray-slide) 5

3.2. Centrifugiranje 7

4. POLARIZACIJSKI MIKROSKOP 12

4.1. Dijelovi mikroskopa 12

4.2. Promatranje u ukriženim nikolima 13

5. OPTIČKI JEDNOOSNI MINERALI 15

5.1. Prepoznavanje optičkog karaktera minerala 17

5. OBRADA UZORAKA 21

6. ZAKLJUČAK 22

7. LITERATURA 23

8. POPIS SLIKA 25

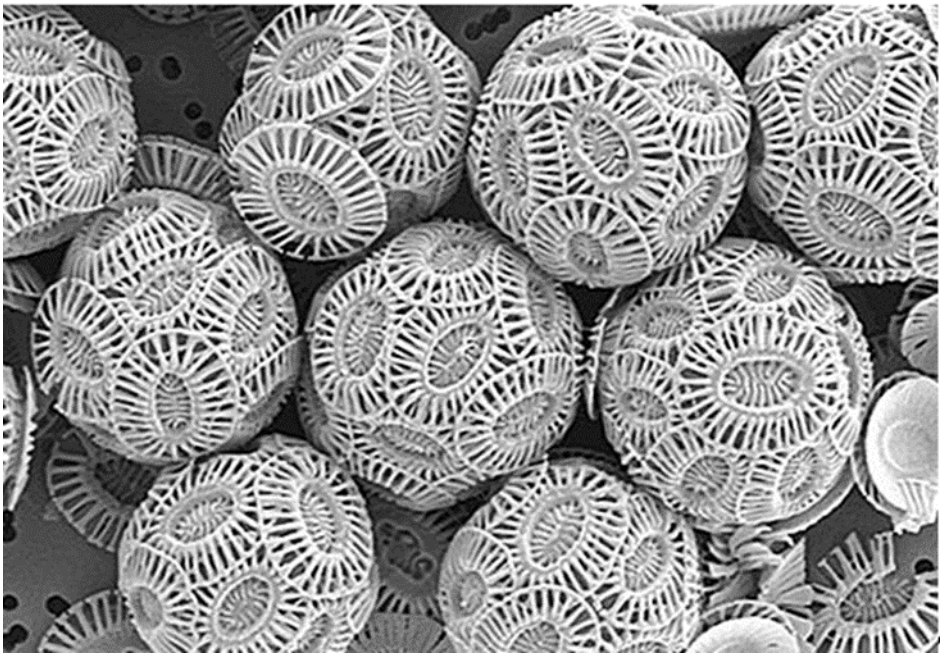
1. UVOD

Gotovo 50% oceanskog dna prekriveno je sedimentom kojeg zovemo „kalcitne ooze“ i koji se sastoji od ostataka kalcitnih (vapnenačkih) nanofosila, kokolitoforida. Zbog njihove veličine (od 2 do 25 µm), brojnosti, izraženog provincijalizam, morfološka raznolikost i brze evolucije, kokolitoforidi su jako važni za biostratigrafske i paleoekološke (paleoklimatske, paleooceanografske) rekonstrukcije. Zanimljivo da je prepoznavanje njihovog potencija dovelo do organiziranja jednog od najvažnijih programa za istraživanje oceana, program *Deep Sea Drilling Project* sedamdesetih godina prošlog stoljeća (Jordan, 1992). Tijekom godina mijenjali su se ciljevi istraživanja ovih organizama. Isprva je to bila njihova njihove primjena za određivanje starosti naslaga (kreda - danas), osobito za odredbe uzoraka iz dubokih naftno-istraživačkih bušotina. Zbog svoje globalne rasprostranjenosti u morskim sedimentima provodna vrijednost fosilnog nanoplanktona omogućava korelacije. Danas se koriste kao sredstva za opisivanje globalnih paleoocenografskih odnosa u kvartaru.

U ovom Završnom radu prikazana je laboratorijske tehnika obrade uzoraka eocenskih laporovitih vapnenaca iu uvale Podstine (otok Hvar) koji sadrži fosilni nanoplankton te specifičnosti prilikom mikroskopiranja. Praktični dio rada napravljen je Hrvatskom geološkom instituta pod vodstvom dr. sc. Ines Galović, više znanstvene suradnice, a sve u sklopu znanstveno-istraživačkog projekta kojeg financira HRZZ IP-2019-04-5775 BREEMECO.

2. OPĆENITO O KOLITOFORIDIMA ILI VAPNENAČKOM NANOPLAKTU

Kalcitni nanofosili su anorganski ostaci jednostaničnih algi čije su stanice pokrivene kalcitnim pločicama (kokoliti) različite veličine i oblika, koje nose na površini i koje tvore kokosferu (Slika 1). Većinom žive u morima (fotičkoj zoni), dok u brakičnim i limničkim okolišima su rijetki. Prema klasifikaciji kokolitoforidi pripadaju carstvu Protoctista, odjelu Chrysophyta, razred Prymnesiophyceae, red Coccosphaerales (Silva i sur. (2007). Živuće stanice imaju staničnu opnu ispunjenu citoplazmom s jezgrom, i dva žutosmeđa kromatofora, vakuole ispunjene uljem i leukozinom. Stanica nosi dva jednaka biča. Stijenka se stanice sastoji od dva celulozna ovoja i ono je osnova za stvaranje kalcitnih (vapnenačkih) kokosfera, odnosno kokolita. Kokoliti se stvaraju unutar ili izvan stanice u vezikulama, te se prenose na površinu jedinke i postaju dio čvrstog vanjskog zaštitnog oklopa. Brzina stvaranja kokolita ovisi o intenzitetu fotosinteze. U kokosferi broj kokolita oscilira od nekoliko do nekoliko stotina, a rasprostranjeni su u jednom ili više slojeva.



