

# Miocenske naslage na lokalitetu Kuntići (okolica Čučerja, Medvednica)

---

Zukon Kolić, Elen

Undergraduate thesis / Završni 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:217:699876>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Elen Zukon Kolić

**MIOCENSKE NASLAGE NA LOKALITETU  
KUNTIĆI  
(OKOLICA ČUČERJA, MEDVEDNICA)**

Seminar III  
Preddiplomski studij geologije

Mentor:  
prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Zagreb, 2020.

## *Zahvala*

Ponajprije, zahvalila bih se svojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenki Sremac, koja me vrlo stručno vodila kroz cijeli proces stvaranja ovog rada, počevši od pomoći pri odabiru teme, do vođenja na jedan vrlo zanimljiv i poučan teren, pripremi preparata i podučavanju slikanju na mikroskopu i svih ostalih sastavnih dijelova seminara, kao i izrazitom strpljenju i predanosti.

Zahvaljujem se dr.sc. Mariji Bošnjak iz Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, koja mi je na terenu pomogla naći reprezentativne uzorke za svoj rad i dodatno usmjerila, dipl. ing. Anji Jarić za pomoć na terenu, Šimunu Aščiću, prof. geol. i geogr. na analizi nanoplanktona u uzorku, te doc. dr. sc. Karmen Fio Firi na pomoći pri konačnom oblikovanju rada.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, koja mi je pružila veliku podršku za vrijeme mog preddiplomskog studija.

Rad je financijski potpomognut sredstvima s istraživačkog projekta Taložni paleobazeni, vodeni prolazi i migracije biote (IP-2019-04) voditelja prof.dr.sc. Marijana Kovačića.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Povijest dosadašnjih istraživanja .....	3
3. Materijali i metode istraživanja.....	5
3.1. Terenski rad .....	5
3.2. Laboratorijski rad .....	7
3.3. Kabinetski rad.....	8
3.4. Analitički rad .....	9
4. Rezultati .....	10
4.1. Opis izdanaka .....	10
4.1.1. Izdanak EZK-1 .....	10
4.1.2. Izdanak EZK-2 .....	14
5. Rasprava.....	16
5.1. Biostratigrafska rasprava .....	16
5.2. Paleoeколоška rasprava.....	17
5.3. Usporedba sa susjednim područjima .....	18
6. Zaključak.....	20
7. Literatura.....	21

## 1. Uvod

Područje Čučerja je od ranije poznato po fosilifernim miocenskim naslagama (Gorjanović, 1908; Kochansky, 1944; Avanić et al., 1995; Vrsaljko et al., 2006; Pezelj et al., 2007; Bošnjak, 2017; Bosak, 2017; Derežić, 2018; Derežić et al., 2018). Ostaci mnogih organizama koji se mogu naći u istraživanim miocenskim naslagama ukazuju na bogatstvo živog svijeta onoga vremena, a slične zajednice organizama i danas žive u moru, te određivanjem i usporedbom uvjeta u okolišu možemo pretpostaviti kakvi su uvjeti tijekom miocena vladali na istraživanom prostoru kod mjesta Kuntići (slika 1), lokacije ovog završnog rada, sjeveroistočno od mjesta Čučerje.

Na terenu je, pod vodstvom mentorice, prof. dr. sc. Jasenke Sremac te dr. sc. Marije Bošnjak, prikupljeno je nekoliko različitih uzoraka sedimenata miocenske starosti u svrhu detaljnije odredbe starosti naslaga lokaliteta Kuntići.



Slika 1: Položaj lokacije terena u odnosu na Zagreb (*Google Earth*, Internetski izvor 1)

Područje Medvednice za vrijeme miocena paleogeografski pripada Centralnom Paratethysu, dok geotektonski odgovara jugozapadnom rubu Panonskog bazenskog sustava. Dosadašnja istraživanja sedimentnih zapisa ukazuju na izmjenične cikluse transgresija i regresija, koji su bili učestali na prijelazu iz donjeg u srednji miocen (Pavelić & Kovačić, 2018).

Prema trodijelnoj podjeli miocena Medvednice na „Doljanski“, „Čučerski“ i „Zelinski“ razvoj, „Čučerski“ razvoj središnjeg dijela Medvednice obuhvaća područje Čučerja, Goranca, Doljansku Planinu, Sopnicu, Kašinu, Gornju Glavicu i Nespeš, te izdanjuje na srednjem dijelu Medvednice (Kochansky, 1944), tako da u taj razvoj spada i lokalitet Kuntići (slika 2).

„Čučerski“ razvoj središnjeg dijela Medvednice, obuhvaća donjobadenske facijese masivnih lapora s proslojcima pijeska, te horizontalno uslojene pješčenjake s laminiranim laporima. Oni predstavljaju najstarije naslage Čučerja, dok se nešto mlađa badenska Vejalnica formacija nalazi sjeverno od lokaliteta gdje smo prikupili uzorke za ovaj rad. Ova formacija obuhvaća četiri različita facijesa: koritno koso uslojene pješčenjake, horizontalno uslojene biokalkarenite i biokalcirudite, bioklastične tufite te tufove, čija je starost određena na temelju foraminifera, dinocista i mekušaca (Avanić et al., 1995; Čorić et al., 2009).

## 2. Povijest dosadašnjih istraživanja

Krajem 19. stoljeća Dragutin Gorjanović-Kramberger radi na geološko-paleontološkim istraživanjima na području Medvednice u sklopu izrađivanja lista Zagreb za Geologijsku prijeglednu kartu. Između ostalog spominje i područje Čučerja i okolice. Nađeno je mnogo fosilnog materijala, korelirani su sastavi fosilnih zajednica te njihove promjene i izrađeni su kvalitetni geološki stupovi, uz pomoć kojih bilo je moguće odrediti stratigrafski položaj područja (Gorjanović-Kramberger, 1908).

