

# Miocenski biolititi istočnog dijela Medvednice

---

**Tripalo, Kristina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:217:987583>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-30**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

KRISTINA TRIPALO

**MIOCENSKI BIOLITITI ISTOČNOG DIJELA MEDVEDNICE**

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

Zagreb, 2017.

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

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

MIOCENSKI BIOLITITI ISTOČNOG DIJELA MEDVEDNICE

KRISTINA TRIPALO

Rad je izrađen u Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka PMF-a, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102A, 10 000 Zagreb.

Sažetak: Biogene i bioklastične naslage u istočnom dijelu Medvednice, u okolici Adamovca i Marije Bistrice, sadrže brojne i raznolike miocenske fosile. Glavni graditelji karbonatnih naslaga bile su crvene koraljne alge i mahovnjaci, a uz njih su nađene i zelene alge, foraminifere, spužve, koralji, mekušci, mnogočetinaši i bodljikaši. Određeni su tipovi mikofacijesa, te bioraznolikost fosilnih zajednica. Pretpostavljena starost ovih naslaga je gornji baden.

Ključne riječi: biogene i bioklastične naslage, Corallinaceae, Sporolithaceae, baden, Paratethys

Rad sadrži: 66 stranica, 34 slike, 1 tablicu, 138 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u Središnjoj geološkoj knjižnici PMF-a, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102A, 10 000 Zagreb.

Mentor: Jasenka Sremac, prof. dr. sc.

Ocjenjivači: Jasenka Sremac, prof. dr. sc.  
Tihomir Marjanac, izv. prof. dr. sc.  
Marijan Kovačić, izv. prof. dr. sc.

Rad je prihvaćen: 12. svibnja, 2017.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Geology

Thesis

### **MIOCENE BIOLITHITES FROM EASTERN SIDE OF MEDVEDNICA MT.**

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

**Abstract:** In the eastern parts of Medvenica Mt in the vicinity of Adamovec and Marija Bistrica biogene and bioclastic deposits contain many and varied Miocene fossils. Red coral algae and bryozoans are the main builders of carbonate deposits along side green algae, foraminifers, spongers, coralls, molluscs, polichaete worms and echinoderms. Certain types of microfacies has been observed along with biodiversity of the fossil communities. The assumed period of the investigated deposits is the Upper Badenian.

**Key words:** biogene and bioclastic deposits, Corallinaceae, Sporolithaceae, Badenian, Paratethys

Thesis contains: 66 pages, 34 figures, 1 table, 138 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Reviewers: Jasenka Sremac, prof. dr. sc.

Tihomir Marjanac, izv. prof. dr. sc.

Marijan Kovačić, izv. prof. dr. sc.