Slika 1. Kokolitoforidi Emiliania huxleyi – najbrojniji i produktivniji od svih morskih organizama s kalcitnim kosturima (preuzeto sa https://sciencenetnews..com)

2.1. Morfologija kokolitoforida

Karakteristika kokolitoforida je vanjski sloj koji se sastoji od pločica građenih od minerala kalcita koji se nazivaju kokosfera. Kokoliti su različitih oblika, neki su poput diska, neki nose brojne ukrase i trubaste produžetke kao i bodlje. Kod pojedinih jedinki svi su kolokoliti isti. Kokolitoforidi mogu se podijelti u dva tipa ovisno o tome da li je jedinka haploid ili diploida. U haploidnoj fazi proizvode holokokolite, a u diploidnoj heterokokolite (Young i sur. 1999). Holokokoliti nastaju izvan stanice iz razloga što se vezikuli nalaze između opne i organskog sloja koji se naziva „koža“. Građeni su od sitnih romboedarskih do heksagonalnih mikrokristala kalcita jednakih veličina i oblika. Iako su jednostavne građe, holokokoliti pokazuju veliku raznolikost oblika. Lako se otapaju kako u morskoj vodi tako i na površini sediment/morska voda, pa su fosilni jako rijetki. Složenosti pridonosi i činjenica da su dva tipa originalnih kristala (vertikalno i radijalno orijentirani) u prstenu.

2.2 Rasprostranjenost kokolitoforida

Postoji nekoliko faktora koji utječu na život i distribuciju kokolitoforida, a to su temperatura, dostupnost svjetla, salinitet i količina hranjivih soli (nutrijenti) Temperatura ima veliki utjecaj na zastupljenost kokolitoforida (Baumann i sur. 2005), Većina ih živi u površinskom dijelu otvorenog mora. Najveću rasprostranjenost imaju u tropskim i suptropskim morima do dubine od 50 m, a u umjerenim područjima do dubine 10 – 20 m. Recentni nanoplankton nađen je i na dubinama od preko 2000 m, ali taj se prehranjuje heterotrofno, a zastupljen je s malim brojem vrsta. Recentni nanoplankton uglavnom ne podnosi veća kolebanja salniteta. Poznato je da područje koje je niskog saliniteta ima manju raznolikost kokolitoforida. Hranjive soli su važne za rast, a najvažniji su dušik i fosfor, dušik za kalcifikaciju, a fosfor za kontrolu kalcifikacije. Kokolitoforidi u morima viših geografskih širina često uzrokuju intenzivno cvjetanje. Pri tome stanice i kokoliti uzrokuju specifično rasipanje svjetlosti, fenomen poznat kao „bijela voda”, što može utjecati na klimu (Slika 2). Pri stvaranju kokolita svakom nastalom molekulom kalcijevog karbonata odstranjuje se otopljenji ugljik iz morske vode, ujedno nastaje i molekula ugljikovog dioksida. U procesu fotosinteze kokolitoforidi troše ugljikov dioksid otopljen u vodi. Kokolitoforidi mogu biti izvor ugljikovog dioksida koji odlazi u atmosferu ili mogu apsorbirati ugljikov dioksid iz atmosfere što ovisi o ravnoteži između kalcifikacije i fotosinteze.

Kalcifikacija stvara, a fotosinteze troši ugljikov dioksid. Životni vijek jedinke završava tako što ih pojede zooplankton, ali neprobavljivi kokoliti ostaju netaknuti u fekalnim kuglicama.

Zahvaljući organskom omotaču u fekalnim kuglicama, kokoliti se mogu sačuvati na velikim dubinama, onim ispod kompenzacijske dubine kalcita (CCD). Isto tako veća koncentracija kokolita u tim kuglama omogućuje brže tonjenje, kraće vrijeme zadržavanja u vodenom stupcu i manju mogućnost da kokolit bude horizontalnim strujanjima odnesen.

Slika 2. Područja cvjetanja s kokolitofirora jasno su vidljiva iz svemira – izgledaju poput mliječnih bijelih mrlja u oceanu. Na slici: „cvjetanje“ Emiliania huxleyi na jugozapadnoj obali Engleske, 30. srpnja 1999. godine (preuzeto sa:https:/ www.sanger.ac.uk

3. UZORKOVANJE I PRIPREMA MATERIJALA

Vapnenački nanoplankton živi u strogo definiranim morskim uvjetima i zato sedimenti perspektivni za nano-paleontološke analize moraju biti morski i moraju sadržavati kalcitnu komponentu (reagirati s HCl).

U sedimentu dna, gdje ostaci dospijevaju nakon uginuća, kokoliti su okruženi različitim česticama. Da bi se sačuvali, najpovoljnije je da ih u sedimentu okružuju minerali glina. Glinovit „štit“ omogućuje da se nekad izvrsno sačuvaju i u pretaloženim naslagama. Mineral kalcit kao vezivno sredstvo nije najbolje za očuvanje, oni kokoliti koji se brojni u sedimentnim stijenama s kalcitni vezivom-matriksom većinom su uništeni ili jako promjenjeni.

Kod uzimanja uzoraka na terenu treba paziti da je stijena iz koje se uzima uzorak svježeg loma, jer su kokoliti vrlo osjetljivi na humusne kiseline i u kontaktu s kiselinom brzo korodiraju.

Odgovarajuća oprema potrebna je za pravilno uzorkovanje naslage koje se žele istraživati. Za uzorkovanje sedimenta koriste se specijalne iglice koje imaju ravne plohe (poput malih spatula). Ako je sediment nešto koherentniji treba ga mehanički usitniti. Priprema uzoraka jedan je od najvažnijih dijelova obrade. Metode analize uključuje niz koraka koji se moraju poduzeti. Postupak ovisi o odabranoj tehnici, vrsti uzoraka i zahtjevima analize. Uzorci moraju biti reprezentativni i homogeni te moraju biti prikladni za odabranu analizu. Mnogo je postupaka za pripremu uzoraka prije odgovarajuće analitičke metode.

3.1. Postupak priprema uzoraka s nafraxom (spray-slide)

Izrada nano-preparata zahtjeva čistoću radnih površina i instrumenata budući da je kontaminacija prašinom moguća. Postoji dvije osnovne metode izrade nano-preparata: a) metoda izrade brisa (*smear*) koju su prvi puta opisali Haq i Lohman, (1976.), i b) metoda pripreme s nafraxom (*spray-slide*) koju su Bollmann i sur., (1999.) nadogradili.

