

Bioklastične naslage miocenske starosti na području Dubravica-Veternica

Barić, Tin

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:792979>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Tin Barić

**Bioklastične naslage miocenske starosti na
području Dubravica-Veternica**

Diplomski rad

Zagreb, 2020. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Tin Barić

**BIOKLASTIČNE NASLAGE MIOCENSKE
STAROSTI NA PODRUČJU DUBRAVICA-
VETERNICA**

Diplomski rad
predložen Geološkom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog stupnja
magistar geologije

Zagreb, 2020. godina.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Zagrebu pod vodstvom prof. dr. sc. Jasenke Sremac, u sklopu diplomskog studija geologije i paleontologije na Prirodoslovno matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

BIOKLASTIČNE NASLAGE MIOCENSKE STAROSTI NA PODRUČJU DUBRAVICA-VETERNICA

Tin Barić

Rad je izrađen u Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka PMF-a, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb.

Sažetak:

Istraživane su bioklastične marinske naslage miocenske starosti na području između okretišta Dubravica i odvojka planinarskog puta za Veternicu. Ove naslage se ističu u reljefu istraženog područja kao otporne na trošenje. Uz klasičnu tehniku pripreme izbrusaka, primijenjena je i modificirana tehnika mokrog prosijavanja. Određeni su glavni fosili (foraminifere, crvene alge, školjkaši, puževi, skafofodi, makovnjaci, ostrakodi i ježinci) koji se pojavljuju u dva osnovna tipa mikrofacijesa: koralinacejski floutston i heterosteginsko/planosteginski vekston do floutston. Utvrđena je badenska starost naslaga.

Ključne riječi: bioklastične naslage, fosili, okoliš, miocen, Medvednica

Rad sadrži: 32+VI stranica, 20 slika, 39 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnjoj geološkoj knjižnici PMF-a Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

doc. dr. sc. Katarina Gobo

v. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Datum završnog ispita: 25. veljače, 2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Thesis

BIOCLASTIC DEPOSITS OF MIOCENE AGE IN THE AREA DUBRAVICA- VETERNICA

Tin Barić

Thesis completed in: Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Hovatovac 102a.

Abstract:

Miocene bioclastic marine deposits crop out in the area between the bus stop Dubravica and mountain path leading to Veternica Cave. They are weathering-resistant and can be clearly seen in the researched area. Alongside the classical preparation of thin sections, a modified wet sieving technique was also used. Dominant fossils (foraminifera, coralinaceans, bivalves, gastropods, scaphopods, bryozoans, ostracods and echinoids) occur in two basic types of microfacies: Coralinacean floatstone and Heterostegina/Planostegina wackestone to floatstone. Badenian age was determined.

Keywords: bioclastic deposits, fossils, environment, Miocene, Medvednica Mt.

Thesis contains: 32+VI pages, 20 figures, 39 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geological library, Faculty of Science, University of Zagreb.

Supervisor: Professor Jasenka Sremac

Reviewers: Professor Jasenka Sremac

Assistant Professor Katarina Gobo

Senior Lecturer, Msc Dražen Kurtanjek

Date of the final exam: 25th February 2020

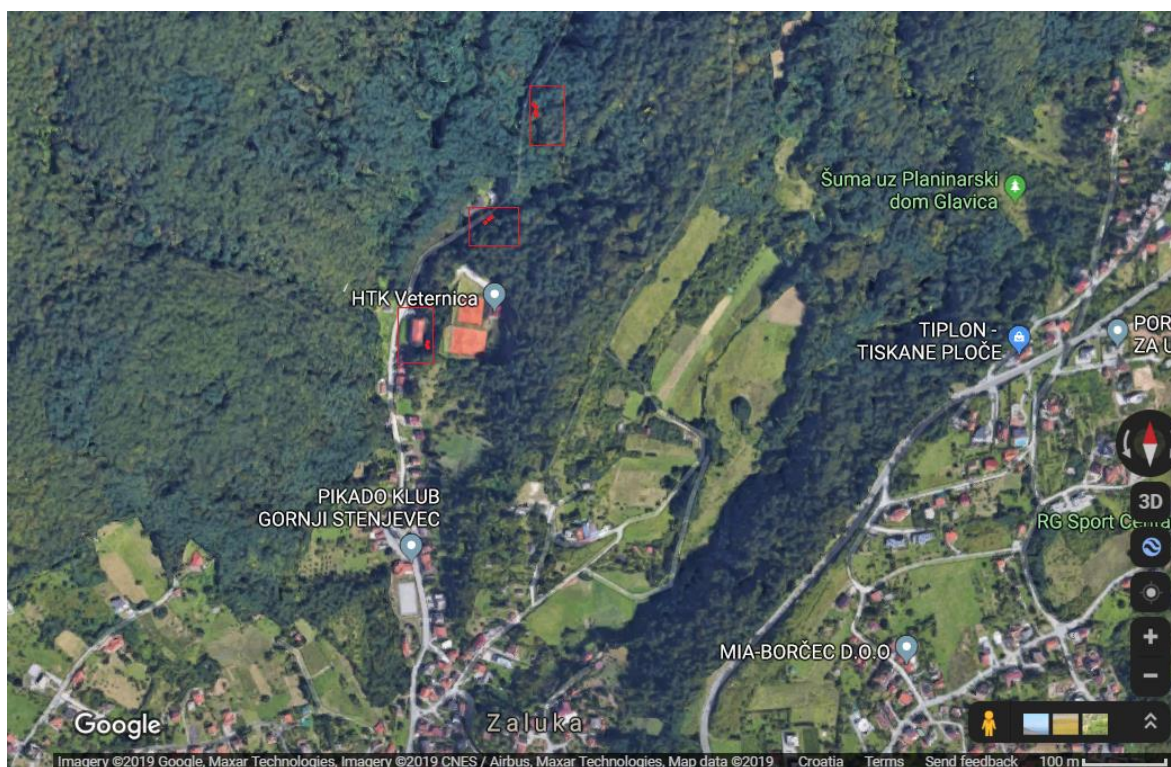
Sadržaj

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Uvod..... | 1 |
| 2. | Pregled dosadašnjih istraživanja | 2 |
| 2.1. | Teorijska osnova..... | 4 |
| 2.1.1. | Paratetis tijekom miocena | 4 |
| 2.1.2. | Miocen na Medvednici..... | 4 |
| 3. | Materijali i metode istraživanja | 6 |
| 3.1. | Terenski rad..... | 6 |
| 3.2. | Laboratorijski rad | 6 |
| 3.2.1. | Muljenje prilagođenom metodom | 6 |
| 3.2.2. | Toplo-hladna metoda sa sijanjem | 7 |
| 3.2.3. | Izrada preparata..... | 7 |
| 3.3. | Fotografiranje i mikroskopiranje..... | 8 |
| 4. | Rezultati | 9 |
| 4.1. | Uzorci | 12 |
| 5. | Rasprava..... | 24 |
| 5.1. | Okolišni uvjeti..... | 24 |
| 5.2. | Usporedba istraženih lokaliteta..... | 25 |
| 5.3. | Usporedba sa susjednim područjima..... | 25 |
| 6. | Zaključak | 27 |
| 7. | Literatura | 28 |
| 8. | Zahvale | 32 |

1. Uvod

Cilj moga rada bio je istražiti i usporediti miocenske bioklastične stijene na jugozapadnom dijelu Medvednice koristeći različite metode, odrediti prisutne fosile i definirati okoliš u kojem su nastale.

Istraživani teren se nalazi u Gornjem Stenjevcu, u blizini špilje Veternice. Područja istraživanja paralelna su s ulicom Dubravica i protežu se dužinom od oko 400 m u smjeru Veternice (Slika 1). Tijekom miocena ovo područje paleogeografski je pripadalo centralnom Paratetisu, a geotektonski jugozapadnom rubu Panonskog bazenskog sustava (Pavelić, 2001). Kochansky (1944a) navodi kako istraživano područje pripada jugozapadnim razvojnim naslagama, tzv. „Doljanskom“ razvoju koji karakterizira bogata zajednica mekušaca.



Slika 1. Položajna karta istraživanog područja; crvenim kvadratima su označena mjesta istraživanja, a mjesta uzorkovanja crvenim točkama (preuzeto s Google Maps 30.12.2019.)

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Miocenske naslage Medvednice predmet su istraživanja brojnih radova. Do sada je objavljen niz radova, napisano je nekoliko diplomskih radova i doktorskih disertacija. Područje istraživanja aktualno je i danas.

Prva stratigrafska istraživanja miocenskih naslaga Medvednice radio je Gorjanović-Kramberger (1908a,b) pri izradi geološke karte, list Zagreb.

V. Kochansky-Devidé (1944a, 1957) objavljuje prve rezultate biostratigrafskih istraživanja miocenskih naslaga Medvednice.