Vanda Kochansky (1944) grupirala je miocenske naslage na temelju litoloških i paleontoloških karakteristika u svojoj doktorskoj disertaciji, te je podijelila miocenske naslage u tri razvoja, a to su „Doljanski“ razvoj na jugozapadnom dijelu, „Čučerski“ razvoj na središnjem dijelu, te „Zelinski“ razvoj na sjevernom i sjeverozapadnom dijelu.

U radu koji je izašao 12 godina nakon njene doktorske disertacije, Kochansky-Devidé (1957) proširuje saznanja o miocenskoj fauni, revidira otprije poznate organizme, predaje značajnu važnost školjkašima skupine lucinida, čije slike prilaže u radu, i uvodi nove fosilne vrste pronađene na području Medvednice, te ih detaljno opisuje, proširujući značajno početni broj od 270 vrsta navedenih u svojoj doktorskoj disertaciji.

Pri izradi Geološkog vodiča Medvednice Avanić sa svojim suradnicima (Avanić et al., 1995) istražuje miocenske naslage u okolici lokaliteta Kuntići, gdje na području Vejalnice snimaju tri geološka stupa. Opisuju naslage kao masivne lapore, u kojima je prisutna marinska mikrofauna karpatske starosti, među kojima se nalaze brojne foraminifere, fragmenti ježinaca i spužvi, školjkaši iz skupine lucinida.

U sklopu svoje doktorske disertacije dr. sc. Marija Bošnjak (Bošnjak, 2017) revidira do tada prikupljene primjerke iz muzejske zbirke Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, te uz pomoć postojećih, ali i novo prikupljenih primjeraka fosilnih organizama potvrđuje 70 godina ranije predloženu trodijelnu podjelu na razvoje naslaga badena na području Medvednice. Uz istraživanja fosilnih mekušaca i popratne faune s tog područja ujedno razmatra i moguće migracijske puteve faune za vrijeme badena.

U diplomskom radu Luka Bosak (Bosak, 2017) istražio je naslage Vejalnice, lokaliteta sjeveroistočno od Čučerja. Pronađena je bogata fosilna fauna i snimljen je geološki stup. Nađeni su brojni školjkaši, pteropodi, foraminifere i drugi morski organizmi, te su naslage u kojima su pronađeni definirane kao glinoviti vapnenci. Putem istraživanja dokazano je da je okoliš u kojem su obitali ovi organizmi bio dubokomorski, te je dubina taloženja bila granična između aragonitne i kalcitne kompenzacijske dubine, a pronalazak specijaliziranih školjkaša ukazao je na mogućnost postojanja metanskih ispusta ili hidrotermalnih izvora.

Istraživanje srednjemiocenskih naslaga na lokalitetu Goranec, temelji se na fosilnim mekušcima iz skupine pteropoda, sačuvanih u obliku kamene jezgre (Derežić, 2018; Derežić et al., 2018). Biostatističkim metodama, koje se koriste zbog sličnosti morfologije njihovih kućica, vrčastog oblika, te lošeg fosilnog stanja, ukazala je na njihovu pripadnost rodu *Vaginella* Daudin, 1800., te su se rezultati statistički uspoređeni s rezultatima ranijih istraživanja na tom području. Zaključeno je da većina primjeraka pripada najmnogobrojnijoj vrsti pteropoda koja je obitala u miocenskom Paratethysu, *Vaginella austriaca* Kittl, 1886. Ovi fosilni pteropodi živjeli su za vrijeme najvećih badenskih morskih transgresija, što daje

poticaj daljnem istraživanju Centralnog Paratethysa, posebice njegovog jugozapadnog ruba, te Panonskog bazenskog sustava općenito (Derežić et al., 2018).



### 3. Materijali i metode istraživanja

Za izradu ovog rada prvo je obavljen terenski dio, koji je uključivao odabir lokacije. Naslage su promatrane na šest različitih lokaliteta sjeveroistočno od Čučerja, te su izabrani za rad uzorci na kojima su uočeni makrofosili sa lokaliteta nazvanih EZK-1 i EZK-2 (slike 2 i 3). Slijedilo je proučavanje uzoraka *in situ* uz pomoć lupe i određivanje petrološkog sastava stijena uz pomoć kapanja razrijeđene solne kiseline na odlomljene fragmente, te bilježenje terenskih opažanja.

Nakon terenskog dijela uzorci su preneseni na Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu.



Slika 2: Uzorkovanje na terenu na izdanku EZK-1, gdje je pronađen otisak školjkaša iz skupine lucinida;

#### 3.1. Terenski rad

Dio rada na terenu odvijao se u veljači 2020. godine na području središnje Medvednice (Čučerje) kod mjesta Kuntići, te su tada prikupljeni uzorci, vođene su bilješke na temelju zaključaka donesenih promatranjem fragmenata stijena pod lupom, te kapanjem otopine 10%-ne solne kiseline na iste za odrediti o kojim se stijenama radi, to jest u kakvim su se stijenama sačuvali pronađeni fosili.



Slika 3: Aviosnimka dvaju izdanaka EZK-1 i EZK-2 na lokalitetu Kuntići na kojima se uzorkovalo (Internetski izvor 2)

Uzorci za detaljnije proučavanje u laboratoriju prikupljeni su na izdancima EZK-1 i EZK-2 (slika 3), čije su koordinata:

EZK-1: 45°54'01.9883" N, 16°04'06.7618" E

EZK-2: 45°54'00.8848" N, 16°04'06.7327" E



Slika 4: Otisak školjkaša u laporu na izdanku EZK-1

### 3.2. Laboratorijski rad

Ovaj dio se sastojao od mokrog prosijavanja prethodno razlomljenih stijena (slika 5) s mikrofosilima, te pripreme uzoraka za analizu nanoplanktonskih organizama iz namočenih materijala koji će biti određivani uz pomoć Šimuna Aščića.