Mala količina uzoraka, između 0,1 – 0,3 grama, poput „prašine“ se „ljušti“ oštrim alatom s uzorka. Prah se stavlja u posebnu posudicu (retortu) i prekriva se destiliranom vodom (10 – 30 ml) i dobro se izmiješa. Nakon toga na pripremljene predmetnice kapne se nafrax na koju je prislonjena pokrovnica sa osušenim uzorkom. Budući da su kokoliti često presvučeni tankom glinovitom opnom i da u svakoj stijeni koja se istražuje ne nalazimo njihov veliki broj, poželjno ih je očistiti i koncentrirati. Koncentracije nanoplanktona može se postići na koliko načina:

sedimentacijom, centrifugiranjem, filtriranjem i fluorizacijom. U nastavku je opisan postupak koncentracije nanoplanktona postupkom centrifugiranja.

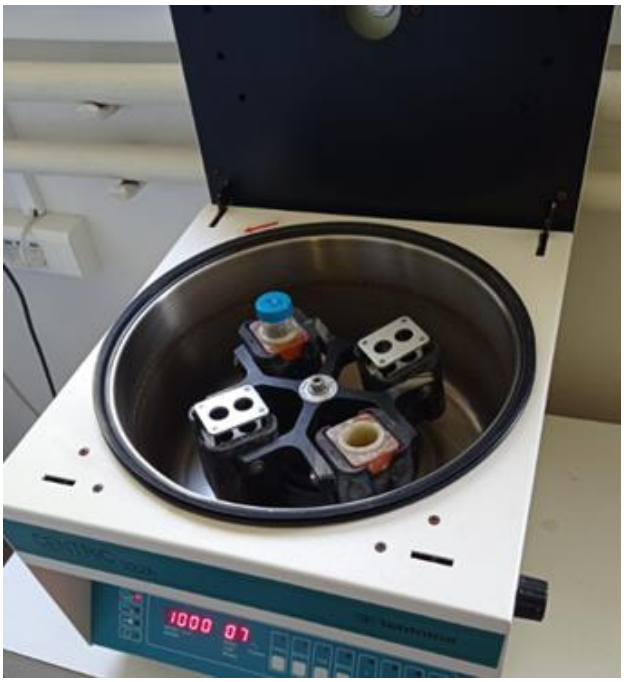
3.2. Centrifugiranje

U epruvetu od 5ml stavlja se 0,1 g uzorka i nadodaje se 6%-ni izbjeljivača (ukoliko je potrebno može i malo veća koncentracija), te se sve stavlja u miješalicu (Slika 3) na tri do pet sekundi, a nakon toga stavlja se u kupelj (Slika 4). Postupak se ponavlja dva puta.

Slika 3. Priprema uzorka za analizu na miješalici (Izvor: vlastite fotografije)

Slika 4. Uzorak u kupelji (Izvor: vlastita fotografija)

Nakon što je uzorak ostavljen u kupelji nekih petnaest minuta, epruvetau centrifugiramo sedam minuta pri brzini od 1000 okretaja u minuti (Slika 5), dok tekućina ne postane sasvim bistra. Završetkom procesa centrifugiranja uzorak je potrebno dekantirati. Postupak se ponjavlja dva puta.



Slika 5. Postupak centrifugiranja na1000 okretaja u minuti (Izvor: vlastita fotografija)

Ovaj postupak provodi se i sa sodom bikarbonom (Slika 6), no za razliku od predhodnog koraka u epruvetu se dodaje 5ml sode. Postupak centrifuge ponavlja se dva puta. Prvi put je identičan kao i postupak s izbjeljivačem. Drugi korak se razlikuje u brzini centrifugiranja i trajanju postupka. Centrifugiranje traje deset minuta, a brzina okretaja je 2500 (Slika 6) okreta u minuti. Nakon dekantiranja talogu se dodaje 5ml destilirane vode, te se i stavlja u mješalicu na pet do deset sekundi. Nakon toga ponavlja se centrifugiranje na četiri minute, a broj okretaja je 2000 u minuti. Postupak se ponavlja tri puta. Uzorak se ponovno dekantira i dodaje se 5 ml destilirane vode.Uzorak ostavljamo četiri sata ili preko noći u miješalicu na brzini trešnje 100 (Slika 7). Slijedeći dan uzorak se ponovno centrifugira deset minuta na 2000 okretaja u minuti.

Slika 6. Postupak centrifugiranja sa sodom bikarbonom na 2500 okretaja u minuti (Izvor: vlastite fotografije)

Slika 7. Retorta s uzorkom postavljena na miješalici na brzini trešnje 100 i centrifugiranje na 2000 okretaja u minuti (Izvor: vlastite fotografije)

Slika 8. Izgled uzorka nakon trešnje (suspenzija) (Izvor: vlastite fotografije)

Na predmetno staklace (stakalca posložе na bijeli papir kao podlogu), kapne se destilirana voda tako da prekriva cijelu površinu stakalca. Potom se ukapne pripremljeni uzorak koji se uzima s vrha i iz sredine epruvete sa specijalnom „injekcijom“. Tako pripremljen uzorak ostavlja se na sušenju 24 h. Nakon toga na pripremljene predmetnice kapne se Naphrax (index loma 1,65) na koju je prislonjena pokrovnica s osušenim uzorkom (Slika 9). Tako pripremljen uzorak zagrijava se na grijaćoj ploči. Nakon par minuta kada se uzorak biva pokriven fikasatorom sklanja se s grijaće ploče, te s iglom istisne sav zrak.

Slika 9. Zagrijavanje stakalca sa Naphraxom (Izvor: vlastite fotografije)

4. POLARIZACIJSKI MIKROSKOP

Polarizacijski mikroskop (Slika 10) je instrument za optičko istraživanje minerala i stijena u linearno polariziranoj svjetolsti. Sadrži polarizator i analizator. Polarizatorom se obična svjetolst prevodi u linerno polariziranu, a analizatorom se ostvaruju uvijeti za interferenciju. Polarizacijski mikroskop za prolaznu svijetolst naziva se još i petrografskim mikroskopom i koristi se za istraživanje minerala.