M. Pavlovsky (1959) stratigrafski istražuje miocenske naslage s područja Medvednice i obrađuje badenske foraminifere heterostegine. Uzorci su prikupljeni na jugozapadnom dijelu (Gornji Stenjevec, Dolje, Podsused) i središnjem dijelu (Goranci i Trstenik-Muškatnjak). Naslage na jugozapadu Medvednice određene su kao „gornjo badenske“.

L.Šikić (1967) istražuje miocenske foraminifere jugozapadnog dijela Medvednice, utvrđuje naslage badena i sarmata.

V. Kochansky-Devide i Z. Bajraktarević (1981) su proučavali baden i sarmat najzapadnijeg ruba Medvednice.

Z. Bajraktarević (1982, 1983a, b, 1984) istražuje mikrofosile i nanofosile srednjeg miocena sjeverne Hrvatske koji uključuje jugozapadni i sjeveroistočni dio Medvednice te daje pregled biostratigrafskog razvoja badena i sarmata.

Paleoekologijom i evolucijom srednjeg miocena na području Medvednice bavili su se Vrsaljko i sur. (2006) .

Srednjo- i gornjobadenske naslage na području Medvednice interpretira Pezelj (2006) na temelju zajednica ostrakoda i foraminifera.

Basso i sur. (2008) proučavali su koraljne alge bioklastičnih naslaga badena sjeverne Hrvatske.

Pezelj i sur. (2016) bavili su se srednje miocenskim plitkovodnim bentičkim foraminiferskim zajednicama i njihovim prilagodabama na paleokolišne promjene na Medvednici.

Naslage Dubravice istražili su M. Bošnjak i sur. (2014) koji prvi puta objavljuju shematski geološki stup s jednog od istraženih lokaliteta, te navode nađene fosile.

Na istraživanom području izrađeno je nekoliko paleontoloških završnih i diplomskih radova: npr. M. Gjirlić (2017), A. Šeparović (2019), S. Jeftinić(2019), a nekoliko radova je u tijeku.

2.1. Teorijska osnova

2.1.1. Paratetis tijekom miocena

Za vrijeme miocena more Paratetis se prostiralo na području današnje Europe i Azije. Tijekom evolucije Paratetisa dolazilo je do brojnih promjena okoliša i biote (Rögl, 1996). Paratetis se dijeli na tri geotektonske i paleogeografske jedinice : Zapadni Paratetis, Istočni Paratetis i Centralni Paratetis (Rögl, 1998). Centralni Paratetis sastoji se od Alpsko-Karpatskog pojasa i Panonsko bazenskog sustava s povremenim prolazima prema Mediteranu i Istočnom Paratetisu. (Kováč i sur. 2007). Badenske naslage centralnog Paratetisa obilježene su s tri morske transgresije (Rögl, 1998; Kováč i sur. 2007; Hohenegger i sur. 2009, 2014).

2.1.2. Miocen na Medvednici

Na temelju miocenske marinske faune Vanda Kochansky (1944) podijelila je miocenske naslage Medvednice u tri razvoja. Sjeveroistočni dio Medvednce pripada „Zelinskom razvoju“ i obuhvaća područje od Nespeša do Orešja i sjeverno prema Mariji Bistrici. „Čučerski razvoj“ zabilježen je u središnjem djelu Medvednice od Čučerja, Goraneca, D. Planine, Sopnice, G. Kašine, G. Glavice, Moravča do Nespeša. Jugozapadni dio Medvednice obuhvaća područje od G. Ivanca u Zagorju preko Jarka, Dolja, Bizeka, G. Stenjeveca, Vrapča, potoka Krvarića kod Šestina, Gračana do Blizneca. Miocenske naslage na ovom području pripadaju „Doljanskom razvoju“.

Najveći dio miocenskih naslaga na Medvednici je badenske starosti. Na nekim lokalitetima mogu se odvojiti naslage donjeg, srednjeg i gornjeg badena. Naslage su određene na temelju facijesnih razlika i zajednice mikrofosila. Naslage starijeg badena su raznolike i u njima je vidljiva izmjena vapnenačkih dijelova i konglomeratičnih pješčenjaka, bioklastičnih vapnenca (litavci), laporovitih vapnenca i lapora. Kochansky (1944) najstarije marinske naslage opisuje kao „krupnozrnate konglomeratične pješčenjake, sitnozrnati pješčenjak burdigala, šlir (lapor) helveta i tortonski „čučerski“ lapor s proslojcima pješčenjaka i litavca“. Naslage srednjeg badena i dio mlađih donjobadenskih naslaga uglavnom su zastupljenje kalcitičnim laporima s tanjim proslojcima kalkarenita i bioklastičnih vapnenca.. Česti su i tufovi te vulkanske stijene (Pamić, 1997). Brojne zajednice foraminifera pokazatelj su transgresije tijekom donjeg i srednjeg badena i širenja veze s otvorenim more.

Mnogi autori (Šikić, 1995 i literatura navedena u tom radu) smatraju da je početkom gornjeg badena došlo do najvećeg širenje marinske transgresije. Dio jugozapadne Medvednice i područje sjeverozapadne Hrvatske prekriva more. Gornjobadenske naslage između Zakičnice, Susedgrada, Bizeka i Mikulića uglavnom leže na trijaskim dolomitima. Mlađe neogenske naslage nalaze se u smjeru sjeveroistoka. Dio gornjobadenskih transgresivnih naslaga uglavnom se sastoji od tankih slijeda breče i konglomerata. Najrasprostranjeniji su plitkovodni, priobalni sedimenti, tu se misli na bioklastične vapnence („litavce“), biokalkarenite („litotamnijske pješčenjake“) i u manjim tijelima na biolititne vapnence („litotamnijske vapnence“).

U plitkovodnim naslagama često se nalaze bodlje ježinaca, kralješci riba, zubi, foraminifere i mekušci (Šikić, 1995).

3. Materijali i metode istraživanja

U istraživanju jugozapadnog dijela Medvednice koristio sam terenske, laboratorijske i kabinetske metode.

3.1. Terenski rad

Terenski rad obuhvaća lokalitete na području jugozapadne Medvednice, u naselju Gornji Stenjevec. Lokaliteti se nalaze uz ulicu Dubravicu i u nastavku ulice na šumskom putu prema špilji Veternici (Slika 1). Odabrana su tri lokaliteta za uzorkovanje. Prvi lokalitet je neposredno uz cestu na padini, oko 50 m zapadno od HTK Veternica. Uočeni su izdanci bioklastičnih stijena te je prikupljeno nekoliko uzoraka (TB1). Drugi lokalitet prati ulicu Dubravicu i nalazi se uz potok (TB2), oko 200 m sjevernije od prvog lokaliteta. Posljednji lokalitet je oko 250 m sjevernije uz šumski put prema špilji Veternici (TB4). Na terenu su uzeti uzorci za analizu po dva kriterija: porozni uzorci za tehniku mokrog prosijavanja i kompaktni uzorci za izradu izbrusaka.

3.2. Laboratorijski rad

Prikupljeni uzorci podvrgnuti su laboratorijskim metodama na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Analizirana su tri uzorka. Na svakom uzorku su primjenjene dvije laboratorijske metode, muljenje (TB1, TB3 i TB4) i muljenje s prethodnom metodom zagrijavanja i hlađenja (THTB1, THTB3 i THTB4). Osim ove dvije metode za prvi (PTB1) i treći (PTB4, PTB4.1.) lokalitet izrađeni su i analizirani preparati.

3.2.1. Muljenje prilagođenom metodom

Prikupljeni materijal usitinjen je s čekićem, namočen u vodi s dodatkom male količine vodikovog peroksida i tako tretiran 24 sata. Nakon toga uslijedilo je ispiranje materijala kroz niz sita različitih veličina (63 μm , 125 μm , 200 μm i 500 μm). Frakcije su pojedinačno izdvojene i stavljene na sušenje. Sušenje je trajalo do tri dana ovisno o brzini sušenja pojedinih frakcija.

3.2.2. Toplo-hladna metoda sa sijanjem

Usitnjeni materijal s tri lokaliteta podijeljen je u posudice (TBTH1, TBTH3 i TBTH4). Posudica se stavlja u zamrzivač na 24 sata. Nakon postupka hlađenja slijedi zagrijavanje. Zamrznuti materijal iz posudice se stavlja na porculanski tanjur koji ide u mikrovalnu pećnicu na izlaznu snagu zagrijavanja od 350 W i 7 minuta (Slika 2). Postupak hlađenja i zagrijavanja ponavlja se tri puta. Metoda je načinjena prema Gjirlić i sur. (2019). Nakon toga slijedi sijanje, mikroskopiranje, odvajanje fosila i fotografiranje.