Slika 5: Zdrobljeni uzorci sa oba izdanka prije mokrog prosijavanja

Za mokro prosijavanje bilo je potrebno prethodno zdrobiti laporovito-pjeskovite uzorke, te ih pustiti da se namaču u vodi s dodatkom vodikova peroksida u trajanju od najmanje 24h. Uzorci su zatim prosijani kroz četiri sita (slika 6), promjera otvora 500, 250, 125 i 63  $\mu\text{m}$ .

Fracije 250  $\mu\text{m}$  i 125  $\mu\text{m}$  sušene su u mikrovalnoj pećnici, s obzirom na njihovo sporo sušenje na zraku.



Slika 6: Mokro prosijavanje uzoraka s izdanka „EZK-1“

### 3.3. Kabinetski rad

Rad u kabinetu se sastojao od mikroskopiranja osušenih prosijanih frakcija, osobito onih od 250  $\mu\text{m}$  i 125  $\mu\text{m}$ , uočavanja reprezentativnih uzoraka za pojedine rodove i vrste mikrofosila, te njihovo fotografiranje uz mjerilo. Pri proučavanju organizama korišten je stereo-mikroskop Olympus - SZX10 (slika 7) pri različitim uvećanjima, a za fotografiranje uzoraka korišten je digitalni fotoaparatus Canon EOS 1100D, uz korištenje računalnog programa Quick PHOTO CAMERA 3.0. Analiza je odrađena u kabinetu mentorice na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.



Slika 7: Stereo-mikroskop Olympus - SZX10 korišten pri proučavanju mikroorganizama i fotoaparat Canon EOS 1100D

### 3.4. Analitički rad

Pri određivanju rodova i vrsta foraminifera korišteni su radovi: Papp & Schmid (1985), te internetski izvori <https://www.foraminifera.eu/> i <https://obis.org/>, za odredbu ostrakoda Hajek-Tadesse & Prtoljana. (2011), za školjkaše Kochansky (1944), za nanoplankton <http://www.mikrotax.org/Nannotax3/>.

## 4. Rezultati

Laboratorijskim i analitičkim analizama u uzorcima EZK-1 i EZK-2 određena je prisutnost foraminifera (planktonskih i bentičkih), školjkaša, ostrakoda, radiola plitkomorskih ježinaca, fragmenti skeleta riba te spikule spužvi.

Fosilnim sadržajem lapor na izdanku EZK-1 znatno je bogatiji i raznovrsniji od lapora na lokalitetu EZK-2. Zbog povremenih školjkastih lomova prilikom uzorkovanja na terenu, već tad je bilo moguće pretpostaviti i udio glinene komponente u sedimentu, a najzanimljiviji pronalazak na terenu bio je otisak školjkaša skupine Lucinidae na izdanku EZK-1 (slika 4), dok su pri terenskom uzorkovanju na izdanku EZK-2 uočene rijetke kamene jezgre vaginelnidnih pteropoda.

### 4.1. Opis izdanaka

Sitnozrnasti klastiti svjetlosive do svjetložućkaste boje na oba istražena izdanka (EZK-1 i EZK-2) najčešće nemaju jasno izražena teksturna i strukturna obilježja. Prema Avanić et al. (1995), granulometrija im varira od čestica praha u matriksu, do klasta veličine nekoliko desetaka centimetara. Loše sortirani klasti nejasnih kontura vidljivi su na izdanku EZK-2.

Materijal je relativno trošan i mekan. Pretpostavljeno je da je udio karbonatne komponente nizak, s obzirom na izostanak burne reakcije prilikom kapanja razrijeđene solne kiseline na svježe odlomljeni fragment stijene.

Mjestimice su vidljive narančasto-smeđkaste šare, koje ukazuju na oksidaciju željezovitih minerala, koji su uočeni i prilikom mikroskopiranja.

#### 4.1.1. Izdanak EZK-1

Lokalitet EZK-1 nalazi se uz ulicu Kuntići, na istočnom usjeku. Obuhvaća svjetlo sivo-žućkaste laporovite naslage, koje se protežu oko 10 m u dužinu i oko 4 m u visinu i dijelom su pokrivene vegetacijom.

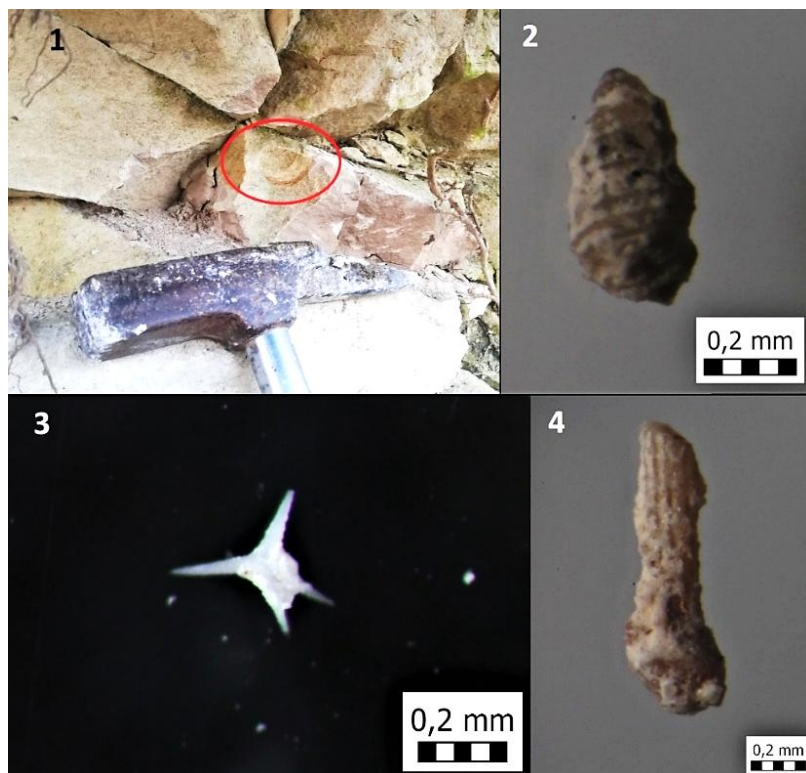
Laporovite naslage na izdanku EZK-1 (slika 8), sivo-žućkaste su boje, te se ne mrve koliko oni s drugog izdanka i na mjestu svježeg odloma javlja se slaba reakcija pri doticaju s 10%-tnom otopinom solne kiseline, stoga je pretpostavljen nizak udio vapnenačke komponente. Po fosilnom sadržaju ovaj je izdanak bogatiji od izdanka EZK-2, iako fosilna zajednica nije osobito raznovrsna. Na terenu su uočeni otisci školjkaša (slike 4 i 9), dok su u mikroskopiranom materijalu dobivenom mokrim prosijavanjem prepoznati ostrakodi rodova *Cytherella* (slika 10/1) i *Paracypris* (slika 10/3 i 10/4), bentičke foraminifere rodova *Nodosaria* (slika 11/1, 11/2 i 11/3), *Globulina* (slika 11/4), *Elphidium* (slika 11/5) i *Nonion* (slika 11/6) i planktonske foraminifere rodova *Globorotalia* (slika 12/1 i 12/2), *Trilobatus* (slika 12/4) i nekoliko globigerinoidnih planktonskih foraminifera (slika 12/3, 12/5 i 12/6), te fragmenti drugih morskih organizama.

Uočeni su i komadići goethita.



Slika 8: Izdanak EZK-1

Makro- i mikrofosilna fauna je male raznolikosti. Moguće je da je pronađeni otisak školjkaša (slike 4 i 9/1) pripadao vrsti *Lucina globulosa* Deshayes, 1832, no to nije moguće sa sigurnošću utvrditi, s obzirom na lošu kvalitetu pronađenog otiska, iako moglo bi se raditi i o vrsti *Lucina (Eomiltha) polymorpha* Kochansky, 1944, s obzirom da ju Kochansky-Devidé (1957) spominje u sklopu teritorija Medvednice.



Slika 9: Ostaci makrofosila s izdanka EZK-1: 1. školjkaš iz skupine Lucinidae, 2. kućica gastropoda, 3. tetraksona spikula kremene spužve, 4. fragment radiole plitkomorskog ježinca; Pronađeni fragment radiole pripadao je plitkomorskom ježincu (slika 9/4), s obzirom na vertikalna prutanja vidljiva po fragmentu, te debljini istog. Spikula spužve (slika 9/3) pronađena u preparatu određena je kao tetraksona po obliku, te pripada spužvi kremenjašici. Kućicu puža (slika 9/2) pronađenog u prosijanom materijalu nije bilo moguće preciznije

odrediti, s obzirom na oštećenja i zahvaćenost cementacijom, no materijal kućice je sačuvan, što bi upućivalo na pripadnost priobalnoj skupini litorinida, s kalcitnim kućicama.

U prosijanom materijalu s izdanka EZK-1 većina mikrofosila pronađena je u frakciji 250  $\mu\text{m}$ , te je udio planktonskih i bentičkih foraminifera podjednak, a ima i ostrakoda.

Razlikuju se tri tipa ostrakoda, od kojih su jedan primjerak roda *Cytherella* (slika 10/1), dvoje roda *Paracypris* (slika 10/3 i 10/4), te jedan neidentificirani ornamentirani primjerak (slika 10/2).



Slika 10: Ostrakodi s izdanka EZK-1: 1. *Cytherella* sp., 2. ornamentirani ostrakod, 3 i 4. *Paracypris* sp.

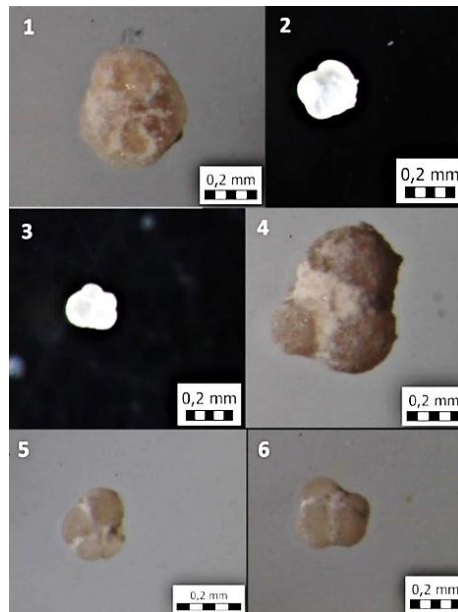
Pronađene foraminifere (slika 11) imaju staklaste stijenke kućica, koje su često mehanički oštećene ili cementirane karbonatnim materijalom, koji se nije dao ukloniti namakanjem i prosijavanjem, što otežava detaljniju odredbu. Najbolje očuvani pronađeni fosil u preparatu je kućica bentičke foraminifere perforatne stijenke, vrste *Elphidium rugosum* d'Orbigny, 1846 (slika 11/5). Ostale bentičke foraminifere pronađene u prosijanom materijalu određene su kao *Nodosaria* sp. (slika 11/1, 11/2 i 11/3), *Globulina gibba* d'Orbigny, 1832 (slika 11/4) i *Nonion commune* d'Orbigny, 1846 (slika 11/6).



Slika 11: Bentičke foraminifere s izdanka EZK-1: 1–3. cementirane kućice *Nodosaria* sp., 4. *Globulina gibba* d'Orbigny, 1832, 5. *Elphidium rugosum* d'Orbigny, 1846, 6. *Nonion commune* d'Orbigny, 1846

Od planktonskih foraminifera u prosijanom materijalu pronađene su globigerinoidne (slika 12/3, 12/5 i 12/6) i globorotalidne (slika 12/1 i 12/2) foraminifere. Pronađena je i planktonska vrsta *Trilobatus trilobus* Reuss, 1850 (slika 12/4).