4.1. Dijelovi mikroskopa

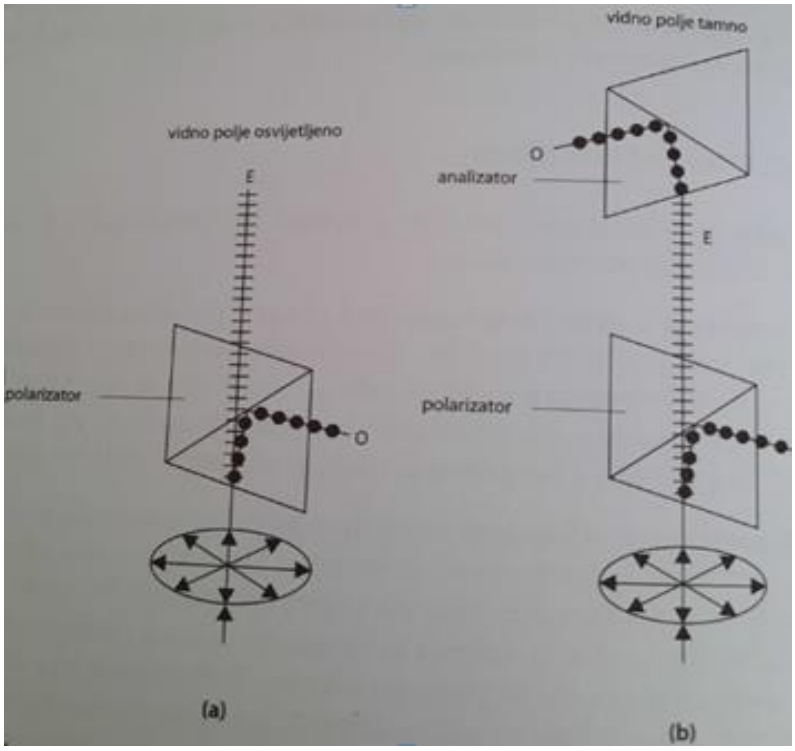
Svi mikroskopi sadrže osnovne mehaničke i optičke dijelove. Mehanički dijelovi su: postolje ili stativ, tubus ili zaokretni stolić, a uz njih uređaji za pričvršćivanje mikroskopskog preparata, vijci za izoštravanje slike i iris zasloni. Optički dijelovi su polarizator, analizator (dva jednaka nikola) i sustav leća za povećanje (objektiv i okular). Polarizator je uređaj kojim se linearno polarizira svjetlost. Umetnut je u prsten i jedan je nikol koji se može zakretati tako da se titrajni pravac linearno polarizirane svjetlosti nastale u polarizatoru može po potrebi orijentirati. Polarizator se nalazi ispod mikroskopskog stolića. Analizator je drugi nikol. U njemu se međusobno okomiti titrajni pravci dviju zraka izašlih iz dvolomnog minerala svode na jedan čime je omogućena njihova interferencija. Nalazi se u tubusu između objektiva i okulara.

Objektiv je leća za povećanje. Nalazi se na dnu tubusa, neposredno iznad preparata. Objektiv je ključna komponenta o kojoj ovisi kvaliteta slike. Okular je leća za povećanje slike. Kondenzor je fiksna leća koja se nalazi ispod zaokretnog stolića i koncentrira svijetlost na odabrano područje mineralnog presjeka. Stalno je u funkciji i svijetlost koja kroz njega prolazi zove se paralelna svjetlost. Pomoćni kondenzer je leća koja se nalazi iznada fiksnog kondenzera ispod promatrana presjeka minerala. Može se postaviti na put svijetlosti ili ukloniti s njega. Betrandova leća nalazi se između okulatora i analizatora, a služi za povećanje slike u konvergiranoj svjetlosti. Filteri su obojene pločice koje se umeću iznad izvora svjetlosti. Uređaj za rasvjetu sadrži izvor svjetlosti koji može biti ugrađeni ili vanjski. Kompenzatori su izbrusci minerala. Uobičajeni kompenzator koji se koristi za nanofosile je gipsna ploćica. Gipsna ploćica proizvodi poznatu razliku u hodu (550 nm što odgovara crnvenoj interferencijskoj boji I reda). Nanofosile promatramo s povećanjem x1000, samu leću objektiva uranjamo u imerzijsku tekućinu (smjesa vode, cedrovog ulja ili monobromnaftalena) kako bi prostor između čelne leće i pokrovnog stakalca bio ispunjen i time povećavamo moć razlučivanja objektiva

Slika 10. Prikaz optičkih komponenti polarizacijskog mikroskopa smještenih ispod okretnog mikroskopskog stolića
(Izvor : http://geol.pmf.hr/~ntomasic/predavanja/Predavanja_Mineralna_Optika.pdf

4.2. Promatranje u ukriženim nikolima

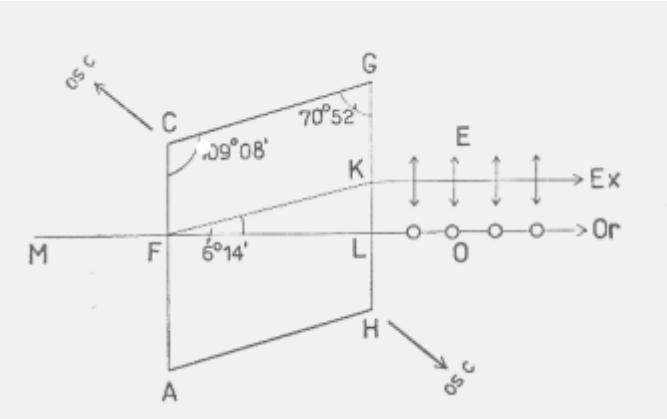
Svjetlost izlazli iz polarizatora s titrajnim pravcem E zrake i dolazi do analizatora koji je u potpunosti isti kao i polarizator pa su i u njemu moguća dva ista titrajna pravca O i E zrake.U-koliko su nikoli ukriženi titrajni pravac E zrake polarizatora odgovara titrajnom pravcu O zrake analizatora i obratno. Titrajna svijetlost s pravcem zrake E ulazi u tirajni pravac O zrake analizatora. Ovisno o konstrukciji nikola ne dvolomi se već se reflektira ili apsorbira i tamo je vidno polje (Slika 11).