Slika 2. Postupak zagrijavanja u mikrovalnoj pećnici

3.2.3. Izrada preparata

Izabrani su čvrsti varijeteti za daljnju obradu. Prvotno su uzorci čekićem usitnjeni na potrebnu veličinu kako bi se mogli izrezati dijamentnom pilom na pločice debljine do 1 cm. Pločice su ručno brušene abrazivnim korundovim prahom kako bi se postigla glatka površina. Potom su uzorci lijepljeni na predmetno stakalce i brušeni na uređaju do debljine nekoliko mm. Za završno brušenje prvo je korišten grublji, da bi se na kraju ručnog brušenja koristio najfiniji korundov prah kako bi se postigla željena debljina preparata. Izrađeni su preparati s prvog (PTB1) i trećeg (PTB4, PTB4.1.) lokaliteta. Uslijedilo je mikroskopiranje i fotografiranje preparata

3.3. Fotografiranje i mikroskopiranje

Završetkom sušenja započeto je mikroskopiranje i fotografiranje odvojenih fosila. Za proučavanje je korišten mikroskop Olympus–SZX10, fotografiranje Canon EOS 1100 fotoaparatom, te je korišten Quick PHOTO CAMERA 3.0 program za pohranu i obradu fotografija. Za prepoznavanje foraminifera korišteni su radovi Heidari i sur. (2013), Di Martino et al. (2015). Skafopodi i bodljikaši su prepoznati po diplomskom radu Šeparović (2019). Za prepoznavanje crvenih algi korišten je rad (Basso i sur. 2008). Mahovnjaci su prepoznati po (Moissette i sur. 2007). Za uspoređivanje susjednih područja korišteni su diplomski radovi Šeparović (2019) i Jeftinić (2019).

4. Rezultati

U istraživanim miocenskim naslagama nađeni su foraminifere, crvene alge, školjkaši, puževi, skafopodi, mahovnjaci, ostrakodi i ježinci.

Foraminifere

Jednostanični organizmi iz razreda Rhizopoda. S obzirom na veličinu kućice razlikujemo mikroforaminifere (0,002 mm – 2 mm) i makroforaminifere (2mm – 190 mm). Kućica je odijeljena septima koje povezuju klijetke. Foraminifere mogu biti monotalamične ako se sastoje od jedne klijetke te politalamične ako je u pitanju više klijetki. Morfologija kućice mnogo nam govori o načinu života foraminifere. Debljina stijenke, ornamentacija te oblik i površina kućice samo su neki pokazatelji. S obzirom na tipove stijenka dijele se na aglutinirane, vapnenačke sitnozrnate, vapnenačke imperforatne i vapnenačke perforatne (Armstrong i Brasier, 2005).

U analiziranim uzorcima dominiraju velike bentičke foraminifere (planostegine i heterostegine, amfistegine, borelisi, heterolepe, cibicidoidesi), dok su planktonske foraminifere uglavnom globigerinoidnog tipa.

Crvene alge

Obuhvaćaju otprilike od 2500 do 6000 različitih vrsta. Od njih oko 670 pripada morskim rodovima (Woelkerling, 1988) koji prevladavaju duž obalnog i kontinentalnog dijela šelfa u tropskim područjima umjerenih voda (Lüning, 1990). Crvene alge ekološki su značajne kao primarni proizvođači, kao staništa drugim morskim organizmima, te omogućuju stvaranje i održavanje koraljnih grebena. Karakterizirane su građom skeleta od kriptokristaliničnog kalcita koji je kristalizirao između i unutar stijenki stanica (Tripalo 2017 i literatura navedena u tom radu).

U istraženim uzorcima nađeni su rodoliti i fragmenti prstastih koralinacejskih algi. Određen je rod *Lithothamnion*.

Školjkaši

Pripadaju koljenu Mekušaca i dijele se na pet podrazreda. Imaju bilateralno simetrično, spljošteno i često produljeno tijelo zatvoreno unutar dvodijelne vapnenačke ljuštore (školjka) koju izlučuje plašt. Najstariji (vršni, ispupčeni) dio ljuštore naziva se vrh ili umbo, oko kojega su koncentrično raspoređene zone prirasta (Habdija i sur., 2011).

Školjkaši su u istraženim uzorcima najčešće sačuvani u obliku otisaka ili kamenih jezgri, pa se ne može načiniti točna determinacija. Iznimku čine pektinidni školjkaši s kalcitičnom ljuštrom, od kojih je zabilježen rod *Chlamys*.

Puževi

Najraznolikija skupina mekušaca, poslije školjkaša najčešći fosili. Javljaju se u svim vodenim okolišima. Jedinu mekušicu na kopnu. Tijelo je građeno bez skeleta ili plašt izlučuje mineralni skelet. Skelet može biti od kalcita, aragonita, kalcita i aragonita. Vanjski skelet čini jednodjelna kućica. Osnovni kriterij taksonomije puževa je prisutnost škrge i njihov položaj ili prisutnost pluća.

(<https://ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/gastropoda.php>)

U uzorcima s terena pronađen je mali broj puževa iz skupine litorina (vjerojatno rod *Rissoa*).

Skafopodi

Pripadaju koljenu mekušaca, tijelo se sastoji od mekog, tvrdog i anorganskog dijela. Poznato je oko 900 vrsta. Kućica je bilateralno simetrična, izgrađena od kalcijevog karbonata (CaCO_3) ima oblik cijevi i podsjeća na slonovu kljovu. Otvorena je na oba kraja. Žive ukopani u sedimentu.

(<https://ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/scaphopoda.php>)

Skafopodi u istraženim uzorcima su fragmentirani, no čini se da pripadaju rodu *Dentalium*.

Mahovnjaci

Kolonijalni organizmi sastavljeni od jedinki zooida spojenih u koloniju zoarij. Ima 16000 fosilnih i 4000 recentnih vrsta. Mahovnjaci uglavnom žive na tvrdim supstratima. Bitni su i kao graditelji grebena. Osim na grebenima, mahovnjaci mogu živjeti i na koralinacejskim vapnencima, na biokalkarenitima, na pijesku i pješčenjacima te na laporima. (Moissette i sur., 2007).

Fragmenti mahovnjaka u istraženim uzorcima su dosta oštećeni i teško ih je točnije determinirati.

Ostrakodi

Kalcitni mikrofosili pripadaju podrazredu rakova i koljenu člankonožaca a ima gotovo 70 000 vrsta (Smith i sur., 2012). Malih su dimenzija (0,15mm do 2mm). Bilateralne su simetrije i sastoje se od dvije ljuštore unutar kojih je tijelo raka. Ovalnog su oblika (Armstrong i Brasier, 2005).

U istraženim uzorcima nisu česti i dosta su fragmentirani. Prepoznat je rod *Cythereidea*.

Ježinci

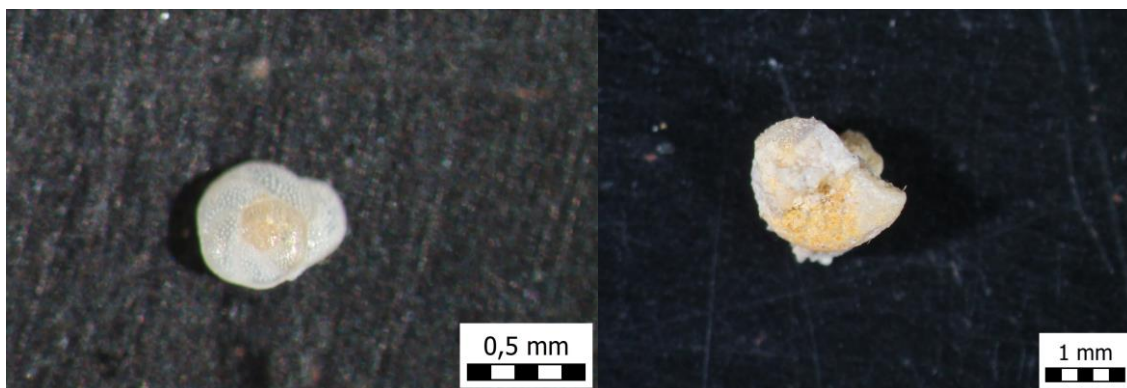
Ježinci iz koljena bodljikaša dijele se u dva podrazreda *Cidaroidea* i *Euechinoidea*. Imaju jednodjelni skelet kojoi se naziva čahura. Na njoj se nalaze ambulakralna polja iz kojih izlaze nožice koje ježinac koristi za kretanje i prikupljanje hrane te interambulakralna polja iz kojih izlaze bodlje. Dijele se na pravilne i nepravilne. Nepravilni su se razvili iz pravilnih i žive u dubljem moru (Poljak, 1938). Plitkomorske za razliku od dubokomrskih bodlji ježinca imaju izraženije uzdužne linije, kod dubokomorskih su puno tanje i manje izražene, pa se mogu razlikovati u prikupljenim uzorcima.