Thesis accepted: May 12<sup>th</sup> 2017

## SADRŽAJ

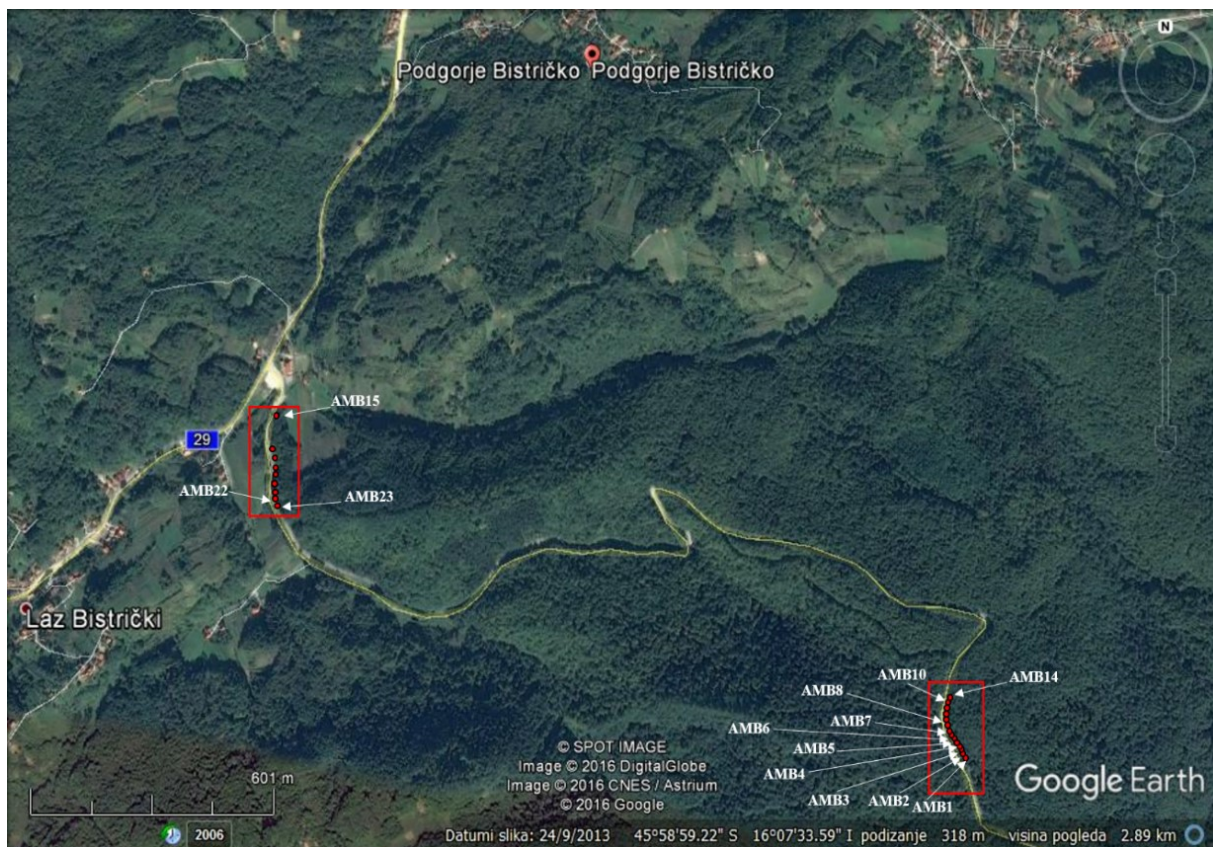
1. UVOD	1
2. MATERIJALI I METODE	3
2.1. Terenski rad	3
2.2. Laboratorijski rad	3
2.3. Analitički rad	4
3. POVIJEST ISTRAŽIVANJA	5
3.1. ISTRAŽIVANJA MIOCENA MEDVEDNICE	5
3.2. ISTRAŽIVANJA KORALINIH ALGI	6
4. TEORIJSKA OSNOVA	7
4.1. PARATETIS U MIOCENU	7
4.2. SREDNJI MIOCEN (BADEN)	8
4.3. RAZVOJ MIOCENA U MEDVEDNICI	9
5. REZULTATI	11
5.1. TAKSONOMSKI DIO	11
5.1.1. RODOPHYTA (CRVENE ALGE)	11
5.1.1.1. CORALLINACEAE	12
5.1.1.2. SPOROLITHACEAE	23
5.1.2. CLOROPHYTA (ZELENE ALGE)	25
5.1.3. BRYOZOA (MAHOVNJACI)	26
5.1.4. FORAMINIFERE	28
5.1.5. PORIFERA (SPUŽVE)	29
5.1.6. ECHINOIDEA (JEŽINCI)	30
5.1.7. ANTHOZOA (KORALJI)	32
5.1.8. SERPULIDI	33
5.2. MIKROFACIJESI	34

5.2.1. NASLAGE TIP A BOUNDSTONE	34
5.2.1.1. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI FRAMESTONE	34
5.2.1.2. RODOLITNI FACIJES	35
5.2.2. BOKLASTIČNE PERIGREBENSKE NASLAGE	37
5.2.2.1. KORALINACEJSKO-BRIOZOJSKI RUDSTONE	37
5.2.2.2. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI RUDSTONE	39
5.2.2.3. KORALINACEJSKO-BRIOZOJSKI FLOATSTONE	40
5.2.2.4. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI FLOATSTONE	41
5.2.2.5. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI GRAINSTONE	41
5.2.2.6. KORALINACEJSKO-BRIOZOJSKI PACKSTONE	42
5.2.2.7. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI PACKSTONE	43
5.2.2.8. TABLICA MIKROFACIJESA	44
6. RASPRAVA	45
6.1. FOSILNE ZAJEDNICE	45
6.2. OKOLIŠI TALOŽENJA	46
6.3. STAROST NASLAGA	48
6.4. USPOREDBA SA SUSJEDNIM PODRUČJIMA	49
7. ZAKLJUČAK	50
8. LITERATURA	51
9. ZAHVALE	66

## 1. UVOD

Osnovni cilj moga rada bio je istražiti naslage na padinama istočnog dijela Medvednice, odrediti prisutne fosile i fosilne zajednice te definirati podtipove facijesa.