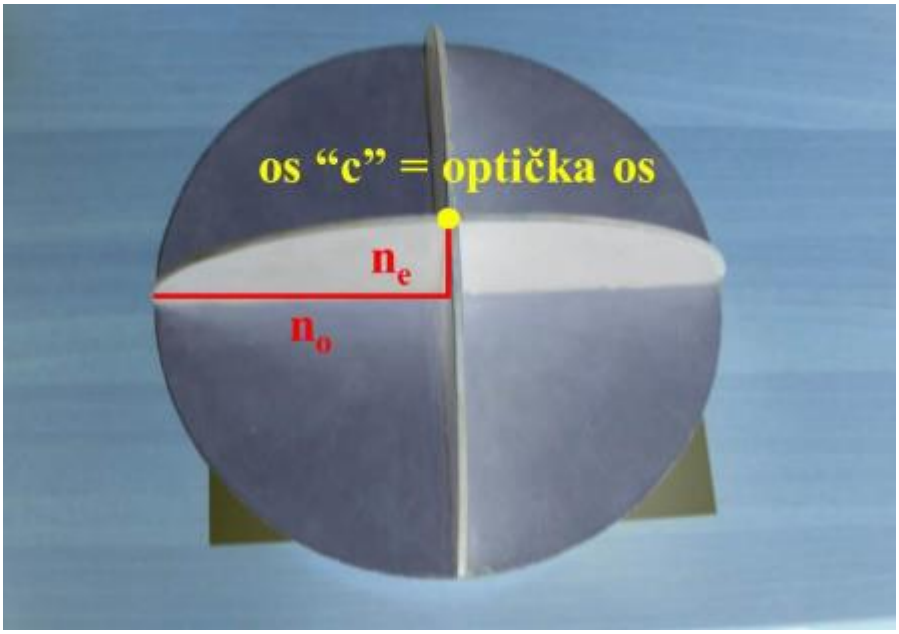
Slika 11. Prolaz svjetlosti kroz mikroskop a) uključen samo polarizaror b) ukriženi nikoli (Vrkljan i sur. 2018.)

5. OPTIČKI JEDNOOSNI MINERALI

Većina pločica koklifloride izgrađena je od minerala kalcita. Kalciti pripadaju skupini anizotropnih minerala koji se kristaliziraju u rompskom, monklinskom i triklinskom sustavu. Elektronska gustoća im je različita u različitim smjerovimam, a brzina svjetlosti različita za različite smjerove. Jedoosni minerali imaju jednu optičku os. Brzina svjetlosti ovisi o smjeru širenja i imaju veliki broj indeksa loma. Zraka svjetlosti koja dospije do njih lomi se u dvije zrake i dolazi do pojave dvoloma, izuzev kada se svjetlost širi duž kristalografske osi c(sadrži optičku os). Svijetlost se u upadu u takve minerale dijeli na dvije zrake ordinirana i ekstraordinirana zraka (Slika 12). Ordinirana zraka svim se pravcima širi jednako, a ekstraordinirana nastaje kada svjetlost pada u mineral pod nekim kutom prema os c. Optička indikatrisa jednoosnih minerala je rotacijskih elipsoid, a os c (optička os) je njegova os rotacije (Slika 13). Jednoosni minerali mogu biti optički pozitivni ili optički negativni (Slika 14).

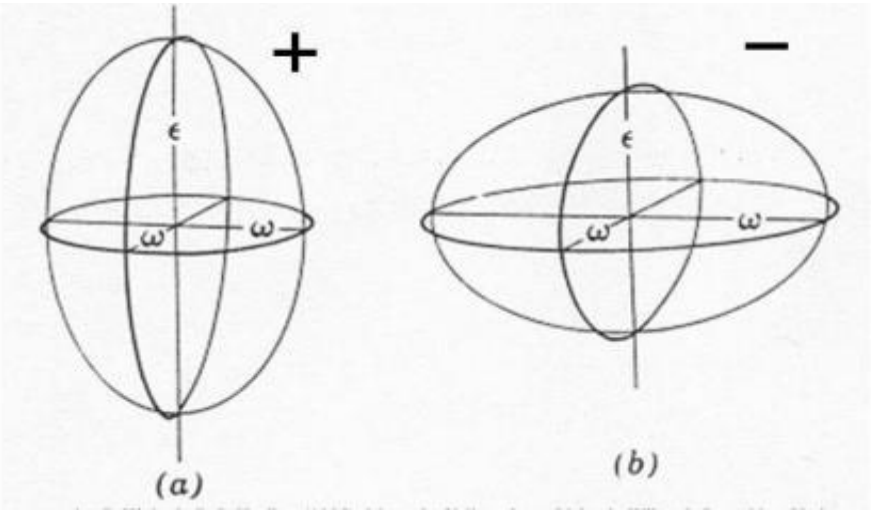


Slika 12. Ordinirana i ekstraordinirana zraka– dvolom, (Barić i Tajder,1967)



Slika 13. Optička indikatrisa jednoosnih anizotropnih minerala (izvor: http://geol.pmf.hr/~ntomasic/predavanja/Predavanja_Mineralna_Optika.pdf

Jednoosni minerali mogu biti optički pozitivni ili optički negativni. Kod pozitivnih je indikatrisa izduženi rotacijski elipsoid (Klein i sur. 1985), a kod negativnih indikatrisa je spljošteni rotacijski elipsoid.