4.1. Uzorci

Lokalitet: zapadna padina teniskih terena (THTB1,TB1,PTB1)

THTB1

Česta je foraminifera *Heterolepa dutemplei* (d'Orbigny, 1846) iz familije Cibicidae koja ima asimetričnu kućicu (Slika 3 a). Obitava u plitkomorskim okolišima. Određena je i foraminifera *Cibicidoides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798) (Slika 3 b) koja svojim karakteristikama sličići vrsti *Heterolepa dutemplei* jer pripadaju istoj familiji.



Slika 3.a) *Heterolepa dutemplei* b) *Cibicidoides lobatulus*

Školjkaši su nađeni u vidu otiska (Slika 4).



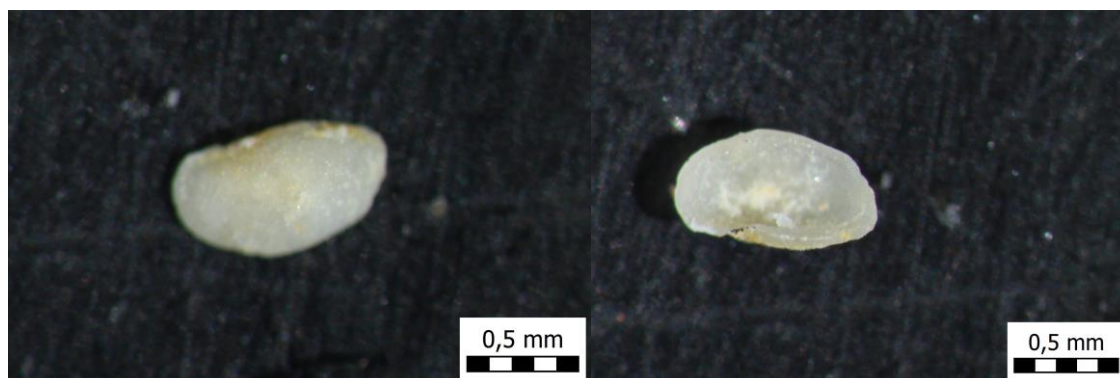
Slika 4. Otisak školjkaša

Pronađeni su fragmenti mahovnjaka (Slika 5).



Slika 5. Fragment mahovnjaka

Pronađena je vrsta ostrakoda *Cytheridea acuminata* (Slika 6).



Slika 6. ostrakod *Cytheridea acuminata*

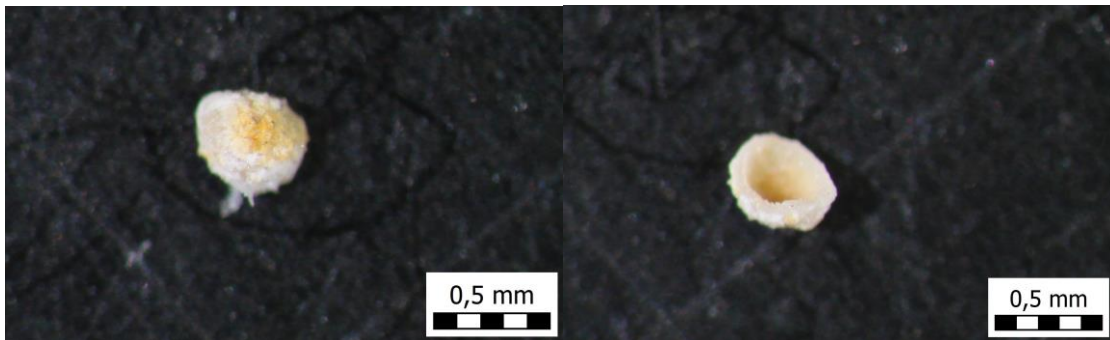
Utvrđena je plitkovodna bodlja ježinca (Slika 7).



Slika 7. Bodlja plitkovodnog ježinca

TB1

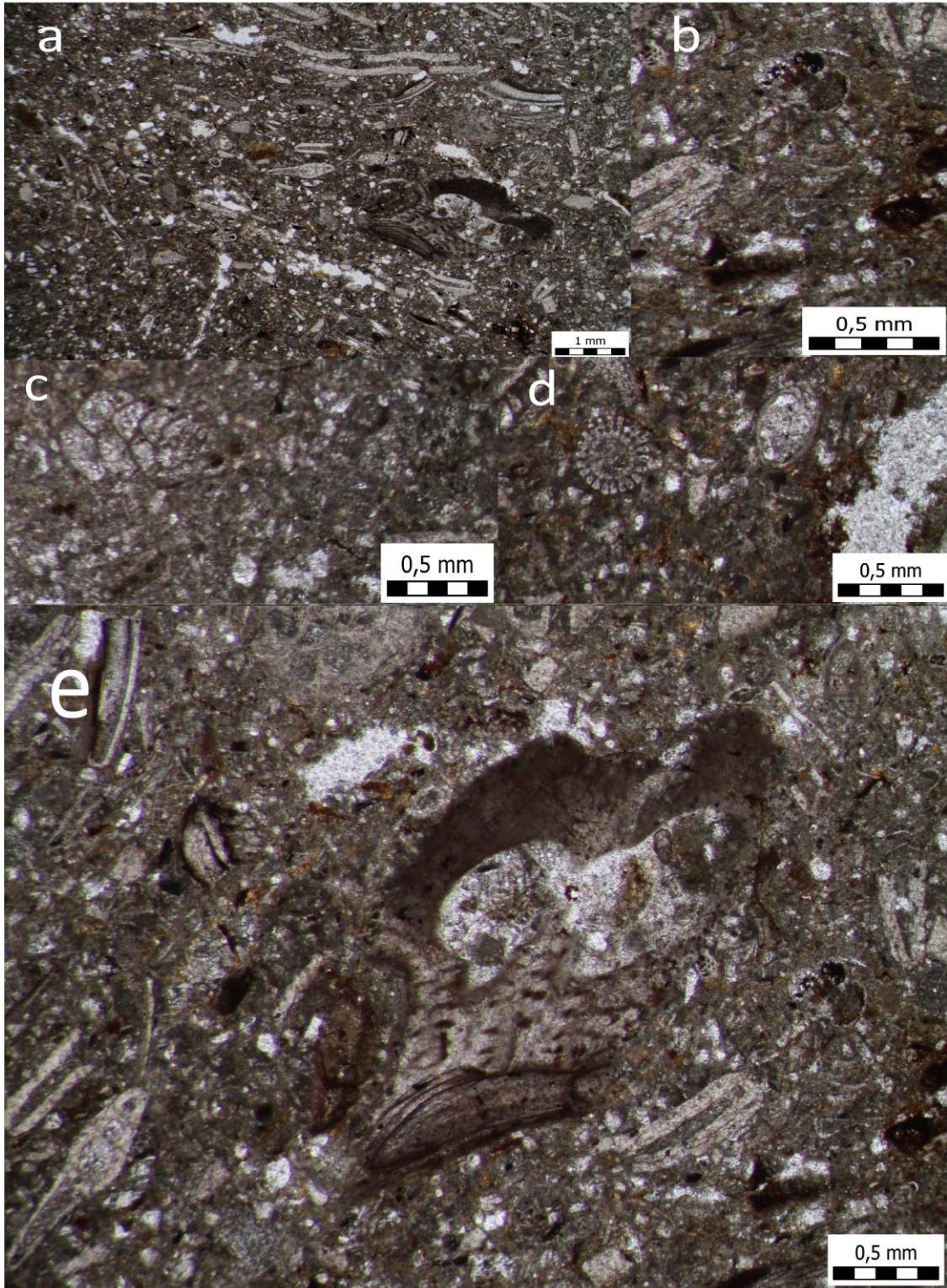
Pretpostavljam da su pronađene ciste kalcitičnih dinoflagelata (Slika 8).



Slika 3. ciste kalcitičnih dinoflagelata

PTB1

Po Dunhamovoj klasifikaciji preparat izgleda kao bioklastični vekston do pekston (Slika 9 a) jer je vidljiva muljna i zrska potpora. Preparat čine planktonske i aglutinirane foraminifere. Od planktonskih foraminifera zabilježen je red globigerinoidnih foraminifera (Slika 9 b), a od aglutiniranih biserijalna tekstularidna foraminifera (Slika 9 c). Osim foraminifera determiniran je presjek bodlje ježinca (Slika 9 d), diadematoidnog tipa. Nađen je rak vitičar iz porodice brumbuljka (Slika 9 e) koji živi u u području plime i oseke.



Slika 4. a) Mikrofotografije u prolaznom svjetlu preparata s lokaliteta na zapadnoj padini teniskih terena s teksturom tipa vekston do pekston b) globigeroidna foraminifera c) tekstularidna foraminifera

d) presjek bodlje ježinca e) presjek brumbuljka

Lokalitet: sjeverni dio ulice Dubravice (THTB3,TB3)

THTB3

Određen je fragment skafofoda koji vjerojatno pripada rodu *Dentalium* (Slika 10) čiji oblik kućice nalikuje kljovi slona.



