

Marinske miocenske naslage na cesti Dubravica HTK Veternica (jugozapadna Medvednica)

Kaltak, Ajna

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:587797>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-26**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Ajna Kaltak

**Marinske miocenske naslage na cesti Dubravica –HTK
Veternica (jugozapadna Medvednica)**

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Ajna Kaltak

**Marinske miocenske naslage na cesti Dubravica –HTK
Veterica (jugozapadna Medvednica)**

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

Mentor:
prof.dr.sc. Jasenka Sremac

Zagreb, 2020.

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

ZAHVALA

Najprije, zahvaljujem se svojoj mentorici, prof. dr. sc. Jasenki Sremac, na ogromnom posvećenju, podršci i strpljenju s kojima me je vodila kroz pisanje ovoga rada i na korisnim stručnim savjetima i komentarima.

Zatim, zahvaljujem se dr. sc. Valentini – Hajek Tadesse na pomoći oko odredbe rodova ostrakoda za ovo istraživanje.

Također, zahvaljujem se dr.sc. Mariji Bošnjak što je odvojila svoje vrijeme da pročita ovaj rad i ukaže na dodatne greške i da dodatne komentare.

Zahvaljujem se dr.sc. Frane Markoviću na pripomoć pri izvedbi metode kalcimetrije.

Na kraju, zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima, koji su mi uvijek bili potpora tijekom cijeloga studiranja.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

Marinske miocenske naslage na cesti Dubravica –HTK Veternica (jugozapadna Medvednica)

Ajna Kaltak

Rad je izrađen: Geološko-paleontološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102A

Sažetak:

Uz šumsku cestu od Dubrave prema teniskim terenima nalaze se izdanci klastičnih naslaga (pretežito lapora), u kojima su mjestimice nađeni fragmenti skeleta makrofosila, foraminifere, ostrakodi, ostaci riba i drugih organizama. Rađeni su terenski, laboratorijski, kabinetski i analitički radovi, te kalcimetrija. Metoda prilagođenog mokrog prosijavanja je rađena u sklopu laboratorijskog rada. Za analitički rad su računati indeksi raznolikosti, rađen je trokomponentni dijagram i računat je omjer plankton bentos. Taložni okoliš je interpretiran kao unutarnji šelf s obiljem nutrijenata i povremenim donosom slatke vode. Starost naslaga je badenska.

Ključne riječi: lapori, paleoekologija, biostratigrafija, miocen, Medvednica

Rad sadrži: 46+VIII stranica, 15 slika, 8 tablica i 67 literaturnih navoda

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentor: prof.dr.sc. Jasenka Sremac

Ocjenjivači: prof.dr.sc. Jasenka Sremac
izv.prof.dr.sc. Đurđica Pezelj
prof.dr.sc. Marijan Kovačić

Datum završnog ispita: 25.veljače 2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Master's thesis

Marine Miocene deposits at the locality Dubravica–HTK Veternica (southwestern Medvednica)

Ajna Kaltak

Thesis completed in: Department of Geology and Paleontology, Faculty of Science, University of Zagreb

Abstract:

Along the forest road from Dubravica towards the tennis playground, outcrops of clastic sediments (mostly marls) comprise skeletal fragments of macrofossils, foraminiferae, ostracods, fish remains and remains of other organisms. Field, laboratory, office and analytic work and calcimetry have been done. Modified sewing technique has been done as a part of laboratory work. For analytic work, diversity indexes have been calculated, three-component diagram has been done and plancton/bentos ratio has been measured. Depositional environment is interpreted as the inner shelf, rich in nutrients, with temporary input of fresh water. Deposits are Badenian in age.

Keywords: marls, paleoecology, biostratigraphy, Miocene, Medvednica

Thesis contains: 46+VIII pages, 15 figures, 8 tables and 67 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central geological library, Department of Geology, PMF

Supervisor: Professor Jasenka Sremac

Reviewers: Professor Jasenka Sremac

Assoc. Professor Đurđica Pezelj

Professor Marijan Kovačić

Date of the final exam: February 25., 2020.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja	2
2.1. Povijest dosadašnjih istraživanja badenskih naslaga Medvednice	2
2.2. Geološki razvoj istraživanog područja.....	4
2.3. Foraminifere.....	6
2.4. Ostrakodi.....	7
2.5. Ježinci.....	7
2.6. Ribe.....	8
3. Materijali i metode istraživanja	8
3.1. Terenski rad.....	8
3.2. Laboratorijski rad.....	9
3.3. Kabinetski rad.....	9
3.4. Kalcimetrija.....	10
3.5. Analitički rad.....	10
4. Rezultati	13
4.1. Opis uzoraka.....	13
4.2. Kalcimetrija.....	16
4.3. Analiza nanofosila.....	16
4.4. Paleontološka analiza.....	16
4.4.1. Foraminifere.....	16
4.4.2. Ostrakodi.....	28
4.4.3. Ježinci.....	29
4.4.4. Riblji ostaci.....	30
5. 31	

5.1.	Tehnike	pripreme	i	kvaliteta	
sačuvanja.....				Pogreška!	Knjižna oznaka nije
definirana.					
5.2.	Starost istraživanih naslaga.....				31
5.3	Okoliš.....				33
6.	40				
7.	42				

1. Uvod

Uz šumsku cestu koja vodi od ulice Dubravice prema teniskim terenima nalaze se zanimljivi izdanci klastičnih naslaga u kojima su nađeni fragmenti skeleta makrofosila, foraminifere, ostrakodi, ostaci riba (čak i morskih pasa) i drugih organizama.

Cilj ovog rada je odrediti okoliš taloženja i starost istraživanih naslaga i usporediti ih s istovremenim naslagama u okolici.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

2.1. Povijest dosadašnjih istraživanja badenskih naslaga Medvednice

Gorjanović-Kramberger je objavio prve pregledne geološke karte Hrvatske i Slavonije (1907, 1908), tumač geološke karte Medvednice (1908) te niz radova (1907, 1922, 1924). U svojim radovima bavio se geološkom građom i tektonikom Medvednice, opisnom paleontologijom i krškim fenomenima. Neki od njegovih radova spomenutih u ovom ulomku su bili temelj za daljnja istraživanja našeg područja.

Kochansky (1944) područje Medvednice revolucionarno dijeli na tri razvoja: „Doljanski“ ili jugozapadni razvoj, koji se proteže od Gornjeg Ivanca u Zagorju preko Jarka, Dolja, Bizeka, Gornjeg Stenjevca, Vrapča, Krvarića, Šestina, Gračana do Blizneca; „Čučerski“ ili središnji razvoj koji zauzima područja između sela Čučerje, Goranci, Donja Planina, Sopnica, Gornja Kašina, Gornja Glavnica, Moravče i Nespeš; te „Zelinski“ ili sjeveroistočni razvoj koji obuhvaća područje od Nespeša preko Psarjeva, Kalinja do Orešja te sjevernu stranu Medvednice prema Marija Bistrici. Lokalitet koji je istražen za potrebu ovoga rada pripada „Doljanskom“ razvoju miocenskih morskih naslaga Medvednice, a njegov razvoj je prema Kochansky podijeljen u šest facijesa: badenski lapor, obalni konglomerat, litavac u užem smislu, „nuliporni vapnenac“, pješčenjak i pjeskoviti lapor.

Pavlovsky (1958) u radu opisuje naslage s foraminiferama roda *Heterostegina* rasprostranjenih na području Hrvatske, većim dijelom na Medvednici. Na području Dolja odredila je podvrstu *Heterostegina costata politatesta* (Papp i Küpper, 1954) koja pripada buliminsko – bolivinskoj zoni gornjega „tortona“ odnosno badena. Uz nju, odredila je i podvrstu *Heterostegina* sp.: cf. *Heterostegina papyracea gigantea* (Seguenza, 1880) koja također pripada „tortonu“, odnosno badenu.

Papp i sur. (1968) su zaslužni za uvođenje termina „baden“ umjesto „tortona“ kada se pokazalo da su tortonske naslage u Italiji mnogo mlađe od „tortona“ Bečkog bazena. Termin „baden“ se uveo u smislu grupe ili serije, a za područje Centralnog Paratethysa novi kat – Baden.

Šikić L. (1967) na temelju proučavane foraminiferske zajednice na području jugozapadne i sjeveroistočne Medvednice predlaže biostratigrafsku zonaciju badenskih i sarmatskih naslaga.

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.

Kochansky-Devidé i Bajraktarević (1981) opisuju fosilnu faunu (makrofosile, foraminifere, vapnenački nanoplankton i silikoflagelate) badenskih i sarmatskih naslaga na području od Susedgrada do Jareka.

Bajraktarević (1984) daje pregled fosilne mikro i nano faune badena i sarmata sjeverne Hrvatske i njihovu primjenu u biostratigrafiji.

Vrsaljko i sur. (2006) na temelju mikrofosilnog sadržaja daju prikaz razvoja okoliša područja Medvednice, te razlikuju područje otvorenog mora u sjeveroistočnom dijelu i lagunu u jugozapadnom dijelu Medvednice.

Hajdek-Tadesse (2006) određuje badenske ostrakode Medvednice.

Pezelj i sur. u nekoliko rodova (**npr. 2007, 2016**) daju paleoekološku interpretaciju gornjobadenskih naslaga okoline Medvednice na temelju zajednica foraminifera i ostrakoda.

Basso i sur. (2008) pišu o znanju o koraligenskoj flori litavca na jugozapadnoj Medvednici.

Bošnjak i sur. (2014) opisuju srednjo miocenske fosilne naslage u široj okolini špilje Veternice.

Tripalo i sur. (2016) prvi opisuju fosil zuba ribe kirurga na području Hrvatske iz susjednog lokaliteta na Medvednici.

Pavelić i Kovačić (2018) daju pregled sedimentološkog i stratigrafskog razvoja Sjevernohrvatskog bazena kroz cijeli neogen.

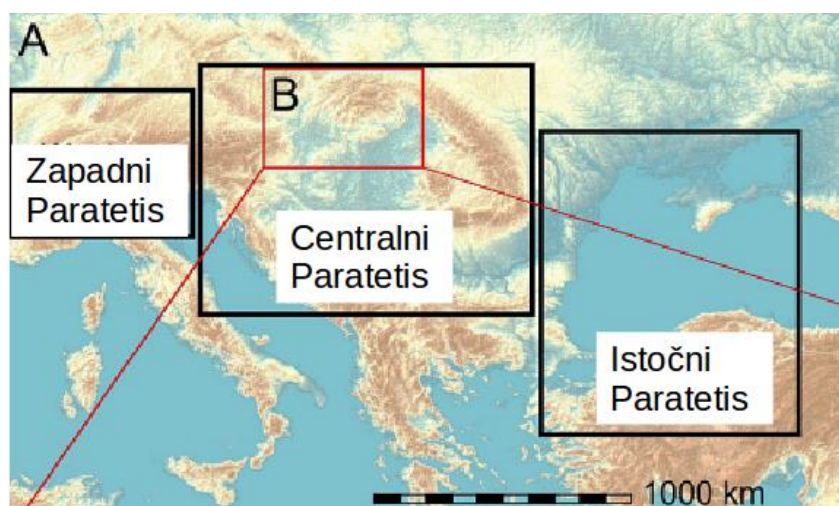
Jeftinić (2019) u diplomskom radu analizira miocensku mikrofosilnu zajednicu na laporima i pješčenjacima pored špilje Veternice južno od područja ovog istraživanja

Šeparović (2019) u diplomskom radu također analizira mikrofosile miocenske starosti pored špilje Veternice, sjevernije od područja obrađenog u ovom radu, s tim da je posebnu pažnju stavila na skaforode zbog njihove velike zastupljenosti.