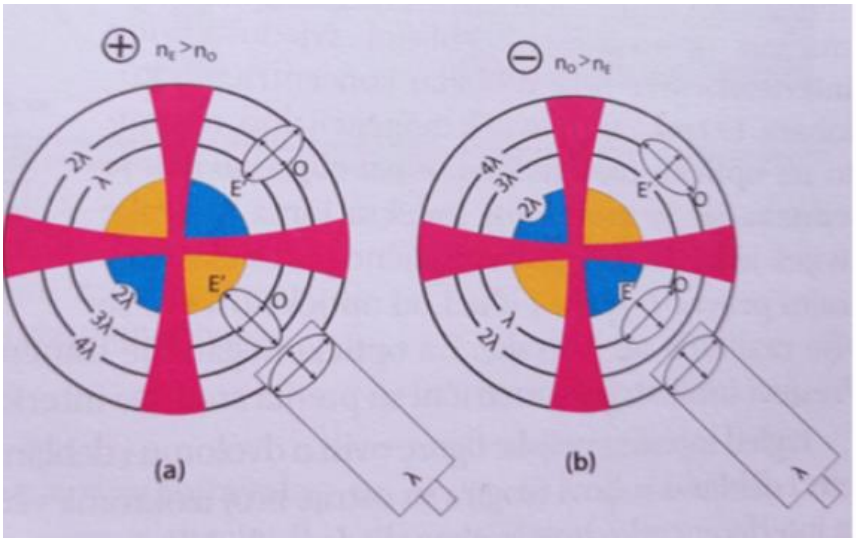
Slika 14. Optička indikatrisa za a) jednoosne pozitivne, b) jednoosne negativne minerale (Klein i Hulbut,1985)

5.1. Prepoznavanje optičkog karaktera minerala

Za određivanje karaktera minerala koriste se kompenzacijske pločice koje proizvode razliku u hodu. Najćešće se koriste gipsni listić crvene boje I reda, tinjčev listić sive boje I reda i kvarcni lim (Slika 15).

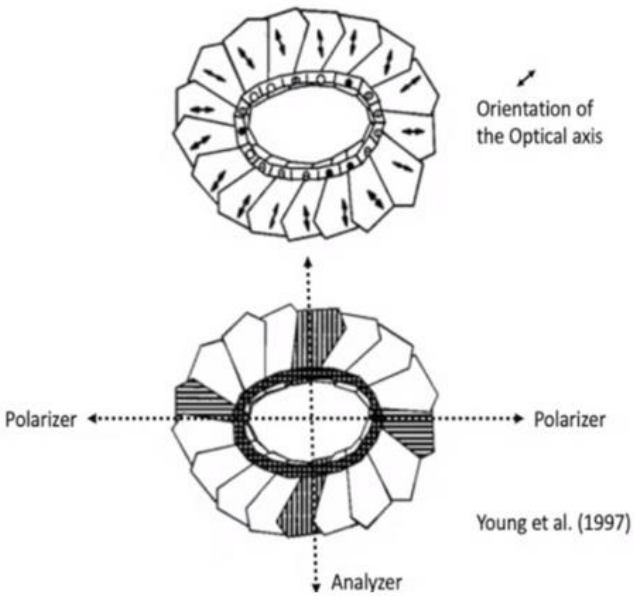
Slika 15. Kompenzacijske pločice (Izvor: vlastita fotografija)

Ukoliko je mineral malog dvoloma ili male debljine vidjet će se difuzni crveni križ i obojeni krugovi samo sive do bijele boje I. reda i za to pogodan je gipsni listić. Primjenom gipsnog listića razlike u hodu približno 550 nm I crvene interferencijske boje I reda kod minerala većeg dvoloma i debljine promjena je vidljiva uz sam izlaz optičke osi gdje je boja niska siva I reda. Kada dođe do adicije vide se modrozelena zelena II reda,a kada dođe do suptrakcije narančasta ili žuta I reda. (Slika 16).

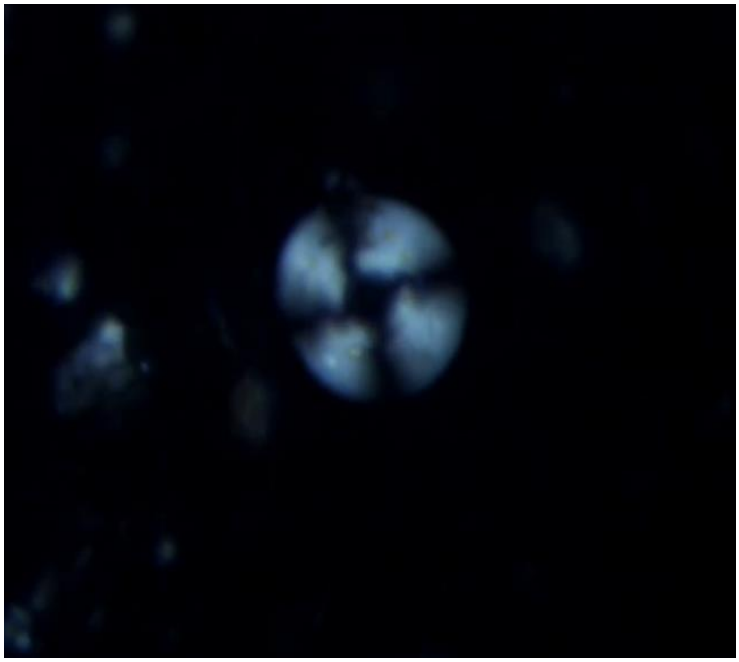


Slika 16. Određivanje optičkog karaktera jednoosnog minerala u presjeku okomitu na optičku os uz gipsni listić a) pozitivan, b) negativan (Vrkljan i sur., 2018)

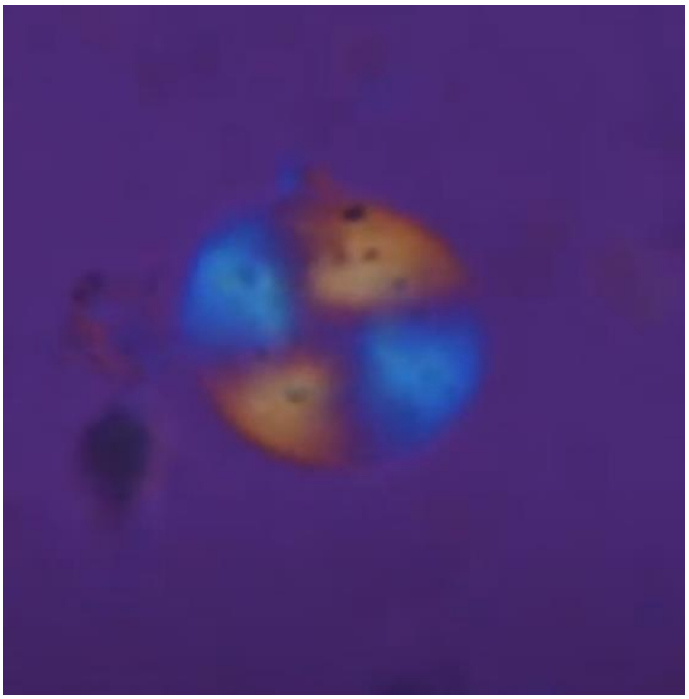
U nastavku je prikazana građa kokolitoflorida (Slika17), te prikazani kokolitoforidi gledanih u ortoskopskim uvjetima (Slika18) s uključenim analizatorom uz dodatak gispnog listića (Slika19) i kokolitoforidi u konoskopskim uvjetima (Slika19).