Slika 10. Fragment skafofoda, vjerojatno rod *Dentalium*

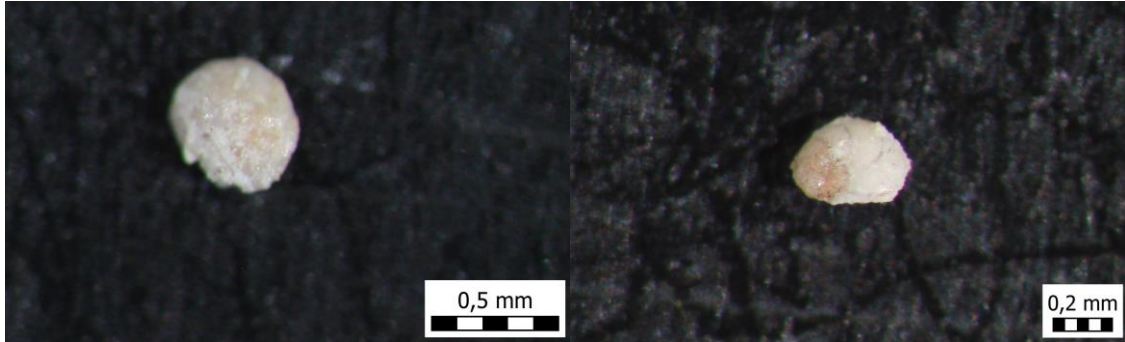
Bogat je ostacima plitkomorskih i dubokomorskih bodlji ježinca (Slika 11).



Slika 11. Ostaci bodlji plitkomorskih i dubokomorskih ježinca

TB3

Određena je foraminifera iz familije Cibicidae koja je karakteristična za plitkomorski okoliš. Prepoznata je foraminifera *Cibicoides lobatulus* (Slika 12 a). Zabilježena je foraminifera iz reda Rotalida (Slika 12 b). Zbog necjelovitosti nije određena vrsta.

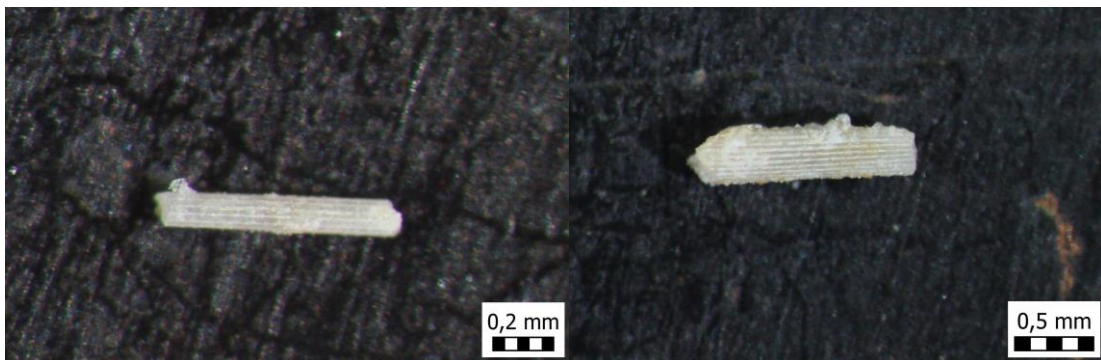


Slika 12 a) *Cibicoides lobatulus* b) Rotalidna foraminifera

Lokalitet: šumski put prema Veternici (THTB4, TB4, PTB4, PTB4.1.)

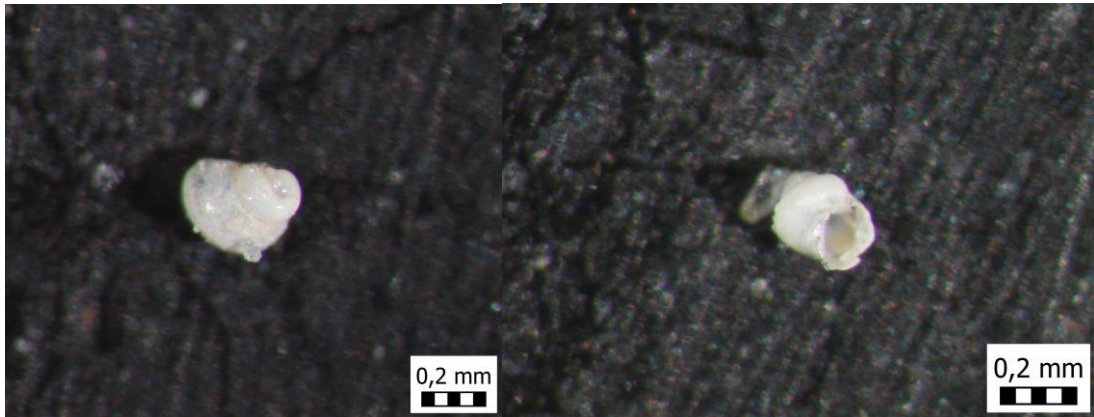
THTB4

Plitkomorski ostaci bodlji ježinca (Slika 13).



Slika 13. ostaci bodlji ježinca

U muljenom materijalu pronađen je puž is skupine litorina (Slika 14). Zbog slabog stupnja očuvanosti nije određena vrsta.



Slika 14. kućica desno savijenog puža iz skupine litorina

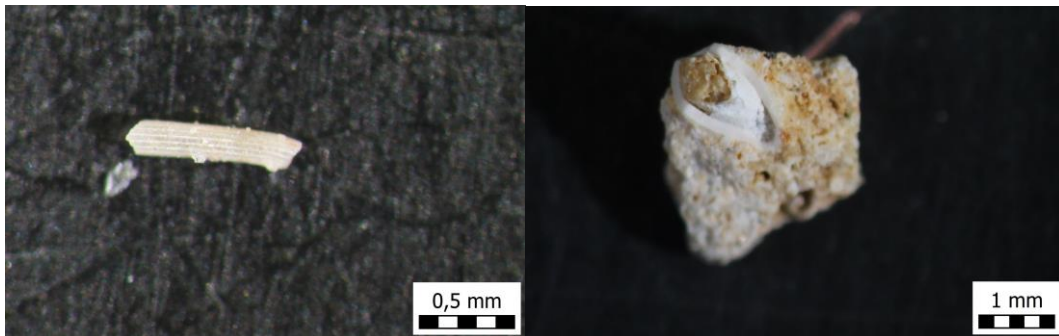
TB4

Određena je foraminifera *Amphistegina mammilla* (Fichtel & Moll, 1798) koju karakteriziraju brojne široke komore (Slika 15). Uglavnom naseljava plitkomorsko obalno područje.



Slika 15. *Amphistegina mammilla*

Prepoznati su ostaci plitkomorskih bodlji ježinca i školjkaša (Slika 16). Fosili nisu dobro očuvani. Pronađen je školjkaš (Slika 17) iz podrazreda Pterimorpha *Chlamys elegans* (Andrzejovsky).



