

# Marinske miocenske naslage na području Gornja planina - Karivaroš

---

Klinžić, Dorotea

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:217:868991>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Dorotea Klinžić

**MARINSKE MIOCENSKE NASLAGE NA  
PODRUČJU PLANINA GORNJA - KARIVAROŠ**

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Dorotea Klinžić

**MARINSKE MIOCENSKE NASLAGE NA PODRUČJU  
PLANINA GORNJA - KARIVAROŠ**

Diplomski rad

predložen Geološkom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog zvanja

magistra geologije

Mentor: prof.dr.sc Jasenka Sremac

Zagreb, 2019.

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.

## ZAHVALE

*Najprije, zahvalila bih se svojoj mentorici, prof. dr. sc. Jasenki Sremac, koja me vodila kroz ovaj rad, pomagala mi i olakšala svojim stručnim savjetima i komentarima te na velikom iskazanom strpljenju i podršci.*

*Zahvalila bih se također prof. dr. sc. Marijanu Kovačiću na pomoći prilikom izrade poučne staze te prilikom određivanja litologije i stratigrafije.*

*Zahvaljujem se doc. dr. sc. Borni Lužar-Oberiteru na pomoći prilikom izrade geološkog profila i stupa.*

*Zahvaljujem se dr.sc. Frani Markoviću na iznimno detaljnom i preciznom opisu prilikom kalcimetrije te dr. sc Štefci Kampić, dipl.inž. na pomoći prilikom rada u laboratoriju.*

*Zahvaljujem se dr.sc. Šimunu Aščiću, prof., na pomoći pri analizi nanoplaktona u mojim uzorcima.*

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

*Također, zahvaljujem se kolegici Ani Franjičević na zajedničkom terenskom i laboratorijskom radu, kao i na velikoj volji te na ukazanom povjerenju prilikom pisanja diplomskog rada.*

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

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

*Zahvale upućujem svim profesorima, osobito dr.sc. Tihomiru Marjancu, asistentima i ostalim djelatnicima Geološkog odsjeka na prenesenom znanju i vještinama tijekom cjelokupnog studija.*

*Zahvaljujem se gospođi Mariji Cindro, dipl.iur., na stalnoj i ažurnoj pomoći u referadi tijekom mojeg cjelovitog studiranja i bez koje ovakva lakoća s papirima ne bi bila ista.*

*Zahvaljujem se svojoj maloj obitelji: baki, koja mi je bila podrška od mojeg ranog djetinjstva, mami, koja je bila uporna i gurala me naprijed kada ja to sama nisam znala, tati, koji je uvijek vjerovao da ja mogu puno više seki, koja je bila uz mene u svakom trenutku mojeg studiranja te ostatku moje male obitelji koji su uvijek bili tu za mene kad god mi je zatrebalo.*

*Zahvaljujem se i svojim prijateljicama i prijateljima iz osnovne i srednje škole te sa fakulteta, od Karlovca pa sve do Splita i koji su mi uvijek bili potpora tijekom mojeg cjelokupnog školovanja.*

*Za kraj, zahvaljujem se svim svojim vjernim vojnim kolegama i prijateljima, kadetima, vojnicima, dočasnicima i časnicima, mojim zapovjednicima satnija, gdje ću osobito spomenuti mojeg prvog zapovjednika satnije, satnika Marinku Laštru, na ukazanom povjerenju, stalnoj brizi i pokrivanju na poslu samo kako bih došla do svojeg cilja, moje prve prave diplome!*

*Hvala svima!*

# **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

## **MARINSKE MIOCENSKE NASLAGE NA PODRUČJU PLANINA GORNJA - KARIVAROŠ**

DOROTEA KLINŽIĆ

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

Sažetak: Naslage miocenske starosti vidljive su uz cestu Gornja Planina – Karivaroš. Karbonatne i klastične naslage predstavljaju slijed od aluvijalnih preko jezerskih do morskih uvjeta, zatim opet jezerskih uvjeta taloženja. Tijekom izrade rada načinjena je geološka karta trase i geološki profil, određeni su fosili te su doneseni zaključci o starosti i o okolišu taloženja. Marinski dio slijeda sastoji se od koralinacejskih bioklastičnih vapnenaca, sitnozrnatih vapnenaca s planktonskim foraminiferama i vapnenaca s fragmentiranim foraminiferama i ostrakodima. Bioklastični vapnenci bili su taloženi na unutarnjem šelfu, vjerojatno tijekom starijeg badena, sitnozrnati vapnenci na vanjskom šelfu ili padini tijekom mlađeg badena, dok su vapnenci s fragmentiranim mikrofosilima najvjerojatnije taloženi početkom sarmata u vrlo plitkom moru.

Ključne riječi: sedimentne stijene, fosili, okoliši, miocen, Paratethys, Medvednica

Rad sadrži: 61 + V stranica, 83 slika, 1 tablica, 69 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

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

Datum završnog ispita: 20. rujna, 2019.

# **BASIC DOCUMENTATION CARD**

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Thesis

## **MARINE MIOCENE DEPOSITS IN THE AREA OF PLANINA GORNJA – KARIVAROŠ**

DOROTEJA KLINŽIĆ

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

Abstract: Miocene deposits are exposed along the Gornja Planina - Karivaroš road. Carbonate and clastic deposits represent a sequence from the alluvial through the lacustrine to the marine and back to the lacustrine conditions. During the preparation of this paper, a geological map of the route and a geological profile were made, fossils were determined and conclusions were reached about the age and the depositional environment. The marine part of the sequence consists of the coralinaceous bioclastic limestones, fine-grained limestones with planktonic foraminifera and limestones with fragmented foraminifers and ostracods. Bioclastic limestones were deposited on the inner shelf during the Early Badenian, fine-grained limestones on outer shelf/slope during the Late Badenian, while limestones with fragments of foraminifera were probably deposited during the Early Sarmatian in a very shallow sea.

Key words: Sedimentary rocks, fossils, environments, Miocene, Paratethys, Medvednica Mt.

Thesis contains: 61 + V pages, 83 figures, 1 table, 69 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: Professor Jasenka Sremac

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

Date of the final exam: September 20, 2019

# Sadržaj

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	III
BASIC DOCUMENTATION CARD .....	IV
1. Uvod .....	1
2. Povijest dosadašnjih istraživanja miocenskih naslaga Medvednice .....	3
3. Geološki razvoj istraživanog područja .....	4
4. Metode istraživanja .....	7
4.1. Terenski rad.....	7
4.2. Laboratorijski rad .....	8
4.2.1. Kalcimetrija .....	12
4.3. Kabinetski rad.....	13
5. Rezultati .....	13
5.1. Geološka građa terena duž puta između Planine Gornje i Karivaroša.....	13
5.2. Paleontološka analiza.....	16
5.2.1. Crvene alge.....	16
5.2.3. Krednjaci (Foraminifera) .....	20
5.2.4. Vapnenački nanoplankton .....	20
5.2.5. Rakovi (Crustacea): Ostrakodi (Ostracoda) i Brumbuljci (Balanomorpha) .....	20
5.2.6. Ostalo .....	22
5.3. Opis uzoraka.....	23
5. 4. Rezultati kalcimetrije .....	26
6. Rasprava.....	27
6.1. Geološka građa istraživanih naslaga .....	27
6.2. Paleookoliš .....	27
6.3. Biostratigrafska rasprava .....	28
7. Zaključak.....	29
8. Literatura.....	30
9. Table.....	38
10. Prilog – tablični popis točaka opažanja i uzrokovanja na terenu.....	61



## 1. Uvod

Glavni cilj mog diplomskog rada bio je istražiti marinske miocenske naslage vidljive uz cestu Planina Gornja - Karivaroš.

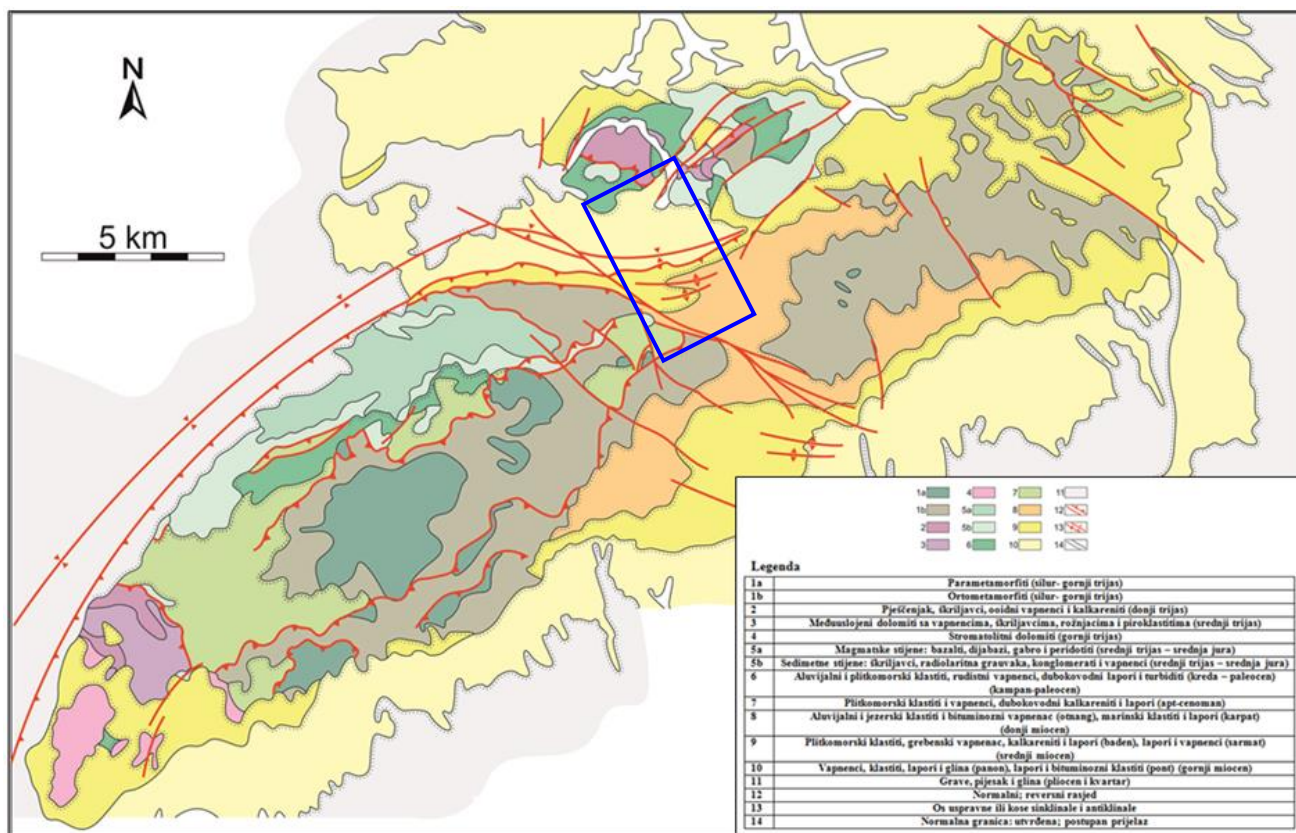
Naslage miocenske starosti na terenu vidljive uz cestu i nastavljaju se na slatkovodne naslage starijeg miocena. Istraživani teren proteže se na području između Planine Gornje i Karivaroša na Medvednici, točnije, na području između Zagrebačke (zapadni dio) i Zelinske gore (istočni dio) (slika 1). Riječ je o istraživanom terenu koji se nalazi na sjeveroistočnim padinama Medvednice. Glavnina marinskih naslaga su koralinacejski kalkareniti, ali ima i sitnozrnatih vapnenaca.



**Slika 1.** Satelitski i geografski prikaz našeg istraživanog terena  
(Google Earth, pristupljeno 28. kolovoza 2019.)

Glavne zadaće, odnosno ciljevi, diplomskog rada bile su istražiti fosile i stijene, odrediti starost proučavanih naslaga na temelju zabilježenih rodova i vrsta flore i faune te rekonstruirati taložni okoliš. Posebna pažnja dana je fosilnoj skupini crvenih koralinacejskih algi radi njihove velike zastupljenosti u istraživanim vapnencima. Tijekom kasnijeg istraživanja, pokazat će se zastupljenost i ostalih skupina organizama, a koji su pridonijeli u izgradnji ovih naslaga. Inače,

koralinacejski vapnenci, u starijoj literaturi poznati kao „litotamnijski“ vapnenci, su gromasti i šupljikavi i izgrađeni od crvenih algi te sadrže skelete školjkaša, ježinaca, koralja i drugih organizama. Ranije se puno koristio u građevinarstvu i poznat je po tome što je od njega bila izgrađena zagrebačka (prije rekonstrukcije). Ove se naslage mogu naći i u jugozapadnoj Medvednici (Bizek), Ivanšćici, Slavonskim planinama (Papuk) i sl. U ovom istraživanju promatrane su i druge skupine organizama kao što su planktonske i bentičke foraminifere, mahovnjaci, ježinci, puževi, školjke, ramenonošci i ribe. Želja mi je da ovaj diplomski rad doprinese upotpunjavanju dosadašnjih spoznaja o miocenskim morskim naslagama na istraživanom području sjeveroistočnih padina Medvednice (slika 2).



**Slika 2.** Geološka karta Medvednice (Tomljenović, 2002). Položaj istraženog terena označen je pravokutnikom plave boje.

## 2. Povijest dosadašnjih istraživanja miocenskih naslaga Medvednice

Autor prve pregledne geološke karte Hrvatske i Slavonije bio je, poznati hrvatski paleontolog, arheolog i geolog, **Gorjanović–Kramberger**, (1907, 1908) koji se u svojim radovima bavio geološkom građom i tektonikom Medvednice. Uz to, Kramberger se bavio opisivanjem fosila i krških fenomena.

**Kochansky** (1944), kao naša poznata hrvatska geologinja i paleontologinja, objavila je doktorsku disertaciju pod nazivom „Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore)“. Temeljem opširne i detaljne paleontološke analize, Kochansky je područje Medvednice podijelila na tri razvoja. Prvo je „Doljanski ili jugozapadni“ razvoj, koji se proteže od Gornjeg Ivanca u Zagorju preko Jarka, Dolja, Bizeka, Gornjeg Stenjeva, Vrapča, Krvarića, Šestina, Gračana do Blizneca. Zatim slijedi „Čučerski ili središnji“ razvoj koji zauzima područja između sela Čučerje, Goranci, Donja Planina, Sopnica, Gornja Kašina, Gornja Glavnica, Moravče i Nespeš. Kao posljednji, „Zelinski ili sjeveroistočni“ razvoj obuhvaća područje od Nespeša preko Psarjeva, Kalinja do Orešja te sjevernu stranu Medvednice prema Marija Bistrici. Lokalitet koji je istražen za potrebu ovoga rada nalazi se blizu „Čučerskog“ razvoja miocenskih morskih naslaga Medvednice prema Kochansky (1944). „Čučerski“ razvoj sadrži raznoliku faunu mekušaca, a miocenske marinske naslage Medvenice taložene su većinom na plitkome šelfu, gdje su zabilježene naslage lapora koji obiluju fosilima.

**Šikić, L.** (1968) na temelju proučavane foraminiferske zajednice na području jugozapadne i sjeveroistočne Medvednice predlaže biostratigrafsku zonaciju badenskih i sarmatskih naslaga.

**Šikić, K. et al.** (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.

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

**Pezelj** (2005, 2015) i **Pezelj et al.** (2007, 2016) prikazuju srednjomiocenske foraminiferske zajednice na Medvednici.

**Vrsaljko et al.** (2006) opisuju okoliše srednjeg miocena Medvednice te razlikuju četiri vrste facijesa: karbonatnu platformu, otvoreno more, bliskoobalne naslage smanjenog saliniteta i lagune.

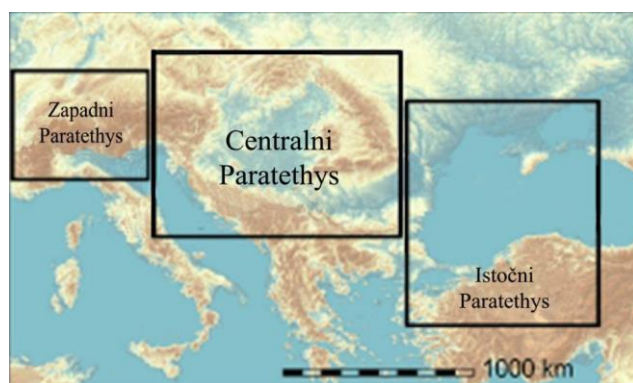
**Tripalo** (2017) u diplomskom radu opisuje miocenske marinske naslage okolice Marije Bistrice. Te su naslage detaljnije opisane u radu **Sremac et al.** (2018).