2.2. GEOLOŠKI RAZVOJ ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Na prijelazu iz eocena u oligocen, došlo je do zakretanja Afričke ploče u smjeru obrnutom od kazaljke na satu i kretanja te ploče prema Euroazijskoj. Na mjestuu nekadašnjeg Tetis oceana formira se Paratetis more, čiji je i Medvednica dio tijekom miocena (Rögl, 1998; Popov i sur., 2004; Harzhauser i sur., 2007, Piller i sur., 2007) (slika 1). Mediteransko more je predstavljalo južni krak nekadašnjeg Tetis oceana, odnosno Paratetis oceana. Mediteransko i Paratetis more su bili odijeljeni arhipelagom kojeg su činili: Alpe, Dinaridi, Helenidi, Pontidi i Anatolijski masiv, a tijekom miocena je povremeno otvorenim morskim prolazima bila omogućena izmjena faune između tih prostora (Rögl, 1998; Popov i sur., 2004; Piller i sur., 2007). Paratetis se dijeli na Istočni, Zapadni i Centralni Paratetis (slika 1). Istočni Paratethys je bio najveći površinom, te je uključivao Crno, Kaspijsko i Aralsko more, dok je Zapadni Paratethis obuhvaćao područje Alpa u Francuskoj, Švicarskoj, Njemačkoj i Gornjoj Austriji. Istočne Alpe (Karpati), područje od Donje Austrije do Moldavije te Panonski bazenski sustav (PBS) su bili dijelom Centralnog Paratetisa. Alpe, Karpati i Dinaridi su okruživali PBS (Rögl, 1998; Rögl i sur. 2007; Harzhauser i sur., 2007; Piller i sur., 2007). Paleogeografski gledano, jugozapadni rub Centralnog Paratetisa je naše područje od interesa (slika 2). Geotektonski ono pripada PBS-u (Rögl, 1998; Pavelić, 2001, 2002; Vrsaljko i sur., 2006; Pavelić i Kovačić, 2018). Razvoj PBS-a se odvijao u dvije faze, sinriftna i postriftna (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018). Sinrift je trajao od otnanga do srednjeg badena, a postrift od kasnog badena do kvartara. 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). Ovaj drugi je površinom daleko veći (32 000 km²), te je ujedno i prostor u kojem se nalazi istraživano područje ovoga rada (slika 2). Aluvijalne naslage - grubozrnate do fino-zrnate naslage s brzim facijesnim promjenama - karakteristične su za otnang i karpatski Sjevernohrvatskog bazena (Pavelić i Kovačić, 2018). Taloženje slatkovodnih naslaga u jezerskom okolišu (u kojima su nađeni tufovi i tufiti kao tragovi vulkanske aktivnosti) se odvijalo u starijem badenu. U srednjem badenu izmjenjuju se dva transgresivno – regresivna ciklusa te započinje morsko taloženje. Sedimenti prvog ciklusa su plitkomorski biokalkareniti i konglomerati, koji u sebi sadrže predneogenske klastite i ukazuju na pad morske razine. Drugi ciklus sadrži slične sedimente, no s većim postotkom kalcitne komponente u laporima. Grubozrnati klastiti, algalni vapnenci, lapori s puno glinovite komponente su sedimenti srednjeg badena. Mogu se često naći i tufovi i vulkanske stijene. U gornjem se badenu regionalno povisuje razina morske

vode uslijed mirovanja na početku postriftna faze. Dolazi do taloženja konglomerata, algalnih slojeva i grebenskih vapnenaca, piroklastičnih vapnenaca i lapora. Na kraju badena nastupa oplicavanje. Granica badena i sarmata je okarakterizirana izolacijom bazena i izumiranjem stenohalinih organizama, nakon čega opet dolazi do transgresije i sedimentnom dominacijom lapora. Na kraju sarmata opet nastupa oplicavanje s taloženjem konglomerata i pješčenjaka. Zanimljivo je i da je tijekom ovog razdoblja vulkanska aktivnost bila slaba što dokazuje indikatorni mineral bentonit (hidrotermalno izmijenjeno vulkansko staklo). U panonu se Panonski bazen potpuno izolira (oplicavanje) što povlači za sobom slatkovodni režim taloženja. U bazi se nalaze Croatica slojevi, nazvani po barskom pužu *Radix Croatica* (obalni, jezerski vapnenci), zatim Banatica lapori, nazvani prema školjkašu *Congerina banatica* i Abichi lapori, s fosilima školjkaša *Paradacna abichi*. Talozenje Banatica i Abichi slojeva s odvijalo za vrijeme produbljavanja bazena. Krajem panona taloze se Rhomboidea naslage koje su dobile naziv prema školjkašu *Congerina rhomboidea* (glinovito – pjeskovite naslage i šljunci) (Šikić, 1979, Pavelić i Kovačić, 2018).



Slika 1. Podjela Paratetisa (Kovač i sur., 2017.)



Slika 2. Položaj Centralnog Paratetisa i Sjevernohrvatskog bazena (izmijenjeno prema Ćorić i sur., 2009)

2.3. FORAMINIFERE

Foraminifere (ili korjenonošci) u paleontologiji predstavljaju važnu skupinu koja nam otkriva brojne komponente geološke prošlosti. One su jednostanične, morske životinje koje, iako se dijele na mikroforaminifere i makroforaminifere, su golim okom jedva zamjetne i kad su povećane. Kućica ili stijenka im se naziva teka, a ona je odijeljena septima koji odjeljuju klijetke. Početna klijetka se zove prolokulus, a ondje se nalazi i otvor – ušće. Ako žive na morskom dnu su bentičke, a ako plutaju u vodi su planktonske. Mogu se kretati i pričvrstiti za podlogu lažnim nožicama. Morfologija kućice puno govori o načinu života foraminifere. Debljina stijenke, ornamentacija te oblik i površina kućice samo su neki pokazatelji. S obzirom na tip stijenke dijele se na aglutinirane, vapnenačke sitnozrnate, vapnenačke imperforatne i vapnenačke perforatne (Armstrong i Brasier, 2005).

2.4. OSTRAKODI

Ostrakodi su rakovi malih dimenzija (0.15 - 2 mm), bilateralno simetrični. Bubrežastog su oblika u tlocrtu, ovalnog u bokocrtu i imaju dvije ljuštore koje štite tijelo raka. Postoji oko 70 000 vrsta. Njihovo tijelo nije segmentirano, sastoji se od glave i oprsja. Ornamentacija i robusnost ljuštura ostrakoda govori o okolišnim uvjetima, tj. dubini i razini energije na tom području (Armstrong i Brasier, 2005).

2.5. JEŽINCI

Ježinci su sjedilački morski organizmi koji pripadaju redu Echinoderma, koji se pojavio prije 520 milijuna godina, prije kambrijske eksplozije života. Pentaradijalno su simetrični kod adultnih jedinki, a promjer im je u rasponu od nekoliko milimetra do čak i jednog metra. Žive tako da im je usna šupljina orijentirana prema dolje. Bodlje su općenito duge i imaju prisutnu čeljust kod svih vrsta. Za lokomotornu funkciju im služe bodlje, kao i za pasivnu obranu od predatora i hvatanje čestica hrane.

Različite vrste ježinaca žive u različitim morskim okolišima svijeta. Neka najčešća mjesta gdje ih se može naći su kamena dna, muljeviti tereni, stijene izložene valovima, koraljni grebeni, morsko dno gdje je prisutna morska trava. Ježinci žive na mjestima gdje mogu naći alge, morsku travu i ostalu hranu koju konzumiraju. Noćne su životinje jer su iznimno osjetljive na svjetlost. Zato pomiču bodlje u reakciji na sjene. Da bi se zaštitile od snažnih udara valova, sklanjaju se u rupe i različite zaklone. Imaju korisnu ulogu kod koralja jer pospješuju održavanje hranidbenog integriteta kod tih jedinki. Ali, njihov način života može biti i štetan - erodiraju grebene kod velikog broja jedinki (Agnello, 2017).

2.6. RIBE

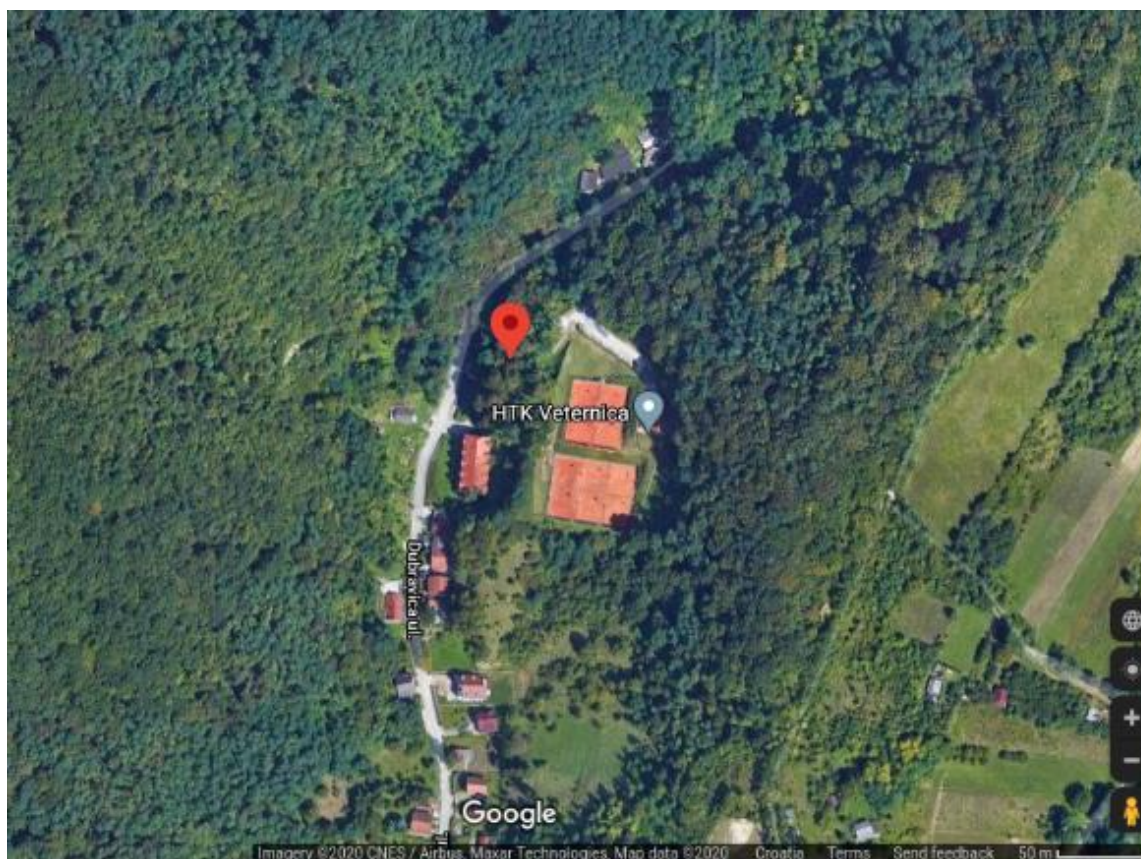
Ribe su grupa hladnokrvnih vodenih kralježnjaka unutar reda Chordata koja diše škrgama. Dije se na: Agnatha (bezčeljusnice), Chondrichthyes (morski psi i raže), Sarcopterygii (mesoperke) i Actinopterygii (zrakoperke). Actinopterygi su najčešće, što se tiče slatkovodnih okoliša.

Iako je većina istraživača fokusirana na ribe kao važan izvor nutritijenata, te pospješivanje akvakulture, nedavno se povećao i interes za njihovu raznolikost, distributivne obrasce, ekologiju, funkcionalnu fiziologiju i molekularnu konstituciju. Također se mogu koristiti za praćenje zagađenja voda (Ng, 2017).

3. Materijali i metode istraživanja

3.1. TERENSKI RAD

Terenski rad je obavljen na lokaciji nedaleko špilje Veternice. Ta lokacija je smještena na jugozapadnom obodu Medvednice, na području Dubravica, nekoliko minuta hoda od autobusne stanice prema teniskim terenima (koordinate: 45° 50'10" S, 15° 52'13" I) (slika 3). Izdanci se nalaze tik uz šumski put. Izdanak je očišćen od vegetacije geološkim čekićem, uzorci su pažljivo odabrani, prikupljeni lopaticom u plastične vrećice. Voodootpornim markerom uzorci su označeni pripadajućim brojem. Uzet je po jedan uzorak od oko 50 dag materijala iz dvaju slojeva koji su na prvi pogled imali različite karakteristike (krupnoću zrna, vidljive fosile).



Slika 3. Područje jugozapadne Medvednice s oznakom položaja lokacije istraživanih uzoraka

3.2. LABORATORIJSKI RAD

Laboratorijski rad je obavljen na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, na Geološko-paleontološkom zavodu. Prikupljeni uzorci bili su nešto kompaktniji od ranije istraženih miocenskih lapora u okolici. S toga su, uz uobičajenu tehniku mokrog prosijavanja, primjenjene i dvije modificirane metode (Gjirlić i sur., 2019). Priprema uzoraka počinje umakanjem u vodi uz dodatak vodikovog peroksida kroz 24 sata. Svaki od namočenih uzoraka je podijeljen na tri dijela. Prvi dio je nakon 24 sata prosijan na sustavu sita od 63, 125, 250 i 500 μm . Preostala dva dijela su spremljena u plastične posudice, označena brojevima i stavljena u zamrzivač na 24 sata. Kada su uzorci bili potpuno zamrznuti, po jedan uzorak iz svakog sloja je odmrznut tehnikom postavljanja posudice u vruću vodu, a drugi u mikrovalnoj pećnici u trajanju od četiri minute. Za vrijeme

grijanja u mikrovalnoj pećnici (posebno pri isteku postavljenog vremena) se moglo čuti pucanje unutar pećnice, što je bio rezultat prisutnosti pirita osjetljivog na mikrovalno zračenje. Kako bi dezintegracija bila učinkovitija, postupak zamrzavanja i odmrzavanja je ponovljen tri puta. Nakon završnog odmrzavanja, slijedila je metoda mokrog prosijavanja (muljenja/šlemanja) na istim sitima kao i kod nezamrznutih uzoraka. Treba napomenuti da je proces ispiranja prethodno zamrzvanih i grijanih uzoraka bio bitno vremenski skraćen u odnosu na prosijavanje uzoraka koji su bili samo namočeni u vodi s vodikovim peroksidom (Gjirlić i sur., 2019). Prosijani su uzorci zatim osušeni, te sljedeći dan pažljivo presipani u papirnate vrećice i pripremljeni za mikroskopiranje.

3.3. KABINETSKI RAD

Slijedi pregledavanje uzoraka u reflektiranom svjetlu pod svjetlosnim mikroskopom Olympus SZX10 na Geološko-paleontološkom zavodu PMF-a. Fosili su izdvajani uz pomoć iglice i voska i stavljani u Frankove ćelije. Izdvajane su: planktonske foraminifere, bentičke foraminifere, ostrakodi, ostali fosili - bodlje ježinaca, spikule, ljuštore školjkaša, koralji, skaforodi, otoliti. Prilikom vađenja bentičkih foraminifera, bilo ih je potrebno odmah razvrstavati po rodu, zbog njihovog raznolikog pojavljivanja. Izdvojeni fosili fotografirani su prilagođenim fotoaparatom Canon EOS 1100D. Nakon toga je slijedila detaljna paleontološka analiza i određivanje vrsta i rodova izdvojenih fosila. Vlastite analize nadopunjene su determinacijama nanoplanktona, koje je odredio prof. geol. i geogr. Šimun Aščić.

Također je izvršeno brojanje ostrakoda i foraminifera, te određivanje postotka sačuvanosti kućica. Brojanje je odrađeno pažljivim pregledom jednake količine sedimenta iz oba uzorka. Broj fosila i sačuvanost kućice se u isto vrijeme zapisivao u bilježnicu.

Za lijepo sačuvane kućice se smatralo one kućice koje imaju kompletno sačuvane kućice, za srednje one kod kojih se prvotni oblik mogao dosta razaznati, ali su imale otkrhnute dijelove, a za loše sačuvane kućice one kod kojih nedostaje jedna trećina ili više kućice.

3.4. KALCIMETRIJA

Još jedna korisna metoda rada je kalcimetrija, koja je napravljena na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, na Mineraloško-petrološkom zavodu.

Kalcimetrija je određivanje postotka karbonata u uzorku. Pomoću te metode dobivaju se podatci koji su jako korisni pri interpretaciji okoliša taloženja. Količina karbonata određena je volumetrijskim mjerenjem Scheiblerovim kalcimetrom. Kalcimetar se sastoji od tri staklene cijevi koje su spojene gumenim cijevima te posude (Erlenmeyerova tikvica) u kojoj se nalazi uzorak, magnet i klorovodična kiselina (u epruvetici), te ventil V koji regulira komunikaciju s fiksnom cijevi i okolinom. Cilj kalcimetrije je izmjeriti koliko se CO₂ 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 našim uzorcima.

3.5. ANALITIČKI RAD

Nakon odvajanja foraminifera i ostrakoda, pristupilo se kvalitativnoj (taksonomskoj) analizi. Veći dio odredbi temeljio se na monografiji Papp i Schmidt (1985), a za klasifikaciju je korišten priručnik Loeblich i Tappan (1988). Stratigrafski rasponi su određeni prema Boomer and Whatley (1995). Revizija nazivlja načinjena je po bazi World Register of Marine Species (WoRMS).

Analiza foraminifera je obavljena na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, na Geološko-paleontološkom zavodu.

Analizom je određen broj primjeraka pojedinih rodova i vrsta, dominantni rodovi i vrste, omjer plankton/bentos, te indeksi raznolikosti: Shannon-Wiener indeks, indeks ekvitabilnosti, dominacija i Fisher α indeks. Pri tome je korišten računalni program PAST. (Hammer i sur., 2001). Trokomponentni dijagram je izrađen na temelju podjele bentičkih foraminifera po tipu stijenke. Ekološki zahtjevi rodova preuzeti su iz Murray (2006 i 2013).

Indeksi raznolikosti

Shannon-Wiener indeks

Shannon-Wiener indeks ili indeks raznolikosti pokazuje heterogenost, odnosno raznolikost vrsta u zajednici. Izračunava se formulom

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

gdje je p_i udio jedne vrste u uzorku. Kada su u uzorku zastupljene sve vrste jednako, H je dostigao maksimum (Murray, 1991).

Fisher α indeks

Fisher α indeks pokazuje odnos broja vrsta prema broju jedinki. Indeks se koristi za određivanje paeookoliša, jer su određene vrijednosti indeksa karakteristične za pojedine okoliše (Murray 1991).

Dominacija

Dominacija pokazuje zastupljenost određene vrste u zajednici, te se kao dominantne vrste uzimaju one kojih je u uzorku $>10\%$ (Murray, 1991).

Indeks ekvitabilnosti

Indeks ekvitabilnosti pokazuje sličnost, odnosno ravnomjernost zastupljenosti vrsta u uzorku. Vrijednosti mu se kreću od 0, kada je u uzorku zastupljena samo jedna vrsta, do 1 kad su sve vrste jednako zastupljene. Indeks se izračunava prema formuli

$$E(S) = eH(S)/S$$

gdje je $H(S)$ Shannon-Wiener indeks, a S ukupan broj vrsta u uzorku (Murray, 1991).

Trokomponentni dijagram

Na temelju tri tipa stijenki bentičkih foraminifera (staklaste, porculanske i aglutinirane) izrađuje se trokomponentni dijagram. Taj dijagram se koristi za interpretaciju plitkovodnih okoliša. Podaci se u dijagram unose u obliku postotka, te pojedino područje u dijagramu ukazuje na određeni okoliš (preuzeto iz Pezelj, 2006) (slika 14).

Omjer plankton/bentos

Omjer plankton/bentos pokazuje dubinu taloženja, jer se u pravilu brojnost planktonskih foraminifera povećava udaljavanjem od obale, odnosno produbljavanjem taložnog prostora (preuzeto iz Pezelj 2006).

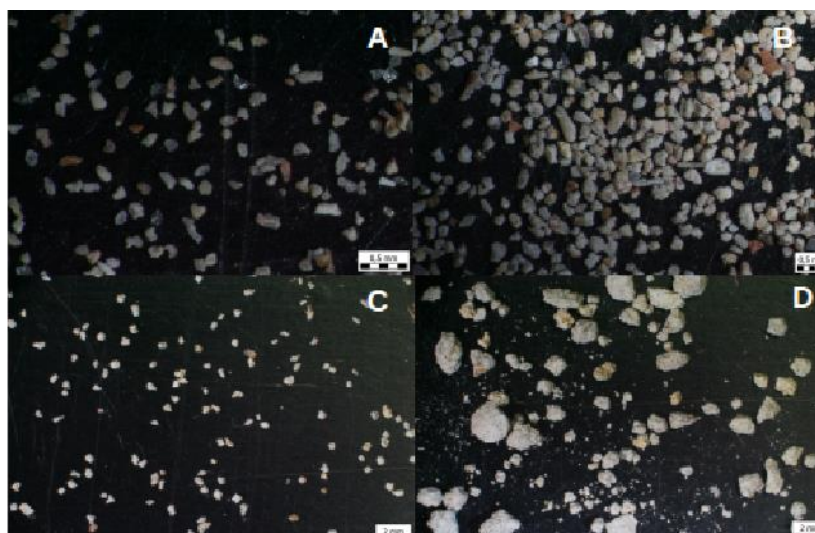
4. Rezultati

U svim uzorcima (na svim sitima) nađeni su sljedeći cjelokupni fosili i fosilni fragmenti: bentičke (slike 7-11) i planktonske foraminifere, ostrakodi (slika 13), plakoidne ljuske riba, zubi riba (slika 14) bodlje ježinaca (slika 15), školjkaši, mahovnjaci i spikule spužvi. Uzorci su puni zrnaca piritita i narančastih/crvenkastih, te sivih mineralnih klasta (getit, litoklasti). Općenito gledajući, uzorak broj 1 je bio bogatiji fosilima od uzorka broj 2.

4.1. OPIS UZORAKA

Uzorak 1

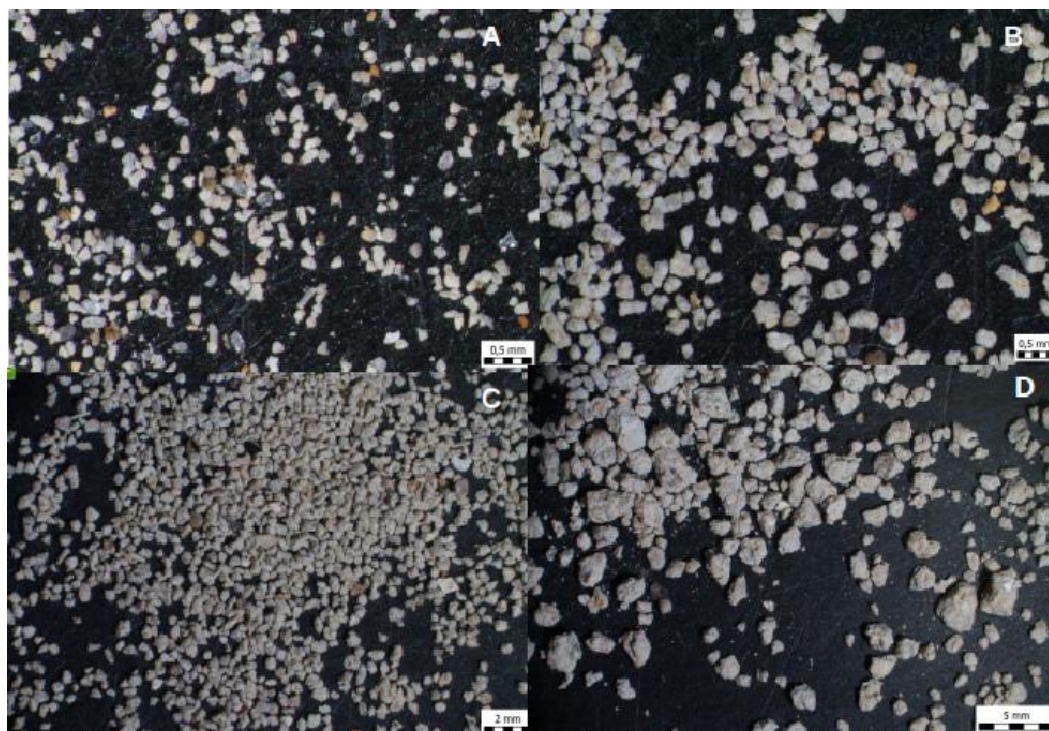
Uzorak broj 1 je bogatiji fosilima. Najzastupljenija je bentička foraminifera *Nonion commune* (slika 7). Prisutna je u svim frakcijama. Vrsta *Neoeponides schreibersii* je sljedeća najčešća vrsta (slika 8). Ostrakodi su mnogobrojni i raznovrsni (po otvorenosti ljuštura i fragmentiranosti) (slika 13). Nađene su i ljuske morskih pasa, bodlje ježinaca (slika 15) koje su debelih stijenki, te spikule spužvi (troosne).



Slika 4. Uzorak 1 po frakcijama: A) 63 µm; B) 125 µm; C) 250 µm; D) 500 µm.

Uzorak 2

Uzorak 2 siromašniji je fosili od uzorka 1. Fosili od najveće brojnosti su *Nonion commune* (pogotovo frakcija veličine 250 μm) (slika 7) i *Neoeponides schreibersii* koji prevladava u frakciji od 125 μm (slika 8). Tekstularije su rijetke, ali su konzistentne kroz cijeli uzorak, kao i zubi riba (slika 14), mahovnjaci i ježinci debelih i tankih radiola (slika 15). Ostrakodi su jako rijetki i nađeni su samo u frakciji od 125 μm . Vrsta koja je nađena je *Cytheridea acuminata* (slika 13). Najviše planktonskih foraminifera prisutno je u frakciji od 125 μm . Slijedi 250 μm , pa 63 μm i u 500 μm je njihova zastupljenost: 0. Fragmenti skafopoda su nađeni u frakciji od 500 μm .



Slika 5. Uzorak 2 po frakcijama: A) 63 μm ; B) 125 μm ; C) 250 μm ; D) 500 μm .



Slika 6. Izvađeni fosili iz uzorka 1.

4.2. KALCIMETRIJA

Svaki je uzorak mjeran dva puta. Rezultati kalcimetrije uzorka 1 su: 79,295 % i 77,465% karbonata. Rezultati kalcimetrije uzorka 2 su: 79,006% i 81,058% karbonata. Rezultati kalcimetrije upućuju da je sediment uzoraka: lapor.

4.3. ANALIZA NANOFOSSILA

Analizu nanofosila napravio je prof. geol. i geogr. Šimun Aščić.

Ispostavilo se da su uzorci gotovo sterilni na nanofosile. Nađeni su samo rijetko primjerci vrste *Coccolithus pelagicus*.

4.4. PALEONTOLOŠKA ANALIZA

4.4.1. Foraminifere

a) Taksonomska analiza

U našim uzorcima su nađena tri podreda foraminifera: Rotaliina (staklaste foraminifere), Miliolina (porculanske foraminifere) i Textulariina (aglutinirane foraminifere).

U podred Rotaliina možemo svrstati 11 vrsta foraminifera: *Heterolepa dutemplei*, *Nonion commune* (slika 7), *Neoeponides schreibersi* (slika 8), *Hanzawia boueana* (slika 9), *Cibicidoides* sp., *Cibicidoides lobatulus*, *Bolivina compressa* (slika 11), *Bulimina* sp., *Globigerina bulloides*, *Pullenia bulloides*, *Sphaeroidina pulloides*.

Podredu Miliolina pripadaju *Triloculina* sp. i *Pseudotriloculina consobrina*.

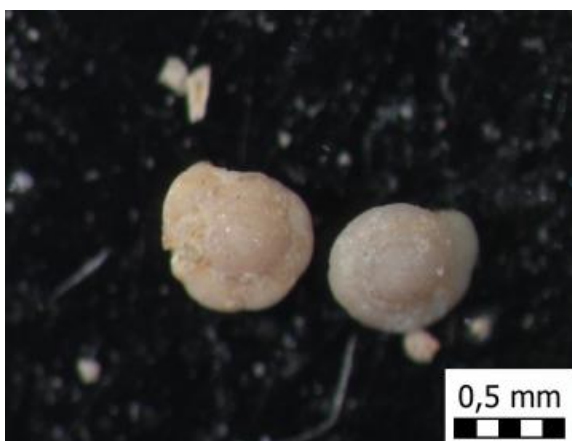
Podredu Textulariina pripada *Textularia* sp (slika 10).

Tablica 1. Učestalost najčešćih vrsta foraminifera po uzorcima i način života

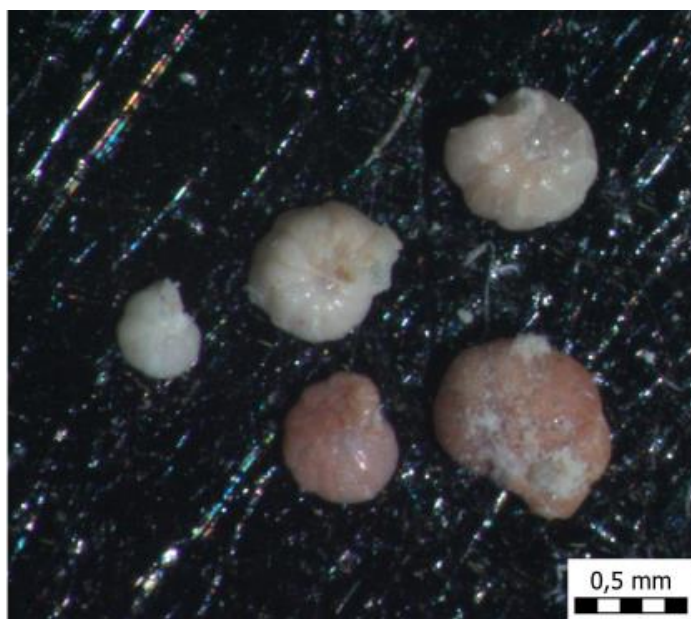
Rod/Vrsta	Način života	Uzorak 1	Uzorak 2
Podred: ROTALIINA (STAKLASTE)			
<i>Heterolepa dutemplei</i>	bentos	●◐	
<i>Nonion commune</i>	bentos	●	●
<i>Neoeponides schreibersi</i>	bentos	●	●◐
<i>Hanzawia boueana</i>	bentos	●◐	
<i>Cibicidoides</i> sp.	bentos	○	
<i>Cibicidoides lobatulus</i>	bentos	●◐	●◐
<i>Bolivina compressa</i>	bentos	●◐	●◐
<i>Bulimina</i> sp.	bentos	○	○
<i>Globigerina bulloides</i>	plankton	○	
<i>Pullenia bulloides</i>	plankton	●◐	○
<i>Sphaeroidina pulloides</i>	bentos	●◐	○
Podred: MILIOLINA (PORCULANSKE)			
<i>Triloculina</i> sp.	bentos	○	●◐
<i>Pseudotriloculina consobrina</i>	bentos	○	○
Podred: TEXTULARIINA (AGLUTINIRANE)			
<i>Textularia</i> sp.	bentos	●◐	●◐
Legenda: ○ rijetko(<7) ●◐ srednje često (15-7) ● često (>15)			



Slika 7. *Nonion commune* iz uzorka 1. Zahtijeva okoliš niskog saliniteta i povećanih nutrijenata.



Slika 8. *Neoeponides schreibersii* iz uzorka 2. Ukazuje na plikomorski okoliš i badensku i sarmatsku starost.



Slika 9. *Hanzawaia boueana* iz uzorka 1.



Slika 10. Tekstularije iz uzorka 1. Ukazuju na plikomorski okoliš s povećanim donosom nutrijenata i normalnim salinitetom.



Slika 11. *Bolivina compressa* iz uzorka 1. Rod *Bolivina* česta je u plitkovodnim i okolišima unutaršnjeg šelfa.

b) Broj i zastupljenost vrsta

Ukupno je određeno 14 vrsta foraminifera, od čega su 13 bentičke. Od 13 vrsta bentičkih foraminifera, 13 ih je u uzorku 1, a 11 u uzorku 2. Podredu Rotaliina pripada 11 vrsta, podredu Miliolina 2, a podredu Textulariina 1.

Najbrojnija vrsta u uzorku 1 je *Nonion commune* (slika 7) s 96 jedinki, zatim *Neoeponides schreibersii* (slika 8) s 33 jedinke, te naposljetku *Textularia* sp. (slika 10) s 15 jedinki.

U uzorku 2, najbrojnija je također *Nonion commune* (slika 7) s 69 jedinki. Zatim slijedi *Neoeponides schreibersii* (slika 8) sa 16 jedinki, te su treće po brojnosti *Textularia* sp. (slika 10), *Triloculina* sp. i *Bolivina compressa* (slika 11) s brojem jedinki: 7.

U uzorku 1 pronađeno je 7 jedinki planktonkih foraminifera, dok ih u uzorku 2 nema. Planktonska foraminifere iz uzorka broj 1 su *Globigerina bulloides* i *Pullenia bulloides*.

Tablica 2. Popis određenih vrsta i broj jedinki bentičkih foraminifera u uzorcima, te njihove dubine obitavanja (Alfirević, 1998).

ROD/VRSTA	UZORAK		Dubina (m)
Podred: ROTALIINA (STAKLASTE)	1	2	
<i>Heterolepa dutemplei</i> D'ORBIGNY	6	0	140-2000
<i>Nonion commune</i> D'ORBIGNY	96	69	0-180
<i>Neoeponides schreibersi</i> D'ORBIGNY	33	16	0-2000
<i>Hanzawia boueana</i> D'ORBIGNY	6	0	32-1004
<i>Cibicidoides</i> sp. D'ORBIGNY	1	0	
<i>Cibicidoides lobatulus</i> D'ORBIGNY	6	2	55-700
<i>Bolivina compressa</i> D'ORBIGNY	8	7	10-300
<i>Bulimina</i> sp.	1	2	
Podred: MILIOLINA (PORCULANSKE)			
<i>Triloculina</i> sp.	3	7	0-800
<i>Pseudotriloculina consobrina</i>	0	2	
Podred: TEXTULARIINA (AGLUTINIRANE)			
<i>Textularia</i> sp.	15	7	0-500
UKUPNO	187	116	

c) Broj jedinki i vrsta i raznolikost bentičke zajednice

Između uzorka 1 i uzorka 2 postoji razlika u broju vrsta i jedinki bentičkih foraminifera. Više jedinki i vrsta je u uzorku 1: 180 jedinki s 11 vrsta. U uzorku 2 je 118 jedinki s 10 vrsta. Uzorak 1 ima veće vrijednosti indeksa raznolikosti od uzorka broj 2 ($H(S)=1,471$, $\alpha=2,302$), osim vrijednosti dominacije i ekvitabilnosti koje su veće u uzorku 2 ($D=0,3863$, $J=0,6404$).

Tablica 3. Broj jedinki i vrsta u uzorcima, te parametri raznolikosti zajednice za svaki uzorak.

UZORAK	1	2
BROJ JEDINKI	180	118
BROJ VRSTA	11	10
SHANNON-WIENER	1,471	1,407
FISHER α INDEKS	2,302	2,279
EKVITABILNOST	0,639	0,6404
DOMINACIJA	0,3498	0,3863

Za dobivene Fisherove (α) indekse, mogući okoliši su (prema Murray, 1991; iz Pezelj, 2006):

1. bočate mangrove;
2. bočate močvare i lagune;
3. hipersaline lagune;
4. hipersaline močvare.

d) Dominantne vrste i ekološki zahtjevi rodova

U oba uzorka su dominantne jednake vrste, samo imaju različit broj jedinki.

U uzorku 1 najzastupljenija vrsta je *Nonion commune* (slika 7) (48,7%), te ju slijede *Neoeponides schreibersii* (slika 8) (16,8%) i *Textularia* sp. (slika 10) (7,6%).

U uzorku 2 najzastupljenija vrsta je *Nonion commune* (slika 7) (57,98%), pa *Neoeponides schreibersii* (slika 8) (13,5%), *Textularia* sp. (slika 10), *Triloculina* sp. i *Bolivina compressa* (slika 11) u jednakom omjeru (5,9%).

Tablica 4. Zastupljenost vrsta po uzorcima u %.

ZASTUPLJENOST VRSTA PO UZORCIMA U %		
VRSTA	UZORAK 1	UZORAK 2
<i>Nonion commune</i>	48,7	57,98
<i>Neoeponides schreibersii</i>	16,8	13,5
<i>Textularia</i> sp.	7,6	5,9
<i>Triloculina</i> sp.	1,5	5,9
<i>Bolivina compressa</i>	0	5,9

Rod *Nonion* (slika 7) je šelfni rod, koji se javlja na dubinama od 0 do 180 m (litoral). Živi kao slobodna infauna na muljevitim i siltoznim podlogama. *Nonion commune* je foraminifera koja može živjeti u različitim okolišima (od intertajdala do kontinentalnog šelfa, zaljeva, estuarija, močvara, muljevitih područja i plimnih ravnica). Živi u područjima niskog saliniteta s puno nutrijenata. Najviše joj odgovaraju estuarijski uvjeti (Linn Dix, 2001). Odgovaraju joj suboksični uvjeti (Pezelj, 2007). Može obitavati u mnogim tipovima sedimenata i u područjima različitih saliniteta, ali najviše u onim u srednjoj zoni saliniteta. Algalni kloroplasti su nađeni unutar roda

Nonion što može imati metaboličku ulogu u okolišima osiromašenim kisikom i zagađenim vodama (Linn Dix, 2001). U oba uzorka je dio polovice ukupnog foraminiferskog sadržaja.

Nonion sp. je foraminifera koja pripada rotalidnim foraminiferama što se tiče materijala od kojega joj je stijenka građena. Rotalidne foraminifere su one foraminifere koje imaju staklastu/perforatnu stijenkku. Učestalost roda *Nonion* se može pogledati u tablici br 4. Ima specifičnu zadnju klijetku koja je trbušasta i izražena. *Nonion* je foraminifera koja može živjeti u različitim okolišima pa tako i u područjima niskog saliniteta s puno nutrijenata (Kopecka i sur., 2018). Pronađena je u Napuljskom zaljevu na dubinama od 10 do 1100 metara. U Jadranu živi na dubinama od 32 do 600 metara.

Rod *Neoeponides* (slika 8) je tipična marinska bentička foraminifera. (Gaudant, 2010). Živi na unutarnjem šelfu, od 0 do 100 m (Murray, 1991). Živi pričvršćena za podlogu (Arieli, 2011). Što se tiče sedimenta, odgovara joj silt/sitnozrnati pijesak. Vrsta *Neoeponides schreibersii* je tipična bentička foraminifera otvorenog mora (Gaudant, 2010).

Rod *Textularia* (slika 10) je jedan od najbrojnijih rodova aglutiniranih foraminifera što se tiče marinskih okoliša. Ovaj je rod ujedno jedan od najvažnijih i najviše spominjanih rodova aglutiniranih foraminifera (Abd Malek, 2014). Živi u plitkovodnom okolišu. Njegovo postojanje u okolišu ukazuje na povećan donos nutrijenata (Roozpeykar, 2015) i normalan salinitet. Karakterističan je za okoliše intertajdala-subtajdala, fjorda i šelfnog bazena (Murray, 2011). Hrani se svježim materijalom (diatomeje i ostale alge). Živi oportunistično (Murray, 2013).

Rod *Triloculina* se hrani talogom. Prilagodljiv je. Može biti i endo- i epifaunski organizam. Vrsta *Triloculina tricarinata* je prilagođena na mali donos organskog ugljika (Schäfer, 2011). Obitava na unutarnjem šelfu najčešće, u morskom okolišu s normalnim uvjetima, ali može se naći i u hipersalinskim lagunama, zaljevima, plažama, mangrovama i muljevitim nasipima. Može živjeti u širokom rasponu sedimenata. Najviše joj odgovara život u pješčanom sedimentu sa salinitetom oko 30-32 ‰ (Murray, 1973) i estuarijski uvjeti s miješanjem slatkih i slanih voda. Jedan je od rodova najotpornijih na zagađenje u Mediteranu (Linn Dix, 2001). Česta je u tropskim, plitkovodnim okolišima (Bandy et al., 1965; Brasier, 1975a; Brasier, 1975b; Haynes, 1981 ; Lidz i Rose, 1989; Cockey, 1994; Yanko i sur. , 1994; Cluver i Buzas, 1995).

Rod *Bolivina* (slika 10) je rod koji živi u plitkim i u okolišima unutarnjeg šelfa. Živi kao infauna (Ernst i sur., 2003). Sezonski je organizam čiji se broj povećava u zimskom periodu. Česta je u

močvarnim i dostiže svoj optimum u muljevitim područjima (Camacho, 2015), ali može živjeti i u drugim tipovima substrata (Venturelli, 2018). Hipoksični je organizam.

Tablica 5. Učestalost najčešćih vrsta foraminifera po uzorcima i način života.

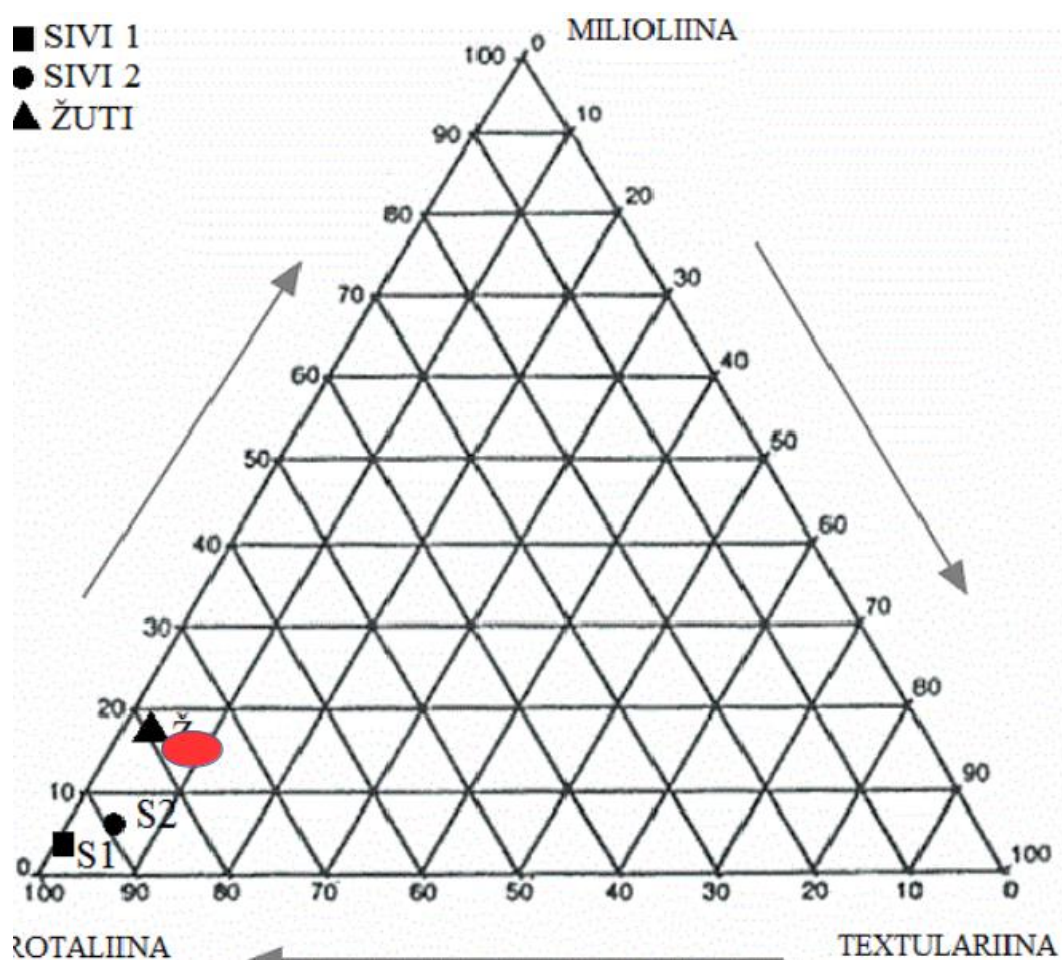
Vrsta	Način života	Uzorak 1	Uzorak 2
Podred: ROTALIINA (STAKLASTE)			
<i>Heterolepa dutemplei</i>	bentos	●	
<i>Nonion commune</i>	bentos	●	●
<i>Neoeponides schreibersii</i>	bentos	●	●
<i>Hanzawia boeana</i>	bentos	●	
<i>Cibicidoides</i> sp.	bentos	○	
<i>Cibicidoides lobatulus</i>	bentos	●	●
<i>Bolivina compressa</i>	bentos	●	●
<i>Bulimina</i> sp.	bentos	○	○
<i>Globigerina bulloides</i>	plankton	○	
<i>Pullenia bulloides</i>	plankton	●	○
<i>Sphaeroidina pulloides</i>	bentos	●	○
Podred: MILIOLINA (PORCULANSKE)			
<i>Triloculina</i> sp.	bentos	○	●
<i>Pseudotriloculina consobrina</i>	bentos	○	○
Podred: TEXTULARIINA (AGLUTINIRANE)			
<i>Textularia</i> sp.	bentos	●	●
Legenda: ○ rijetko (<7) ● srednje često (7-15) ● često (>15)			

e) Odnos plankton/bentos

Za interpretaciju omjera planktonskih i bentičkih foraminifera koristi se općenita podjela mogućih okoliša po Murray-u (1991). Za <20 omjer plankton/bentos okoliš je: unutarnji šelf.

f) Podjela bentičkih foraminifera po tipu stijenke i trokomponentni dijagram

U oba uzorka su prisutne foraminifere sa svim tipovima stijenke (staklaste, aglutinirane i porculanske). Najzastupljenije su staklaste, a najmanje zastupljene su aglutinirane sa samo jednim rodom. Upisivanjem postotaka u trokomponentni dijagram dobiveno je preklapanje dva moguća tipa okoliša: šelf i normalne morske lagune.



Slika 12. Trokomponentni dijagram s uzorcima S1, S2 i Ž s lokacije 1 (Jeftinić, 2019) i 2 (ovaj rad, crvena oznaka)

d) Očuvanost kućica

Broj dobro očuvanih kućica u uzorku 1 je: 129.

Broj srednje očuvanih kućica u uzorku 1 je: 46.

Broj loše očuvanih kućica u uzorku 1 je: 11.

Broj dobro očuvanih kućica u uzorku 2 je: 89.

Broj srednje očuvanih kućica u uzorku je: 18.

Broj loše očuvanih kućica u uzorku je: 10.

e) Odnos epifauna/infauna

U istraživanoj foraminiferskoj zajednici određeno je 8 epifaunalnih vrsta, te 3 infaunalne vrste.

4.4.2. Ostrakodi

Ostrakodi u uzorcima nisu bili brojni. Više ih je bilo u uzorku 1 nego u uzorku 2. Izdvojeno je 17 ostrakoda u uzorku 1 i 2 u uzorku 2. Od toga, u uzorku 1 su bila 3 cjelovita oklopa, a u uzorku 2 samo 1, te 14 razdvojenih oklopa u uzorku 1 i 2 u uzorku 2.

Dobro očuvanih kućica u uzorku 1 je bilo 7, srednje očuvanih 5 i loše očuvanih 5.

Dobro očuvanih kućica je u uzorku 2 bilo 0, srednje očuvanih 0 i loše očuvanih 2.

Napravljena je kontrola odredbe vrsta u uzorcima od strane dr.sc. Hajdek-Tadesse s Hrvatskog geološkog instituta. Određene su sljedeće vrste: *Cytherella compressa* (Münster), *Costa edwardsi* (Roemer), *Phlyctenophora* sp., *Cytheridea acuminata* (Bosquet) (slika 13).



Slika 13. *Cytheridea acuminata* iz uzorka 1. To je ostrakod tipičan za plitkomorske okoliše i badensku starost.

4.4.3. Ježinci

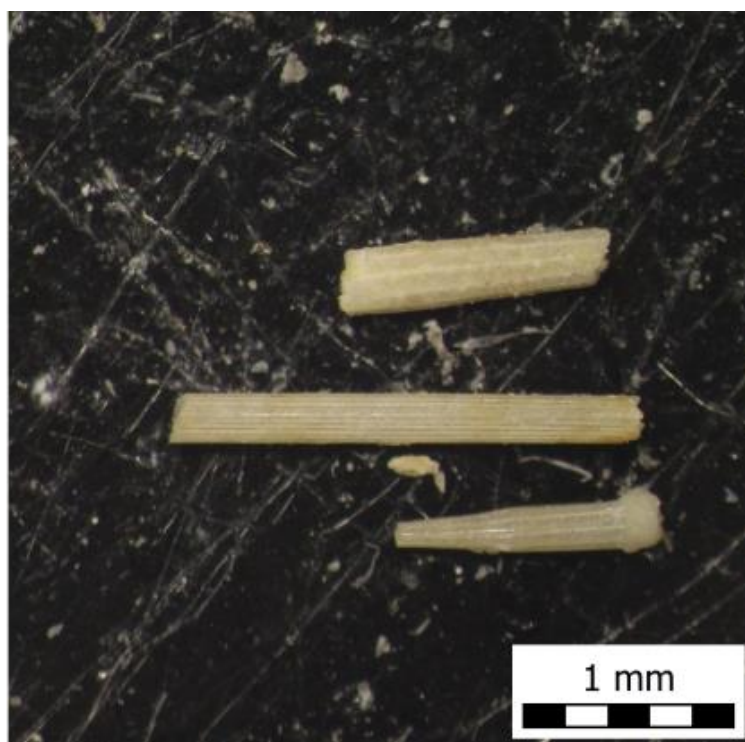
Bodlje ježinaca su većinom bile deblje i echinoidnog tipa, što ukazuje na plitkomorski okoliš. Ipak, u uzorcima se može naići i na tanje bodlje (slika 15).

4.4.4. Riblji ostaci

Riblji ostaci su jedini fosili kralježnjaka u uzorcima. Riblji zubići su pronađeni u skoro svim frakcijama (slika 14). Jedan zanimljivi ostatak su plakoidne ljuske morskih pasa pronađene u uzorku broj 1.



Slika 14. Riblji zubi iz uzorka 2.



Slika 15. Ehinoidne bodlje ježinaca iz uzorka 1.

5. Rasprava

5.1. TEHNIKE PRIPREME I KVALITETA SAČUVANJA

Tijekom izrade ovog diplomskog rada, kao i diplomskih radova M. Gjirlić, A. Franjičević i T. Barića (u izradi), testirana je prilagođena metoda mokrog prosijavanja u kojoj su uzorci prije prosijavanja zamrzavani i odmrzavani, kako bi se dobili bolje očišćeni fosili (Gjirlić i sur., 2019). Eksperimentalno je dokazano da su najbolje očišćeni fosili dobiveni kombinacijom zamrzavanja u hladnjaku i zagrijavanja u mikrovalnoj pećnici. Tako da su iz istraženih uzoraka dobiveni sljedeći rezultati:

U uzorku 1 je postotak dobro očuvanih kućica foraminifera 69%, srednje očuvanih 25%, a loše sačuvanih 6%. U uzorku 2 je postotak dobro očuvanih kućica 76%, srednje 15%, a loše očuvanih 9%.

U uzorku 1 je postotak dobro očuvanih kućica ostrakoda 41%, srednje očuvanih 29%, a loše očuvanih 29%.

5.2. STAROST ISTRAŽIVANIH NASLAGA

Relativna starost naslaga može se dobiti na temelju istraživanja različitih fosilnih skupina, najbolje ju je izračunati kombinacijom više fosila, npr. nanofosila, planktonskih foraminifera, bentičkih foraminifera i ostrakoda. U uzorcima istraženim u ovom radu nažalost nedostaju provodne planktonske vrste, a dominiraju plitkomorske vrste koje su prilagodljive na različite stresne uvjete, te imaju široki starosni raspon (Tablice 1, 2, 3, 4 i 5).

Analiza nanofosila je pokazala da oba analizirana uzorka sadržavaju samo jednu vrstu nanofosila - *Coccolithus pelagicus*, koja ima veliki starosni raspon.

Na temelju usporedbe stratigrafskih raspona osam foraminifera utvrđena je badenska starost (Tablica 6 i 7) (*Bolivina compressa*, *Hanzawaia boueanus*, *Cibicides lobatulus*, *Heterolepa dutemplei*, *Neoponides schreibersii*, *Nonion commune*, *Globigerina bulloides* i *Triloculina* sp.). Bentička foraminifera koja je drugi najčešći takson u istraživanim uzorcima, *Neoponides*

schreibersii, u Centralnom Paratetisu je česta u langiju, pa bi starost možda mogla biti sužena na donji i srednji baden (tablica 6).

Badenska je starost potvrđena i na temelju nađenih ostrakoda (Hajek–Tadesse i Prtoljan, 2011).

Tablica 6. Komparacija razdoblja i određenje starosti

Nazivlje za Mediteran	Nazivlje za Paratetis
Seravali	Sarmat
Langij	Baden
Burdigal	Karpat

Tablica 7. Rasponi starosti pojedinih foraminifera u uzorcima, te njihovo preklapanje.

VRSTA/STAROST	EGER	EGENBURG	OTNANG	KARPAT	<u>BADEN</u>	SARMAT
<i>Bolivina compressa</i>						
<i>Hanzawaia boueanus</i>						
<i>Cibicides lobatulus</i>						
<i>Heterolepa dutemplei</i>						
<i>Neoponides schreibersii</i>						
<i>Nonion commune</i>						
<i>Globigerina bulloides</i>						
<i>Triloculina</i> sp.						

5.3. OKOLIŠ

Vrlo dobar pokazatelj okoliša nam može biti fosilna zajednica. Točnom odredbom vrsta u uzorku se može dobiti mnogo korisnih podataka, kao što su npr. dubina vode, salinitet, stupanj energije vode, donos sedimenata s kopna, količina nutrijenata, temperatura itd. Ipak, za dobivanje točnije slike cjelokupnog sustava potrebno je sagledati i druge karakteristike uzoraka kao što su: fragmentiranost fosila, otvorenost ili zatvorenost ljuštura, dimenzije skeleta, debljina radiola ježinaca te druge karakteristike. Odredba paleokoliša nije nimalo lagan posao, no korisno ju je napraviti s obzirom koliko značaja može doprinijeti ostalim disciplinama kao što su paleontologija, ekologija, klimatologija i biologija. U nastavku teksta dani su okolišni prohtjevi pronađenih taksona.

Vrsta *Nonion commune* je foraminifera koja živi u različitim okolišima i na različitim dubinama (0-180m) (Tablica 2). Međutim, potrebni su joj uvjeti niskog saliniteta i visoke količine nutrijenata.

Rod *Neoeponides* živi na unutarnjem šelfu, od 0 do 100 m (Murray, 1991). Živi pričvršćena za podlogu (Arieli, 2011) (Tablica 2). Što se tiče sedimenta, odgovara mu silt/sitnozrnati pijesak.

Rod *Textularia* živi u plitkovodnom okolišu (0-500m) (Tablica 2). Njegovo postojanje u okolišu ukazuje na povećan donos nutrijenata (Roozpeykar, 2015) i normalan salinitet. Karakterističan je za okoliše litorala-sublitorala, fjorda i šelfnog bazena (Murray, 2011).

Rod *Triloculina* može živjeti u širokom rasponu okoliša, saliniteta, i sedimenata (Tablica 2).

Rod *Bolivina* je rod koji živi u plitkim i u okolišima unutarnjeg šelfa (Tablica 2). Sezonski je organizam čiji se broj povećava u zimskom periodu. Česta je u močvarnim, dostiže svoj optimum u muljevitim područjima (Camacho, 2015), ali može živjeti i u drugim tipovima substrata (Venturelli, 2018).

Vrste *Nonion commune* i *Neoeponides schreibersii* su dominantne u istraživanim uzorcima, pa su i indikator za dubine istraživanih naslaga od 0-180 metara.

Daleko više se nalaze taksoni bentičkih od onih planktonskih foraminifera. Omjer plankton/bentos ukazuje na plitkovodni okoliš (unutarnji šelf).

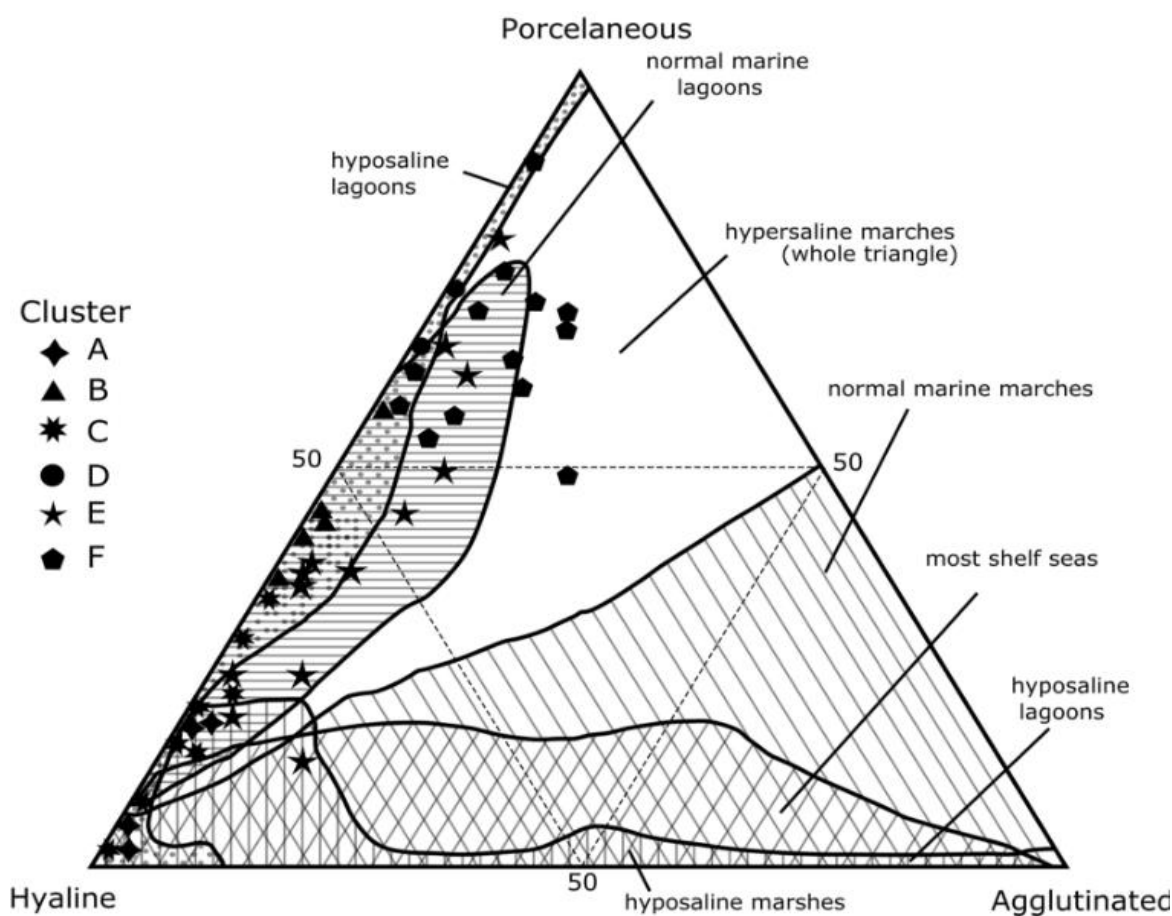
Životni uvjeti pronađenih fosila ukazuju da je okoliš eutrofni i niskog saliniteta. Velika količina nutrijenata ukazuje na eutrofikaciju s kopna, stoga bi se zaključilo da su istraživane naslage nastale

bliže kopnu. *Nonion commune* živi u okolišima nižeg saliniteta, pa postoji vjerojatnost da su naslage taložene u blizini ušća rijeke, koja je davala doprinos slatke vode.

U uzorcima su pomiješane dobro očuvane, srednje očuvane i loše očuvane kućice s tim da je daleko najviše dobro očuvanih, pa srednje i, naposljetku, najmanje loše očuvanih. Pomiješanost kućica različite očuvanosti ukazuje na miješanje okoliša, a prevladavanje dobro očuvanih na to da je okoliš ipak mirniji/zaštićeniji.

U uzorcima je prisutna izrazita dominacija, stoga se može pretpostaviti da je okoliš bio stresan (pitkomorski okoliši- organizmi prilagođeni na stres) (Tablica 4).

Najviše je bilo foraminifera sa staklastim tipom stijenke, zatim s porculanskim tipom i naposljetku s aglutiniranim tipom. Izračunavanjem postotka foraminifera s određenim tipom stijenki i upisivanjem rezultata u trokomponentni dijagram dobiveno je područje gdje se preklapaju dva tipa mogućeg okoliša: normalne morske lagune i šelf (slika 12 i 16). *Nonion commune* živi u okolišima niskog saliniteta, pa bi kao dominantna vrsta ukazivao da je zasigurni okoliš - šelf.



Slika 16. Trokomponentni dijagram (Fajemila t sur., 2015).

Fisherov indeks ukazuje na sljedeće moguće okoliše: marinske močvare, bočate mangrove, bočate močvare i lagune, hipersaline lagune i hipersaline močvare (Tablica 3). I tu se hipersaline lagune i močvare mogu eliminirati jer se traži okoliš niskog saliniteta.

Ostrakodi u uzorku su morfološko raznovrsni. Odnos cjeloviti oklopi/razdvojene ljušture je vrlo koristan pokazatelj brzine sedimentacije (Whatley, 1983). Laboratorijska istraživanja su pokazala da neposredno nakon uginuća (nakon svega nekoliko sati) dolazi do razdvajanja ljuštura ostrakoda zbog intenzivnog djelovanja bakterija (Pokorny, 1984). U okolišima brze sedimentacije nakon uginuća većina cjelovitih ostrakoda potone zbog svoje težine dovoljno duboko u sediment, tako da nakon razaranja mišića i ligamenata ljušture ostaju neodvojene. Prema tome, ostrakodna zajednica koja sadrži više od 50% cjelovitih oklopa je vjerojatno istaložena u području relativno brze sedimentacije. U uzorcima analiziranim u ovom radu ima više razdvojenih ljuštura, pa se može zaključiti da je sediment bio taložen u području normalne do niske brzine sedimentacije.

Taksoni ostrakoda nađeni u uzorcima su: *Cytherella compressa* (Münster), *Costa edwardsi* (Roemer), *Phlyctenophora* sp., *Cytheridea acuminata* (Bosquet) (slika 13). Tipični su za plitkomorske okoliše.

Nađene su bodlje plitkomorskih i dubokomorskih ježinaca, iako je bilo daleko više plitkomorskih (slika 15). Prisutnost i jednih i drugih dodatno ukazuje na miješanje okoliša.

U uzorku 1 su nađene plakoidne ljuške morskih pasa. Takve su se ljuške našle u nižoj Gatun formaciji Paname. Ta formacija je nastala u morskom okolišu plitkog bazena s niskom energijom vode (Alberti i Reich, 2018).

I, naposljetku, na temelju kalcimetrije istraženi uzorci klasificirani su kao lapor, što je sediment tipičan za okoliše niske energije vode.

Zbog sličnosti fosilnog sadržaja, okolišnih karakteristika, iste starosti uzoraka, napravljena je usporedba podataka iz ovog istraživanja s podacima dvaju ranije izrađenih diplomskih radova na susjednim lokalitetima, kolege dipl.zašt.okol. Siniše Jeftinića (u tablici 8 lokalitet broj 2) i kolegice dipl.zašt.okol. Antonije Šeparović (u tablici lokalitet broj 3). Podaci s istraženog lokaliteta dobro

se slažu s rezultatima prikazanim u radu Jeftinić (2019), dok nemaju puno zajedničkih taksona s uzorcima obrađenim u radu Šeparović (2018). Slijedi tablica komparacije foraminifera i ostrakoda triju lokacija:

Tablica 8. Popis fosila s 3 lokacije.

Vrsta	1	2	3
Foraminifere			
<i>Bolivina subcompressa</i>		x	
<i>Bulimina</i> sp.	x	x	
<i>Cancris auricula</i>		x	
<i>Hanzawaia boueana</i>	x	x	
<i>Cibicidoides lobatulus</i>	x	x	x
<i>Elphidium crispum</i>		x	
<i>Neoeponides schreibersii</i>	x	x	
<i>Heterolepa dutemplei</i>	x	x	x
<i>Nonion commune</i>	x	x	
<i>Planulina austriaca</i>		x	
<i>Globobulimina pyrula</i>		x	
<i>Globobulimina affinis</i>		x	
<i>Planostegina granulata</i>		x	
<i>Cassidulina carinata</i>		x	
<i>Pyrgo</i> sp.		x	
<i>Pseudotriloculina consorbina</i>		x	
<i>Spiroloculina</i> sp.		x	
<i>Triloculina</i> sp.	x	x	
<i>Peneroplis pertusus</i>		x	

<i>Spiroplectammina deperdita</i>		x	
<i>Spirorutilus carinatus</i>		x	x
<i>Textularia gramen</i>		x	x
<i>Spiroplectammina</i> sp.		x	
<i>Textularia</i> sp.	x	x	
<i>Globigerina bulloides</i>	x		
<i>Pullenia bulloides</i>	x		
<i>Sphaeroidina pulloides</i>	x		
<i>Sinoloculina consobrina</i>	x		
<i>Bolivina compressa</i>	x		
<i>Cibicides</i> sp.		x	x
<i>Heterostegina</i> sp.			x
<i>Planostegina</i> sp.			x
<i>Amphistegina</i> sp.			x
<i>Nonion</i> sp.			x
<i>Biasterigerina planorbis</i>			x
<i>Elphidium</i> sp.			x
<i>Ammonia tepida</i>			x
<i>Rhabdammina</i> sp.			x

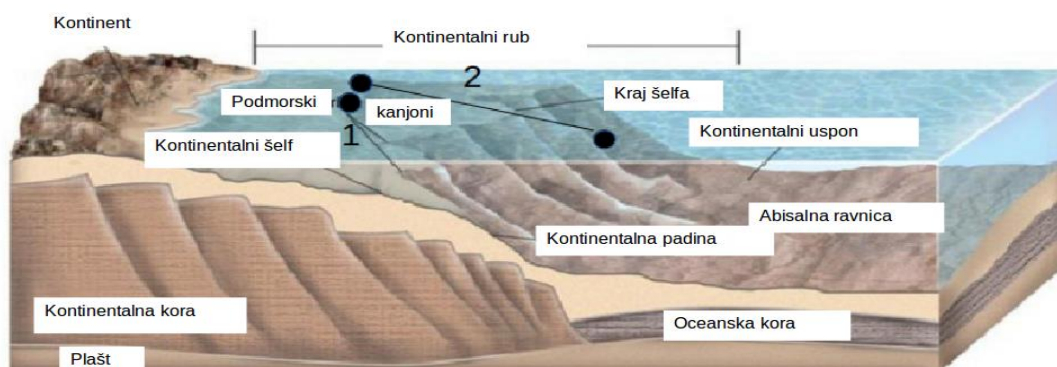
Ostrakodi			
<i>Cytherella compressa</i>	x		x
<i>Costa edwardsi</i>	x	x	x
<i>Phlyctenophora</i> sp.	x		

<i>Cytheridea acuminata</i>	x	x	x
<i>Aurila meherssi</i>			x
<i>Aurila cf. haueri</i>			x
<i>Aurila cf. punctata</i>			x
<i>Aurila sp.</i>		x	x
<i>Cytheridea cf. acuminata</i>			x
<i>Neocyprideis sp.</i>		x	
<i>Phlyctenophora sp.</i>		x	
<i>Cytheretta ornata</i>		x	
<i>Bosquetina carinella</i>		x	
<i>Xestoleberis sp.</i>		x	
<i>Flexus triebeli</i>		x	
<i>Loxoconcha punctatella</i>		x	

<i>Cytherella vulgata</i>		x	
<i>Tenedocythere sp.</i>		x	
<i>Aurila angulata</i>		x	
<i>Mutilus haueri</i>		x	
<i>Aurila cicatricosa</i>		x	
<i>Aurila philippi</i>		x	
<i>Plyctenophora affinis</i>		x	
<i>Loxoconcha tumida</i>		x	
<i>Bairdoppilata sp.</i>		x	
<i>Xestoleberis glabrescens</i>		x	
<i>Aurila opaca</i>		x	
<i>Falunia sp.</i>		x	

Uzorci s lokacije 3 odskaku, a uzorci s lokacije 1 su najbogatiji. Najsličniji su uzorci između lokacija 1 i 2. Ovdje istraživana lokacija (1) je vjerojatno pripadala stresnijem okolišu zbog manje bioraznolikosti i izrazite dominacije (Tablica 3,4 i 5). Također je i siromašnija fosilima. Zbog svega toga za tu lokaciju podatci su točkasti, što će se nadoknaditi komparacijom s uzorcima lokacije 2 i 3.

Fosili s lokacije broj 3 (Šeparović, 2019) ukazuju na povremeni utjecaj slatke vode. Zajedničke foraminifere pronađene na obje lokacije su *Cibicoides lobatulus* i *Heterolepa dutemplei*. Zajednički ostrakodi su: *Cytherella compressa*, *Costa edwardsi* i *Cytheridea acuminata*. Okoliš u kojem su taložene naslage istraživane u ovom radu (1) je vjerojatno bio stresniji, o čemu svjedoči manja bioraznolikost i izrazita dominacija (tablica 3, 4 i 5). Također, ukupni broj fosila u uzorcima je manji.



Slika 17. Paleokoliši lokacije 1 i 2 na presjeku morskog dna.

<https://slideplayer.com/slide/13385850/80/images/4/Oceanic+and+Continental+Crust.jpg>

Okoliš lokacije 2 je definiran kao unutrašnji šelf do batijal (Jeftinić, 2019). Okoliš ovdje obrađene lokacije je vjerojatno unutrašnji šelf. Stoga dolazi i do podudaranja fosila u tablici.

Cijeli teren koji obuhvaća sve tri lokacije uspoređene u tablici je tektonski razlomljen, izdanci su izolirani, pa je teško odrediti njihove međusobne odnose. Dokaz intenzivne tektonike je obližnje jezerce s izvorom tople vode. Istraživanja se u tom području i dalje nastavljaju, kako bi se točnije utvrdila starost i slijed naslaga.

Okoliš lokacije 2 je raspona unutrašnji šelf - batijal. Okoliš ovdje obrađene lokacije je unutrašnji šelf (slika 17). Preklapanje okoliša bi objasnilo preklapanje fosila u tablici.

6. Zaključak

Proučavajući bentičke foraminifere, ostrakode, ježince i zube riba u uzorcima pronađenim u miocenskim naslagama istraživanog područja Medvednice (okolica Veternice) donijeti su zaključci o starosti istraživanih naslaga i taložnim uvjetima istraživanih naslaga, te je napravljena usporedba s dvije obližnje lokacije. Prema opisu rezultata navedenih u radu okoliš je plitkomorski (0-180m), te se može uočiti miješanje okoliša (pomiješanost kućica različite očuvanosti). Okoliši determinirani na susjednim lokacijama su: plitkomorski s povremenim donosom slatke vode i plitkomorski (unutarnji šelf) do batijal. Životni uvjeti dominantnih bentičkih fosila ukazuju da je okoliš eutrofni i povremenog niskog saliniteta, čiji nastanak ukazuje na blizinu kopna i moguću prisutnost bliskog ušća rijeke. Sve to dovodi do zaključka da je okoliš istraživanih naslaga ovog rada - unutrašnji šelf. To potvrđuje i omjer plankton/bentos koji je: <20 . Cijelo područje s tri uspoređene lokacije je tektonski razlomljen, pa je teško pratiti međusobne odnose naslaga na raznim lokalitetima. Zasigurna starost naslaga prikazanih u ovom radu je baden, a starosti naslaga obližnjih lokacija su gornji baden (seravalijski) i pretpostavljeno srednji baden jer se u tom radu starost nije mogla preciznije odrediti.

7. Literatura

- Abd Malek, Muhamad Naim & Omar, Ramlan & Nor Faiz, Noraswana. (2014). Abundance Of Benthic Foraminifera, Genus *Textularia* In Pahang River Estuary, Pahang, Malaysia.
- Agrello, Maria. (2017). Introductory Chapter: Sea Urchin - Knowledge and Perspectives. 10.5772/intechopen.70415.
- Alberti, M. & Reich, S. *Palaeobio Palaeoenv* (2018) 98: 571. <https://doi.org/10.1007/s12549-018-0326-3>
- Alfirević (1998): The taxonomy, distribution and ecology of Adriatic Foraminifera, Institute of Oceanography and Fisheries, 1998 - 251.
- Armstrong, H. i Brasier, M. (2005): *Microfossils*, Second Edition, Blackwell. 142–184, 219–246.
- Arieli, Ruthie Nina (2011): The effect of thermal pollution on benthic foraminiferal assemblages in the Mediterranean shoreface adjacent to Hadera power plant (Israel), *Marine Pollution Bulletin*, Volume 62, Issue 5, May 2011, Pages 1002-1012
- Bajraktarević, Z. (1984): Primjena mikrofosilnih zajednica i nanofosila u biostratigrafskoj klasifikaciji srednjeg miocena Hrvatske. *Acta Geologica* 14/1 (Prir. Istraž. Jug. Akad. Znan.Umjetn. 49), 1-34.
- Bandy, O.L. & Ingle, James & Resig, J.M.. (1965). Modifications of foraminiferal distributions by the Orange County outfall, California. *Ocean Science and Ocean Engineering*. 54-76.
- Basso, Daniela & Vrsaljko, Davor & Grgasović, Tonči. (2008). The coralline flora of a Miocene mačrl: The Croatian "Litavac". *Geologia Croatica*. 61. 333-340.
- Boomer, I., and Whatley, R., 1995. Cenozoic ostracoda from guyots in the western Pacific: Holes 865B and 866B (Leg 143). In Winterer, E.L., Sager, W.W., Firth, J.V., and Sinton, J.M. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 143: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 75–86.
- Bošnjak, M., Karaica, B., Sremac, J., Vrsaljko, D., Hajek-Tadesse, V., Gruber, A., Jeftinić, S. i Posedi, N. (2014): Middle Miocene fossil assemblages and environments in the wider area of Veternica cave (SW Medvednica Mt., NW Croatia). *Acta Mineralogica - Petrographica*, Abstract series 5th International Students Geological Congress, 8,11.
- Brasier, Clive & Sansome, Eva. (1975). Diploidy and gametangial meiosis in *Phytophthora cinnamomi*, *P. infestans* and *P. drechsleri*. *Transactions of The British Mycological Society*. 65. 10.1016/S0007-1536(75)80180-X.
- Brasier, M.D. (1975) An outline history of seagrass communities. *Paleontology* 18: 681–702.
- Camacho, Sarita & Moura, D. & Connor, Simon & Scott, Dave & Boski, Tomasz. (2015). Taxonomy, ecology and biogeographical trends of dominant benthic foraminifera species from an Atlantic-Mediterranean estuary (the Guadiana, southeast Portugal). *Palaeontologia Electronica*. 18.1. 1-27. 10.26879/512.

- Culver, S. & Buzas, Martin. (1995). The effects of anthropogenic habitat disturbance, habitat destruction, and global warming on shallow marine benthic Foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research - J FORAMIN RES.* 25. 204-211. 10.2113/gsjfr.25.3.204.
- Chai, Tuu-Jyi & Han, Tzyy-Jan & Cockey, Ralph. (1994). Microbiological Quality of Shellfish-Growing Waters in Chesapeake Bay. *Journal of Food Protection®.* 57. 229-234. 10.4315/0362-028X-57.3.229.
- Ćoric, Stjepan & Pavelić, Davor & Rögl, Fred & Mandić, Oleg & Vrabac, Sejfidin & Avanić, Radovan & Jerković, Lazar & Vranjković, Alan. (2009). Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica.* 62. 31-43. 10.4154/GC.2009.03.
- Ernst, Sander & Zwaan, Bert. (2004). Effects of experimentally induced organic flux and oxygen depletion on a continental slope benthic foraminiferal community. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers.* 51. 1709-1739. 10.1016/j.dsr.2004.06.003.
- Fajemila, Olugbenga & Langer, Martin & Lipps, Jere. (2015). S1 List.
- Fursich, F.F., Oschmann, W. & Jaithy, A.N. (1991): Faunal response to transgressive-regressive cycles: example from the Jurassic of Western India. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 85, 149-159.
- Gaudant, J., Marie, Courme, D., & Rault (2010). On the fossil fishes, diatoms, and foraminifera from Zanclean (Lower Pliocene) diatomitic sediments of Aegina Island (Greece) : a stratigraphical and palaeoenvironmental study.
- Gjirlić, M., Franjičević, A., Kaltak, A. (2019): Modified Wet Sieving Preparation Technique in Palaeontology, 6. Croatian Geological Congress, Abstracts Book, 75.
- Gooday, A.J. & Rathburn, A.E. (1999): Temporal variability in living deep-sea benthic foraminifera: a review. *Earth-Scienc. Rev.*, 46, 187-212.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geologische Übersichtskarte des Königreiches Kroatien-Slavonien. Erläuterungen zur geologischen Karte von Agram, Zone 22, Col XIV. Nakl. Kralj. zemalj. vlade, Odjel za unut. poslove, Zagreb, 1–75.
- Hajek-Tadesse, V. i Prtoljan, B. (2011): Badenian Ostracoda from the Pokupsko area (Banovina, Croatia), *Geologica Carpathica* 62, 5, 447–461.
- Hammer, Øyvind, Harper, David A.T., and Paul D. Ryan, 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, issue 1, art. 4: 9pp., 178kb.
- Harzhauser, M., Piller, W.E. i Mandić, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions. *Stratigraphy* 2007, 4, 151–168.
- Haynes, Gary. (2015). G. Haynes 1981 Ph.D. Dissertation: Bone Modifications and Skeletal Disturbances by Natural Agencies: Studies in North America. 10.13140/RG.2.1.4561.8085.
- Holcova, K. (1999): Postmortem transport and resedimentation of foraminiferal tests: relation to cyclical changes of foraminiferal assemblages. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 145/1-3, 157-182.
- Jeftinić, S. (2019): Mikrofossilne zajednice i paleokoliš srednjomiocenskih naslaga s mekušcima u okolici Veternice (JZ Medvednica), Zagreb 2019.

- Jorissen, F.J., De Stigter, H.C. & Widmark, J.G.V. (1995): A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Mar. Micropaleontol.*, 26, 3-15.
- Kochansky, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). – *Hrv. Drž. Geol. zav. Hrv. Drž. Geol. muz.*, Vol. 2/3, 171–280.
- Kochansky-Devidé, V. i Bajraktarević, Z. (1981): Miocen (baden i sarmat) najzapadnijeg ruba Medvednice. *Geološki vjesnik*, 33, 43–48.
- Kopecka, J., Hladilova, Š., Holcova, K., Nehyba, S., Brzobohaty R. i Bitner, M.A. (2018): The earliest Badenian Planostegina bloom deposit: Reflection of an unusual environment in the westernmost Carpathian Foredeep (Czech Republic), *Geological Quarterly*, 62, 18–37.
- Kováč, M., Hudáčková, N., Halásová, E., Kováčová, M., Holcová, K., Oszczytko-Clowes, M., Báldi, K., Less, G., Nagymarosy, A., † Ruman, A., Klučiar, T. i Jamrich, M. (2017): The Central Paratethys palaeoceanography: a water circulation model based on microfossil proxies, climate, and changes of depositional environment. *Acta Geologica Slovaca*, 9, 2, 75–114.
- Linn Dix, Thomas (2001): The Distribution And Ecology Of Benthic Foraminifera Of Tampa Bay, Florida, University of South Florida, College of Marine Sciences, May 2001.
- Lidz, B. H. and Rose, P. R., 1989. Diagnostic foraminiferal assemblages of Florida Bay and adjacent shallow waters: A comparison, *Bull. Mar. Sci.* 44(1):399-418.
- Loeblich i Tappan (1988): Foraminiferal Genera and Their Classification, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 2 Volumes, 970 p.
- Márton, Emö & Pavelić, Davor & Tomljenović, Bruno & Avanić, Radovan & Pamić, Jakob & Márton, Péter. (2002). In the wake of a counterclockwise rotating Adriatic microplate: Neogene paleomagnetic results from Northern Croatia. *International Journal of Earth Sciences*. 91. 514-523. 10.1007/s00531-001-0249-4.
- Mikša, Goran; Sremac, Jasenka; Zečević, Marko; Pezelj, Đurđica (2002): Badenian echinoids from the Mt. Medvednica and their ecological niches // *1. slovenski geološki kongres, Knjiga povzetkov.* / Horvat, A. ; Košir, A. ; Vreča, P. ; Brenčič, M. (ur.). Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 2002.
- Murray, J. W., 1973, Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids, Heinemann Educational Books Ltd. , London, 274 p.
- Murray, J. (1991). Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. London: Routledge, <https://doi.org/10.4324/9781315846101>
- Murray, John & Alve, Elisabeth. (2011). The distribution of agglutinated foraminifera in NW European seas: Baseline data for the interpretation of fossil assemblages. *Palaeontologia Electronica*. 14.2.
- Murray, John. (2013). Living benthic foraminifera: Biogeographical distributions and the significance of rare morphospecies. *Journal of Micropaleontology*. 32. 1-58. 10.1144/jmpaleo2012-010.

- Ng, Casey & Ooi, Peter & Wong, Wey-Lim & Khoo, Gideon. (2017). A Review of Fish Taxonomy Conventions and Species Identification Techniques. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*. 4. 54-93. 10.18331/SFS2017.4.1.6.
- Pamić, J., (1997): Vulkanske stijene Savsko-dravskog međurječja i Baranje (Hrvatska). Nafta, posebno izdanje, Zagreb, posebno izdanje, 1–192.
- Papp, A. & Grill, R. & Janoschek, R. & Kapounek, J. & Kollmann, K. & Turnovsky, K.. (1968). Zur Nomenklatur des Neogens in Österreich. *Verhandl. Geol. Bundesanstalt (Austria)*. 1958. 9-18.
- Papp, A. & Schmidt, M.E. (1985): Die fossilen foraminiferen des Tertiären Beckens von Wien. *Abh. Geologisch. Bundesanst., Band 37*, 1-311.
- 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.
- Pavlovsky, M. (1958): O heterosteginama i njihovim nalazištima u Hrvatskoj. *Geološki vjesnik* 100, Vol. XII, Zagreb, 23-36.
- Pezelj, Đ. (2006): Paleoekološki odnosi badena i sarmata područja Medvednice, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek. - Bibliografija: listovi 119-130.
- Pezelj, Đ., Sremac, J. i Sokač, A. (2007): Palaeoecology of the Late Badenian foraminifera and ostracoda from the SW Central Paratethys (Medvednica Mt., Croatia). *Geologia Croatica*, 60/2, 139-150.
- 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. 10.1515/geoca-2016-0021.
- Piller, W.E., Harzhauser, M. i Mandic, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions. *Stratigraphy*, 4, 2/3, 151–168.
- Pokorny, V., (1984): Ostracodes. U: *Introduction to marine micropaleontology*, B.U. Haq. & A. Boersma, (ur.), Elsevier Biomedical, New York, 109-151.
- Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G. i Kovac, M. (2004): Lithological-Paleogeographical maps of Paratethys. 10 Maps Late Eocene to Pliocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250, 1–46.
- Rijk, S. & Jorissen, Frans & Rohlingsupas, E. & Troelstra, Simon. (2000). Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology - MAR MICROPALAEONTOL.* 40. 151-166. 10.1016/S0377-8398(00)00037-2.
- Roospeykar, Asghar & Moghaddam, Iraj. (2015). Benthic foraminifera as biostratigraphical and paleoecological indicators: An example from Oligo-Miocene deposits in the SW of Zagros basin, Iran. *Geoscience Frontiers*. 7. 10.1016/j.gsf.2015.03.005.

Schäfer, Priska & Ritzrau, Will & Schlüter, Michael & Thiede, Jörn. (2001). The Northern North Atlantic: A Changing Environment. 10.1007/978-3-642-56876-3.

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

Rögl, F., Ćorić, S., Hohenegger, J., Pervesler, P., Roetzel, R., Scholger, R., Spezzaferri, S. i Stingl, K. (2007): Cyclostratigraphy and Transgressions at the Early/Middle Miocene (Karpatian/Badenian) Boundary in the Austrian Neogene Basins (Central Paratethys). U: Hladilová, Š., Doláková, N. & Tomanová-Petrová, P. (ur.): *Scripta – Geology* 36. 15th Conference on Upper Tertiary. May 31, 2007. Brno, Czech Republic. Proceedings and Extended Abstracts. 1. vyd. Masaryk University, Faculty of Science, 7–13.

Šeparović, A. (2019): Miocenske naslage sa skafovodima južno od spilje Veternice (Medvednica), Diplomski rad, Zagreb, 2019.

Šikić, L. (1967): Mikropaleontološka istraživanja kao osnova za stratigrafsku podjelu miocena Zagrebačke gore (Medvednica).– Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 42 str.

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.

Tripalo, Kristina & Japundžić, Sanja & Sremac, Jasenka & Bošnjak, Marija. (2016). First record of Acanthuridae (surgeonfish) from the Miocene deposits of the Medvednica Mt. *Geologia Croatica*. 69. 201-204. 10.4154/gc.2016.15.

Venturelli RA, Rathburn AE, Burkett AM and Ziebis W (2018) Epifaunal Foraminifera in an Infaunal World: Insights Into the Influence of Heterogeneity on the Benthic Ecology of Oxygen-Poor, Deep-Sea Habitats. *Front. Mar. Sci.* 5:344. doi: 10.3389/fmars.2018.00344

Vrsaljko, D., Pavelić, D., Miknić, M., Brkić, M., Kobačić, M., Hećimović, I., Hajdek-Tadesse, V., Avanić, R. i Kurtanek, N. (2006): Middle Miocene (UpperBadenian/Sarmatian) Palaeoecology and Evolution of the Environments in the Area of Medvednica Mt. (North Croatia). *Geologia Croatica*. 59/1, 51-63.

Whatley, R. 1983. The application of Ostracoda to palaeoenvironmental analysis. In: Maddocks, R.F. (Ed) *Applications of Ostracoda*, University of Houston, Department of Geosciences, 51–77.

Mrežni izvori:

WoRMS

<https://slideplayer.com/slide/13385850/80/images/4/Oceanic+and+Continental+Crust.jpg>