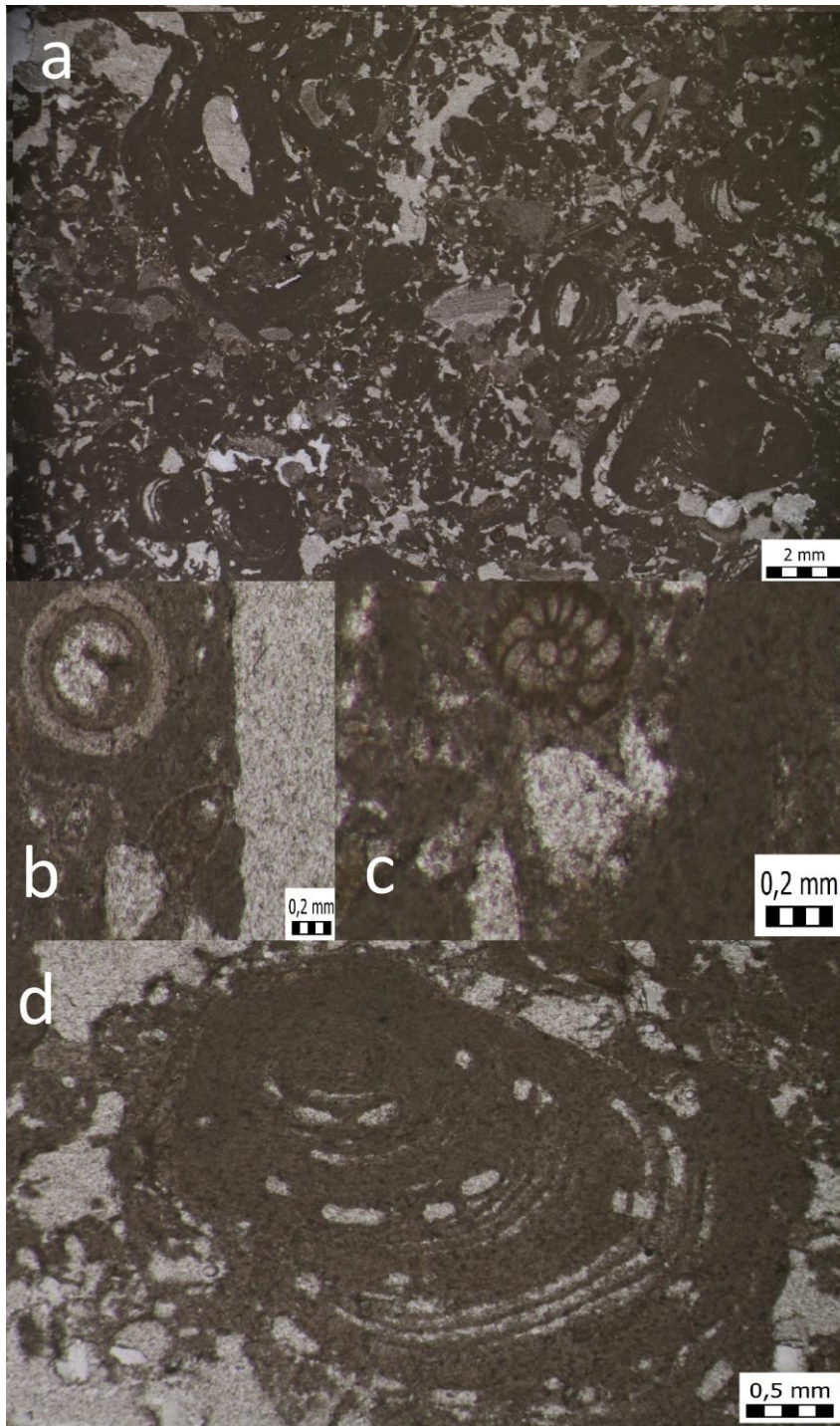
Slika 16. Ostaci bodlje ježinca i školjkaša



Slika 17. školjkaš *Chlamys elegans*

PTB4

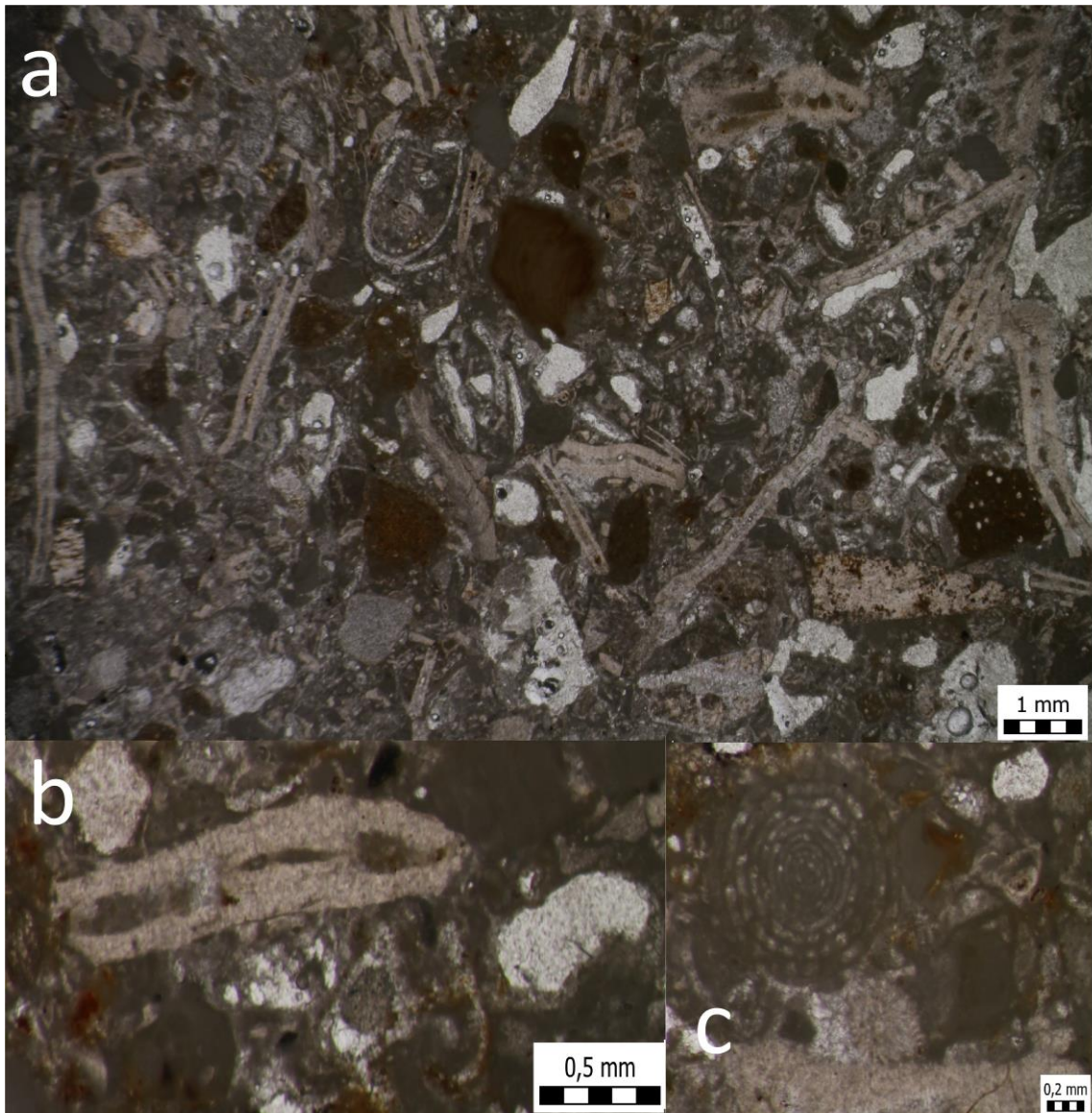
Određen je pješčenjak s izobiljem crvenih algi, koralinacejski floutson (Slika 18 a). Rodolodne biogene strukture gdje crvene alge čine više od 50% sastava. Pronađeni su presjeci skafopoda (Slika 18 b). Nađene su velike bentičke foraminifere roda *Planostegina* (Slika 18 c) koje su karakteristične za područje Paratetisa. Prepoznate su crvene alge iz reda Corallinales, familija Corallinaceae. Određen je rod *Lithothamnion* (Slika 18 d) koji žive epilitički na grebenima, od intertajdalne do subtajdalne zone.



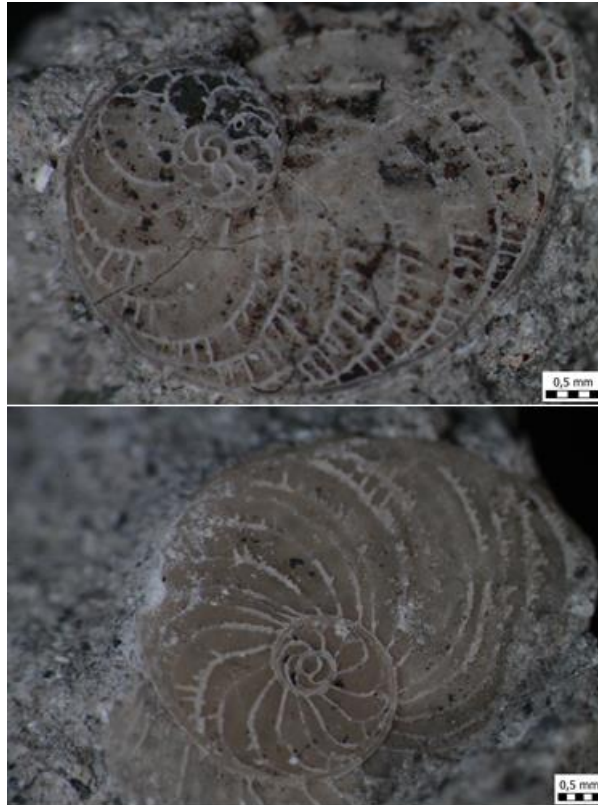
Slika 18. Mikrofotografija u prolaznom svijetlu preparata na lokalitetu šumskog puta prema Veternici; a) kalkarenit s crvenim algama b) poprečni presjek skafopoda c) ekvatorijalni presjek foraminifere d) rodolit s konceptakulima, rod *Lithothamnion*

PTB4.1.