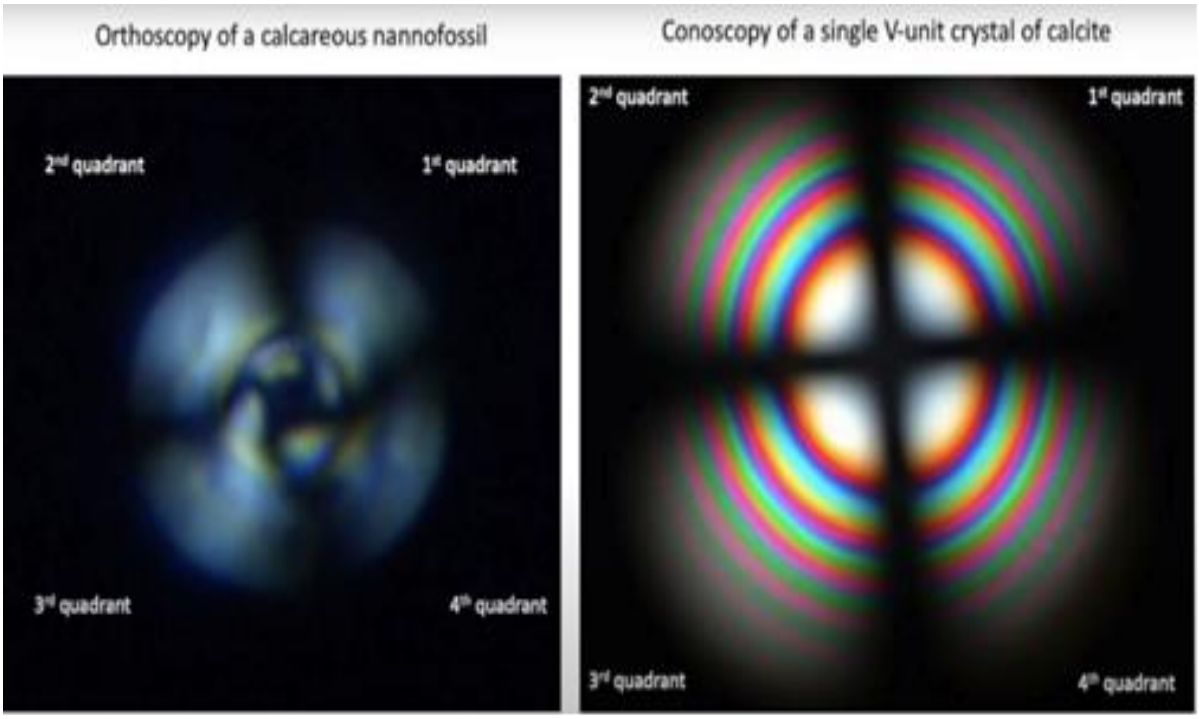
Slika 17. Građa kokolitoforida (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao



Slika 18. Primjer kokolitoforida u ortoskopskim uvjetima s uključenim analizatorom (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao)



Slika 19. Kokolitoforidi u ortoskopiskim uvjetima s uključenim analizatorom uz dodatak gispnog listića (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao)



Slika 20. Kokolitoforidi u konoskopskim uvjetima (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.u-lisboa.pt/pt/perfil/mcachao)

5. OBRADA UZORAKA

Prilikom analize uzoraka na pokrovno stakalce postavlja se plitica (*picking tray*). Plitica je sačinjena od kvadrata poznatih dimenzija. Uzorak se analizira na način da se broje različite pličice kokolita. Prebrojavanje završava kada se dođe do broja 300. Svaki kvadratić promatra se iz više nasumičnih kuteva. Brojanje započinje u donjem desnom kutu i nastavlja se prema gore cijelom dužinom klizača. U brojanje ulaze samo oni nanofosili koji su cijelom površinom unutar vidnog polja *Field of View*, FOV (Fatela i sur. 2002). Na temelju prebrojanih jedinki određuju se indeks dominacije i informatičko-statistički indeksi. Na temelju dobivenih indeksa vrši se paleolekološka i biostratigrafska interpretacija. Biostratografija je koncept gdje je geološko vrijeme podjeljeno prema rasponima posebnih vrsta. Za stijenu koj sadrži fosilne vrste predpostavlja se da je nastala tijekom vremena između postanka i nastanka te vrste.

6. ZAKLJUČAK

Kokolitoforidi su izvrsni alati za biostratografiju i koleraciju. To je iz razloga što su kokolitoforidi brojni (puno je kokolita i u malim uzorcima), imaju veliku brzinu evolucije i veliku geografsku rasprostranjenost. Metode laboratorijske obrade uključuju niz radnji koji se moraju poduzeti prije same analize, a sam postupak ovisi o vrsti uzoraka, odabranoj tehnici i zahtjevima analize. Prilikom uzimanja uzoraka na terenu treba paziti da je stijena iz koje se uzorak uzima svježeg loma jer su kokoliti vrlo osjetljivi na humusne kiseline i brzo korodiraju. Čistoća laboratorija i instrumenata je važan čimbenik iz razloga što može doći do kontaminacije uzorka. Laboratorijska obrada kokolitoforida obuhvaća ili izradu brisa ili nano-preparata uz primjenu nafraksa. Iako ova druga metoda obuhvaća i ostvaljanje otipine u kupelji,centrifugiranje u različitim intervalima ili na različitim brzinama, generalno tehnika je brza i jednostavna.