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

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

Tijekom miocena, Medvednica se nalazila na području tadašnjeg Paratethys mora. Paratethys je more koje je nastalo na prijelazu iz eocena u oligocen uslijed kretanja Afričke prema Euroazijskoj ploči u smjeru obrnutom kretanju kazaljke na satu (Rögl, 1998; Popov et al., 2004; Harzhauser et al., 2007, Piller et al., 2007). Tada, na mjestu nekadašnjeg Tethys oceana se na njegovom sjevernom dijelu formiralo Paratethys more, a južni krak je činilo Mediteransko more. Ta su dva mora bila odijeljena arhipelagom kojeg su činile 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 et al., 2004; Piller et al., 2007). Paratethys more dijelilo se na Zapadni, Centralni i Istočni Paratethys (Rögl, 1998; Harzhauser et al., 2007; Piller et al., 2007; Kováč et al., 2017) (slika 3). Zapadni Paratethys obuhvaćao je područje Alpa u Francuskoj, Švicarskoj, Njemačkoj i Gornjoj Austriji, a Istočni Paratethys površinski je bio najveći te je uključivao Crno, Kaspijsko i Aralsko more. Centralnom Paratethysu pripadale su istočne Alpe (Karpati), područje od donje Austrije do Moldavije te Panonski bazenski sustav (PBS). PBS je nastao u ranom miocenu i kao takav, bio je okružen Alpama, Karpatima i Dinaridima (Rögl, 1998; Rögl et al., 2007; Harzhauser et al., 2007; Piller et al., 2007). Miocenske naslage istraživanog područja paleogeografski pripadaju jugozapadnom rubu Centralnog Paratethysa, a geotektonski Panonskom bazenskom sustavu (Rögl, 1998; Pavelić, 2001, 2002; Vrsaljko et al., 2006; Pavelić i Kovačić, 2018). Razvoj Panonskog bazenskog sustava odvijao se u dvije faze, sinriftna i postriftna faza (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018). Sinriftna faza je trajala od otnanga do srednjeg badena, a postriftna od kasnog

badena do kvartara. Sinriftna faza označava period kada se astenosfera uzdizala pa se i kora stanjivala što je dovodilo do subsidencije. Bila je popraćena vulkanizmom te marinskim transgresijama i regresijama kao posljedicom eustatičkih promjena morske razine. Postriftna faza označava spuštanje bazena uslijed hlađenja litosfere praćeno smanjenjem vulkanske aktivnosti te promjenom u kontinentalni režim taloženja. Sjeverni dio Hrvatske pripadao je Panonskom bazenskom sustavu, a 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). Bazen Hrvatskoga zagorja je obuhvaćao manje područje, a prostor većeg dijela sjeverne Hrvatske, od oko 32 000 km<sup>2</sup> pripadao je Sjevernohrvatskom bazenu (slika 4) kojem, u međuostalom, pripada i Medvednica.



**Slika 3.** Podjela područja Paratethys mora (modificirano prema Kováč i sur. 2017)

U području Sjevernohrvatskog bazena za vrijeme otnanga i karpata karakteristične su aluvijalne naslage; grubozrnate do fino-zrnate naslage s brzim facijesnim promjenama (Pavelić i Kovačić, 2018). Tijekom donjeg badena taložene su slatkovodne naslage u jezerskom okolišu, u kojima su nađeni tufovi i tufiti kao tragovi vulkanske aktivnosti. U srednjem badenu izmjenjuju se dva transgresivno-regresivna ciklusa te započinje morsko taloženje. Prvi ciklus je prepoznat po plitkomorskim biokalkarenitima i konglomeratima, koji u sebi sadrže predneogenske klastite te ukazuje na pad morske razine. Drugi ciklus ima slične naslage, no veći postotak kalcitne komponente u laporima. Srednjobadenski sedimenti su grubozrnati klastiti, algalni vapnenci, lapori s puno glinovite komponente. Česti su i tufovi te vulkanske stijene (Pamić, 1997). Gornji baden karakteriziran je porastom morske razine, koja je, za razliku od srednjobadenskih

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



**Slika 4.** Smještaj Centralnog Paratetisa i Sjevernohrvatskog bazena (preuzeto iz Bošnjak, 2017).

## 4. Metode istraživanja

### 4.1. Terenski rad

Prvi korak u prikupljanju uzoraka te neposredno prije njihove analize je terenski rad. Izdanci s kojeg su se uzimali uzorci (njih sveukupno 4) bili su lako pristupačni pa je bilo i lako prikupiti uzorke. Izdanci se nalaze uz cestu Gornja Planina – Karivaroš, a pretpostavljao se da su marinske naslage zabilježene na točkama **A4** (WGS 84, 45°57'18.5"S, 016°03'51.1"I, slika 5), **A5** (WGS 84, 45°57'25.4"S, 016°03'53,6"I, slika 6) i **A6** (WGS 84, 45°57'27.7"S, 016°03'51.0"I, slika 7) i **A8** (WGS 84, 45°57'34.6"S, 016°03'46.0"I). Jedini problem je bio taj što ne postoji velika površina te iz tog razloga nije se mogla uzeti veća količina uzoraka s uzorkovanih točaka. Prije uzimanja uzoraka, bilo je potrebno maknuti površinski sloj. U plastične vrećice uzeto je oko 0,5 do 1,0 kg svakog uzorka za paleontološke analize u laboratoriju.



**Slika 5.** Izdanak „A4“ s kojeg su uzeti uzorci koralinacejskog kalkarenita („litotamnijskog“ vapnenca) za analizu.



**Slika 6.** Izdanak „A5“ s kojeg su uzeti uzorci za analizu.



**Slika 7.** Izdanak „A6“ s kojeg su uzeti uzorci za analizu.

## **4.2. Laboratorijski rad**

Laboratorijski rad odvijao se u Mokrom laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda pri Geološkom odsjeku PMF-a. Prvi korak laboratorijskog rada obuhvatio je metodu izrade mikroskopskih preparata pomoću pile za rezanje stijene (slika 8). Namjena te iste pile je rezanje određenog uzorka primjerene veličine kako bismo kasnije mogli izraditi mikroskopski preparat.



Tu metodu sam primjenila na uzorku A4 i A5. Nakon što bi odrezali mali uzorak stijene, taj isti bio bi stavljen u novi uređaj koji nam omogućuje da dobijemo što tanji uzorak za daljnju obradu.



**Slika 8.** Pila za rezanje stijena u laboratoriju GPZ-a.

Nakon što je taj uzorak sveden na određenu debljinu, isti smo polirali primjenjujući abrazivni korundov prah i hrapavo staklo kao podlogu (slika 9). Kasnije je taj uzorak bio osušen na peći i zaljepljen za stakalce pomoću kanada balzama. Nakon što se uzorak dovoljno zalijepio za stakalce, uslijedilo je brušenje do prozirnosti na posebnom uređaju i dodatno ručno brušenje na staklu. Na taj način dobila sam sveukupno 7 mikroskopskih preparata.



**Slika 9.** Poliranje uzorka pomoću abrazivnog korundovog praha u laboratoriju GPZ-a.

Sljedeća metoda koju smo primjenjivali na uzorcima je metoda muljenja ili mokrog prosijavanja prikupljenih uzoraka u kojoj se uzorci prosijavaju, tj. razdvajaju se čestice pomoću sita na temelju njihove veličine. Prije muljenja materijal je bio očišćen od prljavštine i pripremljen na način da se uzelo po 30 dag svakog uzorka. Uzorci su usitnjeni pomoću geološkog čekića (slika 10) i nakon toga je taj usitnjen materijal stavljen u posudu i preliven vodom koja prekriva uzorak. U tu vodu sam dodala nekoliko ml (mjera - jedan čep tekućine) vodikova peroksida ( $H_2O_2$ ). Tako pripremljeni uzorci stajali su najmanje jedan dan (slika 11).



**Slika 10.** Usitnjavanje uzorka mehaničkim putem.



**Slika 11.** Dodavanje vodikovog peroksida u usitnjeni uzorak sa vodom.

Za ovaj rad koristila sam četiri sita i to sljedećih veličina: 63  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$  i 500  $\mu\text{m}$ . Kroz postavljena sita (na dnu je sito 63  $\mu\text{m}$ , u sredini 125  $\mu\text{m}$  te prema vrhu 200  $\mu\text{m}$  i 500  $\mu\text{m}$ ) prosijavani su namočeni uzorci pod mlazom vode (slika 12). Tako su uzorci bili prosijani te spremni za sušenje. Suhi materijal stavljen je u plastične posudice na kojima je zabilježen broj uzorka te veličina sita. Na taj način obradila sam 3 uzorka (A5, A6 i A8).



**Slika 12.** Prosijavanje uzorka kroz sita pod mlazom vode u laboratoriju GPZ-a.

Treći korak laboratorijskog rada obuhvatio je izdvajanje fosila iz prosijanih osušenih uzoraka. Sav materijal iz svih plastičnih posudica bio je pregledan pod svjetlosnim mikroskopom. Najveća pozornost dana je frakciji 200  $\mu\text{m}$  gdje su fosili najčešći i najbolje očuvani. Iz svakog uzorka iglom su izvađeni fosili koji su premješteni u Franckovu ćeliju. Na taj način je svaka ćelija predstavljala zajednicu fosila određenog uzorka i određene frakcije. Izdvojeni fosili fotografirani su pomoću stereo-mikroskopa Olympus SZX10 prilagođenim fotoaparatom Canon EOS 1100D. Da bi fotografija bila kvalitetnija, bilo je potrebno izoštriti sliku te prilagoditi količinu svjetla. Uz svaku fotografiju priloženo je mjerilo. Na taj način završen je laboratorijski rad.

#### 4.2.1. Kalcimetrija

Kalcimetrija je proces pomoću kojeg određujemo količinu karbonata u uzorku. U ovom istraživanju, bila su uzeta dva uzorka za analizu, a pri radu, kolegici Ani Franjičević i meni, sa svojim stručnim znanjem, pomogao je dr. sc. Frane Marković. Prvo je bilo potrebno usitniti malu količinu uzorka pomoću tarionika s tučkom. Zatim smo, pomoću analitičke vage, izvagali 2 puta po otprilike 0,3000 g standardnog uzorka čistog kalcijevog karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) koji nam je služio za provjeru istog. Nakon što smo se uvjerali da je standardni uzorak točan, izvagali smo dva puta po 0,3000 g od svakog sljedećeg uzorka pomoću kojeg smo išli analizirati udio kalcijevog karbonata. Količina karbonata određena je volumetrijskim mjerenjem Scheiblerovim kalcimetrom (slika 13). Kalcimetar se sastoji od tri staklene cijevi koje su spojene gumenim cijevima te posude (Erlenmeyerova tikvica) u kojoj se nalazi uzorak, magnet i HCl (u epruvetici) te ventil V koji regulira komunikaciju s fiksnom cijevi i okolinom. Cilj kalcimetrije je izmjeriti koliko se  $\text{CO}_2$  oslobodilo pri određenoj temperaturi i tlaku u trenutku kada je analizirani uzorak reagirao s HCl-om (HR ISO 10693). Na temelju tog volumena, pomoću formule, izračunata je količina karbonata u sva tri uzorka (Marković, usmeno priopćenje).



**Slika 13.** Scheiblerov kalcimetar u laboratoriju MPZ-a.

### **4.3. Kabinetski rad**

Kabinetski rad obuhvatio je paleontološku analizu mikroskopskih izrađenih preparata te određivanje izdvojenih fosila koje smo dobili metom muljenja. Nakon fotografiranja, slijedila je analiza fosila te određivanje njihovih rodova i vrsta (ukoliko je to naravno bilo moguće). Vlastite analize nadopunjene su determinacijama nanoplanktona, koje je odredio prof. geol. i geogr. Šimun Aščić i ostrakoda, koje je odredila dr. sc. Valentina Hajek Tadesse (HGI). Uz sve određene rodove te njihove ostale karakteristike (cementacija, očuvanost i sl.) moglo se zaključiti o kakvom se okolišu radi u pojedinom uzorku. Osim navedenog, koristili smo program QGIS koji nam je poslužio za izradu geološke karte poučne staze. QGIS, poznat kao „Quantum GIS“ je softverski alat i komponenta GIS-a (računalni sustav koji omogućuje prikupljanje, spremanje, upravljanje, analizu, prikazivanje i distribuciju prostornih podataka). Pomoću tog softverskog alata i prikupljenih podataka uspješno smo distribuirali prostorne podatke te dobili geološki prikaz poučne staze zadanog područja.

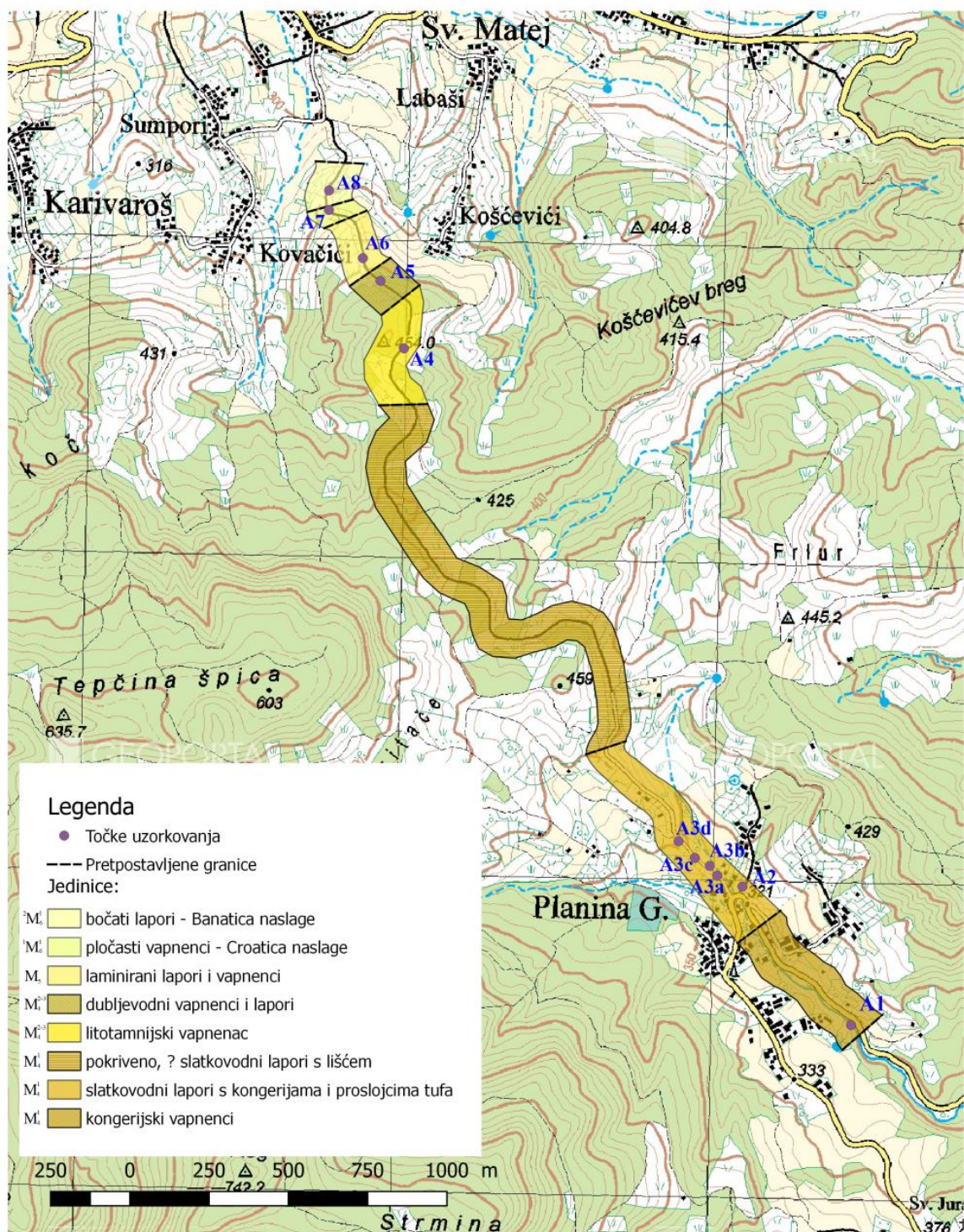
## **5. Rezultati**

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

Teren između Planine Gornje i Karivaroša bio je dodijeljen kolegici Ani Franjičević i meni kao područje koje smo morale detaljnije istražiti na temelju mjerenja, uzorkovanja i fosila. Riječ je o području koje nam ukazuje na raspon geoloških razdoblja od starijeg miocena pa sve do gornjeg panona. Za jezerske naslage bila je zadužena kolegica Ana Franjičević i o njima nešto više u njenom diplomskom radu, a za marinske naslage je bila zadužena moja malenkost. Temeljem istraženog terena, timskim radom izrađena je poučna staza, geološki stup i geološka karta istraživanog područja. Poučna staza izrađena je pomoću programa QGIS (slika 14).