U okolici grada Zagreba, duž ceste Adamovec-Marija Bistrica, na više su mjesta vidljive karbonatne biogene i bioklastične naslage srednjeg miocena. Područja istraživanja paralelna su s cestom i protežu se dužinom od oko 500 m (Slika 1). Već na terenu sam uočila da su glavni graditelji biolitita koralinaceje i briozoji te da se može razlikovati više grebenschkih podfacijesa koji se razlikuju po stupnju vezanosti naslaga, međusobnom omjeru grebenotvoraca i popratnoj fauni (koralji, mekušci, bodljikaši, foraminifere i dr.). Njihova prisutnost ukazuje na toplu klimu (miocenski klimatski optimum), kao i na vrhunac karbonatne produkcije u Paratetisu. Tijekom miocena naslage ovog područja paleogeografski pripadale su sjeveroistočnom dijelu centralnog Paratetisa, a geotektonski Panonskom bazenskom sustavu (Pavelić, 2001).

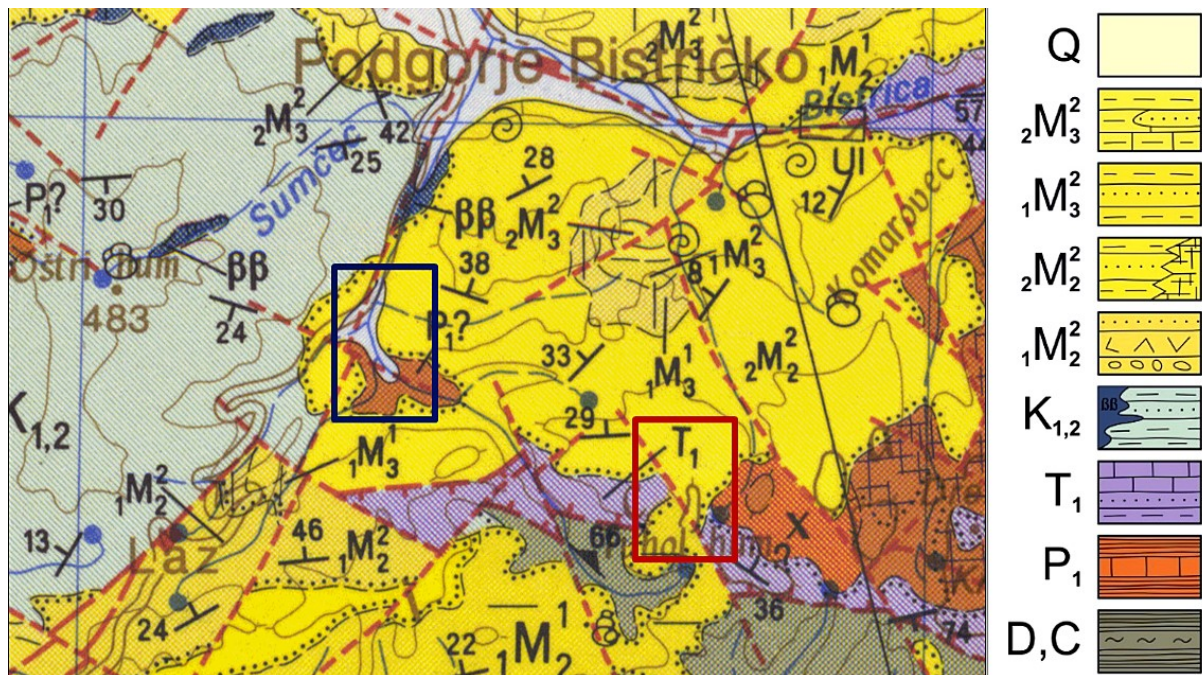


Slika 1. Položajna karta istraživanog područja; mjesta istraživanja označena su crvenim kvadratima, a mjesta uzorkovanja crvenim točkama (AMB1-AMB23).