Slika 12: Planktonske foraminifere s izdanka EZK-1: 1 i 2. *Globorotalia* sp., 4. *Trilobatus trilobus* Reuss, 1850, 3, 5, 6. globigerinoidne foraminifere;

Analizu kokolitoforida s izdanka EZK-1, kao i one sa izdanka EZK-2, načinio je Šimun Aščić. U tablici 1 naveden je popis vrsta pronađenih unutar uzorka sa izdanka EZK-1, s označenim stratigrafskim rasponima.

Tablica 1: Popis vrsta kokolitoforida s izdanka EZK-1 i njihov stratigrafski raspon

EZK-1	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Calcidiscus leptoporus</i>																						
<i>Coccolithus miopelagicus</i>																						
<i>Coccolithus pelagicus</i>																						
<i>Helicosphaera carteri</i>																						
<i>Helicosphaera stalis</i>																						
<i>Helicosphaera waltrans</i>																						
<i>Helicosphaera sp.</i>																						
<i>Micrantholithus sp.</i>																						
<i>Pontosphaera multipora</i>																						
<i>Pontosphaera sp.</i>																						
<i>Sphenolithus moriformis</i>																						
<i>Umbilicosphaera jafari</i>																						

U preparatu su prisutne i sitne retikulofenestre, no zbog poteškoća pri njihovom određivanju izostavljene su iz tablice kako bi se izbjegle pogreške pri određivanju stratigrafskog raspona (Aščić, usmeno priopćenje).

S obzirom na raspon vrste *Helicosphaera stalis*, od NN6 do NN11 (od gornjeg badena prema mlađem), starost bi bila minimalno NN6, no postoji mogućnost da se tu ipak radi o vrsti *Helicosphaera waltrans* koja je dosta slična vrsti *Helicosphaera stalis* jer nije savršeno očuvana, pa nije moguća precizna odredba. U tom slučaju bi starost uzorka s izdanka EZK-1 bila na granici između najvišeg NN5 i najnižeg NN6 (tablica 1), što bi odgovaralo granici između langija i seravalijsa (unutar podjele za Paratethys to bi bila granica između srednjeg i gornjeg badena, s prvom pojavom vrste *Coccolithus miopelagicus* te zadnjom pojavom *Helicosphaera waltrans* (Aščić, usmeno priopćenje).

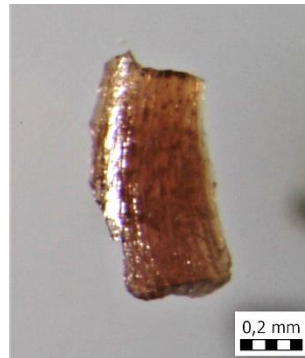
#### 4.1.2. Izdanak EZK-2

Za razliku od naslaga na izdanku EZK-1, laporaste naslage na izdanku EZK-2 vizualno djeluju znatno svjetlije (slika 13). Profil je visine 4–5 m. Lokalitet je opisan kao Vejalnica 66/D u Avanić et al. (1995), kad je cesta bila svježije proširivana i tada je bilo vidljivo da se proteže u dužini od 95 m. Danas su, zbog zaraštanja vegetacijom, vidljivi samo dijelovi tog profila. Naslage se sastoje od kaotičnih i nesortiranih fragmenata poluočvrnutih stijena svjetložućkaste boje i sitnozrnatog, svjetlijeg matriksa. Litoklasti su vrlo svjetlo-žućkaste boje i trošni su. Kapanje 10%-tne HCl otopine na svježije odlomljeni komad stijene nije izazvalo burnu reakciju, što ukazuje na niski udio vapnenačke komponente. Prilikom terenskog uzorkovanja na ovom su izdanku uočene kamene jezgre vaginelnidnih pteropoda, koje, zbog otopljene kućice, nisu pronađene među prosijanim materijalom prilikom mikroskopiranja. Prosijani materijal s izdanaka EZK-2 siromašan je fosilima. Nađeni su fosilizirani fragmenti ribe (slika 14). Nalazi foraminifera uključuju aglutinirane i staklaste bentičke foraminifere: *Textularia* (slika 15/1) i *Globulina gibba* (slika 15/2).



Slika 13: Izdanak EZK-2

Izdanak EZK-2 izrazito je siromašan mikro- i makrofosilima. Jedini ostatak makrofosila nađen na ovom izdanku je fragment riblje koščice (slika 14), koji je izrazito sićušan i loše očuvan, te nije moguće odrediti kojem rodu riba je pripadao.



Slika 14: Fragment kosti ribe sa izdanka EZK-2

Od mikrofosila je u prosijanom materijalu preparatu s izdanka EZK-2 nađeno nekoliko foraminifera kojima je, unatoč oštećenju, određena pripadnost vrstama *Textularia gramen* (slika 15/1) i *Globulina gibba* (slika 15/2), te fragmenti kućica foraminifera koji su bili u izrazito lošem stanju, te ih je stoga bilo nemoguće detaljno odrediti.



Slika 15: Oštećene kućice bentičkih foraminifera sa izdanka EZK-2: 1. *Textularia gramen*, 2. *Globulina gibba*;

Među ostacima nanoplanktona pronađene su vrste *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *H. stalis*, *H. waltrans*.

Tablica 2: Popis vrsta kokolitoforida s izdanka EZK-2 i njihov stratigrafski raspon.

EZK-2	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Coccolithus pelagicus</i>																					
<i>Helicosphaera carteri</i>																					
<i>Helicosphaera stalis</i>																					
<i>Helicosphaera waltrans</i>																					

U preparatu su prisutne i sitne, teško odredive, retikulofenestre, te su one, s obzirom da ih nije bilo moguće točnije odrediti, izostavljene iz tablice da ne bi došlo do krivih interpretacija.

## 5. Rasprava

Glavni ciljevi ovog rada bili su odredba starosti i okoliša miocenskih naslaga na izdancima EZK-1 i EZK-2, na lokalitetu Kuntići. Prema Kochansky (1944) radi se o „Čučerskom“ razvoju, za koji su tipične žučkaste laporaste naslage, taložene u dubljem morskom okolišu, u odnosu na naslage „Doljanskog“ razvoja.

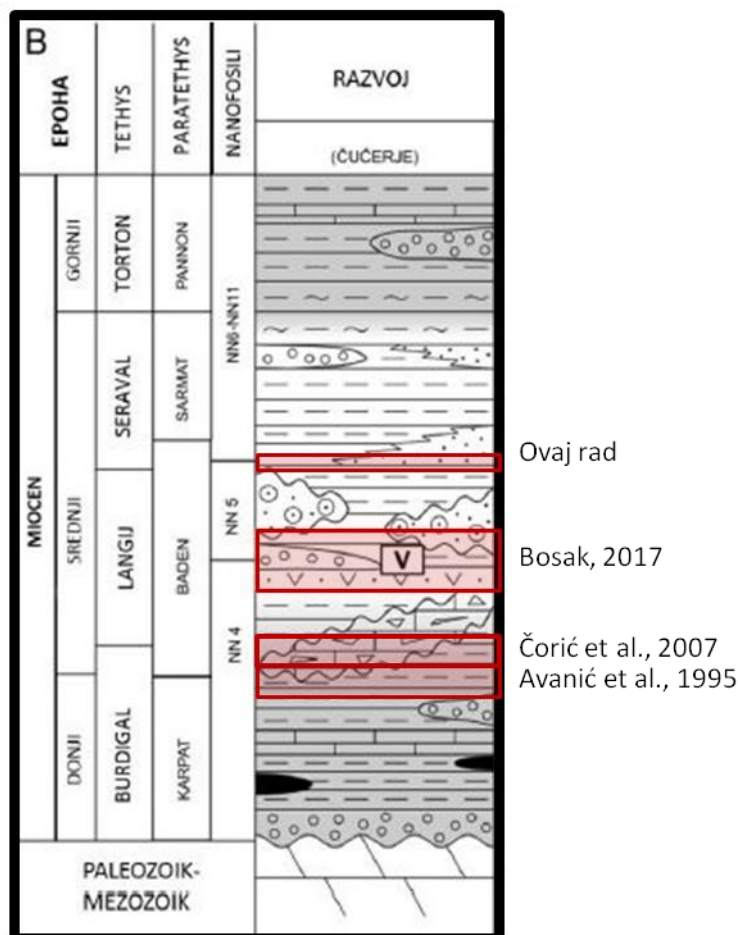
Analize su bile donekle otežane, zbog malobrojne i loše sačuvane fosilne faune.

### 5.1. Biostratigrafska rasprava

Prema podacima pripremljenim za Geološki vodič Medvednice (Avanić et al., 1995) starost naslaga u „Čučerskom“ razvoju je bila utvrđena kao karpatski do donji baden, dok su kasnije neki autori (Čorić et al., 2009) starost ovih naslaga pripisali donjem badenu. U novijim radovima zabilježena je pripadnost dijela naslaga s pteropodima na Vejalnici i Gorancu srednjem badenu, nanoplanktonskoj zoni NN5 (Bosak, 2017; Derežić, 2018; Derežić et al., 2018) (slika 16). Na području Čučerja, južnije od Vejalnice, nađene su i mlađe badenske naslage (Pezelj et al., 2007).

Analiza nanofosila s izdanka EZK-1 (tablica 1) ukazuje na graničnu zonu između NN5 i NN6, a takav rezultat analize nanofosila proizlazi i za izdanak EZK-2 (tablica 2). Stoga je potencijalna starost za oba izdanka protumačena kao gornji baden, s obzirom na to da se granica između zona NN5 i NN6, vremenski nalazi na granici između langija i seravalijske, koja po podjeli unutar Paratethysa odgovara gornjem badenu (slika 16).

Planktonske foraminifere, koje se inače koriste za detaljno određivanje starosti miocenskih naslaga, zbog loše očuvanosti nisu mogle dodatno potvrditi gornjobadensku starost.



Slika 16. Shematski geološki stup miocenskih naslaga Čučerskog razvoja (djelomično izmijenjeno prema Bosak, 2017) s usporednim oznakama starosti naslaga opisanih u dosadašnjim istraživanjima i u ovom radu.

## 5.2. Paleoeколоška rasprava

Na izdanku EZK-1 pronađena su dva otiska školjkaša određena kao rod *Lucina*, za kojeg je poznato da živi u oligotrofičnim okolišima oko hladnih podmorskih metanskih izvora, te da je razvio simbiozu sa sulfid-oksidirajućim bakterijama (Sremac et al., 2015 i literatura citirana u tom radu). Pojava ovog školjkaša, te njegova prilagodba ukazuje na mogućnost da je za vrijeme života organizma na morskom dnu dolazilo do ispuštanja metanskih plinova ili pojave hidrotermalnih izvora. Kemosintetska endosimbioza kod školjkaša skupine Lucinidae, kao i kod nekih drugih skupina školjkaša, očituje se na način da u stanicama školjkaša žive protobakterije, koje pretvaraju toksične ugljične spojeve direktno u nutrijente, koji su potrebni i domaćinu i simbiontu za život, koristeći energiju nastalu iz reakcija reduciranja sumpora. Veličina školjkaša direktno je proporcionalna s koncentracijom ispusta plinova (Sremac et al., 2015 i literatura citirana u tom radu).

Kaotični raspored nepravilnih laporastih klasta na lokalitetu EZK-2 ukazuje na klizanje poluočvrstog sedimenta niz padinu, o čemu pišu i Avanić i suradnici (1995), a i mikrofauna pokazuje premještanje iz plićeg u dubljevodniji okoliš.

S obzirom na malu raznolikost pronađenih fosila na oba istražena lokaliteta, može se zaključiti da okolišni uvjeti u taložnom bazenu tijekom miocena nisu odgovarali širokom spektru organizama, već malom broju posebno prilagođenih vrsta.

### 5.3. Usporedba sa susjednim područjima

Nalaze lucinidnih školjkaša u miocenskim naslagama Medvednice prvi puta spominje Kochansky (1944) na većem broju lokaliteta unutar „Čučerskog“ razvoja.

Područja Vejalnice i Goranca detaljnije su istraživana tijekom devedesetih godina 20.st. (Avanić et al., 1995), pa zatim 2017. i 2018. godine u sklopu diplomskih radova mag. geol. Luka Bosak i mag. geologije zaštite okoliša Ivane Derežić (slika 17). U tim se radovima navodi slična, no bogatija mikrofauna, među kojom su bentičke foraminifere *Nonion*, *Elphidium* i *Nodosaria*, te planktonske globigerinoidne foraminifere, koje su nađene prilikom uzorkovanja kod lokaliteta Kuntići. Otisci školjkaša iz obitelji Lucinidae nađeni su zasad isključivo na izdanku EZK-1, iako na žalost nisu ostali očuvani u dobrom stanju, dok su primjerci pteropoda roda *Vaginella* uočeni prilikom uzorkovanja na izdanku EZK-2, no nisu kasnije pronađeni u prosijanom materijalu.

Bosak (2017) je na Vejalnici odredio jedan primjerak školjkaša iz roda *Solemya*, koji po životnom stilu nalikuje skupini Lucinidae (Fisher, 1990; Cavanaugh et al. 2005; Stewart et al., 2005; Campbell, 2006; Bosak, 2017). Radi se o organizmu koji se također prilagodio na život u negostoljubivim uvjetima u neposrednoj blizini hidrotermalnih izvora i metanskih ispusta zahvaljujući kemosintetskoj endosimbiozi (Sremac et al., 2015).

Na području Goranca u sklopu svog diplomskog rada Derežić (2018) je našla i odredila mnogobrojne pteropode, među kojima je bilo i vaginelida, koji su također pronađeni i na terenu na izdanku EZK-2. Detaljnija istraživanja izdanaka EZK-1 i EZK-2 uz više uzorkovanog materijala moglo bi dovesti do pronalaska pteropoda na oba izdanka, s obzirom na to da je na izdancima EZK-1 i EZK-2 pronađeno i nekoliko istih rodova foraminifera, među kojima su *Nonion commune*, *Nodosaria* sp. i globigerinoidne foraminifere, kao i na izdancima kod Goranca. To ukazuje na određenu sličnost okoliša u kojima su taložene naslage na uspoređenim lokacijama.



Slika 17: Pozicije izdanaka EZK-1 i EZK-2 u odnosu na izdanke s prethodnih istraživanja (Internetski izvor 3)

## 6. Zaključak

Istraživane su sedimentne stijene na dva lokaliteta (EZK-1 i EZK-2) na predjelu Kuntići, u okolici Čučerja.

Na istraženim lokalitetima prevladavaju žućkasti lapori s malobrojnim makrofosilima (lucinidnim školjkašima i puževima, uz koje su nađene i fragmentirane radiole ježinaca, spikule spužvi i ostatci ribljeg skeleta. Među mikrofosilima prevladavaju staklaste foraminifere (lagenide i elfidiji), a ima i planktonskih taksona, najviše globigerinoidnog tipa. Od ostrakoda prepoznati su rodovi *Cytherella* i *Paracypris*, uz fragmente ornamentiranih ljušturica. Zabilježeno je i više vrsta nanoplanktona.

Ostaci plitkomorskih organizama pokazuju tragove mehaničkog oštećenja i cementacije, pa se može pretpostaviti transport u dublji okoliš, gdje su pomiješani s biotom vanjskog šelfa i planktonom. Nađeni lucinidni školjkaši mogu obitavati i u dubljim okolišima (Sremac et al., 2015), jer posjeduju kemosisimbionte.

Nanoplankton upućuje na badensku starost naslaga, vjerojatno na prijelazu iz zone NN5 u NN6, što bi odgovaralo mlađem badenu.

Naslage su litološki slične badenskim laporima (zone NN5) na susjednim lokalitetima Vejalnica i Goranec, no imaju manje karbonatnog udjela, jako malo pteropoda (samo na lokalitetu EZK-2) i pripadaju mlađem horizontu badena.



## 7. Literatura

- Avanić, R. et al, (1995): Lapani i biokalkareniti Vejalnice. U: Šikić, K.,ur , Geološki vodič Medvednice, Hrvatski geološki institut, INA, Zagreb, 159-164.
- Bosak, L. (2017): Dubokomorske miocenske naslage Vejalnice (sjeveroistočno od Čučerja). Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 56 str.
- Bošnjak, M. (2017): Paleoekologija i biostratigrafija badenskih (srednjomiocenskih) naslaga Medvednice na temelju mekušaca i pratećih fosilnih organizama. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 386 str.
- Bošnjak, M., Sremac, J., Vrsaljko, D., Aščić, Š., Bosak, L. (2017): The „Miocene Pteropod event“ in the SW part of the Central Paratethys (Medvednica Mt., northern Croatia). *Geologica Carpathica*, 68, 4, 329-349. doi: 10.1515/geoca-2017-0023.
- Campbell, K. A. (2006): Hydrocarbon seep and hydrothermal vent paleoenvironments and palaeontology: past developments and future research directions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232, 362-407.
- Cavanaugh, C. M., Mckiness, Z. P., Newton, I. L. G., Stewart, F. J. (2005): Marine chemosynthetic symbioses. U : Dworkin, M. (ur.) *The prokaryotes: an evolving electronic resource for the microbiological community*. Springer, New York, 457-507.
- Čorić, S., Pavelić, D., Rögl, F., Mandić, O., Vrabac, S., Avanić, R., Jerković, L., Vranjković, A. (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geol. Croatica* 62, 1, 31-43.
- Derežić, I. (2018): Miocenski „pteropodni lapori“ Goranca (okolica Čučerja, Medvednica). Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 61 str.
- Derežić, I., Bošnjak, M., Sremac, J. (2018): Biostatistic analyses of newly found pteropods (Mollusca, Gastropoda) in the Middle Miocene (Badenian) deposits from the southeastern Medvednica Mt. (Northern Croatia). 2<sup>nd</sup> Croatian congress on geomathematics and geological terminology (2018), , 95-102.
- Fisher, C. R. (1990) : Chemoautotrophic and methanotrophic symbioses in marine invertebrates. *Reviews in Aquatic Sciences*, 2, 399-436.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geologijska prijegledna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Zagreb. Zone 22, col. XIV, 1:75.000
- Hajek-Tadesse, V., Prtoljan, B., (2011): Badenian Ostracoda from the Pokupsko area (Banovina, Croatia). *Geologica Carpathica*, 62, 5, 447-461.
- Kochansky, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). *Vjestnik Hrvatskog državnog geološkog zavoda i Hrvatskog državnog geološkog muzeja*, 2, 3, 171-280.
- Kochansky-Devidé, V., (1957): O fauni marinskog miocena i o tortonskom »šliru« Medvednice (Zagrebačke gore). *Geološki vjesnik*, 10, 39-50.

- Papp, A., Schmidt, M.E. (1985): The Fossil Foraminifera of the Tertiary Basin of Vienna Revision of the monograph by Alcide d'Orbigny (1846) in Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 311 str.
- Pavelić, D., 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.
- Pezelj, Đ., Sremac, J., 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.
- Sremac, J., Glamuzina, G., Prlj Šimić, N., Bošnjak Makovec, M., Mikulić, I., Drempetić, R. (2015): Velike eocenske lucinide (Mollusca:Bivalvia) - indikatori postojanja podmorskih metanskih ispusta na području južne Hrvatske i Hercegovine. *Rudarsko-geološki glasnik*, (Hrvatsko rudarsko-geološko društvo Mostar), 19, 165-174 .
- Stewart, F. J., Newton, I. L. G., Cavanaugh, C. M. (2005): Chemosynthetic endosymbioses: adaptations to oxic-anoxic interfaces. *Trends in Microbiology*, 13, 439-448.
- Vrsaljko, D., Pavelić, D., Miknić, M., Brkić, M., Kovačić, M., Hećimović, I., Hajek-Tadesse, V., Avanić, R., Kurtanjek, N. (2006): Middle Miocene (Upper Badenian/Sarmatian) Palaeoecology and Evolution of the Environments in the Area of Medvednica Mt. (North Croatia). *Geologia Croatica*, 59, 1, 51-63.

### Mrežni izvori:

<https://www.foraminifera.eu/> (8. srpnja 2020.)

<https://obis.org/> (8. srpnja 2020.)

<http://www.mikrotax.org/Nannotax3/> (9. srpnja 2020.)

<http://www.marinespecies.org/ostracoda/index.php> (9. srpnja 2020.)

### Internetski izvori slika:

Izvor 1:

<https://earth.google.com/web/search/Kunti%20i,+Zagreb,+Hrvatska/@45.8984481,16.06649341,332.30998796a,296.99488417d,35y,-36.5927012h,44.99738366t,0r/data=CoUBGlsSVQolMHg0NzY1ZDg5NTg4NGViZmJiOjB4YzQxYTM0YjkzYzE2ZWVhMRISxNj4AvNGQCGFmKZjKREwQCoaS3VudGnEh2ksIFphZ3JIYiwgSHJ2YXRza2EYASABliYKJAlesHdWI9BGQBHV7R1Xx8BGQBnLdGMJmRktQCEU7wq96VMsQA> (30. lipnja 2020.)

Izvor 3:

<https://earth.google.com/web/search/45%201.9883%22+N,+16%2004%20706.7618%22+E/@45.9005523,16.0685449,345.88411122a,708.44973351d,35y,0h,45t,0r/data=CmgaPhI4GTZrOkx80ZAIb7OlyiMETBAKiQ0NcKwNTQnMDEuOTg4MyIgTiw>

[gMTbCsDA0JzA2Ljc2MTgiIEUYAiABliYKJAKXIwTKTPRGQBErHvnbyvJGQBkq58h08hEwQCG\\_axnIVA0wQCgC](https://www.google.com/maps/@45.898534,16.070192,340.79689841a,708.47771582d,35y,0h,45t,0r/data=CmkaPxI5GQosgCkD80ZAIdpwWBr4ETBAKiU0NcKwNTMnNTQuNzIyNCIgTiwgMDE2wrAwNCcxMi42OTEyIiBFGAIgASImCiQJDiYKVffaRkAR7aGSrHyuRkAZIHr04T2sMEAhSJyxGmpeMEAoAg) (9. srpnja 2020.)

Izvor 3:

<https://earth.google.com/web/search/45%20b053%2754.7224%22+N,+016%20b004%2712.6912%22+E/@45.898534,16.070192,340.79689841a,708.47771582d,35y,0h,45t,0r/data=CmkaPxI5GQosgCkD80ZAIdpwWBr4ETBAKiU0NcKwNTMnNTQuNzIyNCIgTiwgMDE2wrAwNCcxMi42OTEyIiBFGAIgASImCiQJDiYKVffaRkAR7aGSrHyuRkAZIHr04T2sMEAhSJyxGmpeMEAoAg> (20. srpnja 2020.)