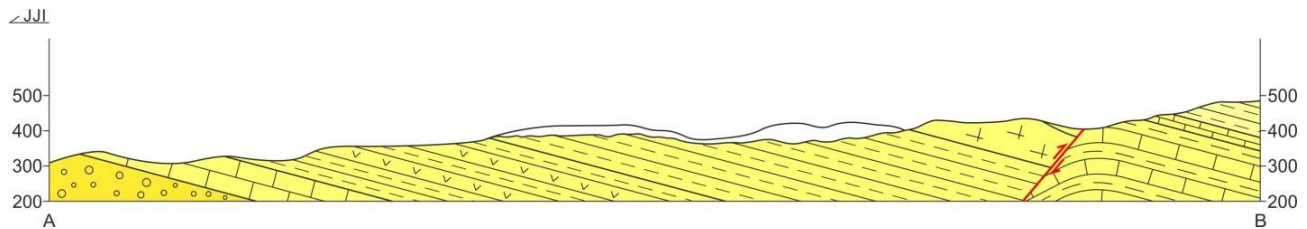
# Poučna staza Planina Gornja - Karivaroš

## 1: 15 000



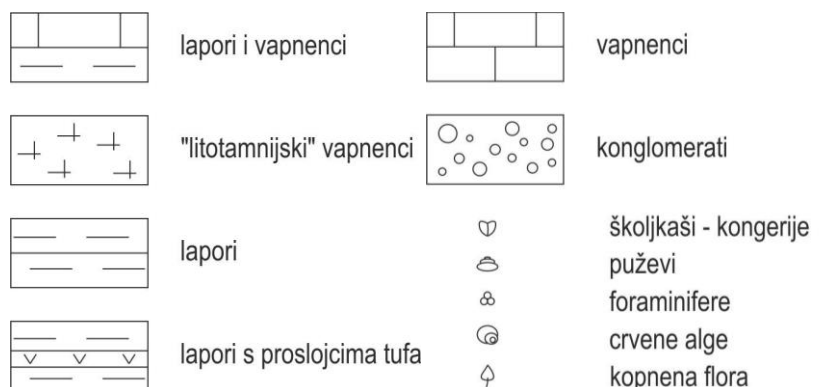
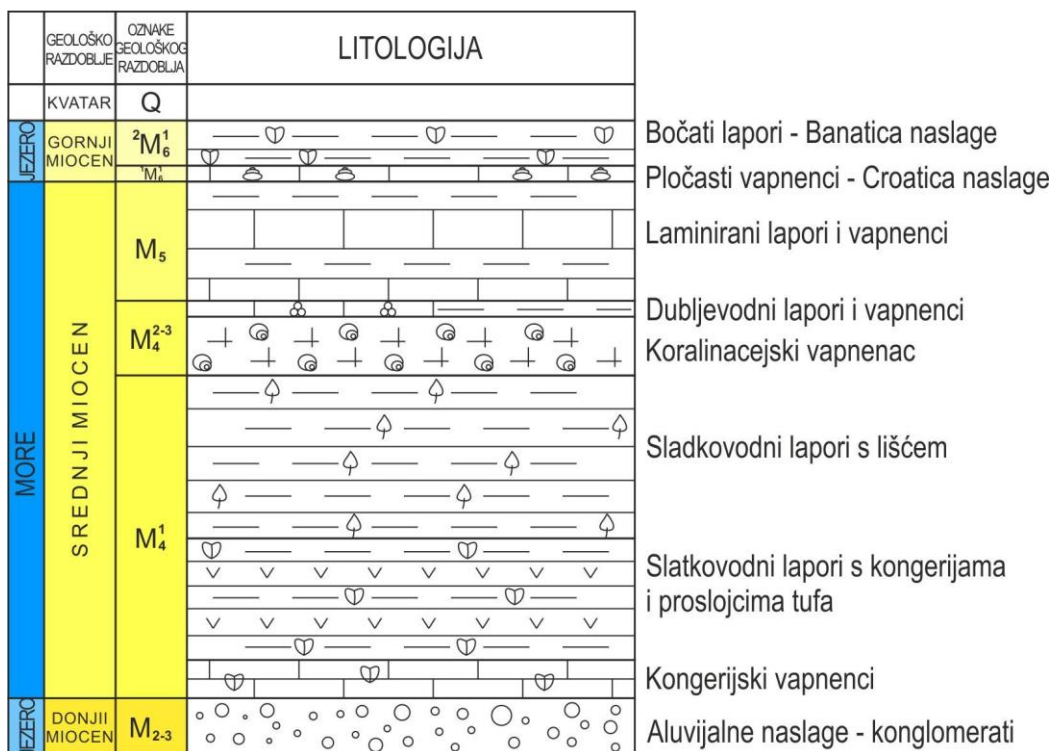
**Slika 14.** Poučna staza Gornja Planina – Karivaroš  
(izradile: Ana Franjičević i Dorotea Klinžić u programu: QGIS)

Uz cestu je bilo vidljivo više manjih izdanaka, a prve naslage na koje sam naletila su marinske naslage, odnosno, koralinacejski kalkareniti. Riječ je o čvstoj, ali šupljikavoj stijeni koja se prepoznaje po karakterističnoj žutoj boji. Položaj slojeva nije bilo moguće izmjeriti jer su ove naslage kompaktne, tj. neuslojene. Na određenim izdancima, gdje je bilo moguće izmjeriti, vidi se da naslage padaju prema JJI i po tome se vidi da kontakt, između morskih naslaga srednjeg miocena i jezerskih naslaga donjeg miocena, nije normalan, već rasjedni (slika 15).



**Slika 15.** Geol. profil Gornja Planina – Karivaroš (izradile: Ana Franjičević i Dorotea Klinžić; crtao: Robert Koščal)

Da bismo dobile uzorak na točki A4, bilo je potrebno upotrijebiti malo jaču silu jer je stijena bila dosta čvrsta. Organizmi u njoj nisu bili vidljivi prostim okom, stoga sam uzorak morala pripremiti izradom izbrusaka, kako bi isti i mogla detaljnije istražiti i opisati. Prilikom mikroskopiranja, uočeno je da tu stijenu izgrađuju crvene alge, mahovnjaci, foraminifere, ježinci i oštrige koji ukazuju na prisutnost morskog okoliša. Sljedeće naslage na koje sam naletila su bili dubljevodni vapnenci sa planktonskim foraminiferama (točka A5), zatim laminirani lapori i vapnenci sa foraminiferama i ostrakodima (točka A6) i kao posljednje naslage lapori sa ostrakodima, ribljim zubima i ramenonošcima (točka A8). Za posljednje naslage se pokazalo da ne prikazuje marinski, već jezerski okoliš (panon). Na temelju rekonstruiranog profila, procjenjene su približne debljine pojedinih paketa. Prema profilu, debljina marinskih naslaga iznosila bih svega 100 metara (slika 16).



**Slika 16.** Geol.stup Gornja Planina – Karivaroš  
(izradile: Ana Franjčević i Dorotea Klinžić; crtao Robert Koščal)

## 5.2. Paleontološka analiza

### 5.2.1. Crvene alge (Rodophyta)

Rodophyta ili crvene alge danas obuhvaćaju otprilike od 2500 do 6000 različitih vrsta. Od njih oko 670 pripada morskim rodovima (Woelkerling, 1988), koji prevladavaju duž obalnog i kontinentalnog dijela šelfa u tropskim područjima umjerenih voda (Lüning, 1990). Crvene alge



ekološki su značajne kao primarni proizvođači i kao staništa drugim morskim organizmima te omogućuju stvaranje i održavanje koraljnih grebena. Karakterizirane su pomoćnim fotosintetskim pigmentima fikoeritriinom (crveni pigment), fikocijaninom i alofikocijaninom (plavi pigmenti), koji su raspoređeni unutar fikobilisoma (specijalizirani proteinski kompleksi) (Woelkerling, 1988). Sklopovi fikobilisoma nalaze se na citoplazmatskoj površini tilakoidne membrane (Gantt, 1980; Grossman et al., 1995; MacColl, 1998; Adir, 2005, Tripalo, 2017). Prisutnost fikobilisoma i određeni raspored unutar njih omogućuju apsorpciju i jednosmjerni prijenos svjetlosne energije na klorofil. Na taj način stanice mogu iskoristiti raspoložive valne duljine svjetlosti (u rasponu od 500 do 650 nm), koje su nedostupne klorofilu te koristiti svoju energiju za fotosintezu (MacColl, 1998; Samsonoff i MacColl, 2001; Adir, 2005). To je naročito korisno u dubljem vodenom stupcu, gdje je svjetlo s većim valnim duljinama manje prenosivo, stoga i u manjoj mjeri dostupno klorofilu. Fikobilisomi okupljaju agregate diskoidalnog oblika koji se slažu u njegovim perifernim dijelovima, a bezbojni polipeptidi stabiliziraju njihovu strukturu i reguliraju prijenos energije (Liu et al., 2005).

#### **5.2.1.1. Red Corallinales**

Koraljne alge žive i rastu kao uspravne forme. Karakterizirane su građom skeleta od kriptokristaliničnog kalcita koji je kristalizirao između i unutar stijenki stanica (Tripalo, 2017). Koralinaceje su s ekološkog gledišta veoma bitne, jer njihova strukturalna heterogenost stvara brojna mikrostaništa pogodna za zoobentičke i fitobentičke vrste organizama te su na taj način zaslužne za razvoj složenih zajednica i bogatstvo bioraznolikosti (Lee, 1999). Koralinacejske alge čine važan dio atola i grebena (Dawson, 1966). Prisutne su u fosilnim i današnjim grebenima (Basso et al., 2008; Hrabovsky, 2013). Javljaju se u obliku ogranaka, rodolita ili pločastih prevlaka. Kada se grebeni probiju na površinu, kruti, razgranati, ali krhki koralji imaju tendenciju lomljenja pod valovima, dok na crvene alge zbog njihove masivnosti valovi nemaju takav utjecaj. Što je veće udaranje valova, to oni brže rastu. Koraljne alge rastu u smjeru udaranja valova razvijajući se prema gore i prema van formirajući obruč malo iznad razine mora. Dakle, koraljne alge formiraju glavni okvir grebena, 90% grebena čine pijesak i detritus koji su zajedno cemetirani uz pomoć biljaka i životinja. Unutar toga obruča sastavljenog od rodoficeja,

nalazi se relativno mirniji dio grebena. U tom unutarnjem prostoru, ugljična kiselina, dobivena iz otopine ugljičnog dioksida koji je nastao djelovanjem biljaka i životinja, ima tendenciju otapanja čvrstih karbonatnih materijala. Raspadanje unutrašnjeg dijela grebena rezultira nastankom središnje lagune koja se ustali na dubini od 65 do 100 m. Grebenska zajednica prilagođena je na mirniji okoliš koji karakterizira odsutnost značajnih sezonskih promjena. Srednja zimska temperatura vode u kojoj grebeni rastu je između 27 i 29°C, a razlika između srednjih mjesečnih temperatura je 3°C ili manje. Voda je bistra (prodor svjetlosti je na maksimumu) i normalnog je saliniteta. Čak i pod ovakvim idealnim uvjetima, mnogi grebenski organizmi (npr. koralji) ne rastu na dubinama većim od 20 m (Lee, 1999).

Glavni graditelji grebena pripadaju redu Corallinales. Ujedno je to i jedini red crvenih algi kod kojih su većina, ako ne i svi, vegetativni stanični zidovi impregnirani kalcitom (Bassi et al., 2007). Danas su unutar reda Corallinales prepoznate tri familije sa živućim predstavnicima: Corallinaceae, Hapalidiaceae i Sporolithaceae (Harvey et al., 2003), a u istraživanim preparatima pronađene su alge koje pripadaju familiji Corallinaceae i Hapalidiaceae.

Tijekom srednjeg miocena crvene alge bile su vodeći graditelji grebena na području Sjeverno Hrvatskog bazena. Proizvodile su sedimentne stijene poznate kao koralinacejski kalkareniti („litotamnijski vapnenac“), „litotamnijski pješčenjak“ i „litavac“, čiji nalazi najčešće datiraju iz gornjeg badena (donji seraval) (Kochansky, 1944; Šikić, 1968; Vrsaljko et al., 2005, 2006; Tripalo, 2017). Litavac odgovara facijesu od biolitita i bioklastičnih vapnenaca (npr. biokalkrudit, biokalkarenit, biokalklutit). Glavnu komponentu litavca (TABLA 1 i 2) čine crvene alge i to: koraljne alge (rod *?Subterraniophyllum* sp.), familije crvenih algi kao što su familija Mesophyllaceae (*Mesophyllum* sp.), familija Hydrolithaceae (*Hydrolithon* sp.) i familija Hapalidiaceae (*Lithothamnion* sp.). Uz njih se često pojavljuju foraminifere: familija Lepidocyclinidae (*Nephrolepidina* sp.), familija Amphisteginidae (*Amphistegina lessonii* (d'Orbigny, 1832) i *Amphistegina mammilla* (Fichtel i Moll, 1798)), familija Acervulinidae (*Sphaerogypsina globulus* (Reuss, 1848), familija Miogypsinidae (*Miogypsinoides* sp. i *?Paleomiogypsina* sp.), mahovnjaci (Bryozoa), bodlje pravilnih ježinaca (razred Echinoidea), oštrige i brumbuljak (podred Balanomorpha).

### 5.2.2. Mahovnjaci (Bryozoa)

Mahovnjaci su mali bentički vodeni beskralježnjaci, koji rastu kao kolonije povezanih zooida na potopljenim podlogama (Massard & Geimer, 2008). Poznato je oko 3500 recentnih i 15000 fosilnih vrsta. Dije se u tri razreda: Phylaetolaemata (red Plumatellida), Stenolaemata (red Cyclostomatida) i Gymnolaemata (redovi Ctenostomata i Cheilostomata). Mahovnjaci su uglavnom morski organizmi, rjeđe su slatkovodni (red Plumatellida) (Haq i Boersma, 1998). Prema ishrani su filtratori, odnosno suspenzojedi. Ime su dobili prema vijencu tentakula koji se nalazi oko usnog otvora i izgledom podsjećaju na mahovinu (Clarkson, 1998). Dominiraju u suptropskim do umjerenim, plitkim vodama (dubine od 10 do 80 m) normalnog saliniteta, visokog sadržaja kisika i vrlo dobrim trofičkim uvjetima (Zágoršek et al., 2012). Žive kao sesilni bentos, pričvršćeni za stjenovita morska dna ili za ljuštore uginulih organizama, a ponekad i za trave. Imaju tendenciju da ne nastanjuju okoliše s kontinuiranim donosom sitnozrnatog sedimenta koji izlaže koloniju opasnosti od zatrpavanja i otežava hranjenje u suspenziji, no najbolje očuvani primjerci prikupljeni su upravo iz takvih nanosa (Taylor, 2005). Oblik mahovnjaka ovisi o okolišu u kojem rastu. Pri larvalnoj distribuciji i oksigenaciji kolonije, turbulencija vode djeluje korisno na mahovnjake (El-Sorogy, 2002). U uzburkanim plitkovodnim okolišima kolonije će biti masivne, koraste i snažno kalcificirane, dok će kolonije nastanjene u dubljim, mirnijim okolišima biti bogato razgranjene i krhke (Clarkson, 1998). Doprinosе izgradnji grebena na mnoge načine: kao glavni „graditelji grebenske rešetke“, sporedni „učvršćivači rešetke“, kao tvorci sedimenata te inhibitori sedimenta u pokretu (Hageman et al., 2013), najčešće s koraljima i vapnenačkim algama, ali i ostalim biotama (Sremac et al., 2016). Osim na grebenima, mahovnjaci mogu živjeti i na koralinacejskim vapnencima, na biokalkarenitima, na pijesku i pješčenjacima te na laporima (Moissette et al., 2007). Njihov procvat u Paratetisu tijekom donjeg badena bio je do te mjere zastupljen da se naziva „briozojski događaj“ (Zágoršek et al., 2008; Key et al., 2013). Key et al. (2013) analizom stabilnih izotopa iz skeleta mahovnjaka izračunali da su se srednje miocenske temperature kretale u rasponu od 12 do 21°C. U Sjevernojhrvatskom bazenu mahovnjaci su često živjeli u asocijaciji s koraljnim algama, te su pronađeni na gotovo svim istraživanim lokalitetima toga područja. Fragmenti briozoa mogu biti nađeni i u bioklastičnim naslagama oko grebenskih struktura, pa čak i dubljim marinskim sredinama kao pretaloženi materijal (Martinuš et al., 2013; Posedi et al., 2014).

Mahovnjaci su pronađeni samo u preparatima gdje se vide u presjecima. Dominiraju koraste kolonije, a ima i prstastih, nepravilnih, lunulitiformnih i granastih oblika (TABLA 2).