Ovim preparatom dominiraju fragmenti velikih bentičkih foraminifera te je on heterosteginsko-planosteginski (Slika 19 a). Presjeci planostegina i heterostegina (Slika 19 b) su jasno vidljivi, amogu se naći i ekvatorijalni presjeci u fragmentima izdvojenim na terenu (Slika 20 a,b). Pronađena je i bentička porculanska foraminifera iz familije alveolinida *Borelis melo* (Fichtel & Moll, 1798) (Slika 19 c) koja je prema mišljenju (Bassi i sur. 2019) ograničena na miocen.



Slika 19. Mikrofotografija u prolaznom svjetlu preparata na lokalitetu šumskog puta prema Veternici a) heterosteginsko-planosteginski kalkarenit b) fragment heterostegine c) presjek foraminifere *Borelis melo*



Slika 20. Presjeci velikih planostegina (vjerojatno *Planostegina papyracea Seguenza*)
vidljivi su u fragmentima nađenim na terenu

5. Rasprava

5.1. Okolišni uvjeti

U ovom istraživanju fosilna zajednica najbolje pokazuje okolišne uvjete. Svaka vrsta ili skupina ukazuje na određene uvjete u kojoj organizam obitava. Na temelju fosilne zajednice u uzorku zaključujemo u kakvom su okolišu nastale te naslage. Okoliš se ne određuje na temelju jednog fosila koji je tipičan za određeni tip okoliša jer je dovoljna jedna oluja ili donos valovima koji poremete sliku okoliša. Na taj način dolazi do miješanja dubokomorskih i plitkomorskih organizama koji tada čine zajedničku fosilnu “zajednicu“. Na temelju pronađene faune može se pretpostaviti da se radi o šelfnom okolišu, vrlo vjerojatno u jednom trenutku u blizini obale.

Lokacija: zapadna padina teniskih terena

Organizmi kao što su foraminifera *Heterolepa dutemplei* i ostrakod *Cytheridea acuminata* pripadaju morskom okolišu, područje šelfa. Pronađeni fragmenti mahovnjaka ukazuju na mogućnost života na padini (Moissette i sur., 2007). Tekstularidne foraminifere i foraminifera *Cibicidoides lobatulus* (Walker i Jacob, 1798) javljaju se u okolišima visoke energije. Bodlje ježinca su plitkovodne. Brumbuljci žive u zoni plime i oseke.

Lokacija: sjeverni dio ulice Dubravice

Bodlje ježinca su plitkomorske i dubokomorske. Fragmentirani ostaci skafopoda ukazuju na mirni okoliš koji je povremeno bio uzburkan (Šeparović, 2019). Na uzburkaniji odnosno okoliš s visokom energijom upućuje prisutnost foraminifere *Cibicidoides lobatulus* (Walker i Jacob, 1798).

Lokacija: šumski put prema Veternici

Rod *Amphistegina* (d'Orbigny, 1826) ukazuje na dinamičan plitkomorski okoliš. Fragmenti bodlji ježinca su plitkomorski. U preparatu vidimo presjeke skafopoda koji su karakteristični za uzburkani morski okoliš. Kod velikih bentičkih foraminifera dominiraju heterostegine u odnosu na planostegine što znači da je more uzburkano (Šeparović, 2019. i

literatura navedena u tom radu). Porculanska foraminifera *Borelis melo* se pojavljuje u plitkomorskom obalnom području. Koralinacejske alge roda *Lithothamnion* nastanjuju mora umjerene temperature na području grebena i početka padine. Iz dubljeg mora potječu planostegine (većinom žive na 70 do 90 m dubine) i planktonske foraminifere, koje su vjerojatno u plićak donesene tijekom jakih oluja i velikih valova.

5.2. Usporedba istraženih lokaliteta

Na lokalitetu zapadne padine teniskih terena dobro su uočljivi izdanci. Na prvi pogled se činilo da je riječ o "litotamnijskom vapnencu" ali nakon izrade preparata nisu pronađeni fragmenti crvenih algi, puno su bolje sačuvane velike staklaste bentičke foraminifere, rodovi *Planostegina* i *Heterostegina*, pa je tip sedimenta definiran kao Heterosteginsko-planosteginski vekston do floutston. Fosilna zajednica na lokalitetu zapadne padine teniskih terena je mnogobrojnija i raznolikija u odnosu na druga dva lokaliteta. Najbrojniji su mekušci i staklaste foraminifere. Rod skaforoda *Dentalium* je za vrijeme miocena zabilježen na područjima Sjevernog mora (Janssen, 1987), Australije i Novog Zelanda te u susjednom Bečkom bazenu (Harzhauser i sur., 2011). Može se pretpostaviti mogući smjer migracije iz Bečkog bazena prema Panonskom bazenu. Raznolikost organizama ukazuje na paleoekološku raznolikost na malom području istraživanja.

Na lokalitetu šumskog puta prema Veternici pronađena je slična fosilna fauna. Tip sedimenta se može definirati kao koralinacejski floutston. Osim koralinacejskih crvenih algi, koje nisu zabilježene na drugim lokalitetima, pronađena je foraminifera *Borelis melo*. Riječ je o miocenskoj porculanskoj foraminiferi, srodnici alveolina, koja je zabilježena u izoliranom području Mediterana. Pretpostavljena je mogućnost migracije s tog područja u istraživano područje.

Piller i sur. (2007) navode obilje planostegina i prisutnost foraminifere *Borelis melo* kao indikator donjeg badena.

5.3. Usporedba sa susjednim područjima

U diplomskom radu Jeftinić S. (2019) opisuje mikrofosilnu zajednicu i paleookoliš srednjomiocenskih naslaga u okolini Veternice, na lokalitetu u neposrednoj blizini ovdje opisanog lokaliteta. Zabilježena je fosilna zajednica koja ima veliki broj bentičkih foraminifera i ostrakoda s povremenim dubokomorskim fosilima. Pojavljuju se

foraminifere *Heterolepa dutemplei*, *Heterostegina* i *Planostegina*. Okoliši se podudaraju i odgovaraju plitkomorskom okolišu s povremenim olujama ili valovima koji su vrlo vjerojatno utjecali na donos dubokomorske zajednice.

Šeparović A. (2019) u diplomskom radu proučava miocenske lapore sa skafopodima južno od špilje Veternice, u neposrednoj blizini ovdje istraženog lokaliteta. Prema opisima rezultata okoliš odgovara plitkomorskom što odgovara istraživanom području u mom radu. Također vidimo djelomično podudaranje koje se odnosi na nalaz skafopoda, roda *Dentalium* koji je pronađen u vidu fragmenata te je niskog stupnja očuvanosti. U laporima se, uz dentalije, ovdje javljaju i brojni koponošci roda *Cadulus*. Isto tako osim skafopoda, u oba tipa naslaga (laporima i biokalkarenitima) zabilježene su bodlje dubokomorskih i plitkomorskih ježinca. U laporima su nađene brojne heterostegine i planostegine, jednako kao u biokalkarenitima na ovdje istraženom lokalitetu.

6. Zaključak

Kompaktne bioklastične naslage protežu se duž čitavog istraženog terena. Ističu se od laporovitih naslaga većom otpornošću na trošenje.

Čvrste bioklastične naslage, uz izbruske, pripravljene su za proučavanje i tehnikom muljenja. Prilagođena toplo-hladna metoda mokrog prosijavanja dala je mnogobrojniju i bolje očuvanu fosilnu zajednicu u odnosu na zajednicu dobivenu klasičnom metodom muljenja.

Utvrđena su dva glavna tipa naslaga: heterosteginsko/planosteginski vekston do floutston (na lokalitetu zapadne padine teniskih terena) i koralinacejski floutston (na lokalitetu šumskog puta prema Veternici).

Naslage su taložene u plitkomorskom okolišu s povremenim valovima i olujama. Na to upućuju predstavnici dubokomorske fosilne faune koji su uglavnom necjeloviti i fragmentirani. Zbog veće bioraznolikosti miocenskih naslaga na zapadnoj padini teniskih terena u odnosu na druge lokalitete pretpostavljam da su vladali nešto povoljniji uvjeti.

Zbog tektonske složenosti terena nije moguće odrediti točan stratigrafski slijed naslaga, no sve istražene naslage su srednjomiocenske (badenske starosti). Moguće je da dio naslaga s brojnim planosteginama i borelisima pripada donjem badenu.

7. Literatura

Armstrong, H. i Brasier, M. (2005): *Microfossils*, Second Edition, Blackwell. 142–184, 219–246

Bajraktarević, Z. (1982): O nekim mikrofosilima – nanofosilima srednjeg miocena (baden – sarmat s. str.) sjeverne Hrvatske [On some middle Miocene Microfossils and Nannofossils – northern Croatia]. 10. jub. kongr. geol. Jugosl., Budva, 1, 137–142.

Bajraktarević, Z. (1983a): Middle Miocene (Badenian and Lower Sarmatian) Nannofossils of Northern Croatia [Nanofosili srednjeg miocena (baden – donji sarmat) sjeverne Hrvatske]. *Paleontologia Jugoslavica*, 30, 5–23.

Bajraktarević, Z. (1983b): Usporedba kremičnog nanoplanktona tzv. tripolija Beočina i jugozapadne Medvednice [Ein Vergleich des kieseligen Nannoplanktons aus dem sgn. Tripoli von Beočin (Fruška gora Gebirge) südwestlichen Medvednica-Gebirge]. *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 404 (Razr. za prir. znan. 19), 69–74.

Bajraktarević, Z. (1984): The application of microforaminiferal association of the Middle Miocene of North Croatia [Primjena mikroforaminiferskih zajednica i nanofosila u biostratigrafskoj klasifikaciji srednjeg miocena sjeverne Hrvatske]. *Acta geologica*, 14/1 (Prir. istraž. Jugosl. akad. znan. umjetn. 49), 1–34.

Bassi, D., Vrsaljko, D. i Grgasović, T. (2008): The coralline flora of a Miocene maërl: the Croatian "Litavac". *Geologia Croatica*, 61/2–3, 333–340.

Bassi D. i sur., (2019): Palaeobiogeography and evolutionary patterns of the larger foraminifer *Borelis de Montfort* (Borelidae); In: *Papers in Paleontology*, 1–3.

Bošnjak M., Tripalo K, Japundžić S. I Sremac J. (2014) Prvi zapisi *Acanthuridae* iz miocenskih naslaga Medvednice. *Geologia Croatica* 201–204.

Di Martino, E., Rösler, A., Reich, S. i Braga, J.C. (2015): A diverse patch reef from turbid habitats in the middle Miocene (East Kalimantan, Indonesia). *Palaios* 30, 128–149.

Gjirlić M. (2017): Scaphopoda u miocenskim naslagama okolice Dubrave. Završni rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1–23.

Gjirlić M., Franjičević A., Kaltak A. i Sremac J. (2019): Modified Wet Sieving Preparation Technique in Paleontology. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Hrvatski geološki kongres, 75.

- Gorjanović Kramberger, D. (1908a): Geologijska prijedlogna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Zagreb. Zone 22, col. XIV. Izd. Geol. povj. u Zagrebu, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908b): Geologijska prijedlogna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Tumač geologijskoj karti Zagreb (Zona 22, Col. XIV). Nakl. kralj. zemalj.vlade, Odjel unutar. poslove, Zagreb, II + 75 str
- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011.): Protista – Protozoa Metazoa – Invertebrata. Izdavač: Alfa, 1–584
- Harzhauser, M. Mandić, O. i Schlogl, J. (2011): A late Burdigalian bathyal mollusc fauna from the Vienna Basin (Slovakia).–*Geologica Carpathica*, 62/3, 211–231. doi: 10.2478/v10096-011-0018-7
- Heidari, A., Mahboubi, A., A Gonzales, L. Ali Moallemi, Seyed (2013): Biostratigraphy, sequence stratigraphy, and paleoecology of the Lower – Middle Miocene of Northern Bandar Abbas. In: *Arabian Journal of Geosciences*, 1 – 54.
- Hohenegger, J., Ćorić, S. & Wagreich, M. (2014): Timing of the Middle Miocene Badenian Stage of the Central Paratethys. *Geology of the Carpathian Region* 65, 155–166.
- Hohenegger, J., Rögl, F., Ćorić, S., Pervesler, P., Lirer, F., Roetzel, R., Scholger, R. & Stingl, K. (2009): The Styrian Basin: a key to the Middle Miocene (Badenian/Langhian) Central Paratethys transgressions. *Austrian Journal of Earth Studies* 102, 102–132.
- Janssen, R. (1987): Evolution and stratigraphical distribution of Oligocene and Miocene Scaphopoda in the North Sea Basin — a preliminary report, *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol*, 171–180, Leiden
- Jeftinić (2019): Mikrofosilne zajednice i paleokoliš srednjomiocenskih naslaga s mekušcima u okolici Veternice. Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1–34.
- Kochansky, V. (1944a): Izvještaj o paleontološkom iztraživanju miocena Zagrebačke gore. *Vjestnik Hrv. drž. geol. zav. i Hrv. drž. geol. muz.*, 2-3, 26–27.
- Kochansky-Devide, V. & Bajraktarević, Z. (1981): Miocen (baden i sarmat) najzapadnijeg ruba Medvednice. *Geol. vjesnik* 33, 43–48.

- Kochansky-Devide, V. & Bajraktarević, Z. (1981): Miocen (baden i sarmat) najzapadnijeg ruba Medvednice. *Geol. vjesnik* 33, 43-48.
- Kováč, M., Andreyeva-Grigorovich, A., Bajraktarević, Z., Brzobohatý, R., Filipescu, S., Fodor, L., Harzhauser, M., Oszczytko, N., Pavelic, D., Rögl, F., Saftić, B., Sliva, L. & Studencka, B. (2007): Badenian evolution of the Central Paratethys sea: paleogeography, climate and eustatic sea level changes. *Geology of the Carpathian Region* 58, 579–606.
- Lüning, K. (1990): *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*, 572. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0025315400037632>.
- Moissette, P., Escarguel, G., Dulai, A., Kazmer, M., Muller, P., Saint – Martin, J.P. (2007): Mosaic of environments recorded by bryozoan faunas from the Middle Miocene of Hungary. *Palaeo*, 252, 530 – 536
- Pamić, J., (1997.): Volcanic rocks of the area between Sava and Drava Rivers, and Baranja (Croatia). *Nafta, Zagreb*, 225.
- Pavelić, D. (2001): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System. *Basin Research* 13, 359–376.
- Pavlovsky, M. (1959): O heterosteginama i njihovim nalazištima u Hrvatskoj [Über Heterostegina und ihre Fundorte in Kroatien]. *Geološki vjesnik*, 12 (1958), 23–36.
- Pezelj, Đ. (2006): Paleoekološki odnosi badena i sarmata područja Medvednice. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 132 str.
- Pezelj, Đ., Sremac, J. & Bermanec, V. (2016): Shallow-water benthic foraminiferal assemblages and their response to the palaeoenvironmental changes — example from the Middle Miocene of Medvednica Mt. (Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica* 67, 329-345.
- Piller, W.E., Harzhauser, M. i Mandić, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy current status and future directions. *Stratigraphy*, 4, 2/3, 151–168.
- Poljak, J. (1938): Prilog poznavanju miocenskih Echinoidea Hrvatske i Slavonije – in Croatian. *Vesnik Geološkog instituta Kraljevine Jugoslavije* 7:167–203.
- Rögl, F. (1996): Stratigraphic correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene. *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie und Bergbaustudenten in Österreich* 41, 65–73.

Rögl, F. (1998): Palaeogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 99A, 279–310.

Smith Alison J., Palmer Donald F., (2012): Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change, in *Developments in Quaternary Sciences*.

Šeparović (2019): Micenske naslage sa skafopodima južno od špilje Veternice (Medvednica). Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1–66.

Šikić, K. (1995): Prikaz geološke građe. In: Šikić, K. (ed.): *Geološki vodič Medvednice*. Institut za geološka istraživanja & INA d.d. – Naftaplin, 7–40, Zagreb.

Šikić, L. (1967): Torton i sarmat jugozapadnog dijela Medvednice na osnovi faune foraminifera (Torton und Sarmat des südwestlichen Teils der Medvednica auf Grund der Foraminiferenfauna). *Geol. vjesnik* 20, 127–135.

Tripalo (2017): Miocenski biolititi istočnog dijela Medvednice. Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1-66.

Vrsaljko, D., Pavelić, D., Miknić, M., Brkić, M., Kovačić, M., Hećimović, I., Hajek-Tadesse, V., Avanić, R., Kurtanjek, N. (2006): Middle Miocene (Upper Badenian/Sarmatian) Palaeoecology and Evolution of the Environments in the Area of Medvednica Mt. (North Croatia). *Geologia Croatica* 59/1, 51–63.

Woelkerling, W.J. (1988): *The Coralline Red Algae: An analysis of the Genera and Subfamilies of Nongeniculate Coralinaceae*. British Museum (Natural History), Oxford University Press, 1-1.

Mrežni izvori:

<https://ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/gastropoda.php>

<https://ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/scaphopoda.php>

8. Zahvale

Prije svega zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenki Sremac na stručnom vodstvu i neizmjernom strpljenju. Najviše sam zahvalan na prilici da Vas upoznam kao osobu. Svakodnevna radost i nezaboravni osmijeh su ono što me obogatilo.

Zahvaljujem se svim djelatnicima PMF-a na prenesenom znanju i iskustvu.

Od srca zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su jednostavno uvijek bili tu uz mene.

Hvala dragom Bogu na svim usponima i padovima tijekom studija.