7. LITERATURA

Baumann K-H., Andruleit H., Boeckel B., Geisen M., Kinkel H. (2005): The significance of extant coccolithophores as indicators of ocean water masses, surface water temperature, and paleoproductivity: a review. Paläontologische Zeitschrift, 79: 93-112

C.Klein i &C.S.Hulbut (1985) Manual of Minerology, 20th.ed.Wiley&Sons,New York

Fatela, F. & Taborda, R. 2002. Confidence limits of species pro-

portions in microfossil assemblages. Marine Micropaleontology

Young J. R., Davis S. A., Bown P. R., Mann S. (1999): Coccolith ultrastructure and biomineralisation. Journal of Structural Biology, 126: 195-215

Silva P. C., Throndsen J., Eikrem W. (2007): Revisiting the nomenclature of Haptophytes. Phycologia, 46: 471-475

Backman, J. & Shackleton, N.J. 1983. Quantitative biochronology of Pliocene and early Pleistocene calcareous nannofossils from the Atlantic, Indian and Pacific oceans. Marine Micropaleontology, 8: 141-170.

Bown, P. & Young, J. 1998. Techniques. In: P.R. Bown (Ed.). 1998. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall, Cambridge: 16-28.

Barić, Lj. & Tajder, M. (1967): Mikrofiziografija petrogenih minerala, Školska knjiga, Zagreb

C.Klein i &C.S.Hulbut (1985) Manual of Minerology, 20th.ed.Wiley&Sons,New York

Fatela, F. & Taborda, R. 2002. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. Marine Micropaleontology, 45: 169-174

Haq, B.U. & Lohmann, G.P. 1976. Early Cenozoic calcareous nannoplankton biogeography of the Atlantic Ocean. Marine Micropaleontology, 1: 119-194.

Henderiks, J. & Törner, A. 2006. Reproducibility of coccolith morphometry: Evaluation of spraying and smear slide preparation techniques. Marine Micropaleontology, 58: 207-218

Perch-Nielsen, K. 1985. Cenozoic calcareous nannofossils. In: H.M. Bolli, J.B. Saunders & K. Perch-Nielsen (Eds). Plankton Stratigraphy, 1. Cambridge University Press, Cambridge: 427-554.

Vrkljan, M., Borojević Šoštarić, S. Tomašić, N. (2018): Optička mineralogija: određivanje minerala polarizacijskim mikroskopom, Udžbenici sveučilišta u Zagrebu – Manualia Universitas studiorum Zagrebiensis, Zagreb 41 str

Internetski izvori:

[1] https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao (pristupljeno 13.09.2021.)

[2] https://sciencenetnews.com (pristupljeno 13.09.2021.)

[3] https:/ www.sanger.ac.uk (pristupljeno 13.09.2021.)

[4] http://geol.pmf.hr/~ntomasic/predavanja/Predavanja_Mineralna_Optika.pdf (pristupljeno 13.09.2021.)

[5] http://geol.pmf.hr/~ntomasic/predavanja/Predavanja_Mineralna_Optika.pdf (pristupljeno 13.09.2021.)

[6] V.Ćosović: Predavanja i vježbe Mikropalaeontologija, Metode paleoontoloških istraživanja (pristupljeno 13.09.2021.)

8. POPIS SLIKA

Slika 1. Kokolitoforidi Emiliania huxleyi – najbrojniji i produktivniji od svih morskih organizama s kalcitnim kosturima (preuzeto sa https://sciencenetnews..com)..... 2
Slika 2. Područja cvjetanja s koccolitofora jasno su vidljiva iz svemira – izgledaju poput mliječnih bijelih mrlja u oceanu. Na slici: cvatu Emiliania huxleyi na jugozapadnoj obali Engleske 30. srpnja 1999. godine (preuzeto sa:https:/ www.sanger.ac.uk 4
Slika 3. Priprema uzorka za analizu na miješalici (Izvor: vlastite fotografije)..... 7
Slika 4. Uzorak u kupelji (Izvor: vlastita fotografija)..... 8
Slika 5. Postupak centrifugiranja na1000 okretaja (Izvor: vlastita fotografija)..... 8
Slika 6. Postupak centrifugiranja sa sodom bikarbonom na 2500 okretaja u minuti (Izvor: vlastite fotografije)..... 9
Slika 7. Retorta s uzorkom postavljena na miješalici na brzini trešnje 100 i centrifugiranje na 2000 okretaja u minuti (Izvor: vlastite fotografije)..... 10
Slika 8. Izgled uzorka nakon trešnje (suspenzija) (Izvor: vlastite fotografije) 10
Slika 9. Zagrijavanje stakalca sa Naphraxom (Izvor: vlastite fotografije) 11
Slika 10. Prikaz optičkih komponenti polarizacijskog mikroskopa smještenih ispod okretnog mikroskopskog stolića 13
Slika 11. Prolaz svjetlosti kroz mikroskop a) uključen samo polarizaror b) ukriženi nikoli (Vrkljan i sur. 2018.)..... 14
Slika 12. Ordinirana i ekstraordinirana zraka– dvolom, (Barić i Tajder,1967) 15
Slika 13. Optička indikatrisa jednoosnih anizotropnih minerala (izvor: http://geol.pmf.hr/~ntomasic/predavanja/Predavanja_Mineralna_Optika.pdf 16
Slika 14. Optička indikatrisa za a) jednoosne pozitivne, b) jednoosne negativne minerale (Klein i Hulbut,1985)..... 16
Slika 15. Kompenzacijske pločice (Izvor: vlastita fotografija)..... 17
Slika 16. Određivanje optičkog karaktera jednoosnog minerala u presjeku okomitu na optičku os uz gipsni listić a) pozitivan, b) negativan (Vrkljan i sur., 2018)..... 18
Slika 17. Građa kokolitoflorida (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao..... 18
Slika 18. Primjer kokolitoflorida u ortoskopskim uvjetima s uključenim analizatorom (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao)..... 19
Slika 19. Kokolitofloridi u ortoskopiskim uvjetima s uključenim analizatorom uz dodatak gispnog listića (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao)..... 19

Slika 20. Kokolitofloridi u konoskopskim uvjetima (izvor: Mário Cachão, https://ciencias.ulisboa.pt/pt/perfil/mcachao) 20