### 5.2.3. Krednjaci (Foraminifera)

Bentičke foraminifere pouzdani su pokazatelji paleoekoloških promjena (Zágoršek et al., 2009; Martinuš et al., 2013). Distribucija i raznolikost bentičkih foraminifera uglavnom ovise o koncentraciji kisika u pornim vodama i količini organskog materijala (Drinia et al., 2003), iako se utjecaj temperature, dubina vode i salinitet ne mogu zanemariti (Pippèrr i Reichenbacher, 2010). Visok sadržaj kisika i organskog materijala uzrokuju eutrofne uvjete. U takvom okruženju raznolikost bentičkih foraminifera je mala, a brojnost velika, što dovodi do potrošnje kisika u pridnenim vodama. Visok postotak bentičkih foraminifera ukazuje na visoku produktivnost u plitkim bazenima ili nižu stopu sedimentacije (Tyszka, 2001). Foraminifere determinirane u uzorcima s terena pripadaju redovima: Rotaliida, Textulariida, Miliolida i Lagenida (TABLA 2, slika 6; TABLA 3, 4, 5; TABLA 6, slike 1-3; TABLA 8 i 9). Od Rotaliida, zastupljene su planktonske (*Globigerina* sp.), i bentičke foraminifere (*Cibicides* sp., *?Paleomiogypsina* sp., *Nephrolepidina* sp., *Miogypsinoidea* sp., *Sphaerogypsina globulus* (Reuss, 1848), *Amphistegina mammilla* (Fichtel i Moll, 1798), *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny u Guérin-Méneville, 1832) i *Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839)). Od Miliolida, zastupljena je bentička foraminifera *Triloculina tricarinata* (d'Orbigny, 1826).

### 5.2.4. Vapnenački nanoplankton

Za razliku od foraminifera, nanoplankton je često ključan kod određivanja starosti naslaga, ali nažalost nije pronađen niti u jednom uzorku, premda su načinjeni preparati.

### 5.2.5. Rakovi (Crustacea): Ostrakodi (Ostracoda) i Brumbuljci (Balanomorpha)

Rakovi (Crustacea) su životinje koje se ubrajaju u razred člankonožaca i većinom su morski i slatkovodni, dok manji broj vrsta živi na kopnu. Različitih su veličina, od onih mikroskopskih (promjer 0,1 mm) do golemih (do 1,5m). Predstavljaju skupinu od preko 67.000

poznatih i opisanih vrsta životinja. Tijelo im je člankovito i izgrađeno od većeg broja kolutića, a među kojima se razlikuju: kolutići glave, prsa i zatka. Od ostalih se člankonožaca razlikuju po tome što dišu škrgama. Najčešće imaju dva para ticala (osjetilni organi), a koji mogu služiti za kretanje i pridržavanje. Postoje skupine rakova koji imaju segmentirane dijelove tijela, ali kod većine skupina, glava je srasla s prsnim segmentima u glavopršnjak. Trbušni segmenti su odijeljeni te svaki, osim posljednjeg, nosi po par nogu. Tijelo rakova je specifično po tome što je zaštićeno hitinskim oklopm, koji, očvrstnut kalcijevim karbonatom i fosfatom, čini jak vanjski egzoskelet. Oklop prilikom presvlačenja rakovi odbacuju i zamjenjuju sa novim. Rakovi, osobito kopneni, imaju veliku moć regeneracije izgubljenih dijelova, a u viših rakova postoji i mogućnost samoosakaćivanja. Duljina života u rakova je različita, od nekoliko mjeseci do više od 50 godina. Hrane se sitnim životinjama ili životinjskim ostacima u raspadanju (filtratori), a neki se hrane i biljem. Osim rađanja živih mladunaca, rakovi se legu iz jaja. Poznati su po tome da zaštićuju potomstvo, a ženka nosi oplođena jaja na trbušnim nožicama. Vrlo su plodni, mogu ispustiti oko 9000, a neke vrste i do 2 milijuna jaja. Ličinka koja se razvije iz jajeta zove se nauplij, a iz nje naprednija ličinka zoea. Presvlačenjem ličinka mijenja oblik i približava se obliku odrasla raka.

#### Ostrakodi (Ostracoda)

Podrazred ostrakoda pripada podkoljenu Crustacea (raci) te koljenu Arthropoda (člankonošci). To su račići malih dimenzija (0,15 mm do 2 mm) bilateralne simetrije. Njihovo tijelo se sastoji od dvije ljušturice, a unutar kojih se nalazi tijelo raka. Ovalnoga su oblika te se kao takvi najbolje mogu usporediti s oblikom bubrega. Postoji 70 000 vrsta ostrakoda. Njihovo tijelo nije segmentirano, sastoji se od glave i oprsja. Glava je najveći organ na kojem se nalazi pet pari člankovitih nožica, a na oprsju pet do sedam pari člankovitih nožica koje raku služe za kretanje i hranjenje. Ornamentacija i robustnost ljuštura ostrakoda govori o okolišnim uvjetima, tj. dubini i razini energije na tom području (Armstrong i Brasier, 2005). U uzorcima su pronađeni morski rodovi ostrakoda *Aurila* sp., *Loxoconcha* sp., i *Xestoleberis* sp. (u uzorku A6) te slatkovodni rodovi poput *Pontoniella* sp., *Herpetocyprilla* sp., *Herpetocypris* sp. i *Amplocypris* sp. (TABLA 10; TABLA 11, slike 1-3).

## Brumbuljci (Balanomorpha)

Brumbuljci (Balanomorpha) su podred morskih račića vitičara (TABLA 8, slika 4). Žive u pojasu plime i oseke i pričvršćeni su na kamenju i na potopljenim predmetima. Imaju okruglasto kratko tijelo koje je okruženo sa 6 vapnenih pločica i ima pokretni poklopac koji sprječava isušenje za vrijeme oseke. Poznato je više od 250 vrsta. Hrane se planktonom i žive u velikim naseobinama. U Jadranu je poznat obični brumbuljak (*Balanus balanoides*). Prilikom istraživanja, u mikroskopskom uzorku pronađen je samo jedan presjek brumbuljka u preparatu A4 (podred Balanomorpha).

### 5.2.6. Ostalo

Od ostalih organizama, pronađeni su također i: bodlje ježinaca (u preparatima A4 i A5), fragmenti ljuštura oštriga (u preparatu A4) riblji zubi te jedan primjerak ramenonošca (u preparatu A8). Razred ježinaca (Echinoidea) pripada koljenu bodljikaša (Echinodermata). Dije se u dva podrazreda: Cidaroidea i Euechinoidea. Pokazuju visok fosilizacijski potencijal s obzirom na magnezijско-kalcijsku građu skeleta te su među najčešćim makrofosilima pronađenim u oligocenskim i miocenskim karbonatima. Stanište im počinje od intertajdala pa sve do dubokomorskih jaraka (Kroh i Nebelsick, 2010). Glavni su bioerozivni organizmi i imaju važnu ulogu u proizvodnji karbonata na koraljnim grebenima (Carreiro-Silva i McClanahan, 2001). Biogeografska istraživanja faune ehinoida centralnog Paratetisa, pokazala su da je veliki dio ehinoidnih vrsta imigrirao u centralni Paratetis iz Mediteranskog područja. U ovom istraživanju pronađeni su poprečni presjeci bodlji pravilnih ježinaca (TABLA 6, slika 6; TABLA 7, slike 1-3).

Za oštrige možemo spomenuti da je riječ o tipičnom mekušcu koji dolazi iz razreda školjkaša, a kojeg vežemo uz umjerena i topla obalna područja mora i oceana. Oštrige mogu obitavati i u okolišima s donosom slatke vode (Sremac et al., 2018) jer ona donosi puno nutrijenata. Pronađeno je svega dva poprečna presjeka oštriga (TABLA 6, slika 4 i 5).

Ramenonošci (Brachiopoda) su koljeno životinja koje vežemo isključivo za more. To su bilateralne morske životinje s dvostranom ljušturou i izgledom jako podsjećaju na školjke. Ramenonošci su pravi primjer filtratora, epifaunalni organizmi, te kao takvi iz vode filtriraju

hranu. Kao živi fosili, poznati su kao organizmi koji su ostali nepromijenjeni 400 milijuna godina. U ranijim geološkim razdobljima, ramenonošci su bili mnogobrojni organizmi. Danas veličina njihove ljuštare ne prelazi 5 cm, no među fosilnim vrstama ima ih i do 30 cm veličine. Najčešći su na dubinama između 10 i 50 metara, ali mnoge vrste su dubokomorske. U mojim uzorcima, pronađen je svega jedan primjerak roda *Argyrotheca* sp. (TABLA 11, slika 3).

Ribe su mnogobrojna i raznolika skupina organizama koja živi u moru i slatkim vodama. Jedina su fosilna skupina koja u ovom istraživanju pripada kralješnjacima. S obzirom na izgled zubiju, zaključili smo da se radi o predatorskim zubima štukolikih riba i morskih pasa. (TABLA 11, slike 4-6).

### 5.3. Opis uzoraka

#### Uzorak –A4 – mikroskopski preparat

Uzorak A4 (slika 17) najstariji je uzorak ovog istraživanja. Ovaj uzorak je na samom terenu bio najtvrdi što se moglo zaključiti udarcem čekića o njega prilikom uzorkovanja same stijene. Najčešći fosili koji su se pojavljivali u ovom mikroskopskom uzorku su crvene alge, mahovnjaci, foraminifere i ježinci dok su rijetki fragmenti oštrige i brumbuljaka. Od crvenih algi pojavljuje se red Corallinales, rod *Subterraniophyllum* sp. (Elliott, 1957), *Mesophyllum* sp. (Me.Lemoine, 1928) te *Hydrolithon* sp. (Foslie, 1909) i *Lithothamnion* sp. (Heydrich, 1897). Od foraminifera zastupljene su: faniije: Cibicididae (Cushman, 1927) i Lepidocyclinidae (Scheffen, 1932); rodovi: *Amphistegina* sp. (d'Orbigny, 1826), *Sphaerogypsina* sp. (Galloway, 1933), *Paleomiogypsina* sp., *Miogypsinoidea* sp. (Yabe i Hanzawa, 1928) i *Nephrolepidina* sp. (Douvillé, 1911) te vrste: *Sphaerogypsina globulus* (Reuss, 1848), *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny, 1832) i *Amphistegina mammilla* (Fichtel i Moll, 1798). Uz crvene alge, obilni su i mahovnjaci (Bryozoa) od koji se pojavljuju lunulitiformni, nepravilni, granasti i korasti oblici istih. Od ježinaca pronalazimo poprečne presjeke bodlji pravilnih ježinaca (razred Echinoidea), od oštriga pronalazimo fragmente ljuštura te presjek brumbuljka (podred Balanomorpha). S obzirom na veličinu čestica, ovdje je riječ o biokalkarenitu (vapnenac pretežno sastavljen od čestica fosilnog kršja i cijelih skeleta organizama arenitne veličine). Sukladno Folkovoj klasifikaciji, riječ je o biomikritu, a sukladno Dunhamovoj klasifikaciji, riječ je o vekstonu.



**Slika 17.** Mikrofotografija uzorka izrađenog iz uzorka A4.

Biokalkarenit s presjecima crvenih algi.

#### Uzorak –A5 – mikroskopski preparat

Najčešći fosili koji su se pojavljivali u ovom mikroskopskom uzorku su svakako planktonske foraminifere te ostaci ježinaca koje pronalazimo u tragovima. Od foraminifera zastupljene su: faniije: Cibicididae (Cushman, 1927) i Textulariidae (Ehrenberg, 1838) te rod *Globigerina sp.* (d'Orbigny, 1826) i vrsta *Triloculina tricarinata* (d'Orbigny, 1826). Od ježinaca pronalazimo poprečni presjek bodlji pravilnih ježinaca (razred Echinoidea). S obzirom na veličinu čestica, ovdje je također riječ o biokalklarenitu (2mm - 63 $\mu$ m veličina čestica), ali nešto sitnozrnatijem. Sukladno Folkovoj klasifikaciji, riječ je o biomikritu, a sukladno Dunhamovoj klasifikaciji, riječ je o madstonu (slika 18).





**Slika 18.** Mikrofotografija uzorka izrađenog iz uzorka A5.  
Biokalkarenit s presjecima planktonskih foraminifera.

Uzorak A5, dotano smo obradili tehnikom muljenja. U tom uzorku, nađu se rijetke foraminifere te ostrakodi. Od foraminifera zastupljene su: familija Miliolidae (Ehrenberg, 1839); rod: *Cibicides* sp. (Montfort, 1808) te vrste: *Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839), *Glandulina ovula* (d'Orbigny, 1846) i *Heterolepa dutemplei* (d'Orbigny, 1846). Od ostrakoda su zastupljeni rodovi *Loxoconcha* sp. (Sars, 1866), *Xestoleberis* sp. (Sars, 1866) i *Aurila* sp. (Pokorny, 1955).

#### Uzorak A6 – tehnika muljenja

Uzorak A6, obrađen je tehnikom muljenja. U tom uzorku, fosili također nisu zastupljeni u velikim količinama kao i kod uzorka A5, odnosno, još je siromašniji sa fosilima od prethodno opisanog uzorka. Jedini fosili koji su se pojavljivali u ovom mikroskopskom uzorku, među mnogobrojnim kalcitičnim zrcima, su foraminifere. Od foraminifera zastupljene su: fragmentirane lagenide, miliolide te rod *Cibicidoides* sp.

## Uzorak A8 – tehnika muljenja

Uzorak A8, koji smo obradili tehnikom muljenja, uzet je sa najsjevernije lokacije. U tom uzorku, fosili su zastupljeni u većim količinama za razliku od A5 i A6. Najčešći fosili, koji su se pojavljivali u ovom mikroskopskom uzorku su: ostrakodi (razred Ostracoda), ramenonošci (koljeno Brachiopoda) i riblji zubi (rod *Esox* sp. i infrarazred Selachii). Od ostrakoda pronađeni su: rodovi: *Herpetocyprilla* sp. (Daday, 1909), *Herpetocypris* sp. (Brady i Norman, 1889), *Amplocypris* sp. (Zalanyi, 1944) i *Pontoniella* sp. (Swain i Wagoner, 1985).

### 5. 4. Rezultati kalcimetrije

Metodom kalcimetrije određena je količina karbonata u dva uzorka (slika 19). Analizirani su uzorci A5 i A6. U uzorku A5 količina karbonata iznosi 94,61%. U uzorku A6 karbonati su prisutni s 98,86%. Svi uzorci pripadaju vapnencima, što znači da uzorci nisu lapori (stijene koje sadrže 20 – 80 % kalcita i gline) (Tišljar, 1994).

IZ TABELICE

$$\frac{\text{ml CO}_2 \cdot F \cdot 2,274 \cdot 100}{\text{odvaja u mg}} = \% \text{CaCO}_3$$

OČITANO NA KALCIMETRU      ONO ŠTO SMO VAŽALI

**STANDARD**

1.)  $\frac{78,5 \cdot 1,810 \cdot 2,274 \cdot 100}{317,6} = 101,73$

2.)  $\frac{78 \cdot 1,810 \cdot 2,274 \cdot 100}{317,8} = 101,02$

$$\frac{101,73 + 101,02}{2} = \underline{101,38}$$

**UZORAK A5**

3.)  $\frac{71 \cdot 1,810 \cdot 2,274 \cdot 100}{308,8} = 94,63$

4.)  $\frac{71 \cdot 1,810 \cdot 2,274 \cdot 100}{309} = 94,58$

$$\frac{94,63 + 94,58}{2} = \underline{94,61}$$

**UZORAK A6**

5.)  $\frac{73 \cdot 1,810 \cdot 2,274 \cdot 100}{302,8} = 99,23$

6.)  $\frac{72,5 \cdot 1,810 \cdot 2,274 \cdot 100}{303} = 98,48$

$$\frac{99,23 + 98,48}{2} = \underline{98,86}$$

Slika 19. Izračun standarda te uzorka A5 i A6 koje smo dobili kalcimetrijom.

## 6. Rasprava

### 6.1. Geološka građa istraživanih naslaga

Naš zadatak bio je istražiti trasu ceste i načiniti geološku kartu na području Gornja Planina – Karivaroš (slika 14). Prilikom istraživanja geološke građe terena, kolegica Ana Franjičević i ja bile smo upućene na izdanke koje smo vidjeli uz cestu. Na vidljivim izdancima nije bilo uvijek moguće mjeriti položaj slojeva niti utvrditi granice između pojedinih geoloških jedinica. Zbog toga smo strukturu rekonstruirale pomoću geološkog profila (slika 15), koji nam je pomogao procijeniti debljine naslaga. Procjenu je najlakše načiniti za naslage sarmata ( $M_5$ ) i panona ( $M_6$ ) na sjeverozapadu terena, jer je njihov kontakt vidljiv na površini. Ostale debljine slojeva nismo mogli točno odrediti zbog pokrivenosti terena. Rasjed koji je ucrtan na geološkom profilu (slika 15) poremetio je normalne odnose te stoga ne možemo znati točne debljine istraživanih naslaga. Rasjed je ustanovljen na temelju slijeda naslaga, gdje bi se činilo da starije naslage leže na mlađima (slatkovodne naslage starijeg miocena na marinskim naslagama srednjeg miocena). Procijenjena debljina bioklastičnih naslaga donjega badena ( $M_4^1$ ) iznosi oko 100 metara, a debljina dubljevodnih vapnenaca gornjega badena ( $M_4^2$ ) više 10 metara (zbog rasjednog kontakta). Debljine sarmatskih ( $M_5$ ) naslaga na terenu su se činile značajnima, ali to je iz razloga što izdanak, koji nam je vidljiv predstavlja izbočeni antiklinalni dio borane strukture (slika 15). Osim toga dio sarmatskih ( $M_5$ ) naslaga presječen je rasjedom. Prethodna istraživanja sarmatskih ( $M_5$ ) naslaga u okolici nam govore da je njihova debljina oko tridesetak metara. Na temelju geološke karte i profila načinjen je shematski geološki stup (slika 16).