Prema Kochansky-Devidé (1944) istraženo područje izvorno pripada istočnom ili „Zelinskom razvoju“ miocena. Sremac et al. (2005, 2016) i Vrsaljko et al. (2006) su proučavali badenske naslage u okolici.

Teren je prikazan na OGK list Ivanić Grad (Basch et al., 1983) (Slika 2)



Slika 2. Karta istraživanog područja (OGK list Ivanić Grad, Basch et al., 1983).

## LEGENDA

<b>Q</b>	Šljunci, pijesci, gline (levant-donji pleistocen)
<b>2M<sub>3</sub></b>	Lapori i pješčenjaci (gornji panon)
<b>1M<sub>3</sub></b>	Vapnenački lapori, pješčenjaci (donji panon)
<b>2M<sub>2</sub></b>	Breče, konglomerati, pješčenjaci, lapori, vapnenci (gornji torton)
<b>1M<sub>2</sub></b>	Konglomerati, pješčenjaci, vapnenci, lapori, tufovi (donji torton)
<b>K<sub>1,2</sub></b>	Pješčenjaci, šejlovi, lapori, roznaci, vapnenci (apt-turon)
<b>T<sub>1</sub></b>	Pješčenjaci, siltiti, lapori, vapnenci, dolomiti (skit)
<b>P<sub>1</sub>?</b>	Masivni mramori
<b>D, C ?</b>	Albit-kvarc-klorit-sericit-kalcitni škriljavci, kvarciti, mramori i dr.

## **2. MATERIJALI I METODE**

Prilikom istraživanja biolitita s istočnog dijela Medvednice koristila sam terenske, laboratorijske i kabinetske metode.

### **2.1. Terenski rad:**

Terenskim radom uz cestu Adamovec-Marija Bistrica uočila sam više izdanaka „litotamnijskih vapnenaca“. S različitih lokacija uzela sam vizualno različite litotipove, kako bi ustanovila raznolikost facijesa. Sveukupno sam prikupila dvadeset i tri uzorka (AMB1-AMB23). Na sjeveroistočnom dijelu ceste prikupila sam četrnaest uzoraka, a na sjeverozapadnom dijelu ceste koje se nalazi bliže Podgorju Bistričkom, prikupila sam devet uzoraka. Iz uzoraka su načinjeni izbrusci i nabrusci.

### **2.2. Laboratorijski rad:**

Različiti varijeteti litotamnijskog vapnenca i pješčenjaka bili su podvrgnuti izradi nabrusaka i preparata u Mokrom laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Među prikupljenim uzorcima izabrala sam čvrste varijetete različitog stupnja poroznosti za daljnju obradu. Od poroznih uzoraka načinjeni su nabrusci (šest komada), dok sam od kompaktnijih pločica naknadno načinila izbruske (trideset i tri komada). Preparate sam izradila u svrhu taksonomske identifikacije koralinskih alga, ali i prateće faune i flore. Odabrani uzorci stijena prvo su rotirajućom dijamantnom pilom izrezani na pločice debljine nekoliko centimetara. Prerezani dijelovi pločica potom su ručno brušeni abrazivnim korundovim prahom kako bi se postigla ravna i glatka površina. Nabrusci su skenirani, nakon čega je uslijedila izrada preparata. Odabrani uzorci su lijepljeni na predmetno stakalce, potom brušeni na uređaju na debljinu od nekoliko mm, zatim sam ih ručno brusila do poroznosti. Prvo sam brusila najgrubljim korundovim prahom, te sve finijim dok nisam postigla željenu providnost preparata. Preparate sam proučavala na stereo-mikroskopu Olympus-SZX10, fotografirala Canon EOS 1100 kamerom, te spremila uz pomoć Quick PHOTO CAMERA 3.0 programa.

### **2.3. Analitički rad:**

Za determinaciju crvenih algi koristila sam opise Basso et al. (2008), Sarkar (2015), