

# Slatkovodne miocenske naslage na području Gornja Planina - Karivaroš (istočna Medvednica)

---

**Franjičević, Ana**

**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:217:597007>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Ana Franjičević

**SLATKOVODNE MIOCENSKE NASLAGE NA  
PODRUČJU GORNJA PLANINA – KARIVAROŠ  
(ISTOČNA MEDVEDNICA)**

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Ana Franjičević

**SLATKOVODNE MIOCENSKE NASLAGE NA  
PODRUČJU GORNJA PLANINA – KARIVAROŠ  
(ISTOČNA MEDVEDNICA)**

Diplomski rad

predložen Geološkom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog zvanja

magistra geologije

Zagreb, 2020.

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

## ZAHVALE

*Prvenstveno zahvaljujem svojoj mentorici prof.dr.sc. Jasenki Sremac, koja me vodila kroz ovaj rad te mi uvelike pomogla svojim znanjem i stručnim savjetima. Hvala Vam na nesebičnoj pomoći, iznimnoj strpljivosti i posvećenosti tijekom nastajanja rada.*

*Zahvaljujem prof.dr.sc. Marijanu Kovačiću na pomoći prilikom određivanja litologije i stratigrafije, za pomoć u izradi poučne staze i na svim korisnim sugestijama.*

*Zahvaljujem prof.dr.sc. Borni Lužar – Oberiteru na pomoći prilikom izrade geološkog profila i stupa.*

*Zahvaljujem dr.sc. Valentini Hajek – Tadesse na pomoći oko odredbe rodova ostrakoda za ovo istraživanje.*

*Zahvaljujem dr.sc. Frani Markoviću na detaljnom opisu prilikom kalcimetrije te Štefici Kampać, dipl.inž., na pomoći prilikom rada u laboratoriju.*

*Zahvaljujem Željku Ištuku, dipl.ing., na pomoći prilikom izrade mikroskopskih preparata u laboratoriju.*

*Zahvaljujem Robertu Koščalu na pomoći pri grafičkoj izradi geološkog profila i stupa.*

*Zahvaljujem kolegici Dorotei Klinžić na zajedničkom terenskom i laboratorijskom radu.*

*Zahvaljujem svojim kolegicama i prijateljicama Martini, Marti, Nikolini, Ajni, Martini L., Antoniji, Nataši, Sari, Nini i Ines, s kojima sam dijelila sretne trenutke studentskog života.*

*Hvala mami i tati na strpljenju.*

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### **SLATKOVODNE MIOCENSKE NASLAGE NA PODRUČJU GORNJA PLANINA – KARIVAROŠ (ISTOČNA MEDVEDNICA)**

ANA FRANJIČEVIĆ

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

Sažetak: Na sjeveroistočnoj Medvednici, u okolici Planine Gornje, uz cestu za Karivaroš, nalaze se izdanci klastičnih i piroklastičnih naslaga, u kojima se mjestimice nađu brojni fosili slatkovodnih mekušaca (školjkaša, slatkovodnih puževa), ostrakoda, riba i drugih organizama. Donjobadenska starost glinovitih naslaga u južnom dijelu terena određena je na temelju proslojaka tufa. Pločasti vapnenci na sjevernom dijelu terena ne sadrže fosile, ali su, prema analogiji sa susjednim područjima, svrstani u panonske Croatica naslage. Najmlađi, svijetli lapori s ostrakodima i ostacima riba određeni su kao Banatica naslage.

Ključne riječi: klastične i piroklastične stijene, fosili, paleookoliš, miocen, Medvednica

Rad sadrži: 54 + VI stranica, 35 slika, 1 tablicu, 50 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  
prof.dr.sc. Marijan Kovačić

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Jasenka Sremac  
prof. dr. sc. Marijan Kovačić  
doc.dr.sc. Borna Lužar-Oberiter

Zamjena: viši predavač Dražen Kurtanjek

Datum završnog ispita: 25. veljače, 2020.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Master Thesis

### **FRESHWATER MIOCENE DEPOSITS IN THE AREA OF GORNJA PLANINA – KARIVAROŠ (EASTERN MEDVEDNICA)**

ANA FRANJIČEVIĆ

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

Abstract: In the northeastern part of the Medvednica Mt., near the village Planina Gornja, along the road towards Karivaroš, clastic and pyroclastic Miocene deposits crop out, sporadically comprising numerous fossils of freshwater molluscs (bivalves, freshwater gastropods), ostracodes, fish and other organisms. The determined age of argillaceous deposits in southern part of the terrain as Lower Badenian is based on tuffitic interlayers. Laminar limestones in the northern part of the terrain do not contain fossils, but if compared with vicinal areas, they are classified as Croatica deposits. The youngest sediments, bright marls with ostracods and fish remains are classified as Banatica deposits.

Key words: clastic and pyroclastic rocks, fossils, paleoenvironment, Miocene, Medvednica Mt.

Thesis contains: 54 + VI pages, 35 figures, 1 table, 50 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: Professor Jasenka Sremac  
Professor Marijan Kovačić

Reviewers: Professor Jasenka Sremac  
Professor Marijan Kovačić  
Assistant Professor Borna Lužar-Oberiter

Substitute: Senior Lecturer Dražen Kurtanjek

Date of the final exam: 25<sup>th</sup> February 2020

## Sadržaj

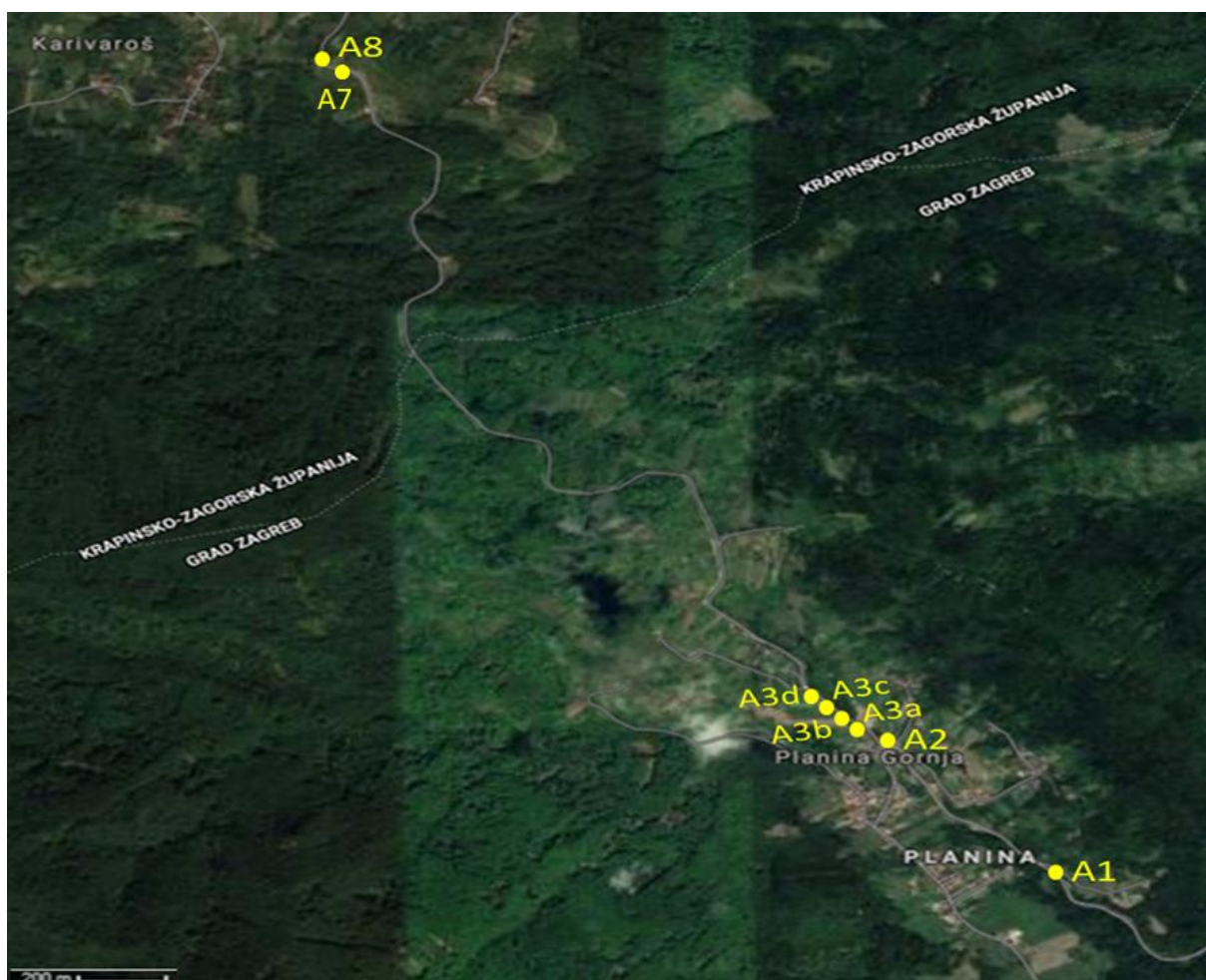
1. Uvod .....	1
2. Povijest dosadašnjih istraživanja miocenskih naslaga Medvednice .....	3
3. Geološki razvoj istraživnog područja .....	4
4. Metode istraživanja .....	7
4.1. Terenski rad .....	7
4.2. Laboratorijski rad .....	10
4.3. Kabinetski rad .....	14
5. Rezultati.....	15
5.1. Geološka građa terena duž puta između Planine Gornje i Karivarosa .....	15
5.2. Paleontološka analiza .....	19
5.2.1. Haraceje .....	20
5.2.2. Ostrakodi .....	22
5.2.3. Puževi.....	29
5.2.4. Školjkaši.....	31
5.2.5. Ribe .....	33
5.3. Opis uzoraka .....	37
5.3.1. Uzorci čvrstih stijena proučavani u izbruscima.....	37
5.3.2. Uzorci slabije vezanih stijena proučavani iz muljenog materijala .....	39
5.3.3. Rezultati kalcimetrije .....	39
6. Rasprava.....	40
6.1. Geološka građa istraživanih naslaga .....	40
6.2. Utjecaj pripremnih tehnika na kvalitetu sačuvanja .....	41
6.3. Revizija nazivlja.....	41
6.4. Paleoekologija.....	42
6.5. Biostratigrafija .....	47
6.6. Usporedba sa susjednim područjima.....	47
7. Zaključak .....	48
8. Literatura.....	49
9. Prilog – tablični popis točaka opažanja i uzorkovanja na terenu .....	54



## 1. Uvod

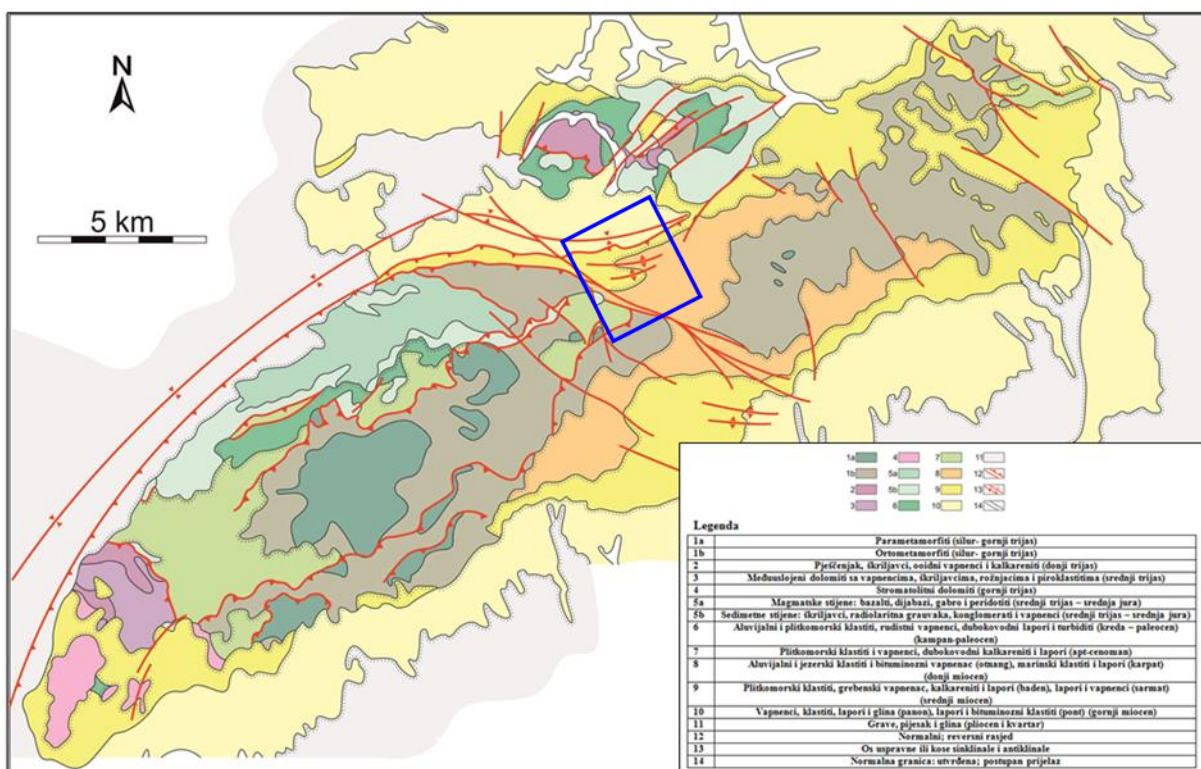
Tema ovog diplomskog rada vezana je uz slatkovodne naslage miocena istočne Medvednice. Glavni je cilj bio istražiti teren duž ceste Planina Gornja – Karivaroš, odrediti prisutne fosile, utvrditi starost naslaga, interpretirati taložni okoliš te na temelju dobivenih podataka izraditi geološki profil, stup i poučnu stazu duž cijele trase.

Istraživani lokaliteti nalaze se na istočnim obroncima Medvednice, točnije uz cestu koja se proteže od mjesta Planina Gornja na zagrebačkoj strani do sela Karivaroš na zagorskoj strani Medvednice (slika 1).



Slika 1. Satelitski i geografski prikaz istraživanog terena  
(Google Earth, 4.1. 2020.)

Od svih miocenskih sedimenata Zagrebačke gore, naslage „tortonskog“ (badenskog) mora su najzastupljenije. Te naslage pripadaju različitim facijesima. Na nekim je dijelovima današnje Medvednice more Paratethys transgrediralo na kopno, dok se drugdje u podlozi nalaze jezerski sedimenti. Također, nakon zatvaranja i izolacije Paratethysa krajem srednjeg i u gornjem miocenu, voda se oslađuje i nastaju jezera (Kochansky, 1944). Prema litološkim i faunističkim karakteristikama, slatkovodne naslage Medvednice pokazuju veliku sličnost sa slatkovodnim naslagama Slavonije, sjeverne Bosne i Banije, za koje se smatra da pripadaju srednjem ili donjem miocenu (Ožegović, 1956; Pantić, 1961 i Šikić, K., 1964).



Slika 2. Geološka karta Medvednice (preuzeto iz: Klinžić, 2019.)

Položaj istraženog terena označen je plavim pravokutnikom.

## 2. Povijest dosadašnjih istraživanja miocenskih naslaga Medvednice

Prvu preglednu geološku kartu na području Banovine Hrvatske i Slavonije izradio je D. G. Kramberger (1904). U svojim se radovima (1907, 1908) bavio geološkom građom i tektonikom Medvednice te time dao temelj za daljnja istraživanja ovog područja.

A. Polić (1935) istražuje floru iz slatkovodnih naslaga Planine te na osnovu dviju biljnih vrsta poznatih do tada samo iz oligocena, pribraja ove naslage gornjem oligocenu.

V. Kochansky daje značajan doprinos u istraživanju Medvednice. U svojoj doktorskoj disertaciji (1944) detaljno obrađuje miocensku marinsku faunu i okoliše Medvednice.

B. Erceg i N. Skenderović (1961) prilikom kartiranja istočnog dijela Zagrebačke gore (područje Zelina-Kašina-Marija Bistrica) izdvajaju i opisuju slatkovodne naslage.

V. Kranjec (1962) kartira "tercijarne" naslage jugozapada Zagrebačke gore te izdvaja slatkovodne naslage kao gornji oligocen.

S. Muldini - Mamužić (1965) na temelju ostrakodne zajednice zaključuje kako slatkovodne naslage Zagrebačke gore pripadaju gornjem oligocenu i uspoređuje ih sa Socka-naslagama Slovenije.

L. Šikić (1968) na osnovu foraminiferskih zajednica na području jugozapadne i sjeveroistočne Medvednice predlaže biostratigrafsku zonaciju badenskih i sarmatskih naslaga.

K. Šikić i sur. (1979) u Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, list Zagreb 1:100 000, Tumač za list Zagreb, L 33 - 80 prikazuju opću geološku građu terena i tektoniku Medvednice.

Z. Bajraktarević i D. Pavelić (2003) navode popis važnih foraminifera i vrsta mekušaca karakterističnih za početni stadij taloženja Sjevernohrvatskog bazena za vrijeme karpata.

I. Galović i J. Young (2012) se bave taksonomijom i stratigrafijom Paratetisa srednjeg miocena.

F. Marković (2017) u doktorskoj disertaciji analizira miocenske tufove Sjevernohrvatskog bazena, uključivo i područje Medvednice.

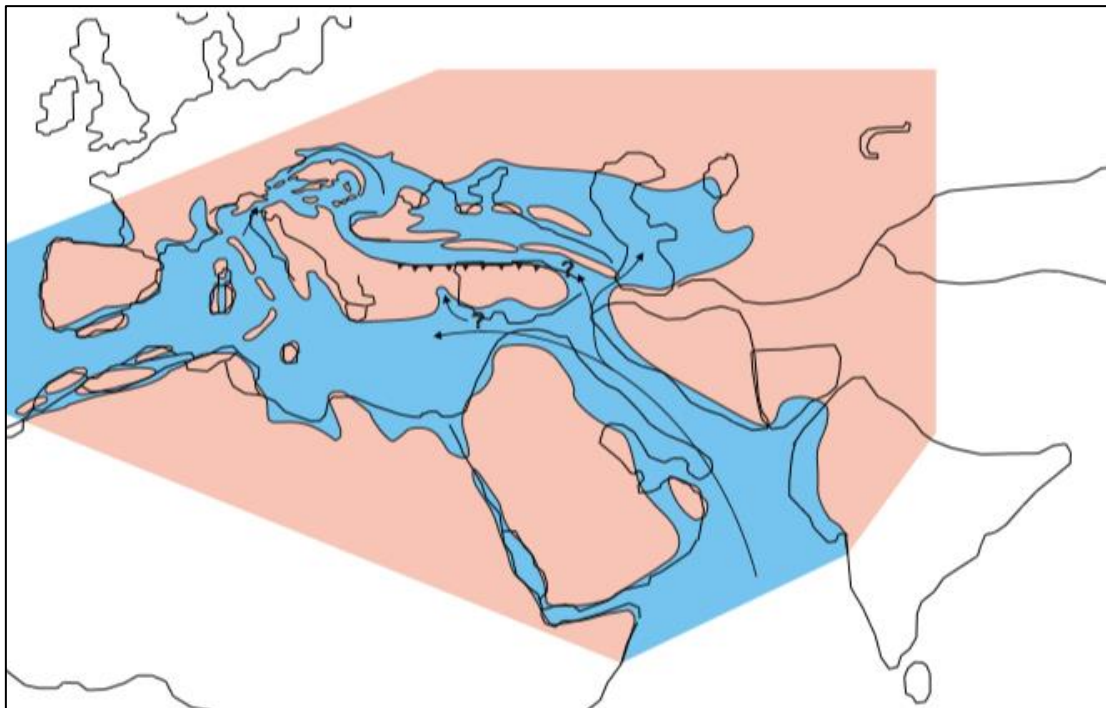
D. Pavelić i M. Kovačić (2018) opisuju detaljan sedimentološki i stratigrafski razvoj Sjevernohrvatskog bazena kroz cijeli neogen.

### **3. Geološki razvoj istraživanog područja**

Paratethys je more koje je nastalo na prijelazu iz eocena u oligocen uslijed kretanja Afrike prema Euroazijskoj ploči u smjeru obrnutom kretanju kazaljke na satu (Rögl, 1998; Popov i sur., 2004; Harzhauser i sur., 2007, Piller i sur., 2007). Može se podijeliti na tri zasebne jedinice na temelju paleogeografskih i geotektonskih obilježja: zapadni, središnji i istočni Paratethys. Za vrijeme svog maksimuma, Paratethys se protezao od bazena Rhone u Francuskoj do unutrašnje Azije (Piller i sur., 2007). Područje Medvednice tijekom miocena paleogeografski pripada središnjem Paratethysu, a geotektonski jugozapadnom rubu Panonskog bazenskog sustava (Bošnjak, 2017). Razvoj Panonskog bazenskog sustava odvijao se u dvije faze: sinriftna i postriftna faza (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018). Sinriftna faza je trajala od otnanga do srednjeg badena, a postriftna od kasnog badena do kvartara. Sinriftna faza označava period kada se astenosfera uzdizala pa se i kora stanjivala što je dovodilo do subsidencije. Bila je popraćena vulkanizmom te marinskim transgresijama i regresijama kao posljedicom eustatičkih promjena morske razine. Postriftna faza označava spuštanje bazena uslijed hlađenja litosfere praćenog smanjenjem vulkanske aktivnosti te promjenom u kontinentalni režim taloženja.

Tijekom miocena na prostoru sjeverne Hrvatske razlikuju se dva bazena: Bazen Hrvatskog zagorja (predstavljen starijim naslagama donjeg miocena) i Sjevernohrvatski bazen (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018). Područje Medvednice pripada Sjevernohrvatskom bazenu (slika 4). U području Sjevernohrvatskog bazena za vrijeme otnanga i karpata karakteristične su aluvijalne naslage; grubozrnate do fino-zrnate naslage s brzim facijesnim promjenama (Pavelić i Kovačić, 2018). Miocenske naslage koje okružuju Medvednicu u najvećoj su mjeri zastupljene badenskim naslagama (Šikić, 1995). Tijekom starijeg badena taložene su slatkovodne naslage u jezerskom okolišu, u kojima su nađeni tufovi i tufiti kao tragovi vulkanske aktivnosti. U srednjem badenu izmjenjuju se dva transgresivno – regresivna ciklusa te započinje morsko taloženje. Prvi ciklus je prepoznat po plitkomorskim biokalkarenitima i konglomeratima, koji u sebi sadrže predneogenske klastite te ukazuje na pad morske razine. Drugi ciklus ima slične naslage, no veći postotak kalcitne komponente u laporima. Srednjobadenski sedimenti su grubozrnati klastiti, algalni vapnenci, lapori s puno

glinovite komponente. Česti su i tufovi te vulkanske stijene (Pamić, 1997). Gornji baden karakteriziran je porastom morske razine, koja je, za razliku od srednjobadenskih transgresija, bila regionalnog karaktera, a nastala je uslijed mirovanja na početku postrifne faze. Naslage su predstavljene konglomeratima, algalnim slojevima i grebentskim vapnencima, piroklastičnim vapnencima i laporima. Na kraju badena nastupa oplićavanje. Na granici badena i sarmata dolazi do izolacije bazena, pri čemu izumiru stenohalini organizmi. Početkom sarmata opet dolazi do transgresije, a od naslaga dominiraju laporima. U naslagama kasnog sarmata nalaze se konglomerati i pješčenjaci, koji predstavljaju fazu oplićavanja. U sarmatu se nalazi i bentonit (hidrotermalno izmijenjeno vulkansko staklo), koji ukazuje na slabu vulkansku aktivnost tijekom sarmata. U vrijeme panona nastupa potpuna izolacija Panonskog bazena kada se režim taloženja mijenja u slatkovodni. U panonu se prepoznaju Croatica - slojevi, nazvani po pužu *Radix croatica* (obalni, jezerski vapnenci), zatim Banatica - laporima, nazvani prema školjkašu *Congeria banatica* te Abichi - laporima, koji su dobili ime prema školjkašu *Paradacna abichi*. Banatica - i Abichi - laporima taložili su se za vrijeme produbljanja jezera. Gornji dio panona izgrađuju Rhomboidea - naslage, koje su dobile naziv prema školjkašu *Congeria rhomboidea* (glinovito – pjeskovite naslage i šljunci) (Pavelić i Kovačić, 2018).



Slika 3. Paleogeografska rekonstrukcija Paratetisa u donjem badenu (preuzeto iz Rögl, 1998.)





Slika 4. Položaj Medvednice u središnjem Paratetisu  
(preuzeto i prilagođeno iz Ćorić i sur. 2009.)

## 4. Metode istraživanja

Za potrebe diplomskog rada bilo je potrebno provesti terenski, laboratorijski i kabinetski rad.

### 4.1. Terenski rad

Terenski je rad obavljen tijekom prosinca 2018. godine na istočnoj Medvednici. Svi izdanci se nalaze uz cestu Planina Gornja – Karivaroš (Slika 1). Dosta su pristupačni te uzorkovanje ne predstavlja znatan problem. Prikupljanje uzoraka i snimanje geološkog stupa obavljeno je u suradnji s kolegicom Doroteom Klinžić. Kolegičin je zadatak bio istražiti marinske miocenske naslage na navedenom području, dok je moje istraživanje obuhvatilo slatkovodne miocenske naslage koje se nadovezuju na marinske. Slatkovodne su naslage zabilježene na točkama **A1** (WGS 84, 45°56'09.6"S, 16°05'03.1"I, slika 5), **A2** (WGS 84, 45°56'23.7"S, 16°04'47.1"I, slika 6), **A3a** (45°56'24.8"S, 16°04'43.4"I), **A3b** (WGS 84, 45°56'25.8"S, 16°04'42.3"I, slika 7), **A3c** (WGS 84, 45°56'26.6"S, 16°04'40.1"I, slika 8), **A3d** (45°56'28.3"S, 16°04'37.7"I), **A7**(WGS 84, 45°57'32.6"S, 16°03'46.0"I) i **A8** (WGS 84, 45°57'34.6"S, 16°03'46.0"I, slika 9). Prije samog uzorkovanja, bilo je potrebno ukloniti površinski sloj sedimenta kako bismo dobili svježju površinu uzorka. U plastične vrećice pohranjeno je između 0,5 i 1,0 kg svakog uzorka za daljnje analize u laboratoriju. Uzorci su uzeti s ukupno 8 lokacija (slika 1).



Slika 5. Točka A1, izdanak kongerijskog vapnenca



Slika 6. Točka A2, izdanak siltoznog lapora





Slika 7. Točka A3b, tuftični lapor



Slika 8. Točka A3c





Slika 9. Točka A8, izdanak slatkovodnog lapora

## 4.2. Laboratorijski rad

Laboratorijska obrada uzoraka većim je dijelom obavljena u laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda na Geološkom odsjeku PMF-a.

Metoda koja je primijenjena na većini uzoraka jest metoda muljenja („šlemanja“) ili mokrog prosijavanja. Sediment je najprije mehanički (čekićem) usitnjen do fragmenata maksimalne veličine oko 1 cm. Potom je svaki uzorak stavljen u posebnu posudu i namočen, na način da je do vrha natopljen vodom. U posude s vodom se zatim dodaje vodikov peroksid kako bi se uklonila organska tvar iz uzorka, a sediment dodatno omekšao. Tako mora odstajati 24 sata. Zatim slijedi ispiranje uzoraka na sustavu sita. Svaki se prosijava kroz 5 sita različite veličine promjera otvora, od krupnijeg prema sitnijem. Veličine promjera zrna su sljedeće: 1000, 500, 200, 125 i 63 mikrona. Prosijavanje se vrši tako da se talog izlije na sito najvećeg promjera, laganim trljanjem uz mlaz vode uzorak se miješa te sitnije čestice padaju kroz otvore na donje sito, ono još manjeg promjera otvora. Na taj način svaka frakcija ostaje izdvojena na situ pripadajuće veličine. Dobiveni uzorci stavljaju se u posudice, višak vode se dekantira te ostavlja da se suši. Nakon sušenja uzorak je spreman za mikroskopiranje. Ovom metodom obrađeni su uzorci A2, A3(a-d) i A8.



Slika 10. Dodavanje vodikovog peroksida u usitnjeni uzorak s vodom



Slika 11. Prosijavanje uzoraka kroz sita

Osim klasične metode mokrog prosijavanja, korištena je i modificirana tehnika mokrog prosijavanja kako je opisano u radu Gjirlić i sur. (2019). Prvotna pretpostavka je bila kako će se fosili u tretiranim uzorcima bolje očistiti ukoliko se upotrijebi novi način obrade, a to je dodavanje još jednog koraka u proces šlemanja. U standardni je proces sada ubačen korak između namakanja i prosijavanja. Nakon što je uzorak odstajao namočen 24 sata u vodi kojoj je dodan vodikov peroksid, umjesto da odmah ide na prosijavanje, primijenjen je proces zagrijavanja i zamrzavanja istog. Tretirani uzorak jest uzorak A2. Podijeljen je na tri dijela; prvi dio je odmah obrađen standardnim procesom šlemanja, drugi dio uzorka je podvrgnut naizmjeničnom zagrijavanju u mikrovalnoj pećnici i zamrzavanju, a treći dio naizmjeničnom zagrijavanju u kipućoj vodi i zamrzavanju. Uzorak koji je zagrijavan u mikrovalnoj, nakon zamrzavanja je odmah stavljen da se grije šest minuta na 350°C. Uzorak koji je zagrijavan kuhanjem u vrućoj vodi, odmah nakon zamrzavanja je stavljen u kipuću vodu i ostavljen tako dok se ne ohladi. Nakon što su uzorci u potpunosti ohlađeni, doda im se voda do polovine njihove visine te se stavljaju u zamrzivač na ponovno zamrzavanje. Vodu je potrebno dodati kako bi prilikom procesa smrzavanja ona „povezala“ uzorak. Dva uzorka koja su podvrgnuta novoj tehnici prošla su proces zamrzavanja i zagrijavanja sveukupno šest puta.

Sljedeća metoda koja je primijenjena na pojedinim uzorcima je izrada mikroskopskih preparata. Za tu su metodu korišteni čvrsti kompaktni uzorci koji su zbog svoje tvrdoće pogodni za ovaj proces.

Najprije se dijamantnom pilom stijena odreže u nekoliko tanjih pločica. Zatim se one ručno bruse na abrazivnom korundovom prahu kako bi se dobila ravna i glatka površina. Potom se uzorci stavljaju u novi uređaj gdje se dodatno stanjuju. Nakon toga se zalijepe na predmetno stakalce pomoću kanada balzama te se suše na peći. Na kraju se ponovno poliraju korundovim prahom do željene prozirnosti. Ta je tehnika primijenjena na uzorcima A1 i A7.



Slika 12. Poliranje preparata korundovim prahom

Manji dio posla obavljen je u laboratoriju Mineraloško-petrografskog zavoda. Tamo je rađena kalcimetrija. Kalcimetrija je proces određivanja količine karbonata u uzorku. Tom su metodom obrađena ukupno 4 uzorka (A2, A3d, A7 i A8). Količina karbonata određena je volumetrijskim mjerenjem Scheiblerovim kalcimetrom (slika 13). Kalcimeter se sastoji od tri staklene cijevi koje su spojene gumenim cijevima te posude (Erlenmeyerova tikvica) u kojoj se nalazi uzorak, magnet i HCl (u epruveti) te ventil koji regulira komunikaciju s fiksnom cijevi i okolinom. Cilj kalcimetrije je izmjeriti koliko se  $\text{CO}_2$  oslobodilo pri određenoj temperaturi i tlaku u trenutku kada je analizirani uzorak reagirao s HCl-om. Na temelju tog volumena, pomoću formule, izračunata je količina karbonata u sva četiri uzorka (Marković, usmeno priopćenje).



Slika 13. Scheiblerov kalkimetar u laboratoriju MPZ-a

### 4.3. Kabinetski rad

Kabinetski rad obuhvaća izdvajanje, fotografiranje i odredbu mikrofosila pojedinih frakcija. Nakon sušenja, uzorci se mogu spremati u papirnate vrećice, a na vrećicama se napiše o kojoj je frakciji riječ. Prilikom samog mikroskopiranja, u pliticu se stavi manja količina uzorka te se ravnomjerno rasporedi po njoj. Mikroskop tipa *Stereo-mikroskop Olympus-SZX10* spojen je s kamerom *EOS1100* pa se željeni uzorci mogu i fotodokumentirati. Prilikom uređivanja fotografija u programu *Quick PHOTO Camera 3.0* treba se paziti na orijentaciju fosila, a mjerilo mora biti postavljeno u kutu slike kako bi se znalo o kojim se dimenzijama radi.

## **5. Rezultati**

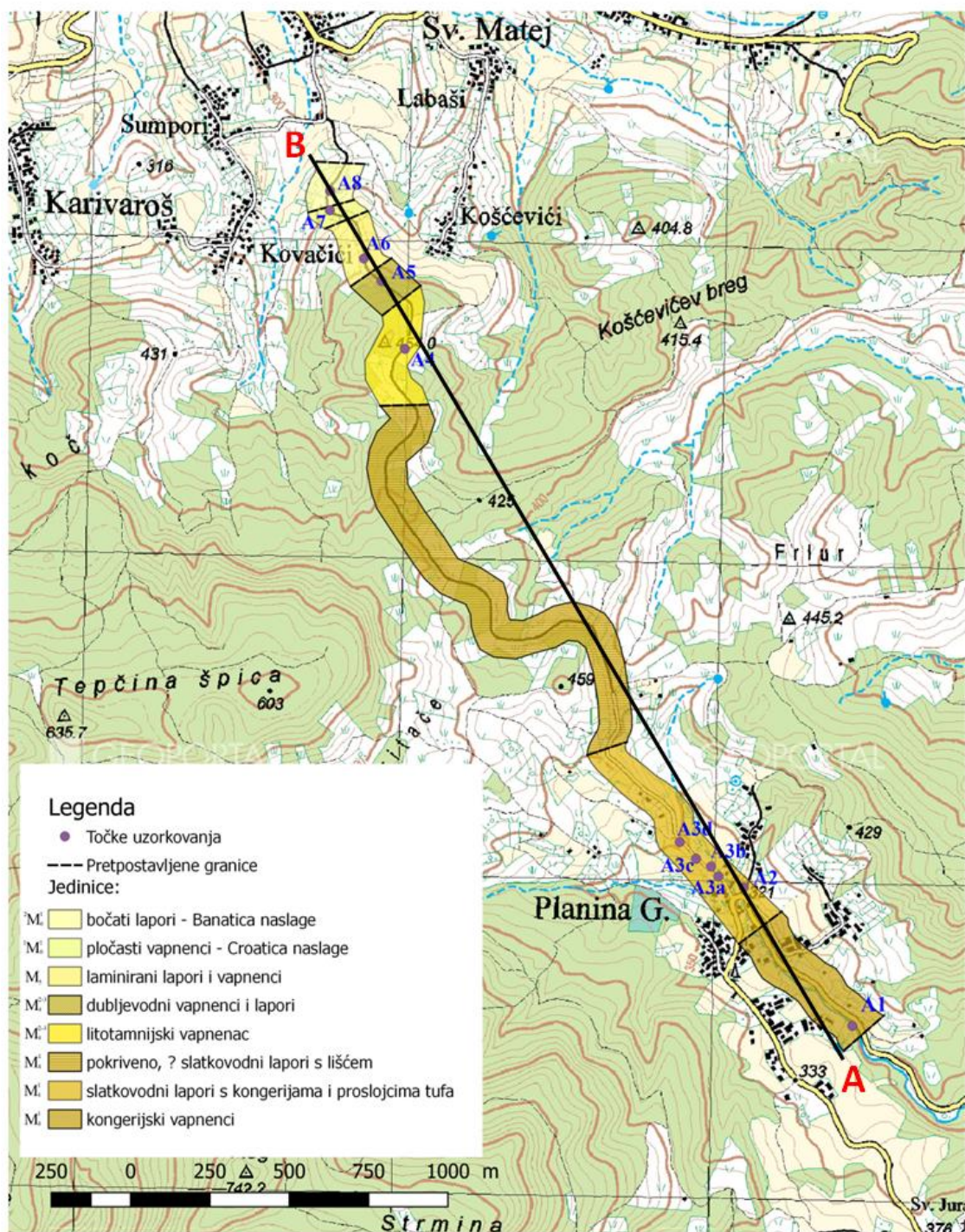
### **5.1. Geološka građa terena duž puta između Planine Gornje i Karivaroša**

Teren između Planine Gornje i Karivaroša bio je dodijeljen kolegici Dorotei Klinžić i meni kao područje istraživanja koje smo trebale detaljno proći, izmjeriti slojeve, zabilježiti vidljive karakteristike stijena i uzorkovati. Na temelju navedenog kasnije smo izradile poučnu stazu duž cijele trase (slika 14), geološki profil (slika 15) i geološki stup (slika 16). Poučna staza izrađena je pomoću programa QGIS.

Istraživani teren podijeljen je u načelu na dva dijela: kolegica Klinžić je istraživala marinske naslage (Klinžić, 2019), dok je moje područje istraživanja obuhvaćalo slatkovodne naslage. Cijelo područje istraživanog terena ukazuje nam na raspon geoloških razdoblja od srednjeg miocena (baden) do mlađeg miocena (panon).



## Poučna staza Planina Gornja - Karivaroš 1: 15 000



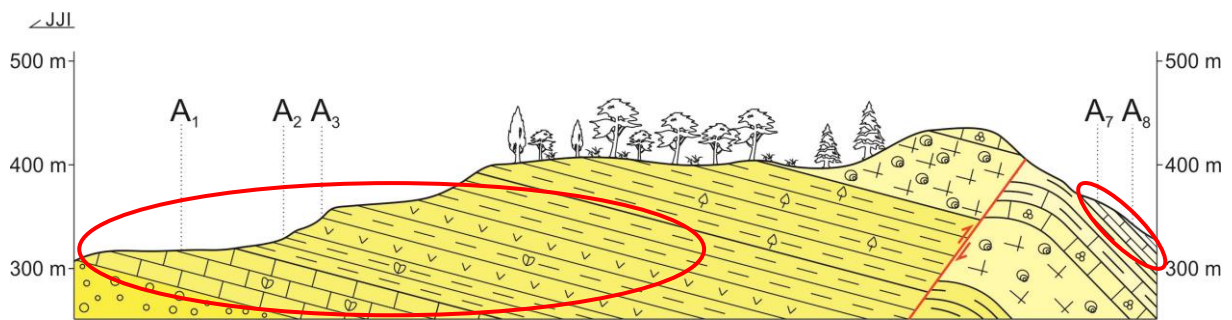
Slika 14. Poučna staza Planina Gornja – Karivaroš  
(izradile: Dorotea Klinžić i Ana Franjičević u programu QGIS)

Točke u ovom istraživanju zabilježene su oznakama A1, A2, A3a-d, A7 i A8.

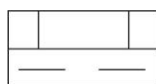
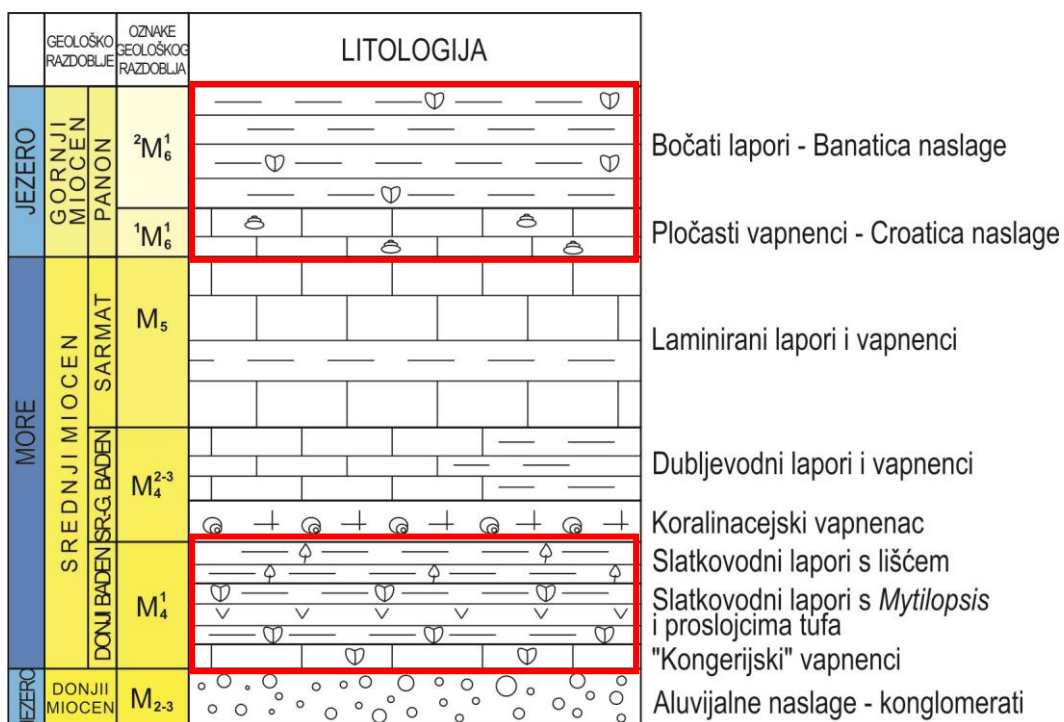
Crnom linijom i slovima A i B označen je profil.



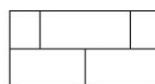
Sve točke istraživanog terena nalaze se uz cestu te je stoga pristup izdancima bio dosta pristupačan. Točku A1 predstavljaju vapnenci s fosilima dreissenidnih školjkaša. Vide se jasno izraženi slojevi te se lako mogao izmjeriti njihov položaj. Izdanak na točki A2 je siltozni lapor s makroskopskim fragmentima drajsenidnih školjkaša. Točke A3a-d nalaze se u jarku uz cestu. Na njima se također lijepo vidi uslojenost. Izdanci su to slatkovodnih lapora s proslojcima tufa. Nakon dijela terena gdje dolaze marinske naslage kojima se bavila kolegica Dorotea Klinžić, ponovno nailazimo na slatkovodne naslage. Točka A7 predstavlja slatkovodni vapnenac, a moje istraživanje završava točkom A8 odnosno slatkovodnim laporima s ostrakodima i proslojcima lišća.



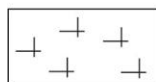
Slika 15. Geol. profil Planina Gornja – Karivaroš (izradile: Dorotea Klinžić i Ana Franjčević; prilagođeno prema Klinžić 2019.; crtao: Robert Koščal)  
 Slatkovodne naslage obrađene u ovom radu označene su crvenim elipsama.  
 Točke promatranja označene su slovima A1, A2, A3 , A7 i A8.



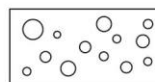
lapori i vapnenci



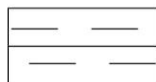
vapnenci



bioklastični vapnenci



konglomerati



lapori



školjkaši - rod *Mytilopsis*



puževi



foraminifere



koralinaceje



kopnena flora



lapori s proslojcima tufa

Slika 16. Geološki stup Planina Gornja – Karivaroš

(izradile: Dorotea Klinžić i Ana Franjčević; prilagođeno prema Klinžić 2019.;

crtao: Robert Koščal)

Slatkovodne naslage obrađene u ovom radu označene su crvenim pravokutnicima.

## 5.2. Paleontološka analiza

U istraživanim miocenskim naslagama pronađeni su sljedeći fosili: haraceje, ostrakodi, puževi i njihovi operkulumi, školjkaši te ostaci riba (zubi, otoliti i fragmenti kostiju).

Važno je napomenuti kako u ovom istraživanju razlikujemo dva horizonta slatkovodnih naslaga, iz srednjeg i iz gornjeg miocena, pa prema tome i pripadajuće fosile možemo svrstati u dvije skupine: one pronađene u slatkovodnim naslagama taloženim prije transgresije Paratetisa i one pronađene u slatkovodnim naslagama nakon transgresije (Tablica 1).

Tablica 1. Prikaz pronađenih fosila u starijim i mlađim slatkovodnim miocenskim naslagama.

SREDNJI MIOCEN (donji baden)	GORNJI MIOCEN (panon)
haraceje	riblji zubi
ostrakodi	krhotine ostrakoda
puževi	
operkulumi puževa	
školjkaši	
riblji zubi	
otoliti	
fragmenti ribljih kostiju	

U nadolazećem tekstu dan je pregled pojedinih fosilnih skupina. Na temelju pronađenih fosila interpretiran je paleookoliš istraživanog lokaliteta.

### 5.2.1. Haraceje

Harofitne alge su višestanične niže biljke različitih dimenzija (od nekoliko cm do preko 1 m). Imaju uspravan, člankovit i razgranat talus kod kojeg se izdvajaju dijelovi koji podsjećaju na stablo (kauloid), list (filoid) i korijen (rizoid) viših biljaka. Kauloid se sastoji od jedne centralne „cijevi“ i prstena manjih cijevi koje sačinjavaju „koru“. Osim klorofila a i b, u njima se nalazi još karoten i ksantofil. Stanična membrana je dvoslojna; unutarnja je celulozna, a vanjska je najvećim dijelom inkrustrirana karbonatnom materijom (Ercegovac, 1981; McCourt i sur., 2004; Domozych i sur., 2016).

Na filoidima se nalaze oogoniji, ženski rasplodni organi. Ispod filoida, u neposrednoj blizini oogonija, nalaze se okrugli muški spolni organi – anteridiji. Oogonij je jajastog oblika i sastoji se od oospore i omotača kojeg izgrađuju spiralne vapnenačke stanice nazvane girogoniti. Girogoniti se sačuvaju u fosilnom stanju te su zbog toga posebno značajni za mikropaleontologiju. Razmnožavanje harofitnih algi može biti dvojako. Vegetativno razmnožavanje se vrši pomoću dijelova rizoida od kojih se razvija nova biljka. No daleko je značajniji spolni proces, nazvan oogamija (McCourt i sur., 2004).

Prvi nalasci girogonita zabilježeni su u sedimentima silura. U paleogenu neke porodice izumiru, dok porodica Characeae upravo tada dostiže svoj maksimum razvitka (Ercegovac, 1981). Osim na Medvednici, harofitne su alge na prostoru Hrvatske pronađene i u paleogenskim Kozinskim naslagama Istre.

Fosilni girogoniti nađeni su i u morskim sedimentima. Njihovo prisustvo može se objasniti na dva načina: transportiranjem riječnim tokovima ili strujama iz brakičnih priobalnih dijelova mora i slatkovodnih jezera ili specifičnim načinom njihovog života u morskim uvjetima.

Suvremene harofitne alge žive u slatkovodnim i bočatim vodenim sredinama te naseljavaju muljevito i pjeskovito dno do dubine od oko 10 metara. Većina se lako prilagođava sredinama s malom količinom kisika (McCourt i sur., 2004).

U istraživanim uzorcima haraceje su pronađene samo u uzorku A2. Radi se o rodu *Nitellopsis*.



Slika 17. *Nitellopsis* (uzorak A2)

Phyllum: Charophyta (Migula, 1897)

Classis: Charophyceae (Smith, 1938)

Ordo: Charales (Lindley, 1836)

Famila: Characeae (Agardh, 1824)

Genus: *Nitellopsis* (Hy, 1889)

Stratigrafski raspon: paleocen do danas.

Opis: rod *Nitellopsis* pronađen je na točki A2. Dobiven je tehnikom mokrog prosijavanja (slika 17). U uzorku je nađen samo jedan primjerak oögonija, koji je jajastog oblika, polumjera otprilike 0,5 mm. Jasno su vidljivi spiralni zavoji, ukupno njih 6. Nije vidljiva vanjska ornamentacija.

### 5.2.2. Ostrakodi

Ostrakodi su mali rakovi duljine tijela najčešće u rasponu od 0,2 do 2 mm. Njihovo je tijelo u potpunosti zatvoreno unutar dviju ljuštura (<http://www.marinespecies.org/ostracoda/>). Tijelo nije segmentirano, sastoji se od glave i oprsja. Glava je najveći organ na kojem se nalazi pet pari člankovitih nožica, a na oprsju pet do sedam pari člankovitih nožica koje raku služe za kretanje i hranjenje. Ornamentacija i robusnost ljuštura ostrakoda govori o okolišnim uvjetima tj. dubini i razini energije na tom području (Armstrong i Brasier, 2005).

Pojavljuju se u morskim i ne-morskim staništima, ali ih se može naći i u polukopnenim okolišima (Holmes i Chivas, 2002). Staništa ostrakoda variraju od toplih tropskih mora do jako hladnih polarnih mora te se pronalaze od plimne zone sve do kilometarskih dubina. U slatkovodnim staništima pronalaze se u rijekama, jezerima, a čak i povremenim jezercima. Većina se vrsta razmnožava seksualno, dok je kod nekih prisutna partenogeneza odnosno aseksualno razmnožavanje.

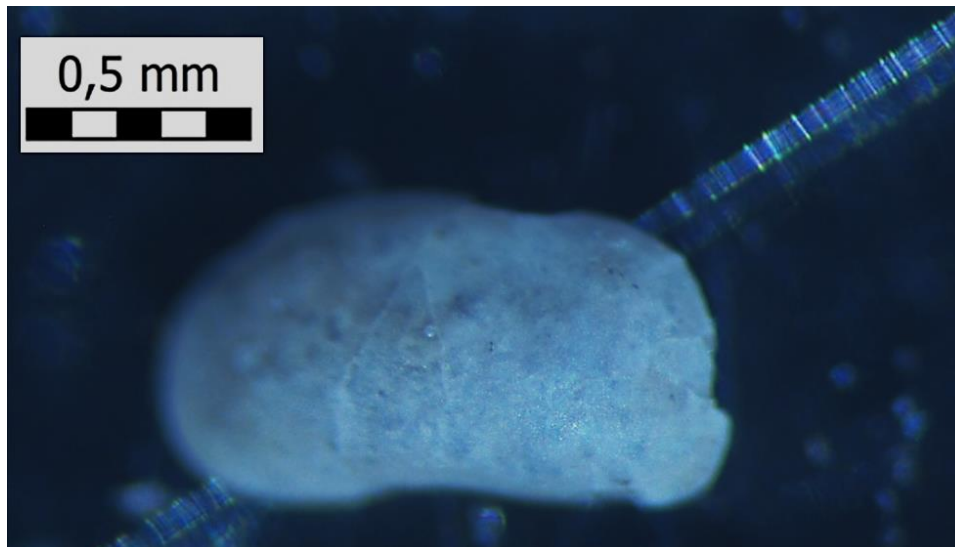
Korist od ovih rakova je višestruka: koriste se za datiranje i korelaciju stijenskih sekvencija širom svijeta, a dobri su i paleoekološki indikatori, otkrivajući podatke o paleobatimetriji, paleosalinitetu i paleoklimatskim promjenama.

Zbog kalcificiranog karapaksa kojeg posjeduju, ostrakodi imaju visoki prezervacijski potencijal. Oni su daleko najbrojniji člankonošci u fosilnim zapisima, a poznati su od ordovicija (<http://www.marinespecies.org/ostracoda/>). Ovi su rakovi uobičajeni fosili u neogenkim ne-morskim naslagama, a njihove uske ekološke preferencije definiraju ih kao odlične pokazatelje ekoloških promjena u prošlosti (Carbonel i sur., 1988).

U ovom istraživanju ostrakodi su pronađeni u uzorcima A2 i A3c. U uzorku A2 pronađeno je tek nekoliko ljuštura ostrakoda. Zajednička odlika svih njih je tamna boja i brojne pore na površini. Pripadaju rodu *Aurila*. Uzorak A3c sadrži brojne juvenilne i adultne ljušturice koje uglavnom nisu dobro očuvane. Ispunjene su sedimentom te se u procesu pripreme lako oštete. Od rodova dominira *Herpetocypris* (slika 19), a prisutni su još i *Fabaeformiscandona* (slika 20), *Candona* (slika 21), *Potamocypris* (slika 22). Osim cjelovitih ostrakoda, pronađeno je mnoštvo fragmenata ljuštura (slika 18).



Slika 18. Fragmenti ljuštura ostrakoda iz uzorka A3c



Slika 19. Ostrakod roda *Herpetocypris* iz uzorka A3c

Phyllum: Arthropoda (Latreille, 1829)

Classis: Ostracoda (Latreille, 1802)

Ordo: Podocopida (Sars, 1866)

Superfamilia: Cypridoidea (Baird, 1845)

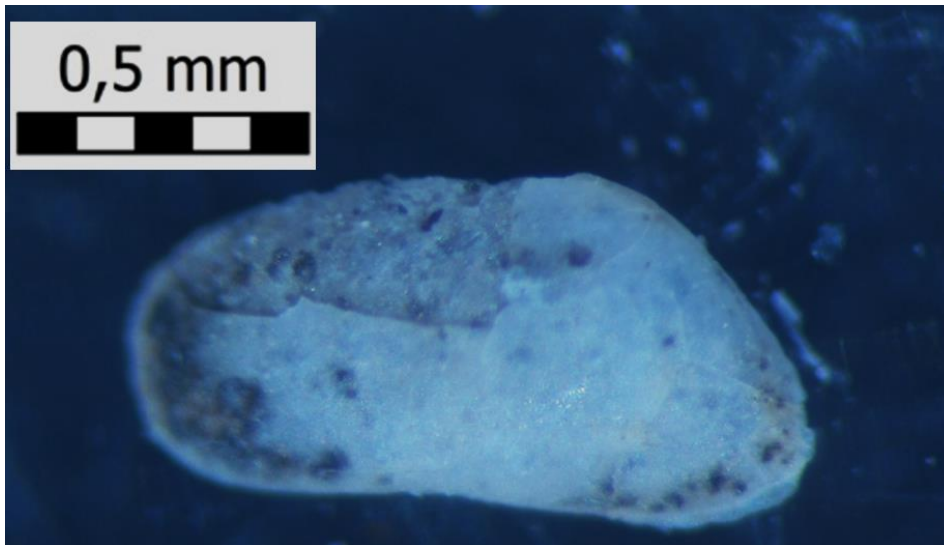
Familia: Cyprididae (Baird, 1845)

Genus: *Herpetocypris* (Brady i Norman, 1889)

Stratigrafski raspon: pleistocen do danas.

Opis: uzorak A3c sadrži više desetaka jedinki roda *Herpetocypris* te mnogo fragmentiranih ljuštura navedenog roda. Ljuštura su prozirno-bijele. Krhke su i lako ih je oštetiti prilikom vađenja. Dimenzije se kreću od 0,5 do otprilike 1 mm.





Slika 20. Ostrakod roda *Fabaeformiscandona* iz uzorka A3c

Phyllum: Arthropoda (Latreille, 1829)

Classis: Ostracoda (Latreille, 1802)

Ordo: Podocopida (Sars, 1866)

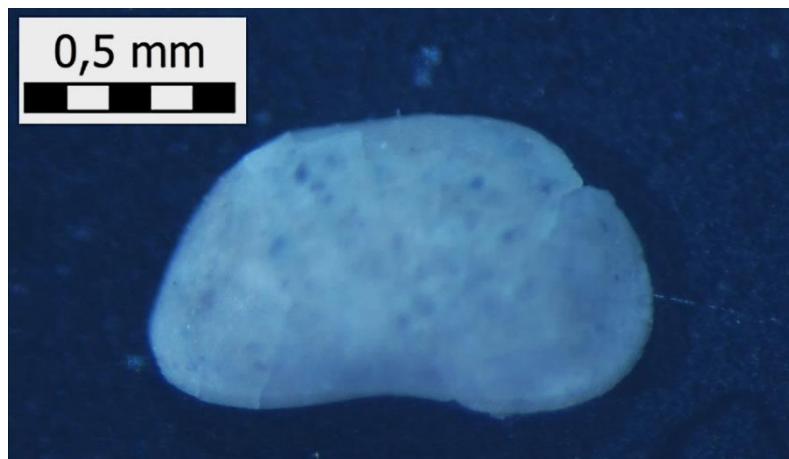
Superfamilia: Cypridoidea (Baird, 1845)

Familia: Candonidae (Kaufmann, 1900)

Genus: *Fabaeformiscandona* (Krstić, 1972)

Stratigrafski raspon: miocen do danas.

Opis: u uzorku A3c pronađeno je nekoliko desetaka jedinki roda *Fabaeformiscandona*. Izduženog su oblika. Većina je djelomično oštećena, a neke su ljuštire ispunjene sedimentom. Raspon veličina je od 0,5 do preko 1 mm.



Slika 21. Ostrakod roda *Candona* iz uzorka A3c

Phyllum: Arthropoda (Latreille, 1829)

Classis: Ostracoda (Latreille, 1802)

Ordo: Podocopida (Sars, 1866)

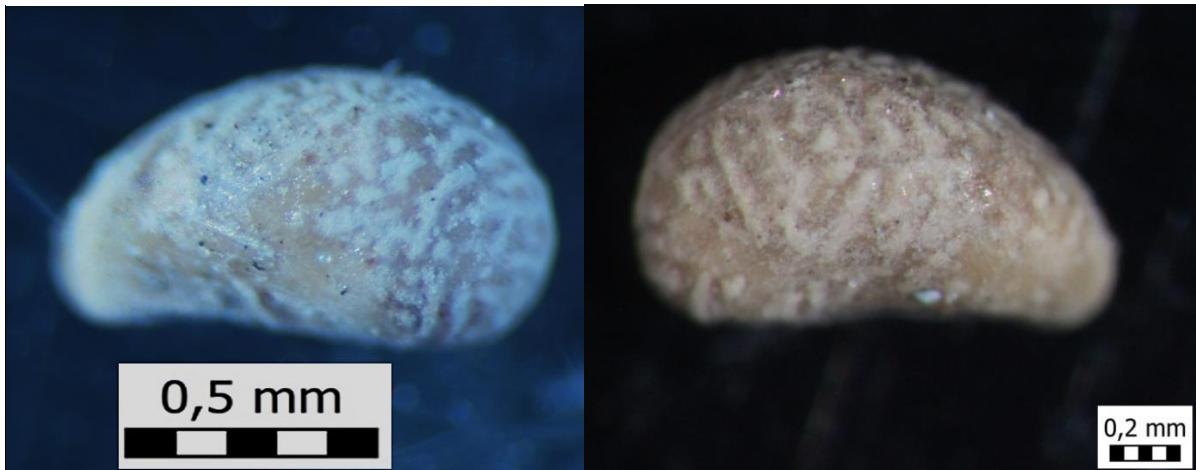
Superfamilia: Cypridoidea (Baird, 1845)

Familia: Candonidae (Kaufmann, 1900)

Genus: *Candona* (Baird, 1845)

Stratigrafski raspon: gornji karbon do danas.

Opis: jedinke roda *Candona* iz uzorka A3c imaju tanke bijele ljušturice. Oblikom podsjećaju na sjemenke graha. Veoma su lomljive te je u uzorku nađeno mnogo fragmentiranih dijelova ljušturica. Dimenzije su u rasponu od 0,6 do 1 mm.



Slika 22. Ostrakod roda *Potamocypris* iz uzorka A3c

Phyllum: Arthropoda (Latreille, 1829)

Classis: Ostracoda (Latreille, 1802)

Ordo: Podocopida (Sars, 1866)

Superfamilia: Cypridoidea (Baird, 1845)

Familia: Cyprididae (Baird, 1845)

Genus: *Potamocypris* (Brady, 1870)

Stratigrafski raspon: pliocen do danas.

Opis: u uzorku A3c pronađen je samo jedan ostrakod roda *Potamocypris*. Boja ljuštore je prljavožuta do bež. Blago zaobljenog je oblika i prilično debeo u odnosu na ostale ostrakode iz tog uzorka. Na površini se vide nepravilne brazde. Dimenzije se kreću od 0,5 do 1 mm.



Slika 23. Ostrakod roda *Aurila* iz uzorka A2

Phyllum: Arthropoda (Latreille, 1829)

Classis: Ostracoda (Latreille, 1802)

Ordo: Podocopida (Sars, 1866)

Superfamilia: Cytheroidea (Baird, 1850)

Familia: Hemicytheridae (Puri, 1953)

Genus: *Aurila* (Pokorny, 1955)

Stratigrafski raspon: oligocen do danas.

Opis: uzorak A2 nije bogat ostrakodima kao uzorak A3c. Pronađeno je tek nekoliko jedinki koje su približno elipsastog oblika. Veličina im se kreće u rasponu od 0,4 do 1 mm. Po cijeloj površini ljuštire vidljive su sitne pore. Sve su pronađene jedinke tamnosive boje. Uzorak na slici 23 malo je lošije sačuvan, ali najviše nalikuje rodu *Aurila*.

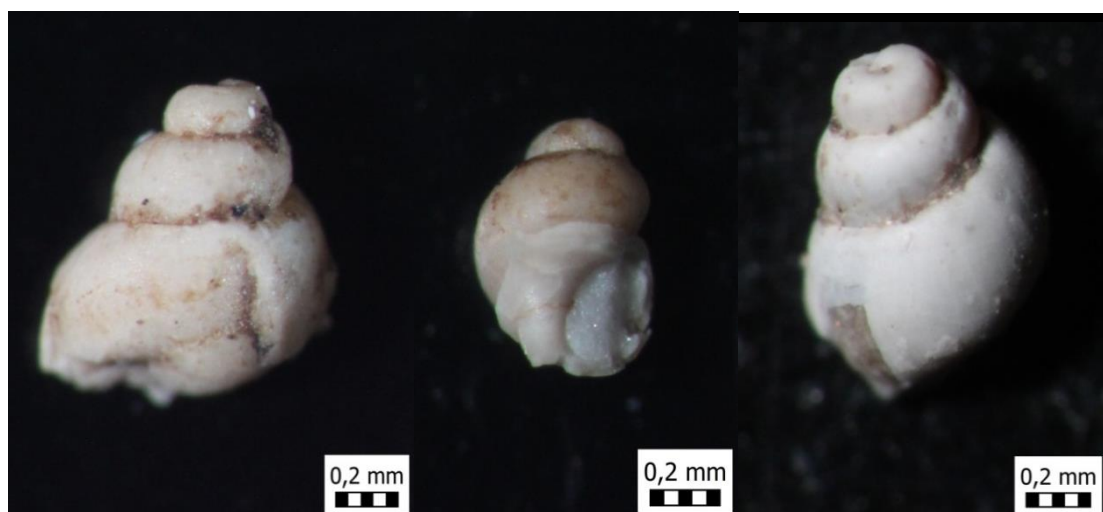
### 5.2.3. Puževi

Puževi (Gastropoda) spadaju u koljeno mekušaca (Mollusca) i uz kukce su najbrojniji red životinja s preko 70 000 do danas opisanih vrsta. Zajedničko obilježje svih puževa jest zakretanje (torzija) njihove utrobne vreće i plašta tijekom embrionalnog razvoja, jedinstvenog procesa u životinjskom svijetu, odakle i potječe karakteristični spiralni izgled puževih kućica. Pri pokretanju puževi koriste kontrakcije stopala, koje je uz glavu jedini vanjski vidljivi dio puža, te brojne trepetljikave i žljezdane stanice uklopljene u epidermu stopala. Puževi su primarno živjeli isključivo na morskome dnu te su se neke vrste s vremenom prilagodile životu i kretanju u stupcu vode, a kasnije kopnenim i slatkovodnim staništima (<https://www.hbsd.hr/mekusci-2/>).

Slatkovodni puževi pasu biofilm bakterija na stijenama ili vegetaciji. Neki se hrane iz suspenzije, a neki su muljojedi. Puževi brojčano mogu dominirati u bentičkim zajednicama te prekoračiti 50% biomase beskralježnjaka. Značajnu ulogu imaju na primarnu produktivnost algi, igrajući glavnu ulogu u kruženju hrane i nutrijenata u vodi (Johnson i sur. 2013; Pyron i Brown 2015).

Istraživanja slatkovodnih puževa su dosta rijetka. Fosilni zapisi slatkovodnih naslaga uglavnom su pronalazeni u nizinama i jezerima, dok su ostala staništa poput izvora i podzemnih voda, u kojima postoji velika raznolikost puževa, podzastupljena (Strong i sur., 2008).

U istraživanim uzorcima, točnije u uzorku A2, pronađeni su primjerci roda *Bithynia* te operkulumi istih.



Slika 24. Puževi roda *Bithynia* u uzorku A2



Slika 25. Operkulumi puževa roda *Bithynia* u uzorku A2

Phyllum: Mollusca (Linneau, 1758)

Classis: Gastropoda (Cuvier, 1795)

Ordo: Littorinimorpha (Golikov i Starobogatov, 1975)

Superfamilia: Truncatelloidea (Gray, 1840)

Familia: Bithyniidae (Troschel, 1857)

Genus: *Bithynia* (Leach, 1818)

Stratigrafski raspon: srednja jura do danas.

Opis: u uzorku A2 nađeno je desetak kućica i operkuluma puževa. Sve kućice su oštećene i nedostaje im zadnji zavoj. Sačuvana su tri vršna zavoja od ukupno četiri ili pet. Vrh nije istaknut nego je tup. Dimenzije prisutnih zavoja kreću se od 0,3 do 1 mm.

Poklopci su oštećenih rubova. Raspon veličina je otprilike od 1 mm do 3 mm. Na njima su vidljive linije prirasta.

#### 5.2.4. Školjkaši

Školjkaši (Bivalvia) su razred mekušaca, u starijoj literaturi poznati i kao Pelecypoda i Lamellibranchiata. Danas su među najčešćim bentičkim beskralježnjacima, pogotovo na morskim šelfovima, premda postoje mnoge vrste u slatkovodnim ili bočatim okolišima (Chen, 2008). Imaju bilateralno simetrično, spljošteno i često produljeno tijelo zatvoreno unutar dvodijelne vapnenačke ljuštore koju izlučuje plašt. Najstariji (vršni, ispupčeni) dio ljuštore naziva se vrh ili umbo, oko kojeg su koncentrično raspoređene zone prirasta (Galičić, 2017). Ljuštore su spojene ligamentom koji im služi za otvaranje. Lateralno komprimirani oblik čini ih dobro prilagođenima za ukopavanje u pješčanoj ili muljnoj podlozi. Neki školjkaši su bušači u čvrstim ili mekim stijenama, no ipak je među najspecijaliziranijim bušačima najviše bušača drveta. Školjkaši su važan element među bentičkom faunom. Neki se oslanjaju na težinu ili oblik ljuštore da bi zadržali svoj položaj na morskom dnu, a neki se bisusom ili cementacijom jedne ljuštore pričvršćuju za nepokretne predmete. Neki izrazito mobilni školjkaši, naprimjer pektinidi, mogu „skočiti“ blizu morskog dna na kratke udaljenosti. Nijedna recentna školjka nije pelagična, osim larvalnih stadija i vrlo malo vrsta sa snažno reduciranim ljušturama (Chen, 2008).

U istraživanim uzorcima izvađeni školjkaši koji su pronađeni pripadaju skupini Dreissenidae. Prisutne su samo krhotine i fragmenti istih, nisu sačuvani cijeli. To je situacija s uzorkom A2. Za uzorak A1 je napravljen mikroskopski preparat jer je odlomak stijene zbog svoje čvrstoće bio pogodan za to.





Slika 26. Fragment školjkaša iz skupine Dreissenidae iz uzorka A2

Phyllum: Mollusca (Linneau, 1758)

Classis: Bivalvia (Linneau, 1758)

Ordo: Myida (Stoliczka, 1870)

Superfamilia: Dreissenoidea (Gray, 1840)

Familia: Dreissenidae (Gray, 1840)

Stratigrafski raspon: gornja kreda do danas.

Opis: školjkaši skupine Dreissenidae u uzorku A2 dobiveni su metodom muljenja. Prisutno je mnoštvo fragmentiranih primjeraka, a uvijek se sačuvaju samo vršni dijelovi. Vidljive su linije prirasta.

U starijim su radovima ovi školjkaši opisani kao rod *Congeria*, a po novim se istraživanjima ubrajaju u rod *Mytilopsis*.



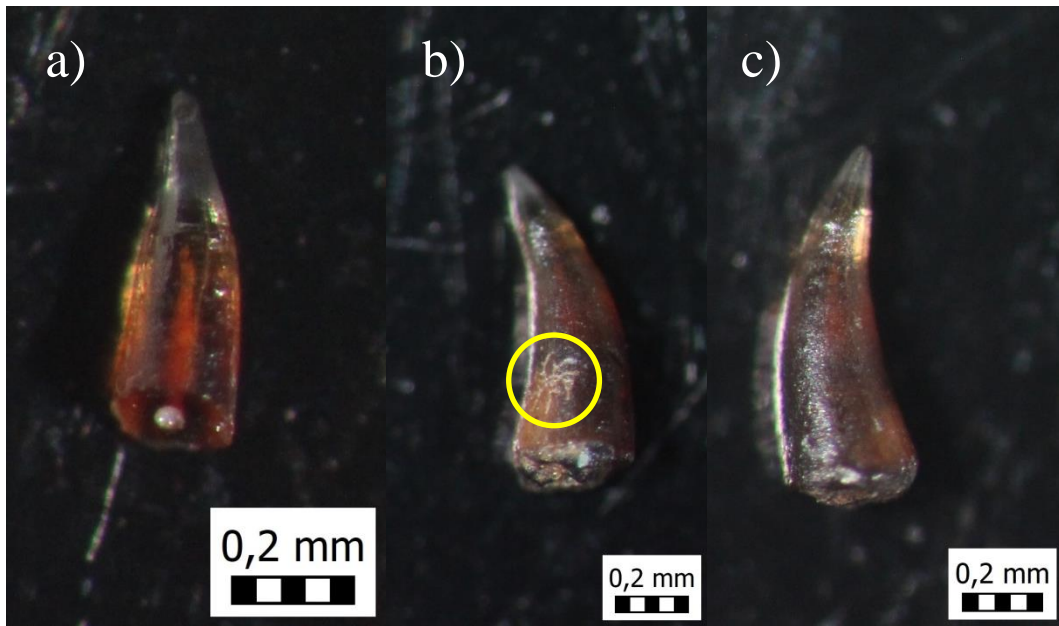
### 5.2.5. Ribe

Ribe su jedina fosilna skupina u ovom istraživanju koja pripada kralježnjacima. Najčešći riblji ostaci koji se fosilno sačuvaju, a prema kojima se onda najčešće i određuju vrste, jesu zubi i slušne košćice (otoliti). Takva je situacija i s uzorcima iz ovog istraživanja. Spomenimo još kako se pored navedenog ponegdje mogu naći i fragmenti kostiju riba (slika 27).

Riblji zubi pronađeni su u svim uzorcima koji su tretirani mokrim prosijavanjem (uzorci A2, A3 i A8), dok su otoliti prisutni jedino u uzorku A2. Zubi su prisutni u velikom broju u gotovo svim frakcijama, a otolita je pronađeno svega nekoliko komada.



Slika 27. Fragmenti kostiju riba



Slika 28. Zubi slatkovodne ribe štukovke, rod *Esox*  
 Žutim krugom na slici b) označen je ožiljak.

Phyllum: Chordata (Haeckel, 1874)

Classis: Actinopterygii (Klein, 1885)

Ordo: Esociformes (Bleeker, 1859)

Familia: Esocidae (Cuvier, 1817)

Genus: *Esox* (Linnaeus, 1758)

Stratigrafski raspon: eocen do danas.

Opis: u svim uzorcima koji su tretirani metodom muljenja (uzorci A2, A3 i A8) pronađeno je mnogo zubi riba. U A8 je prisutno svega nekoliko primjeraka, dok A2 i A3 obiluju istim. Zubi su šiljasti te dimenzija od 0,2 do 0,6 mm. Na slici 28 b) žutim je krugom označen ožiljak vidljiv na površini zuba, što može ukazivati na predatorstvo.

Osim zuba, pronađeni su i otoliti roda *Esox*



Slika 29. Otolit ribe roda *Esox*

Opis: otoliti su prisutni samo u uzorku A2. Pronađeno je svega nekoliko komada. Na slici 30 prikazan je otolit zalijepljen za litoklast. Nepravilnog do eliptičnog oblika, dimenzija približno 0,5 do 0,7 mm. Vidljive su prirasne linije.



Slika 30. Zub slatkovodne ribe šaranke, rod *Scardinius*

Phyllum: Chordata (Haeckel, 1874)

Classis: Actinopterygii (Klein, 1885)

Ordo: Cypriniformes (Bleeker, 1859)

Superfamilia: Cyprinioidea

Familia: Cyprinidae

Genus: *Scardinius* (Bonaparte, 1837)

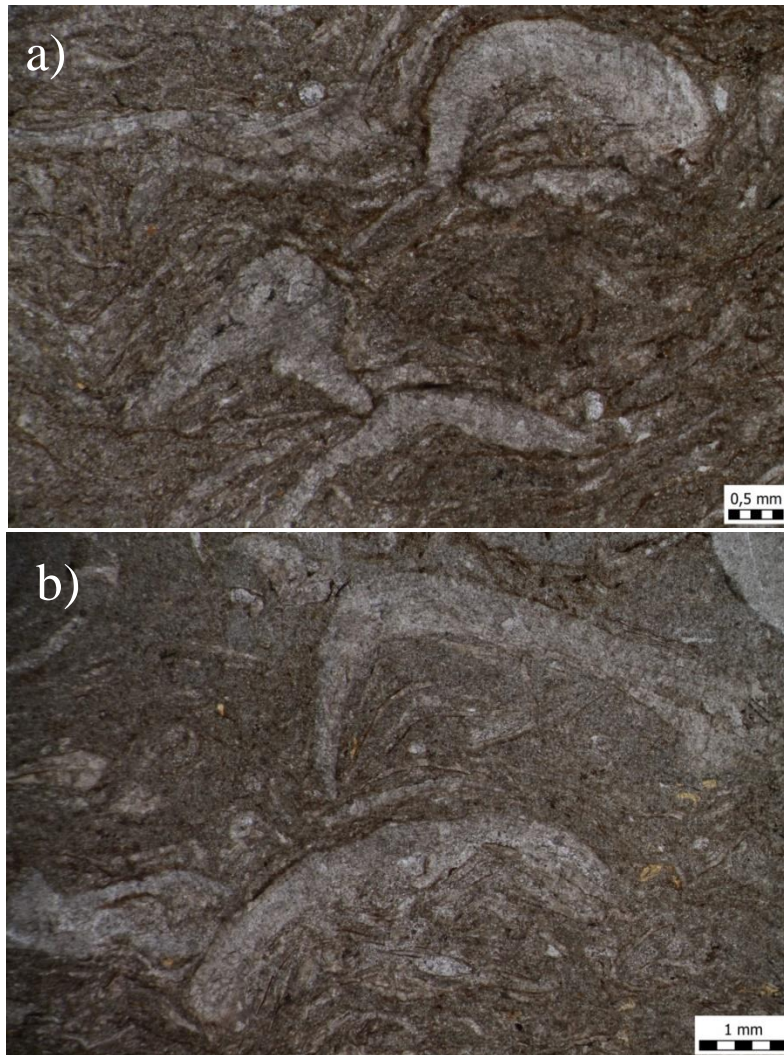
Stratigrafski raspon: oligocen do danas.

Opis: u uzorku A2 pronađen je samo jedan riblji zub karakterističnog izgleda kao na slici 29. Vrh je povijen u stranu. Na jednoj strani zuba nalaze se uočljive brazde. Veličina mu je u rasponu od 0,4 do 0,8 mm. Izgledom ovaj zub odgovara rodu *Scardinius*.

### 5.3. Opis uzoraka

#### 5.3.1. Uzorci čvrstih stijena proučavani u izbruscima

##### Uzorak A1

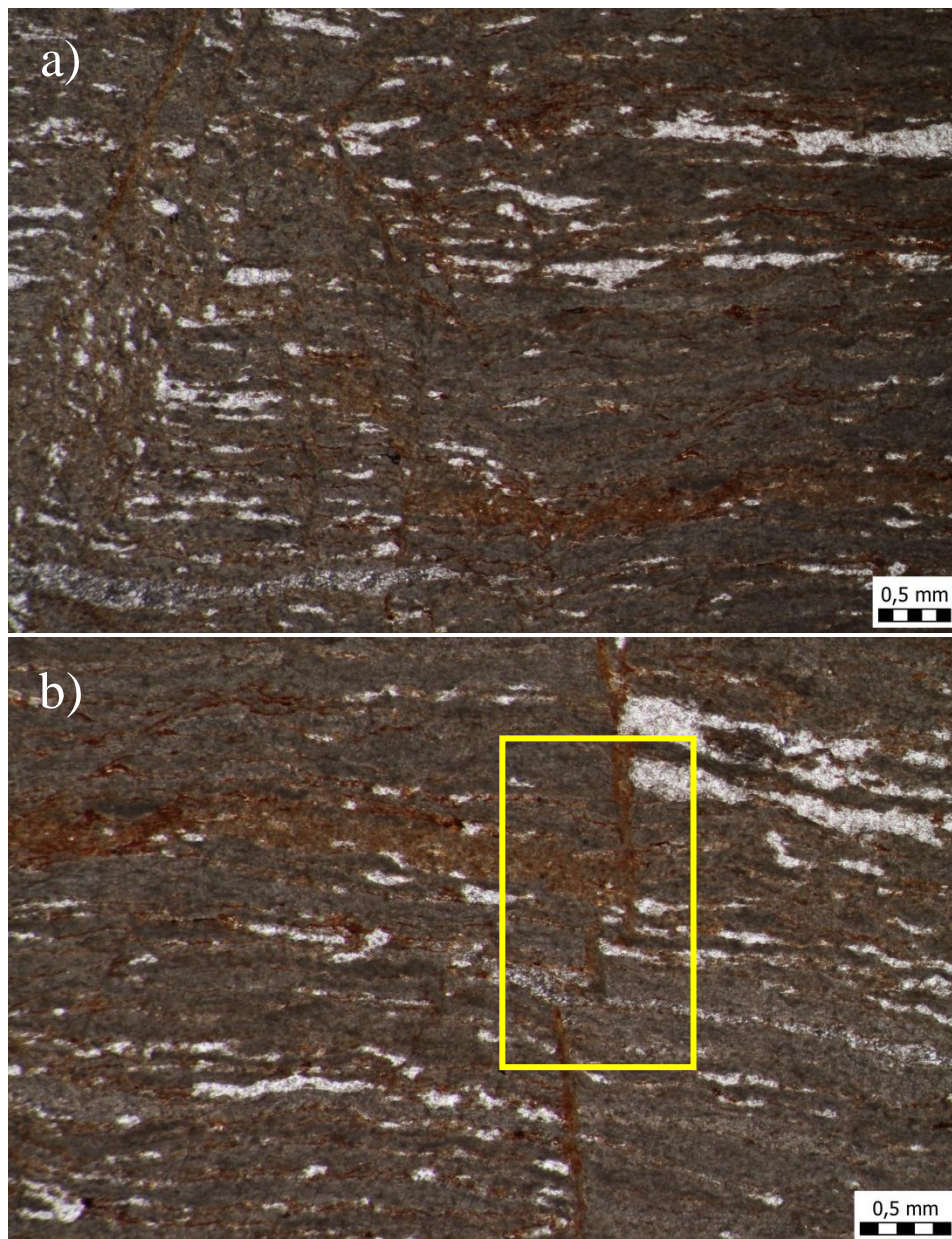


Slika 31. Preparati izrađeni iz uzorka A1.

Uzorak A1 (slika 31) najstariji je uzorak ovog istraživanja. Ovaj uzorak je na terenu bio najtvrdi, što je bilo vidljivo prilikom samog uzorkovanja i udarca čekića o stijenu. Zbog svoje tvrdoće uzorak je bio pogodan za izradu mikroskopskog preparata. U njemu su uočeni školjkaši iz skupine Dreissenidae. Sukladno Dunhamovoj klasifikaciji riječ je o floatstone-u, a prema Folku uzorak se može interpretirati kao biomikrit.



Uzorak A7



Slika 32. Preparati izrađeni od uzorka A7.  
Žutim pravokutnikom označen je mikrorasjed.

Iz ovih preparata nije moguće odrediti o čemu se točno radi u uzorku. Vidljiva je izmjena mikritnih i sparitnih lamina. U mikritnoj osnovi vide se šupljine ispunjene sparitom. Prema Folkovoj klasifikaciji riječ je o laminiranom dismikritu. Osim laminacije, uočeni su i mikrorasjedi koji ukazuju na mikrotektoniku. Žutim pravokutnikom na slici 32 b) označen je jedan mikrorasjed.



### 5.3.2. Uzorci slabije vezanih stijena proučavani iz muljenog materijala

#### Uzorak A2

Uzorak A2 fosilno je najbogatiji uzorak. Sadrži različite vrste fosila, neke u većem broju, a neke u manjem. Najzastupljeniji su školjkaši iz skupine Dreissenidae. Nažalost, oni su svi odreda fragmentirani te se pronalaze uglavnom samo vršni dijelovi ljuštura. Nadalje, uzorak sadrži slatkovodne puževe roda *Bithynia*, kućice i operkulume istih. Od ribljih ostataka prisutni su zubi predatorskih riba štukovki, zub ribe šaranke roda *Scardinius*, riblji otoliti te fragmenti kostiju. Ostrakodi su rijetki. Pronađena je jedna haraceja roda *Nitellopsis*. Prisutni su oštrobriđni kvarčevi, zrnca goethita te crni framboidalni pirit koji potencijalno ukazuje na hipoksični okoliš.

#### Uzorak A3

Od fosila, uzorkom dominiraju ostrakodi. Prisutno je više desetaka cjelovitih jedinki. Pored cjelovitih, može se vidjeti pregršt fragmenata ostrakodnih ljuštura. Osim ostrakoda, prisutni su zubi riba iz skupine štukovki, rod *Esox*. Od značajnijih zrna ističu se zrna kvarca te tinjci.

#### Uzorak A8

Ovaj je uzorak uzet s najsjevernije lokacije te on predstavlja najmlađe naslage. U njemu su uglavnom uočavani fragmenti ostrakodnih ljuštura. Ljuštura su vrlo tanke i prisutne su u velikom broju. Osim ostrakoda, nađeno je nekoliko primjeraka ribljih zubi.

### 5.3.3. Rezultati kalcimetrije

Što se tiče rezultata kalcimetrije, tom je metodom određena količina karbonata u četiri uzorka. Analizirani su uzorci A2, A3d, A7 i A8. U uzorku A2 količina karbonata iznosi 17,91%. U uzorku A3d taj je postotak veoma sličan te on iznosi 17,62%. Postotak karbonata u uzorku A7 je 100% te se on time opisuje kao čisti vapnenac. U uzorku A8 karbonati su prisutni s 66,59%.

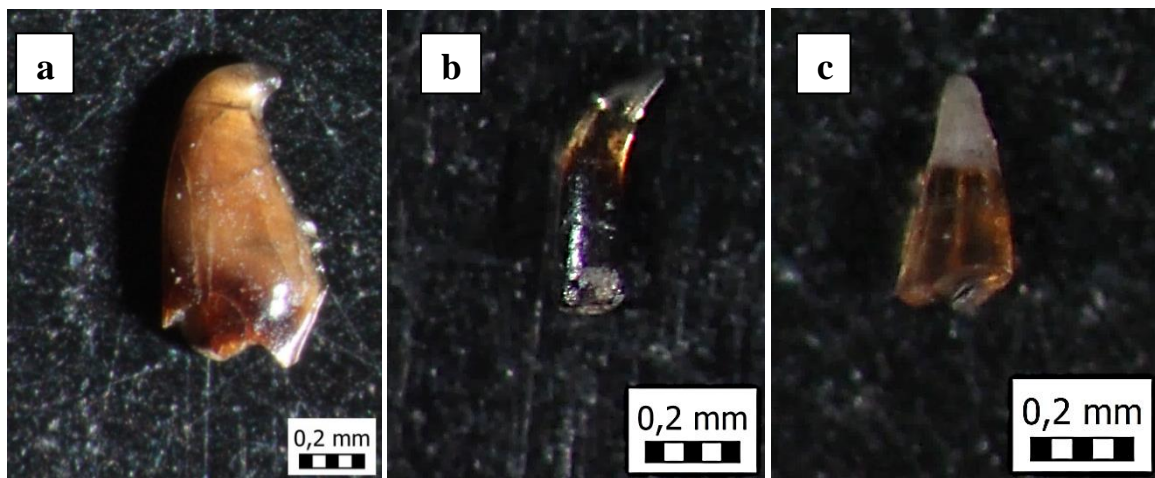
## 6. Rasprava

### 6.1. Geološka građa istraživanih naslaga

Cilj ovog istraživanja bio je proučiti teren duž ceste Planina Gornja – Karivaroš te načiniti geološku kartu, profil i stup. Veliki problem pri rekonstrukciji terena predstavljala je odsutnost kontinuiranog slijeda naslaga. Prisutni su samo točkasti izdanci koje je zatim trebalo povezati u smislenu cjelinu. Uz to, prisutan je i rasjed koji je poremetio normalni slijed te se čini da starije naslage leže na mlađima (slika 15). Na vidljivim izdancima nije uvijek bilo moguće mjeriti položaj slojeva niti utvrditi granice između pojedinih geoloških jedinica. Debljinu starijih jezerskih naslaga na terenu nije bilo moguće procijeniti jer nema vidljivog kontakta s podinom koju čine aluvijalni konglomerati, niti se vidi neposredni kontakt s krovinom koju čine morske naslage jer je krovina pokrivena vegetacijom. Jedina jedinica kod koje se mogla procijeniti debljina jesu pločasti vapnenci donjeg panona odnosno Croatica naslage. Kod njih je vidljiv kontakt sa sarmatskim naslagama u podini te bočatim laporima gornjeg panona u krovini. Procijenjena debljina Croatica naslaga je oko 35 metara. Bočatim laporima odnosno Banatica naslagama gornjeg panona također nije bilo moguće odrediti debljinu jer nije poznato gdje završavaju, tojest gdje im je krovina. Iz svega navedenog jasno je zašto nije poznata debljina pojedinih geoloških jedinica. Zato je struktura rekonstruirana pomoću geološkog profila (slika 15) te je iz njega procijenjena debljina naslaga. Na temelju geološke karte i profila izrađen je geološki stup (slika 16).

## 6.2. Utjecaj pripremnih tehnika na kvalitetu sačuvanja

Prvobitna očekivanja bila su da će primjenom nove tehnike fosili biti bolje očišćeni negoli uobičajenom metodom mokrog prosijavanja, no to se nije pokazalo. Naprotiv, pokazalo se da nova tehnika nema utjecaja na očišćenje fosila (slika 33). Za razliku od glinovitih uzoraka ovog istraživanja, Gjirlić (2020., u pripremi) i Kaltak (2020., u pripremi) su primijenile istu tehniku na uzorcima s većom količinom karbonata te se kod njih pokazalo da su prilagođenom tehnikom fosili bolje očišćeni.



Slika 33. Usporedba očišćenosti ribljih zuba dobivenih: a) standardnom metodom mokrog prosijavanja; b) zamrzavanjem i zagrijavanjem u mikrovalnoj te zatim prosijavanjem; c) zamrzavanjem i zagrijavanjem kuhanjem te zatim prosijavanjem.

## 6.3. Revizija nazivlja

Mnogo autora u svojim radovima spominje školjkaše iz miocenskih slatkovodnih naslaga Medvednice te se oni u starijim radovima pojavljuju pod imenom roda *Congeria*. Primjerice, Kochansky-Devide (1976) opisuje vrstu *Congeria banatica*. Nakon revizije tih rodova, ime roda *Congeria* je u starijim miocenskim naslagama izbačeno iz upotrebe pa danas govorimo o školjkašima iz skupine Dreissenidae. U novijim se radovima taj tip školjkaša iz skupine Dreissenidae većinom pripisuje rodu *Mytilopsis*. Bij de Vaate (2015) umjesto *Congeria* rabi naziv *Mytilopsis*.

## 6.4. Paleoekologija

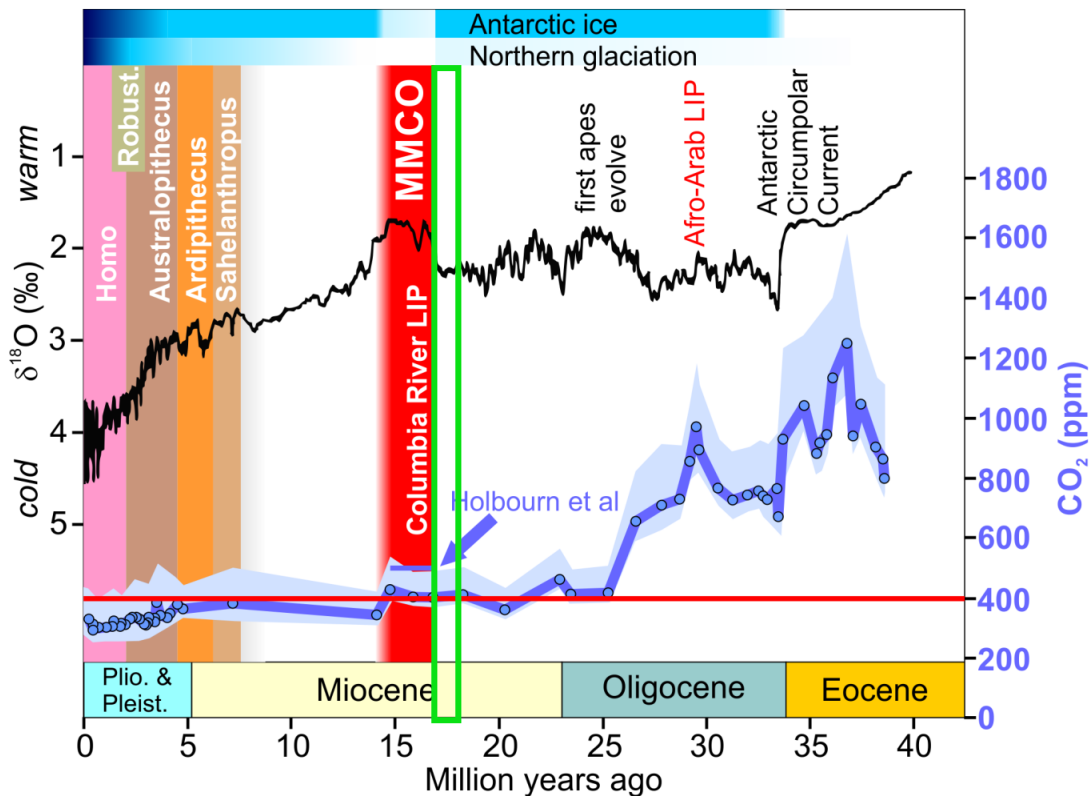
U ovom se istraživanju na temelju faune, za sve istraživane uzorke (A1, A2, A3, A7 i A8) može zaključiti da se radi o slatkovodnom jezerskom okolišu. Međutim, ne pokazuju sve točke istraživanja identične okolišne uvjete. Jezero prije i poslije transgresije bitno se razlikuju, a i među starijim jezerskim naslagama također se uočavaju razlike. Na temelju izgleda fosilne zajednice može se pretpostaviti kakva je bila dinamika vode, a po sastavu naslaga da se zaključiti o donosu materijala s kopna.

Točke uzorkovanja A1, A2 i A3a-d predstavljaju stariji jezerski okoliš, odnosno jezero prije transgresije. Taj okoliš nije unificiran, u njemu se razlikuju različiti tipovi okoliša. Točka A1 predstavlja „kongerijski vapnenac“ odnosno vapnenac s fosilima dreissenidnih školjkaša. Iz uzoraka prikupljenih na terenu nije bilo moguće odrediti vrste jer nisu pronađeni cjeloviti primjerci, ali je na susjednim područjima utvrđeno nekoliko vrsta školjkaša iz navedene skupine, od kojih dominira *Mytilopsis socialis* (Šikić, 1995). Vrlo sličan model recentnih „kongerijskih vapnenaca“ pronalazimo u današnjem jezeru Balaton. Poveznica ovih dvaju okoliša jest da su jezerski, da dominiraju dreissenidni školjkaši i da je jedna vrsta izrazito dominantna nad ostalima u ekosustavu. Baldi i sur. (2019) dreissenidne vrste iz Balatona opisuju kao invazivne vrste koje su rasprostranjene od obale do pelagičke zone i imaju potencijal znatno smanjiti vrijeme opstanka vapnenačkog jezera. Razlog tomu je produkcija anorganskog vanjskog skeleta školjkaša koji nakon uginuća doprinosi biogenoj sedimentaciji te se na taj način jezero zapunjava. Stoga se ove vrste smatraju miocenskim invazivnim vrstama.

Uzorak A2 se već bitno razlikuje od uzorka A1. On sadrži mnogo oštećenih fosila. Kućice puževa su sve odreda oštećene i nedostaje im zadnji zavoj. Kod barskih puževa je često zadnji zavoj napuhnut te je time i najskloniji oštećivanju. Iz toga se da zaključiti da jezero ipak nije bilo potpuno mirno nego je postojala određena dinamika vode. Osim povišene energije, vidljivo je da je došlo do premještanja odnosno transporta. Dokaz tomu je upravo nedostatak zadnjih zavoja na kućicama puževa, inače najosjetljivijih dijelova kućice. Dokaz transporta su i oštećeni operkulumi koji imaju djelomično uništene rubove. Iz svega navedenog može se zaključiti kako je u predmorskom jezeru postojala viša energija vode, ali ne cijelo vrijeme, nego je uzorak A2 zabilježio određeni trenutni događaj (npr. oluja ili slično...).

Što se tiče omjera veličina puževa i operkuluma te možebitne nedoumice potječu li oni od iste skupine puževa, valja reći kako nije čudno što su pronađeni operkulumi naizgled veći od kućica. Naime, ranije je spomenuto kako puževima vrlo često nedostaje zadnji zavoj koji je najdeblji. Samim time, kada bi zadnji zavoj bio prisutan, veličina ušća bi odgovarala veličini operkuluma.

Uzorak A3c pokazuje jednu zanimljivu pojavu. Ostrakodi koji su u njemu pronađeni, točnije rodovi *Fabaeformiscandona* i *Candona*, nisu tipični za uvjete kakvi su vladali u badenu, razdoblju kojem uzorak pripada. Poznati su današnji ekološki afiniteti navedenih rodova te oni upućuju na to da ovi ostrakodi preferiraju hladnije temperature. Inače, rod *Fabaeformiscandona* se smatra živim fosilom i smatra se dobrim pokazateljem klime u kvartaru. S obzirom da je za uzorak A3 datiranjem određena starost donjeg badena, ovi hladnodobni ostrakodi se ne uklapaju u to razdoblje koje je bilo klimatski toplo. Jedan od razloga kako su se ostrakodi zatekli u uzorku A3 može biti da su oni relikti iz prethodnog hladnijeg razdoblja. Međutim, vjerojatnije je da je u pitanju povremeni miocenski vulkanizam, jer svaka jača erupcija može u kratkom vremenu spustiti temperaturu. Hladnodobne vrste pronađenih ostrakoda uklapaju se u period prije srednjemiocenskog klimatskog optimuma (slika 34). Hohenegger i sur. (2014) također spominju pad temperature u razdoblju neposredno prije srednjemiocenskog klimatskog optimuma.



Slika 34. Prikaz temperaturne krivulje kroz kenozoik

(preuzeto iz: <https://skepticalscience.com/print.php?n=2845>)

Zelenim pravokutnikom označen je hladniji period u kojem su potencijalno živjeli pronađeni ostrakodi.

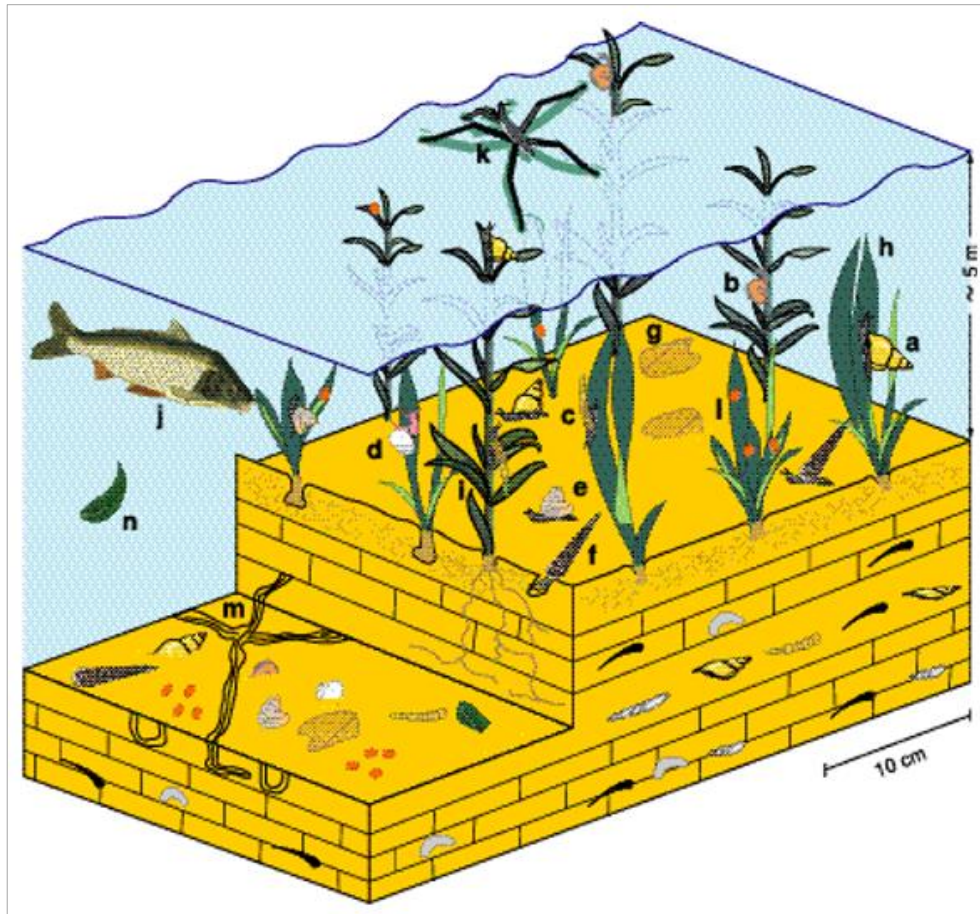
Jedino logično objašnjenje svega navedenog bilo bi postojanje klimatskih oscilacija tijekom badena, a istraživani uzorak je iz jednog od međurazdoblja kada je nastupilo zahladnjenje. Stoga ovo odstupanje ostavlja prostora budućim istraživanjima.

Na uzorcima A2 i A3 makroskopski se može primijetiti tamna boja, gotovo crna. Uzorak A2 jesu siltozni lapori s kongerijama, dok uzorak A3 predstavlja lapore s proslojcima tufa. Kalcimetrijom je kod njih utvrđen relativno nizak udio karbonatne komponente (oko 17%). Karbonatno taloženje u laporu je intrabazensko, a siliciklastično je ono koje se unosi izvana. S obzirom da je karbonatne komponente malo, zaključuje se da je glavnina materijala potekla s kopna. To je moguće u slučaju postojanja riječnih tokova ili kroz padaline u slučaju dovoljno vlažne klime. Uz to, za očekivati je da je u pozadini takvog okoliša postojalo izdignuto kopno s kojeg se materijal mogao intenzivno erodirati.



Točke A7 i A8 predstavljaju mlađi jezerski okoliš, odnosno jezero nakon transgresije. Među njima je vidljiva dosta velika razlika. Točka A7 je čisti vapnenac, starosti donjeg panona, a karbonatno taloženje je unutarjezersko. Dok se on taloži, nema praktički nikakvog donosa s kopna. Dakle, pretpostavlja se da je uzrok tome ili zaravnjeni teren s kojeg se nema što donositi u jezero, ili suša i nedostatak oborina koje bi nosile materijal. Općepoznato je da ovaj horizont ima bogatu raznoliku faunu, ali nažalost na istraživanom terenu ona lokalno nije nađena. Vrsaljko (1999) ovaj biofacijes opisuje kao specifičnu endemsku zajednicu mekušaca i ostrakoda (slika 35). Plitkovodni karbonati donjeg panona obiluju ostrakodima. Prisutni su i školjkaši roda *Lymnocardium* koji su preživjeli krizu saliniteta na kraju sarmata. Bogata zajednica močvarne trave idealna je za razvoj epibentosa biljojednih puževa i ostrakoda. Upotreba otopljenog aragonita za gradnju skeleta mnogih puževa blisko je povezana s njegovim povećanim udjelom u plitkim vodenim područjima. Endemizam koji se razvio u određenim skupinama organizama pojavljuje se tijekom prostorne izolacije Panonskog bazena od ostalih dijelova Paratetisa tijekom panona (Stevanović, 1985).

Točka A8 bi odgovarala Banatica naslagama gornjeg panona što, nažalost, iz lokalno nađenih fosila ne možemo zaključiti. Stoga su te naslage isključivo po litologiji uspoređivane sa susjednim naslagama koje obiluju fosilima. Tu se situacija mijenja jer su u pitanju lapori pa je riječ o donosu klastičnog materijala. Da se zaključiti kako je klima bila vlažnija nego u donjem panonu te da je u blizini postojalo izdignuto kopno s kojeg je erodirani materijal mogao završiti u jezeru. Vrsaljko (1999) navodi kako sedimente ovog biofacijesa predstavljaju lapori značajno dubljeg jezera koji sadrže autohtonu zajednicu fosilnih mekušaca u kojoj prevladavaju školjkaši roda *Congeria* i *Lymnocardium*, a u manjoj se mjeri pojavljuju puževi. Prisutna je i bogata zajednica ostrakoda. Lapori su intenzivno bioturbirani, a često sadrže otiske riba, kopnenu makrofloru i fosilne trave.



Slika 35. Prikaz jezerske zajednice donjeg panona  
(preuzeto iz Vrsaljko, 1999)

Proučavanjem donjomiocenske faune iz Sadovi sekcije na Požeškoj gori, Hajek-Tadesse (2009) dolazi do nekoliko zaključaka o paleobiogeografiji i paleoekologiji neogena. Istraživanja ostrakodnih zajednica pokazala su po prvi put postojanje boćatih naslaga u kasnom otnangu/ranom karpatu. Te naslage označavaju prvu marinsku ingresiju u ranomiocensko jezero na području Sjevernohrvatskog bazena. Ostrakodi koji su pronađeni na Požeškoj gori, prisutni su i u uzorku A2 ovog istraživanja i nedvojbeno podsjećaju na iste. Time se može povući paralela između ovih dviju jedinica te im potencijalno biti pripisana ista starost.

## **6.5. Biostratigrafija**

U ovom istraživanju nažalost nije moguće odrediti starost naslaga na temelju faune jer rodovi svih nađenih fosila žive i danas te nisu usko provodni. U starijim jezerskim naslagama nema fosila koji bi mogli biti pokazatelj starosti, ali je starost određena radiometrijskim datiranjem proslojka tufa iz uzorka A3. Starost tufitičnih naslaga na točki A3 prema Marković (2017) je određena kao srednjemiocenska (donji baden) te iznosi 15,4 mil.god. Treba napomenuti da je datiranjem starosno određena jedino točka A3, pa se sukladno tome za točke A1 i A2 pretpostavlja da su ili donjobadenske starosti ili starije od toga. Mlađe jezerske naslage na točkama A7 i A8 također nije bilo moguće odrediti na temelju fosila. Određene su prema superpoziciji odnosno očekivanom slijedu naslaga kakav bi se očekivao s obzirom da su na širem području nađeni fosili koji u vapnencima dokazuju stariji panon (Croatica naslage), a u laporima mlađi panon (Banatica naslage).

## **6.6. Usporedba sa susjednim područjima**

Ova pojava kada more prilikom transgresije nailazi na jezero, nije prisutna samo na području koje je predmetom ovog istraživanja, već je generalna pojava koja se događa u cijelom Panonskom bazenu. Pavelić i Kovačić (2018) navode kako je postupna promjena od jezerskih do potpuno morskih naslaga zabilježena na mnogim mjestima u Sjevernohrvatskom bazenu te da jedina dva poznata nekonformna kontakta srednjobadenskih morskih naslaga sa starijim stijenama podine na Papuku i Medvednici upućuju na postojanje jednog velikog jezera koje je vjerojatno pokrivalo cijeli Sjevernohrvatski bazen u ranom badenu.

## 7. Zaključak

Uz cestu Planina Gornja – Karivaroš nalaze se izdanci sedimentnih stijena koji sadrže fosile iz slatkovodnih i morskih okoliša. Istraživane su slatkovodne naslage koje predstavljaju podinu i krovinu marinskih naslaga srednjeg miocena.

Sitnozrnate naslage u južnom dijelu terena sadrže mitilposise, bitinije, ostrakode i hare. Na temelju kalcimetrije klasificirani su kao glinoviti lapori. Starost je određena na temelju tufa kao donji baden. U vršnim horizontima neki ostrakodi upućuju na početak morske ingresije.

Pločasti vapnenci koji leže na sarmatskim naslagama u sjevernom dijelu terena definirani su kao Croatica naslage starijeg panona, na temelju superpozicije, jer ne sadrže fosile. Njihova je debljina tridesetak metara. Na njima leže svijetli lapori s ostrakodima i ostacima riba, koji su određeni kao Banatica naslage, premda na ovom lokalitetu ne sadrži tipične provodne fosile.

Položaj slojeva je prema sjeverozapadu te je struktura rekonstruirana kao borani i rasjednuti teren.

## 8. Literatura

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

Bajraktarević, Z. i Pavelić, D. (2003): The Karpatian in Croatia. In: Brzobohaty, R., Cicha, I., Kovač, M. i Rogl, F. (2003): *The Karpatian. A Lower Miocene stage of the Central Paratethys*. Masaryk University, Brno, 141–144.

Baldi, K., Balogh, C., Sztano, O., Buczko, K., Musko, I.B., G-Toth, L. i Serfozo, Z. (2019): Sediment contributing invasive dreissenid species in a calcareous shallow lake – Possible implications for shortening life span of lakes by filling. *Elem Sci Anth*, 7: 42. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.380>.

Bošnjak, M. (2017): *Paleoekologija i biostratigrafija badenskih (srednjomiocenskih) naslaga Medvednice na temelju mekušaca i pratećih fosilnih organizama*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Zagreb.

Carbonnel, P., Colin, J.P., Danielopol, D.L., Löffler, H. i Neustrueva, I. (1988): Paleocology of limnic ostracodes: a review of some major topics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62, 413–461.

Chen, J.(2008): *The Jehol Fossils*, 2008.

Ćorić, S., Pavelić, D., Rogl, F., Mandić, O., Vrabac, S., Avanić, R., Jerković, L. i Vranjković, A. (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica*, 62/1, 31 – 43.

Domozych, D.S.; Popper, Z.A. i Sørensen, I. (2016): Charophytes: Evolutionary Giants and Emerging Model Organisms. *Front. Plant. Sci*, 7, 1470. doi: 10.3389/fpls.2016.01470.

Erceg, B. i Skenderović, N. (1961): *Izvještaj o geološkom kartiranju područja Zelina-Kašina-Marija Bistrica*. Fond. dok. Inst. geol. istr. Zagreb.

Ercegovac, D. M. (1981) : *Mikropaleontologija , mikropaleobotanika*, Naučna knjiga, 323str, Beograd.

Galičić, A. (2017): *Biologija i raznolikost slatkovodnih školjkaša (Mollusca, Bivalvia)*, Završni rad, Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Galović, I. i Young, J. (2012): Revised taxonomy and stratigraphy of Middle Miocene calcareous nannofossils of the Paratethys. *Micropaleontology* 58 /4, 305–334.

Gjirlić, M. (2020): *Marinske miocenske naslage na lokalitetu Dubravica okretište (jugozapadna Medvednica)*, diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Gjirlić, M., Franjičević, A., Kaltak A. i Sremac J. (2019): Modified wet sieving preparation technique in paleontology, 6<sup>th</sup> Croatian Geological Congress, Zagreb.

Gorjanović - Kramberger, D. (1904): *Geologijska prijedlogna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Tumač geologijskoj karti Zagreb (zona 22, col. XIV)*, Zagreb, 1-75.

Gorjanović-Kramberger, D. (1907): *Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges und die mit denselben im Zusammenhang stehenden Erscheinungen. Anhang zu den Abhandl. Preuss. Akad. Wiss. vom J. 1907*, 1–30.

Gorjanović-Kramberger, D. (1908): *Geologische Übersichtskarte des Königreiches Kroatien-Slavonien. Erläuterungen zur geologischen Karte von Agram, Zone 22, Col XIV. Nakl. Kralj. zemalj. vlade, Odjelzaunut. poslove*, Zagreb, 1–75.

Hajek-Tadesse, V., Belak, M., Sremac, J., Vrsaljko, D. i Wacha, L. (2009): Early Miocene ostracods from the Sadovi section (Mt Požeška gora, Croatia). *Geologica Carpathica*, 60, 3, 251 – 262.

Harzhauser, M., Piller, W.E. i Mandic, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions. *Stratigraphy* 2007, 4, 151–168.

Hohenegger, J., Ćorić, S. i Wagreich, M. (2014): Timing of the Middle miocene Badenian stage of the central Paratethys.– *Geol. Carpath.*, 65/1, 55–66. doi: 10.2478/geoca-2014-0004.

Holmes, J. A. i Chivas, A. R. (Eds.). (2002): *The Ostracoda. Applications in Quaternary research* (313 pp). Washington DC: American Geophysical Union, Geophysical Monograph 131.



Johnson, P.D., A.E. Bogan, K.M. Brown, N.M. Burkhead, J.R. Cordeiro, J.T. Garner, P.D. Hartfield, D.A.W. Lepitzki, G.L. Mackie, E. Pip, T.A. Tarpley, J.S. Tiemann, N.V. Whelan, i E.E. Strong (2013): Conservation status of freshwater gastropods of Canada and the United States. *Fisheries* 38(6): 247-282.

Kaltak, A. (2020): Marinske miocenske naslage na cesti Dubravica – HTK Veternica (jugozapadna Medvednica), diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Klinžić, D. (2019): Marinske miocenske naslage na području Planina Gornja – Karivaroš, diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Kochansky, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). *Geol. vjestnik* 2/3, 171–280.

Kochansky, V. (1976): Über die wiederholung gleichartiger Formen in der Entwicklungsgesichte der Organismen, mit besonderer Berücksichtigung der Congerien (Bivalvia).- *Geol. vjesnik*, 29, 75-89.

Kranjec, V. (1962): Geološko kartiranje jugozapadne polovine Zagrebačke gore. *Fond dok. Inst. geol. istr. Zagreb.*

Marković, F. (2017): Miocenski tufovi Sjevernohrvatskog bazena, doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

McCourt, M.; Delwiche, C. F. i Karol, K. G. (2004): Charophyte algae and land plant origins. *Trends in Ecology & Evolution*, 19/12; 661-666.

Muldini - Mamužić, S. (1965): Rezultati mikrofaunističkog istraživanja oligocenskih i miocenskih naslaga Panonske kotline na području Hrvatske. *Acta geologica* 5, Zagreb.

Ožegović, F. (1956): Koje su starosti nosioci nafte u Šumečanima i Bunjanima? *Geol. vjesn.* 8-9, Zagreb.

Pamić, J., (1997): Vulkanske stijene Savsko-dravskog međurječja i Baranje (Hrvatska). *Nafta*, posebno izdanje, Zagreb, posebno izdanje, 1–192.

Pantić, N. (1961): O starosti slatkovodnog tercijara sa ugljem u Bosni na osnovu paleoflorističkih istraživanja. *Geol. anali Balk. poluostr.* 28, Beograd.

Pavelić, D. (2001): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System. *Basin Research*, 12, 359–376.

Pavelić, D. i Kovačić, M. (2018): Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. *Marine and petroleum geology*, 91, 455–469.

Piller, W.E., Harzhauser, M. i Mandić, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions. *Stratigraphy*, 4, 2/3, 151–168.

Polić, A. (1935): O oligocenu i njegovoj flori kod Planine u Zagrebačkoj gori. *Rad Jugosl. Akad.* 251, Zagreb.

Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G. i Kovač, M. (2004): Lithological-Paleogeographical maps of Paratethys. 10 Maps Late Eocene to Pliocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250, 1–46.

Pyron, M., i K.M. Brown, (2015): Chapter 18 - Introduction to Mollusca and the Class Gastropoda. pp. 383-421 in J.H. Thorp and D.C. Rogers (eds.). *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition). Ecology and General Biology.* Academic Press, Inc. xxix + 1118 pp.

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

Stevanović, P. (1985): Diskussion der unterstufen Slavonien und Serbien.- In: Papp, A., Jambor, A. i Steininger, F.F. (eds.): *Chronostratigraphie und Neostratotypen - Pannonien.* Ung. Geol. Anst., 82-85, Budapest.

Strong, E.E., Gargominy, O., Ponder, W.F. i Bouchet, P. (2008): Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595, 149-166

Šikić, K. (1964): Izvještaj o geološkom kartiranju mlađeg tercijara Zrinsko-dvorske kotline. 'Fond dok. Inst. geol. istr. Zagreb.

Šikić, K., Basch, O. i Šimunić, A. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ, list Zagreb 1:100 000. Tumač za list Zagreb, L 38-80. Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1972) Savezni geološki zavod, Beograd, 81.

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

Šikić, L. (1968): Stratigrafija miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. Geološki vjesnik, 21, (1967), 213–227.

Vrsaljko, D. (1999): The Pannonian Palaeoecology and Biostratigraphy of Molluscs from Kostanjek - Medvednica Mt., Croatia. Geologia Croatica, 52/1, 9-21.

Mrežni izvori (pristupljeno: siječanj, 2020.)

<https://molluskconservation.org/EVENTS/2017Symposium/GASTROPODS-PDFS/Cummings%20et%20al%202016%20sampling%20mollusks.pdf>

<http://www.marinespecies.org/ostracoda/>

[http://www.geologija.hr/pdf/vijesti-hgd/web\\_Vijesti\\_49\\_1.pdf](http://www.geologija.hr/pdf/vijesti-hgd/web_Vijesti_49_1.pdf)

<https://www.hbsd.hr/mekusci-2/>

[http://31.147.204.208/clanci/1968\\_Sikic\\_315.pdf](http://31.147.204.208/clanci/1968_Sikic_315.pdf)

## 9. Prilog – tablični popis točaka opažanja i uzorkovanja na terenu

Redni broj	Naziv točke	Geografske koordinate WGS 84		Nadmorska visina	Položaj slojeva	Litologija	Geološko razdoblje
		geo. širina	geo. dužina				
1.	<b>A1</b>	45°56'09.6"S	16°05'03.1"I	314m	315/8	kongerijski vapnenac	donji baden
2.	<b>A2</b>	45°56'23.7"S	16°04'47.1"I	326m	37/20	siltozni lapor	donji baden
3.	<b>A3a</b>	45°56'24.8"S	16°04'43.4"I	338m	315/6	tufitični lapor	donji baden
4.	<b>A3b</b>	45°56'25.8"S	16°04'42.3"I	342m	307/11	tufitični lapor	donji baden
5.	<b>A3c</b>	45°56'26.6"S	16°04'40.1"I	355m	325/15	tufitični lapor	donji baden
6.	<b>A3d</b>	45°56'28.3"S	16°04'37.7"I	360m	312/22	tufitični lapor	donji baden
7.	<b>A7</b>	45°57'32.6"S	16°03'46.0"I	362m	–	vapnenac	donji panon
8.	<b>A8</b>	45°57'34.6"S	16°03'46.0"I	353m	–	slatkovodni lapor	gornji panon