### 6.2. Paleookoliš

Kontakt marinskih naslaga sa starijom podlogom nažalost nije vidljiv, no u starijim jezerskim naslagama se može uočiti povremeni morski utjecaj (A. Franjičević, usmeno priopćenje).

Uzorak A4, koji predstavlja najstarije marinske naslage vidljive na terenu, uzet je s izdanka bioklastičnog vapnenca. Ove naslage sadrže koraljne alge, koje mogu živjeti u moru najčešće na dubinama do 70 metara. Posebno su dobro zastupljene na dubinama od 30 do 40 metara. S obzirom na okoliš, mogli bismo reći da je riječ o području srednje rampe, a koji je prema količini

svjetlosti oligofotni do mezofotni, a po količini nutrijenata oligotrofni do mezotrofni i nalaze se ispod valne baze za vrijeme lijepoga vremena (slično kao oligo-miocenske naslage Asmari formacije u Iranu, Taheri et al., 2017). Energija i prozirnost vode su osrednji. Na ovom području nema planktona, ali su zastupljene bentičke foraminifere, među kojima su najčešće amfistegine i sferogipsine. Amfistegine se pojavljuju od plosnatijih do izbočeno-lećastih formi, što potvrđuje srednju energiju vode. Brumbuljci i fragmenti oštriga ukazuju na blizinu obale.

U A5 dominiraju planktonske foraminifere i fragmenti bentičkih foraminifera, malo je bentosa te ti organizmi ukazuju na otvoreni pučinski okoliš. Neposredni kontakt između bioklastičnih vapnenaca (A4) i sitnozrnatih vapnenaca (A5) nije vidljiv, a nagli prijelaz iz plitkomorskog u pučinski tip naslaga nije uobičajen, pa je moguće da se i između ovih naslaga nalazi rasjed, a koji se ne vidi na terenu zbog vegetacijskog pokrova.

A6 uzorak ukazuje na nepovoljni okoliš jer su fosili rijetki i male raznolikosti. Najčešće su fragmentirane foraminifere, a koje su vjerojatno pretaložene iz starijih naslaga badena nakon kratkotrajne regresije i emerzije. Riječ je o vrlo plitkome moru u ranoj fazi transgresije, što znači da je riječ o plitkim i nepovoljnim uvjetima.

Kao posljednji istraživani uzorak je A8 koji je interpretiran kao jezerski okoliš, a na što nam ukazuju slatkovodni panonski ostrakodi. Tu je ustupila potpuna promjena režima taloženja gdje prestaje marinsko, a počinje jezersko (panonsko) taloženje naslaga.

### **6.3. Biostratigrafska rasprava**

Koralinacejske naslage (bioklastični kalkarenit, u starijoj literaturi poznat kao „litotamnijski“ vapnenac) rijetko kad će dati točnu starost, pogotovo jer se ovakav tip naslaga često pojavljuje od oligocena do pliocena (kada je riječ o Tethysu) ili od oligocena do srednjeg miocena (kada je riječ o području Parathethysa). Postoje neki presjeci crvenih algi koji su bolji pokazatelji starosti, kao što crvene alge roda *Subterraniophyllum* sp., ali premda je riječ o rekristaliziranim primjercima, ti bi onda uzorci mogli ukazati da su stariji od srednjeg miocena (M<sub>4-5</sub>).

Uzorak A4 vjerojatno je istaložen u razdoblju između kraja donjeg miocena i početka srednjeg miocena, a to nam pokazuju i velike bentičke foraminifere koje možemo vidjeti u tom uzorku.

Na temelju usporedbe sa susjednim terenima, ovim je naslagama ipak pripisana najvjerojatnija starost: donji baden ( $M_4^1$ ), u skladu s podacima Čorić et al. (2009) koji su naveli da se početak morske transgresije u Sjevernohrvatskom bazenu veže upravo za donji baden.

A5 je sitnozrnat, izrazito vapnenast uzorak na kojem smo primarno primjenili tehniku izrade mikroskopskog preparata. Taj preparat nam je pokazao da sadrži niz planktonskih foraminifera (uglavnom globigerinoidnog tipa), ali premda se iz mikroskopskog preparata ne mogu odrediti vrste, primjenili smo i tehniku muljenja na taj uzorak koji nam je pokazao osiromašenu zajednicu foraminifera. Jedna od njih bila je *Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839). Nalaz ove vrste mogao bi vjerojatno ukazati na gornji langij (gornji baden). Na temelju sličnih naslaga na susjednim terenima, ovom lokalitetu pripisana je starost gornjega badena ( $M_4^{2-3}$ ).

A6 uzorak je koji sadrži pretaložene lagenidne i miliolidne foraminifere te pretaložene morske ostrakode. Nema provodnih fosila a sukladno lokalno istraženim susjednim terenima, ovom lokalitetu je prepisana starost sarmata ( $M_5$ ).

Uzorak A8 predstavlja krovinu istraživanog morskog slijeda, ali na temelju ostrakoda koji su pronađeni, ovom izdanku pripisano je geološko razdoblje panona ( $M_6$ ).

## 7. Zaključak

Uz cestu Gornja Planina – Karivaroš može se pratiti slijed miocenskih naslaga od slatkovodnog donjeg miocena, preko marinskih naslaga srednjeg miocena do ponovno slatkovodnih naslaga gornjega miocena. Neposredni kontakti između pojedinih članova nisu vidljivi, naslage su blago položene prema sjeverozapadu, a struktura je u sjeverozapadnom dijelu prekinuta rasjedom. Marinski dio slijeda zastupljen je bioklastičnim koralinacejskim kalkarenitima, koji su taloženi na vanjskom dijelu rampe, između valne baze za lijepa i olujna vremena, tijekom donjeg badena. Na ovim naslagama leže sitnozrnati vapnenci s planktonskim foraminiferama gornjobadenske starosti, taloženi na vanjskom šelfu/padini. Nakon rasjeda izložen je dio plitkomorskih naslaga sarmatske starosti, s pretežno pretaloženim badenskim fosilima. Na marinskom dijelu slijeda leže slabo bočate do slatkovodne jezerske naslage panona.

## 8. Literatura

- Adir, N. (2005):** Elucidation of the molecular structures of components of the phycobilisome: reconstructing a giant. *Photosynth Res* 85, 15–32.
- Armstrong, H. i Brasier, M. (2005):** *Microfossils*, Second Edition, Blackwell. 142–184, 219–246.
- Bajraktarević, Z. i Pavelić, D. (2003):** The Karpatian in Croatia. In: Brzobohaty, R., Cicha, I., Kovač, M. i Rogl, F. (2003): *The Karpatian. A Lower Miocene stage of the Central Paratethys*. Masaryk University, Brno, 141–144.
- Bassi, D., Braga, J.C. , Zakrevskaya, E. i Radionova, E.P. (2007):** Redescription of the type collections of Maslov's species of Corallinales (Rhodophyta). II. Species included by Maslov in *Archaeolithothamnium* Rothpletz, 1891. *Rev. Esp. Paleontol.* 22, 115–125.
- Basso, D., Vrsaljko, D. i Grgasović, T. (2008):** The coralline flora of a Miocene maërl: the Croatian "Litavac". *Geologia Croatica*, 61/2–3, 333–340.
- Bošnjak, M. (2017):** *Paleoekologija i biostratigrafija badenskih (srednjomiocenskih) naslaga Medvednice na temelju mekušaca i pratećih fosilnih organizama*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Zagreb.
- Carreiro-Silva, M. & McClanahan, T.R. (2001):** Echinoid bioerosion and herbivory on Kenyan coral reefs: the role of protection from fishing. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 262, 133-153.
- Clarkson, E.N.K., (1998):** *Invertebrate Palaeontology and Evolution* (4th edition): Cambridge, Massachusetts, Blackwell Science, 452.
- Ćorić, S., Pavelić, D., Rögl, F., Mandić, O., Vrabac, S., Avanić, R., Jerković, L. i Vranjković, A. (2009):** Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica*, 62, 1, 31–43.

**Dawson, E. Y. (1966):** Marine Botany. New York: Holt, Rinehart & Winston. den. Hartog, C. (1971). The effect of the salinity tolerance of algae on their distribution , as exemplified by *Bangia*. Proc. 7th. Int. Seaweed Symp., 274-276.

**Drinia, H., Tsaparas, N., Antonarakou, A. i Goumas, G. (2003):** Benthic foraminiferal associated With Middle to Early Late Miocene oxygen deficient conditions in the Eastern Mediterranean: Eighth International Conference on Environmental Science and Technology, Lemnos Island, Greece, 8-10.

**El-Sorogy, A.S. (2002):** Miocene bryozoan buildups from Egypt: Morphology and Paleocology.- In Youssef, E.A.A. (ed.) 6th Internat.Conf. Geol. Arab world, Cairo University, 605-616.

**Gantt, E. (1980):** Structure and function of phycobilisomes: light harvesting pigment complexes in red and blue-green algae. Int. Rev. Cytol. 66, 45-80.

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

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

**Grossman, A.R., Bhaya, D., Apt, K.E. i Kehoe, D.M. (1995):** Light-harvesting complexes in oxygenic photosynthesis: diversity, control, and evolution. Annu. Rev. Genet. 29, 231-288.

**Hageman, S. J., McKinney, F. K. i Jaklin, A. (2013):** Testing Habitat Complexity as a Control over Bryozoan Colonial Growth Form and Species Distribution. Proceedings of the 15th International Conference of the Bryozoology Association, Ernst, A., Schäfer, P., & Scholz, J. (Eds.) Bryozoan Studies 2010. Lecture Notes in Earth System Sciences 143, 105-119.

**Harvey, A., Broadwater, S.T. , Woelkerling, W. J. i Mitrovski, P.J. (2003):** Choreonema (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapalidiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae, and Melobesioideae. *Journal of Phycology* 39, 988-998.

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

**Hrabovský, J. (2013):** Negenikulátne koralinné riasy (Corallinales, Sporolithales, Rhodophyta) z litotamniových vápencov lokality Vrchná hora pri Stupave (Viedenská panva, Slovensko). *Mineralia Slovaca*, 45, 23-34.

**Haq, B.U. i Boersma, A. (1998):** Introduction to marine micropaleontology. Elsevier, Amsterdam, 189–201.

**Key, M.M., Zágoršek, K. i Patterson, W.P. (2013):** Paleoenvironmental reconstruction of the Early to Middle Miocene Central Paratethys using stable isotopes from bryozoan skeletons. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* 102, 305-318. Doi:10.1007/s00531-012-0786-z.

**Kochansky, V. (1944):** Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). – Hrv. Drž. Geol. zav. Hrv. Drž. Geol. muz., Vol. 2/3, 171–280, Zagreb.

**Kováč, M., Hudáčková, N., Halášová, E., Kováčová, M., Holcová, K., Oszczyk-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.

**Kroh, A. i Nebelsick, J.H. (2010):** Echinoderms and Oligo-Miocene Carbonate Systems: Potential Applications in Sedimentology and enviromental reconstruction. In: *Int.Assoc. Sedimentol. Spec. Publ.* 42,201-228.

**Lee, R. E. (1999):** *Phycology*. Cambridge University Press, 1-614.



**Liu, L.N., Chen, X.L., Zhang, Y.Z. i Zhou, B.C. (2005):** Characterization, structure and function of linker polypeptides in phycobilisomes of cyanobacteria and red algae: An overview. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics* 1708/ 2, 133-142.

**Lüning, K. (1990):** Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology, 572. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0025315400037632>.

**MacColl, R. (1998):** Cyanobacterial phycobilisomes. *J. Struct. Biol.* 124, 311–334.

**Martinuš, M., Fio, K., Pikelj, K. i Aščić, Š. (2013):** Middle Miocene warm–temperate carbonates of Central Paratethys (Mt. Zrinska Gora, Croatia): paleoenvironmental reconstruction based on bryozoans, coralline red algae, foraminifera, and calcareous nannoplankton. *Facies* 59/ 3, 481–504.

**Massard, J. A. i Geimer, G. (2008):** Global diversity of bryozoans (Bryozoa or Ectoprocta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595, 93–99.

**Moissette, P., Escarguel, G., Dulai, A., Kazmer, M., Muller, P. i Saint – Martin, J.P. (2007):** Mosaic of environments recorded by bryozoan faunas from the Middle Miocene of Hungary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 252, 530–536.

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

**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. (2002):** The South-Western Boundary of Central Paratethys. *Geologia Croatica*, 55/1, 83–92.

**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.

**Pezelj, Đ. (2005):** Late Badenian Deep-Water Microfossil Association from the locality St. Barbara in Medvednica Mt. (Croatia). U: Velić, I., Vlahović, I. & Biondić, R. (ur.): 3. hrvatski geološki kongres, Knjiga sažetaka Abstract Book, Opatija, Hrvatska, Hrvatsko geološko društvo, Hrvatski geološki institut, Prirodoslovno-matematički fakultet, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, INA-Industrija nafte d.d., 109–110.

**Pezelj, Đ. (2015):** Donjobadenske bentičke foraminifere lokaliteta Glavnica Gornja. U: Mauch Lenardić, J., Hernitz Kučenjak, M., Premec Fuček, V. & Sremac, J. (ur.): Međunarodni znanstveni skup 100-ta obljetnica rođenja Vande Kochansky-Devidé, Zagreb, Knjiga sažetaka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 72–72.

**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. i Bermanec, V. (2016):** Shallow-water benthic foraminiferal assemblages and their response to the paleoenvironmental changes-example from the Middle Miocene of Medvednica Mt. (Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica*, 67, 4, 329–345.

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

**Pippèrr, M. i Reichenbacher, B. (2010):** Foraminifera from the borehole Altdorf (SE Germany): proxies for Oligocene (early Miocene) palaeoenvironments of the Central Paratethys. *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 289, 62-80.

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

**Posedi, N., Bošnjak, M., Sremac, J. i Vrsaljko, D. (2014):** Srednjomiocenski bryozoa s lokaliteta Pivnice (Dilj gora, Hrvatska) (Middle Miocene Bryozoa from the locality Pivnice (Dilj gora, Croatia)). In: Abolmasov, B., Bogičević, K., Ganić, M., Jelenković, R., Maran

Stevanović, A., Matović, V., Ristić Vakanjac, V., Ristović, A. and Rundić, Lj. (eds.): Proceedings of the XVI Serbian Geological Congress. Serbian Geological Society, 197-205.

**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.

**Samsonoff, W.A. i MacColl, R. (2001):** Biliproteins and phycobilisomes from cyanobacteria and red algae at the extremes of habitat. *Arch Microbiol* 176, 400-405.

**Sremac, J., Bošnjak Makovec, M., Vrsaljko, D., Karaica, B., Tripalo, K., Fio Firi, K., Majstorović Bušić, A. i Marjanac, T. (2016):** Reefs and bioaccumulation in the Miocene deposits of the North Croatian Basin-Amazing diversity yet to be described. *The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin* 10, 19-29.

**Sremac, J., Tripalo, K., Repac, M., Bošnjak, M., Vrsaljko, D., Marjanac, T., Moro, A., Lužar – Oberiter, B., Fio – Firi K. i Aščić, Š. (2018):** Middle Miocene drowned ramp in the vicinity of Marija Bistrica (Northern Croatia), *The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin*, 56:551.8, 23–43.

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

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

**Taheri, M.R.; Vaziri-Mogaddam; Taheri, A. i Ghabeishavi, A. (2017):** Biostratigraphy and paleoecology of the Oligo-Miocene Asmari Formation in the Izeh zone (Zagros Basin, SW Iran). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 69/1, 59-85.

**Taylor, P.D. (2005):** Bryozoans and palaeoenvironmental interpretation. In: *Journal of The Palaeontological Society of India. Golden Jubilee 50 /2/, 1-11.*

**Tišljar, J.(1994):** Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb. XI + 417.

**Tomljenović, B.(2002):** Strukturne značajke Medvednice i Samoborskog gorja, doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

**Tripalo, K. (2017):** Miocenski biolititi istočnog dijela Medvednice, diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

**Tyszka, J. (2001):** Microfossil assemblages as bathymetric indicators of the Toarcian-Aalenian "Fleckenmergel"-facies in the Carpathian Pieniny Klippen belt: *Geologica Carpathica* 52/ 3/, 147–158.

**Vrsaljko, D., Pavelić, D. i Bajraktarević, Z. (2005):** Stratigraphy and palaeogeography of Miocene deposits from the marginal area of Žumberak Mt. and the Samoborsko gorje Mts. (northwestern Croatia). *Geol. Croat.*, 58/2, 133-150.

**Vrsaljko, D., Pavelić, D., Miknić, M., Brkić, M., Kovačić, M., Hećimović, I., Hajek-Tadesse, V., Avanić, R. i 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, Zagreb.

**Woelkerling, W.J. (1988):** The Coralline Red Algae: An analysis of the Genera and Subfamilies of Nongeniculate Coralinaceae. British Museum (Natural History), Oxford University Press, 1-167.

**Zágoršek, K., Holcová, K., Nehyba, S., Kroh, A. i Hladilová, Š. (2008):** The invertebrate fauna of the Middle Miocene (Lower Badenian) sediments of Kralice nad Oslavou (Central

Paratethys, Moravian part of the Carpathian Foredeep). Bulletin of Geosciences 84/3, 465-496. Doi: 10.3140/bull.geosci.1078.

**Zàgoršek, K., Holková, K., Nehyba, S., Kroh, A. i Hladilová, Š. (2009):** The invertebrate fauna of the Middle Miocene (Lower Badenian) sediments of Kralice and Oslavou (Central Paratethys, Moravian part of the Carpathian Foredeep). Bull. Geosci. 84; 465-496.

**Zàgoršek, K., Nehyba, S., Tomanová-Petrová, P., Hladilová, Š., Bitner, M. A., Doláková, N., Hrabovský, J. i Jašková, V. (2012):** Local catastrophe caused by tephra input near Přemyslovice (Moravia, Czech Republic) during the Middle Miocene. - Geol. Quart. 56/2, 269-284.

Mrežni izvori (pristupljeno: kolovoz, 2019)

<https://www.google.com/maps/@45.9597154,16.0323465,11728m/data=!3m1!1e3>

<https://sh.wikipedia.org/wiki/O%C5%A1triga>

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Ramenono%C5%A1ci>

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Rakovi>

<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=9817>

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

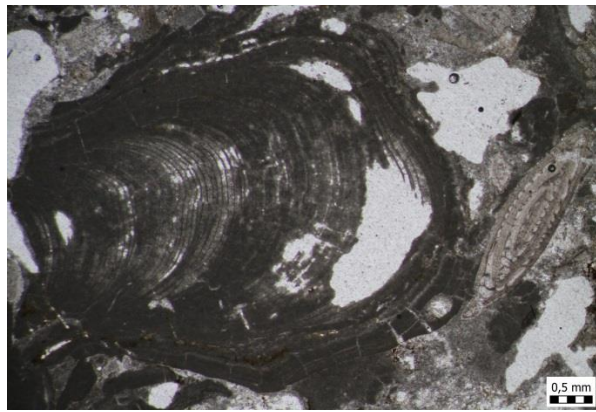
## 9. Table

## TABLA 1

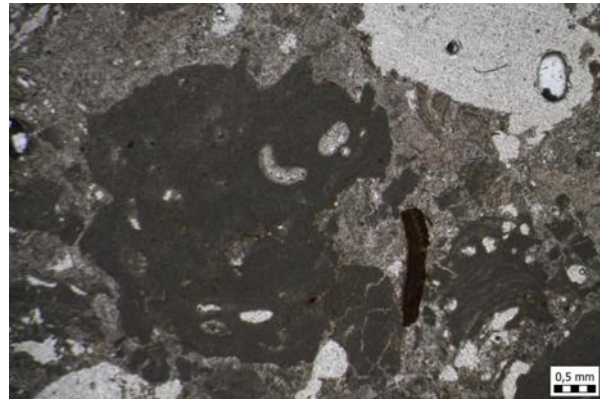
Crvene alge, donji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Species ? *Lithothamnion* sp., (Hauck, 1878), poprečni presjek, uzorak A4-a.
2. Genus *Hydrolithon* sp. (Foslie, 1909), poprečni presjek, uzorak A4-a.
3. Genus *Mesophyllum* sp. (Me.Lemoine, 1928), poprečni presjek, uzorak A4-a.
4. Genus *Mesophyllum* sp. (Me.Lemoine, 1928), poprečni presjek, uzorak A4-c.
5. Genus ? *Subterraniophyllum* sp. (Elliott, 1957), poprečni presjek, uzorak A4-d.
6. Genus ? *Subterraniophyllum* sp. (Elliott, 1957), poprečni presjek, uzorak A4-b.

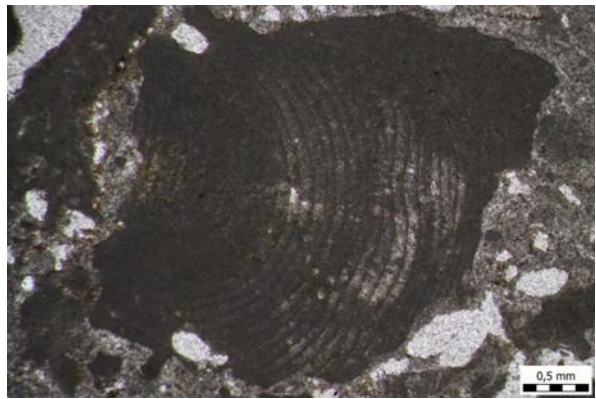
1) A4 - a



2) A4 - a



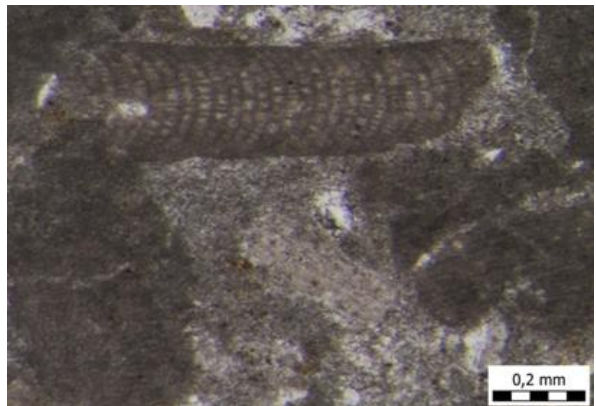
3) A4 - a



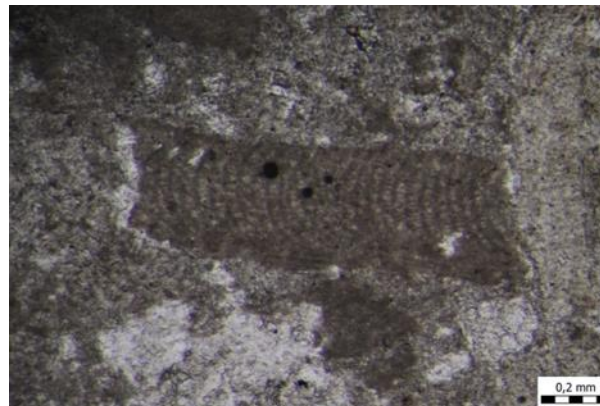
4) A4 - c



5) A4 - d



6) A4 - b



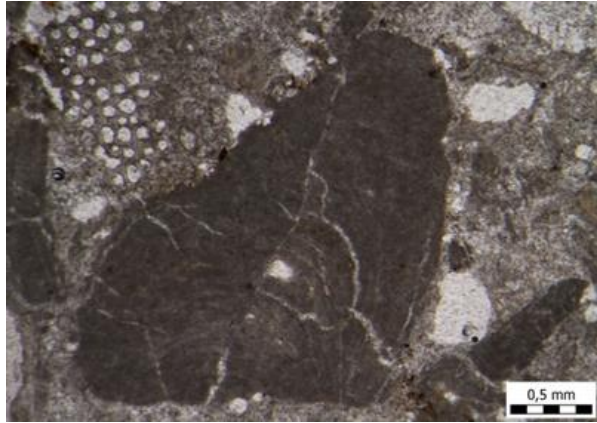


## TABLA 2

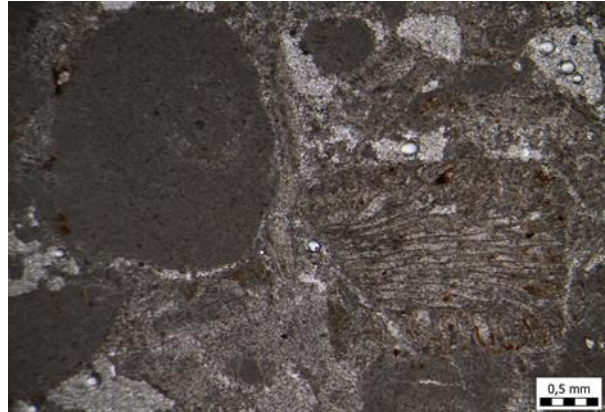
Crvene alge, mahovnjaci i foraminifere, donji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Ispucali primjerak rodofita i Phylum Bryozoa, poprečni presjek,  
obraštanje crvenih algi i mahovnjaka (nepravilni oblik), uzorak A4-d.
2. Rodofit i Phylum Bryozoa, poprečni presjek,  
obraštanje crvenih algi i mahovnjaka (stupičasti oblik), uzorak A4-e.
3. Phylum Bryozoa, lunulitiformni oblik, uzorak A4-b.
4. Phylum Bryozoa, nepravilni oblik, uzorak A4-c.
5. Phylum Bryozoa, granasti oblik, uzorak A4-c.
6. Genus *Nephrolepidina* sp. (Douvillé, 1911), poprečni presjek, uzorak A4-b.

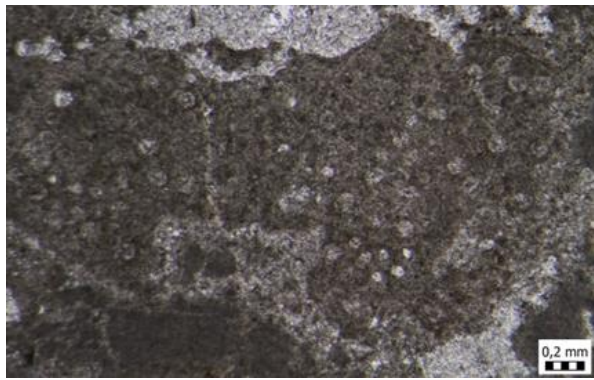
1) A4 - d



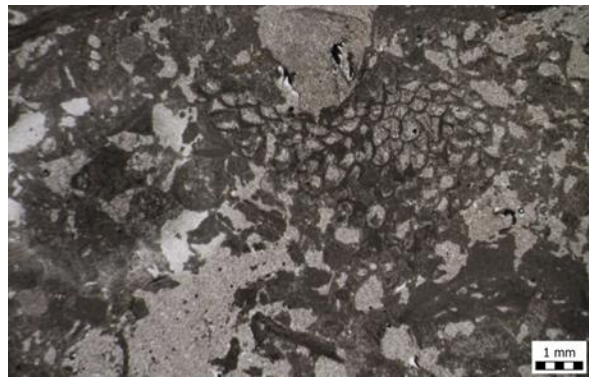
2) A4 - e



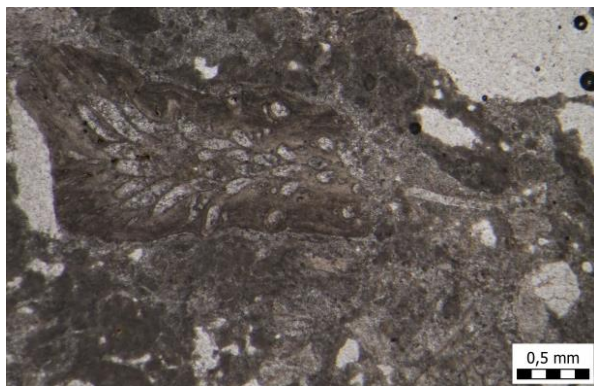
3) A4 - b



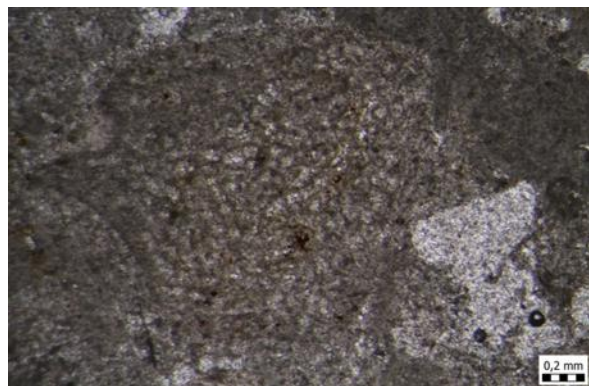
4) A4 - c



5) A4 - c



6) A4 - b

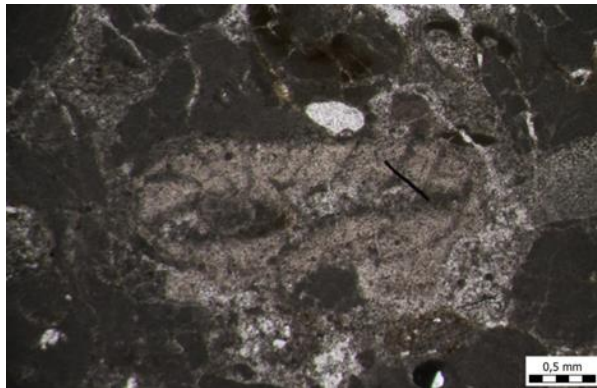


### TABLA 3

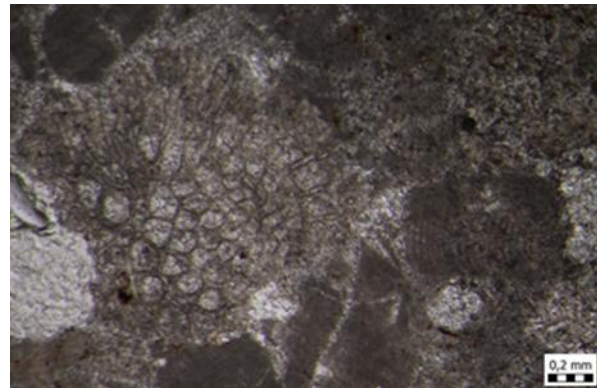
Foraminifere, donji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Genus ? *Paleomiogypsina* sp., porculanasta stijenska, kosi do osni presjek, uzorak A4-a.
2. Genus *Miogypsinooides* sp. (Yabe i Hanzawa, 1928), poprečni presjek, uzorak A4-e.
3. Genus ? *Sphaerogypsina* sp. (Galloway, 1933) , poprečni presjek, uzorak A4-a.
4. Species *Sphaerogypsina globulus* (Reuss, 1848), poprečni presjek, uzorak A4-e.
5. Species *Amphistegina mamilla* (Fichtel i Moll, 1798) , staklasta stijenska,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-d.
6. Species *Amphistegina mamilla* (Fichtel i Moll, 1798), staklasta stijenska,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-a.

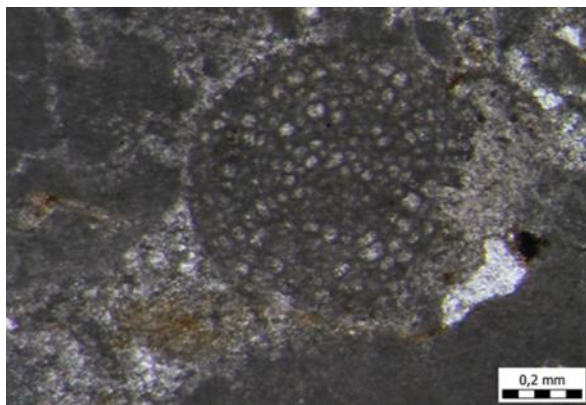
1) A4 - c



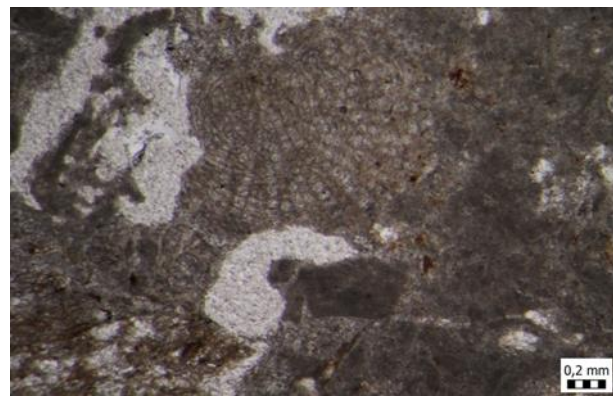
2) A4 - e



3) A4 - a



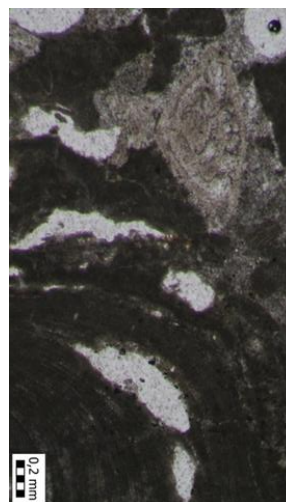
4) A4 - e



5) A4 - d



6) A4 - a



#### TABLA 4

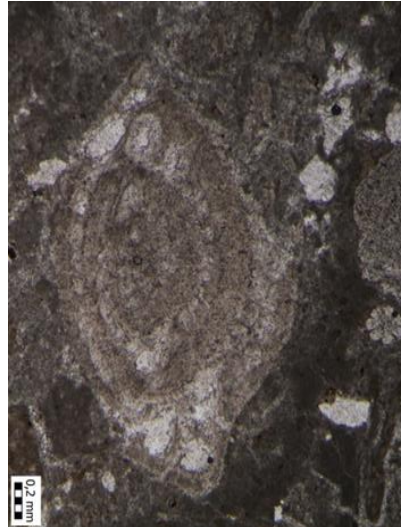
Foraminifere, donji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Species *Amphistegina mamilla* (Fichtel & Moll, 1798) , staklasta stijenka,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-e.
2. Species *Amphistegina mamilla* (Fichtel & Moll, 1798) , staklasta stijenka i  
Class Echinoidea, bodlje pravilinih ježinaca, poprečni presjeci, uzorak A4-e.
3. Species *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny u Guérin-Méneville, 1832), staklasta stijenka,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-b.
4. Species *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny u Guérin-Méneville, 1832) , staklasta stijenka,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-a.
5. Species *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny u Guérin-Méneville, 1832) , staklasta stijenka,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-a.
6. Species *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny u Guérin-Méneville, 1832) , staklasta stijenka,  
kosi do osni presjek, uzorak A4-d.

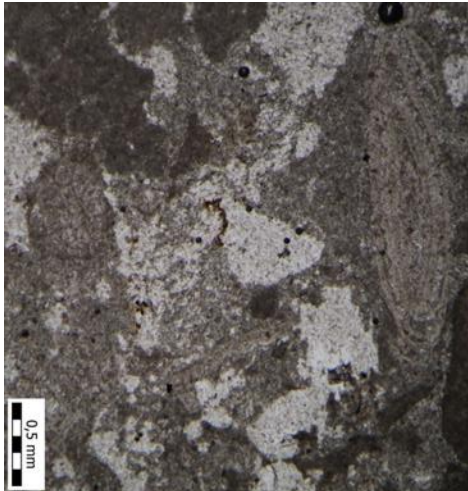
1) A4 - e



2) A4 - e



3) A4 - b



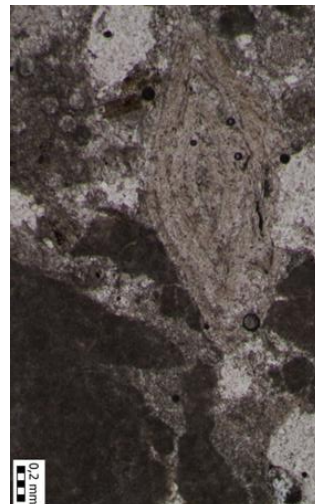
4) A4 - a



5) A4 - a



6) A4 - d

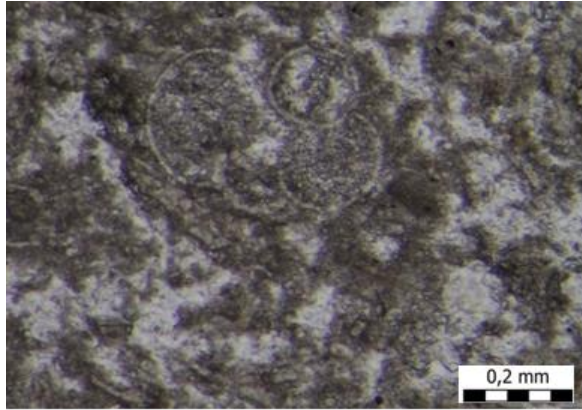


## TABLA 5

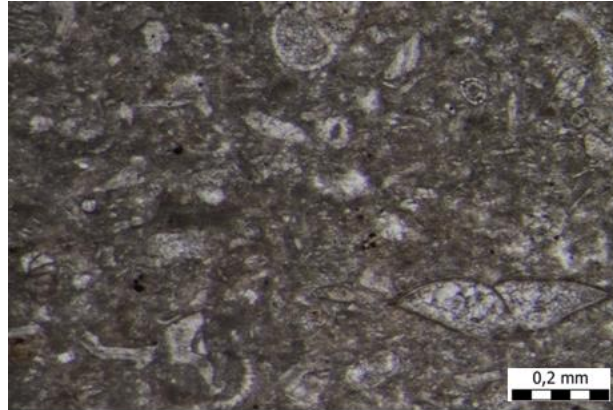
Foraminifere, gornji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Genus *Globigerina* sp. (d'Orbigny, 1826), staklasta stijenska, kosi do osni presjek, uzorak A5.
2. Genus *Globigerina* sp. (d'Orbigny, 1826), staklasta stijenska, kosi do osni presjek, uzorak A5.
3. Genus *Globigerina* sp. (d'Orbigny, 1826) i Family Cibicididae, staklasta stijenska, poprečni presjek, uzorak A5.
4. Genus *Globigerina* sp. (d'Orbigny, 1826), staklasta stijenska, kosi do osni presjek, uzorak A5.
5. Genus *Globigerina* sp. (d'Orbigny, 1826), staklasta stijenska, Species *Triloculina tricarinata* (d'Orbigny, 1826) , staklasta stijenska, kosi do osni presjek, uzorak A5.
6. Genus *Globigerina* sp. (d'Orbigny, 1826) , staklasta stijenska, kosi do osni presjek, uzorak A5.

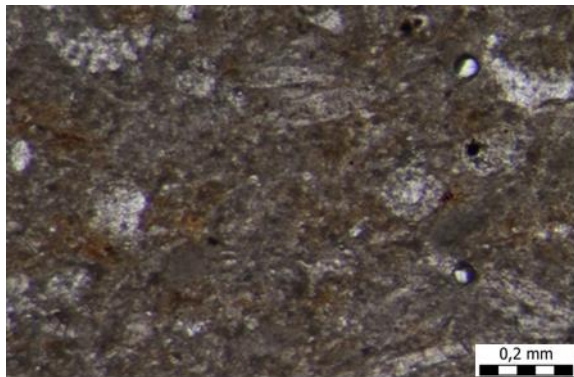
1) A5



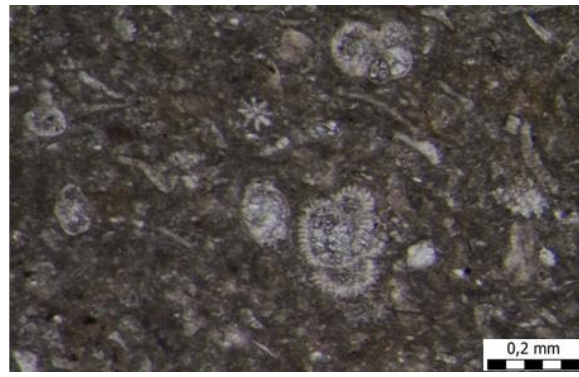
2) A5



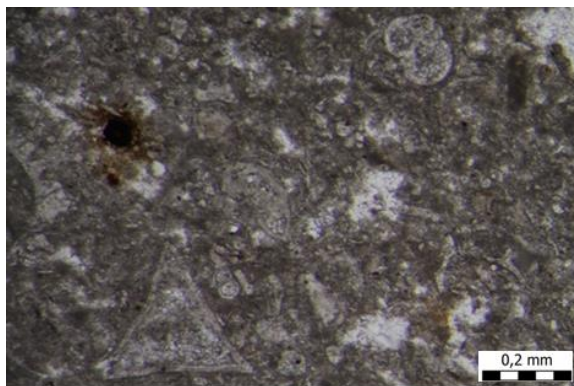
3) A5



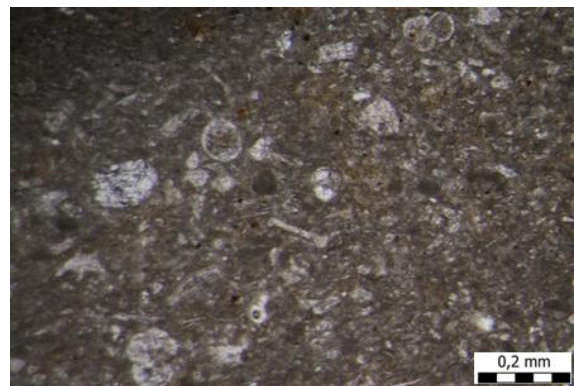
4) A5



5) A5



6) A5



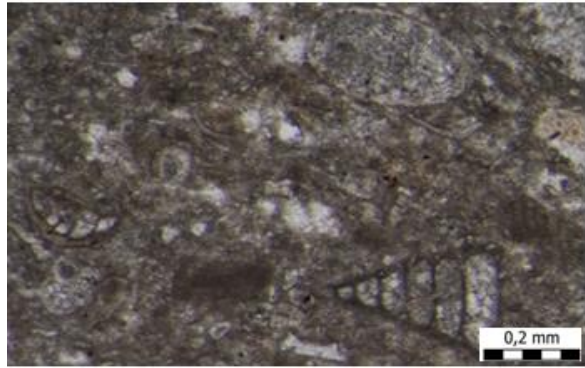


## TABLA 6

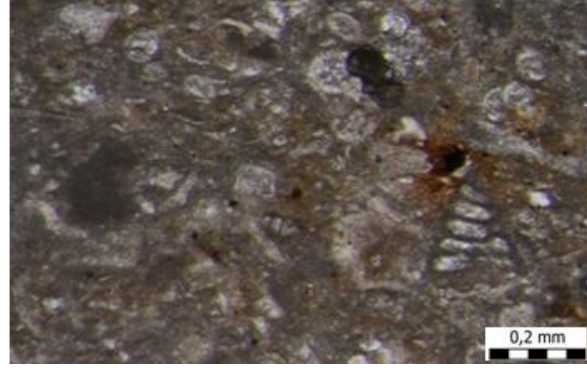
Foraminifere, oštrige i ježinci, srednji i gornji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Family Textulariidae, aglutinirana stijenka, poprečni presjek, uzorak A5.
2. Family Textulariidae, aglutinirana stijenka, poprečni presjek, uzorak A5.
3. Family Textulariidae i Cibicididae, aglutinirana/staklasta stijenka, poprečni presjek, uzorak A5.
4. Oštrige, poprečni presjek, uzorak A4-c.
5. Oštrige, poprečni presjek, uzorak A4-a.
6. Class Echinoidea, bodlje pravilnih ježinaca, poprečni presjek, uzorak A5.

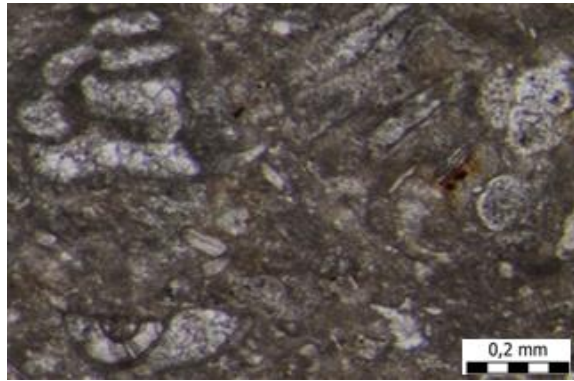
1) A5



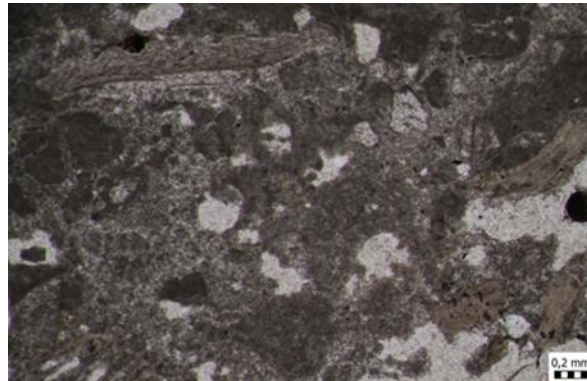
2) A5



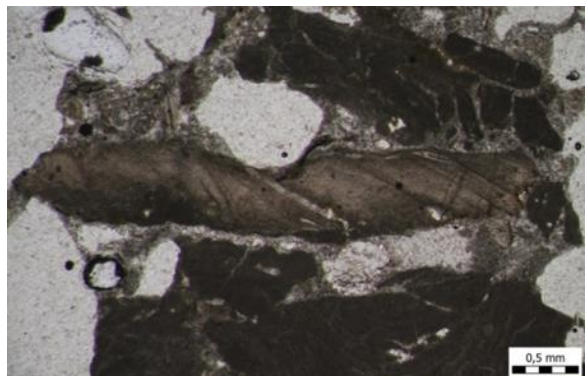
3) A5



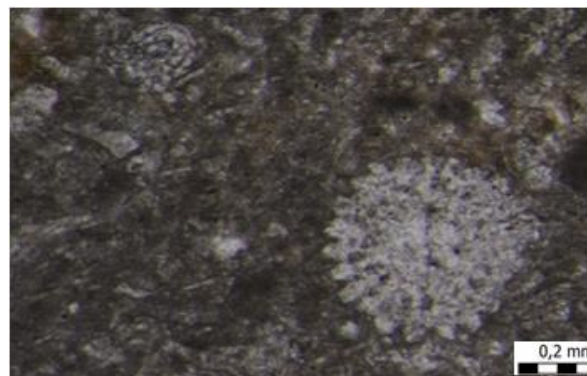
4) A4 - c



5) A4 - a



6) A5

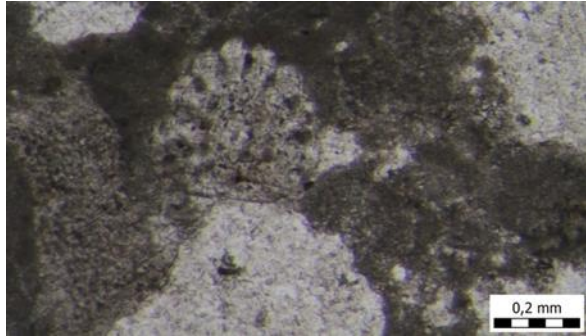


## TABLA 7

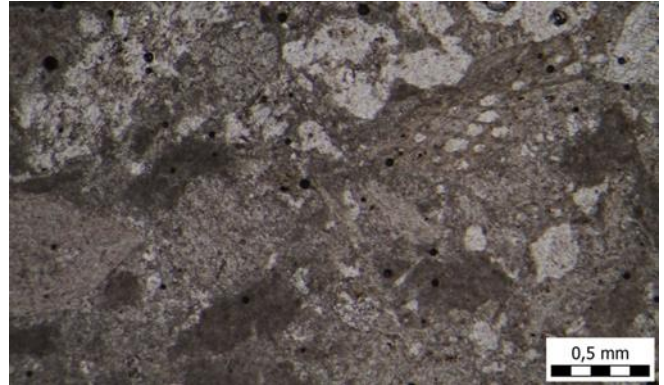
Ježinci i brumbuljak, donji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Class Echinoidea, bodlje pravilinih ježinaca, poprečni presjek, uzorak A4-a.
2. Class Echinoidea, bodlje pravilinih ježinaca, poprečni presjek, uzorak A4-b.
3. Class Echinoidea, bodlje pravilinih ježinaca, poprečni presjek, uzorak A4-d.
4. Suborder Balanomorpha, osni presjek i Class Echinoidea, bodlje pravilinih ježinaca, poprečni presjek, uzorak A4-e.

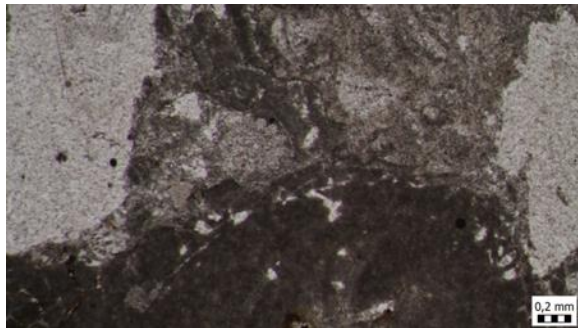
1) A4 - a



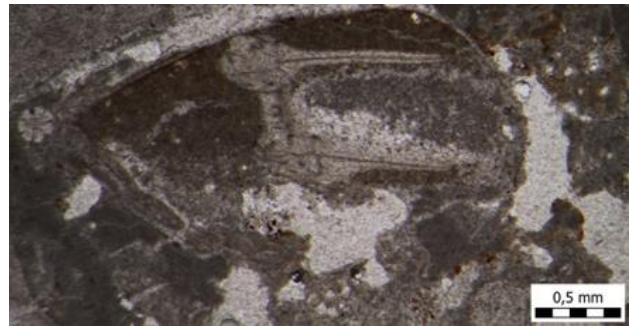
2) A4 - d



3) A4 - d



4) A4 - e

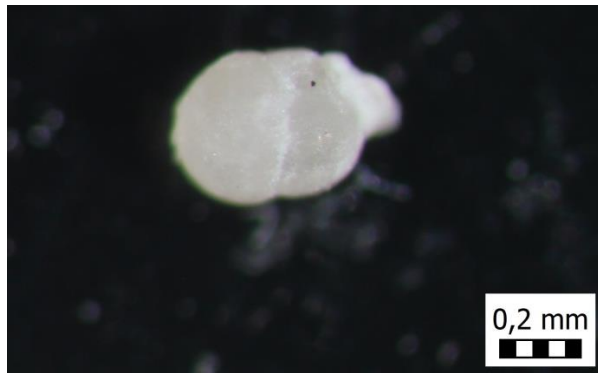


## TABLA 8

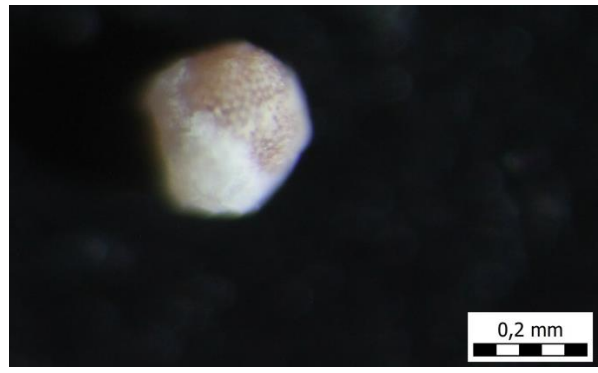
Foraminifere, gornji baden, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Species *Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839), plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.
2. Species *Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839), plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.
3. Species *Orbulina universa* (d'Orbigny, 1839), plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.
4. Species *Glandulina ovula* (d'Orbigny, 1846), plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.
5. Species *Heterolepa dutemplei* (d'Orbigny, 1846), plitkomorski okoliš, šlem, A5.
6. Genus *Cibicides* sp. (Montfort, 1808), plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.

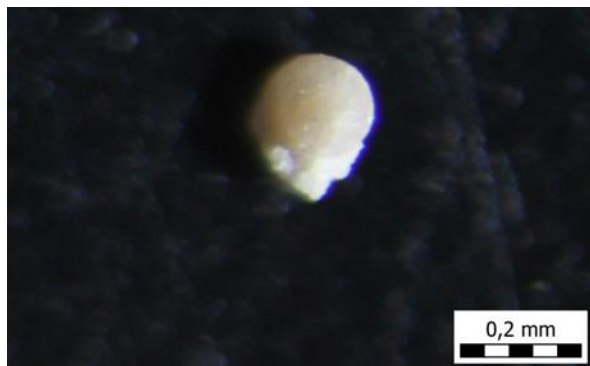
1) A5



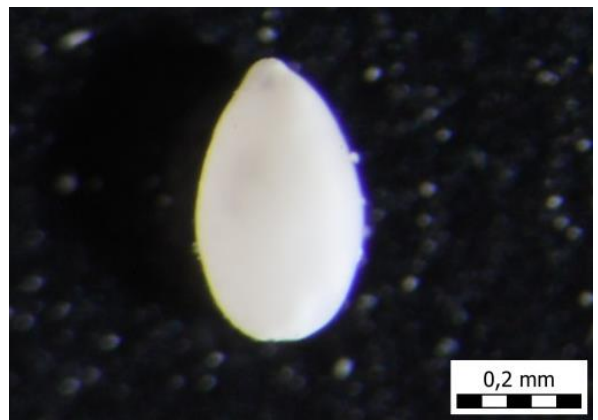
2) A5



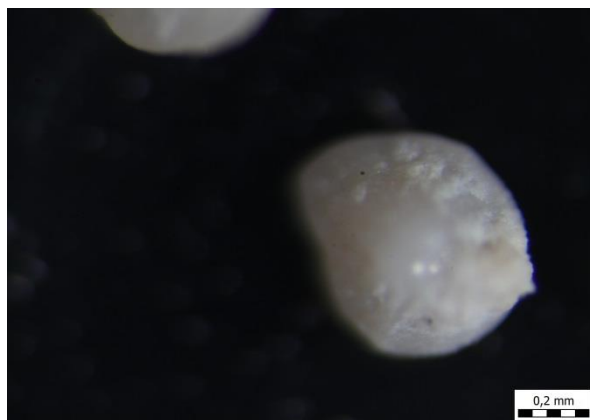
3) A5



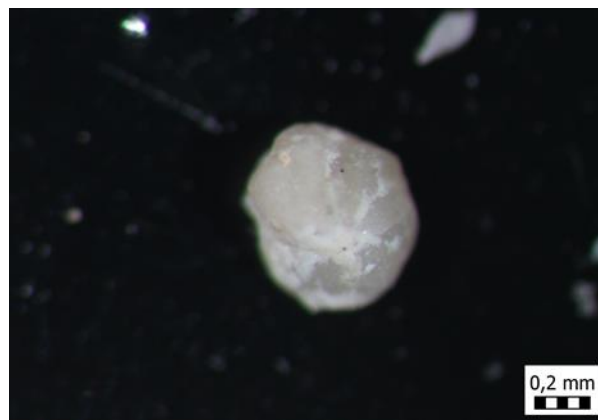
4) A5



5) A5



6) A5



## TABLA 9

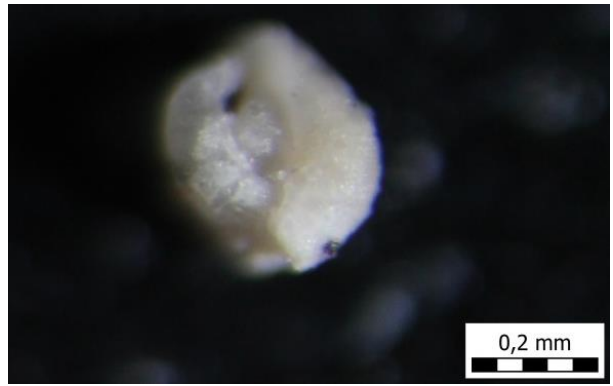
Foraminifere, sarmat, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Genus *Cibicides* sp. (Montfort, 1808), plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A6.
2. Family Miliolidae (Ehrenberg, 1839), šlem, fragment miliolidne foraminifere, uzorak A6.
3. Family Miliolidae (Ehrenberg, 1839), šlem, fragment miliolidne foraminifere, uzorak A6.
4. Family Miliolidae (Ehrenberg, 1839), šlem, fragment miliolidne foraminifere, uzorak A6.
5. Family Lagenidae (Reuss, 1862), fragment lagenidne foraminifere, uzorak A6.
6. Family Lagenidae (Reuss, 1862), fragment lagenidne foraminifere, uzorak A6.

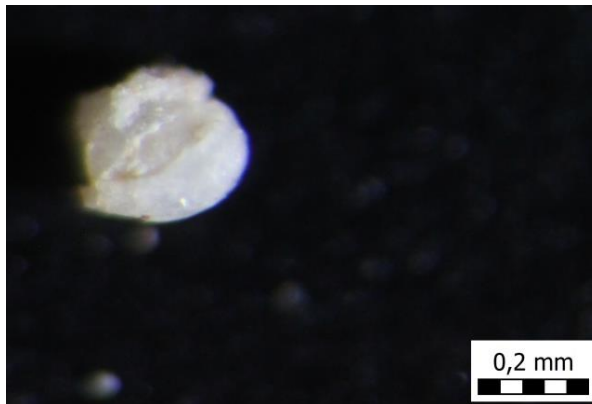
1) A6



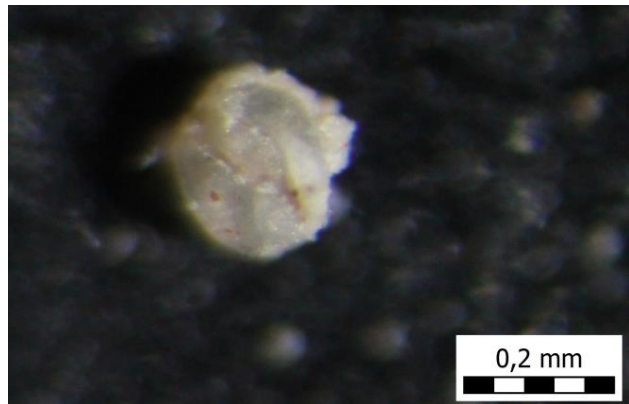
2) A6



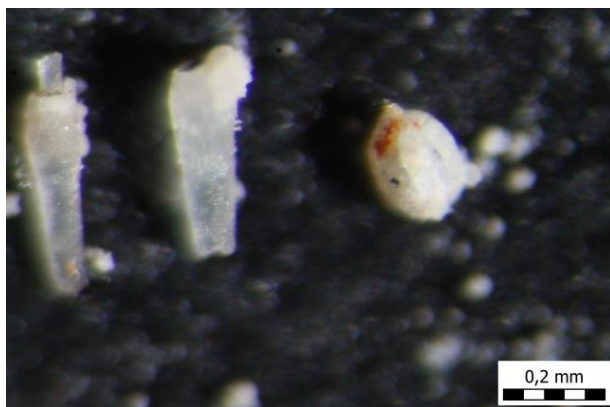
3) A6



4) A6



5) A6



6) A6

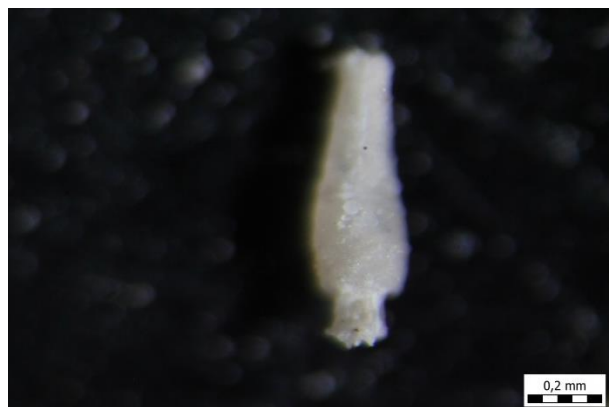


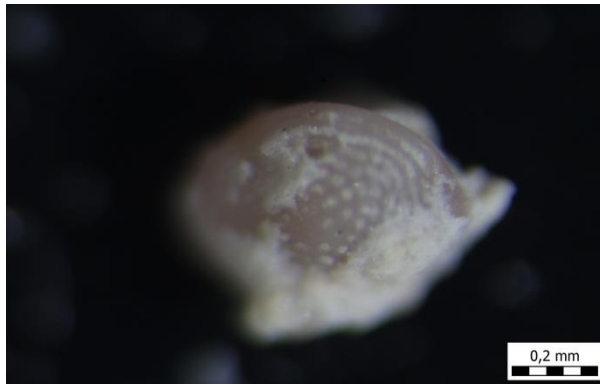


TABLA 10

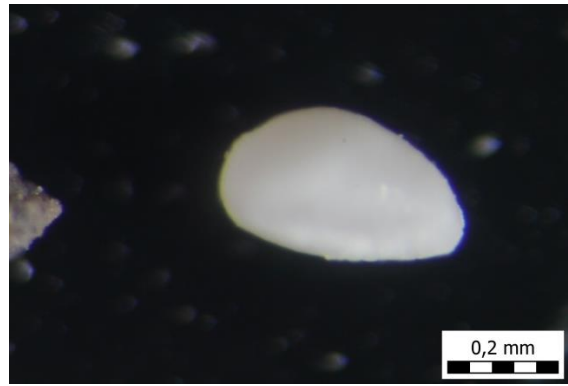
Ostrakodi, srednji-gornji baden i panon Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Genus *Loxoconcha* sp., plitkomorski okoliš ,šlem, uzorak A5.
2. Genus *Xestoleberis* sp., plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.
3. Genus *Aurila* sp. , plitkomorski okoliš, šlem, uzorak A5.
4. Genus *Herpetocyprilla* sp., šlem, panonski ostrakod, uzorak A8.
5. Genus *Herpetocyprilla* sp., šlem, panonski ostrakod, uzorak A8.
6. Genus *Herpetocypris* sp. ., šlem, panonski ostrakod, uzorak A8.

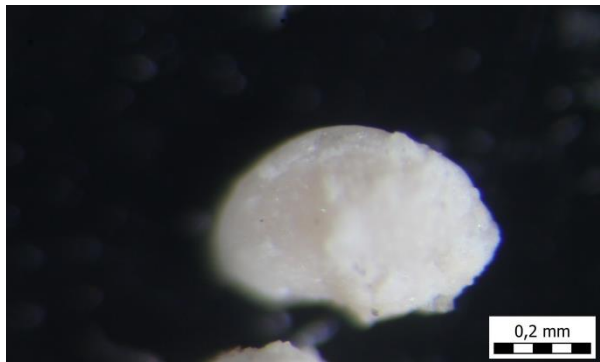
1) A5



2) A5



3) A5



4) A8



5) A8



6) A8

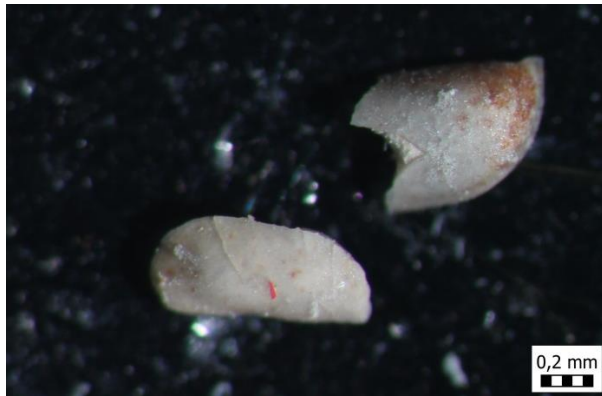


TABLA 11

Ostrakodi, ramenonožac i predatorski riblji zubi, panon, Kovačići, Karivaroš, Hrvatska.

1. Genus *Pontoniella* sp. i *Amplocypris* sp., šlem, panonski ostrakod, uzorak A8.
2. Genus *Pontoniella* sp., šlem, panonski ostrakod, uzorak A8.
3. Genus *Argyrotheca* sp. (Dall, 1900), šlem, uzorak A8.
4. Genus *Esox* sp. i *Infraclassis Selachii* , zubi štukolikih riba i morskih pasa predatora, uzorak A8.
5. Genus *Esox* sp., zubi štukolikih riba predatora, uzorak A8.
6. Genus *Esox* sp., zubi štukolikih riba predatora, uzorak A8.

1) A8



2) A8



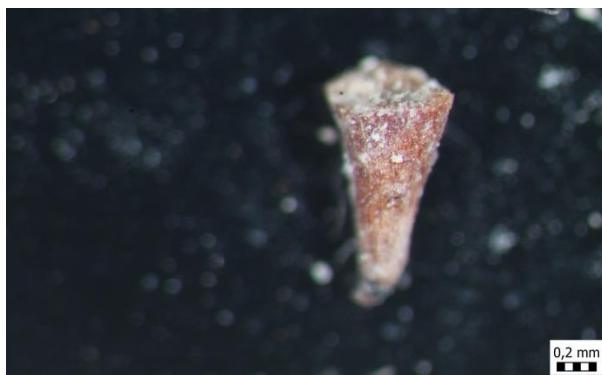
3) A8



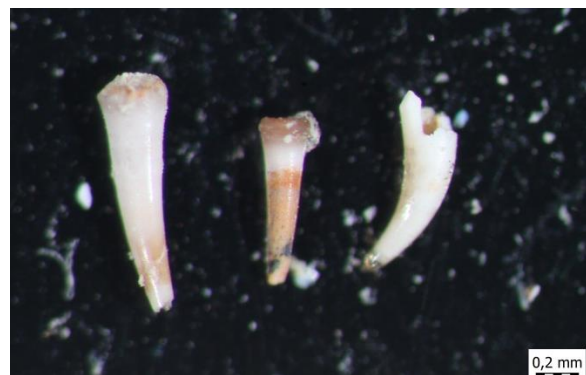
4) A8



5) A8



6) A8



## 10. Prilog – tablični popis točkaka opažanja i uzrokovanja na terenu

R. br.	Naziv točke	Geografske koordinate WGS 84		UTM koordinate			Litologija / opis točke
		geo. širina	geo. dužina	A	E	N	
1.	<b>A4 (DK4)</b>	45°57'18.5"S	016°03'51.1"I	416m	(+33) 582599	5089614	litotamnijski vapnenac / kamenolom
2.	<b>A5 (DK5)</b>	45°57'25.4"S	016°03'53,6"I	418m	(+33) 582521	5089827	dubljevodni vapnenci i lapori / put uz cestu
3.	<b>A6 (DK MK A5)</b>	45°57'27.7"S	016°03'51.0"I	395m	(+33) 582464	5089896	laminirani lapori i vapnenci / kanal uz cestu
5.	<b>A8 (DK MK A6)</b>	45°57'34.6"S	016°03'46.0"I	353m	(+33) 582353	5090109	bočati lapori / izdanak uz cestu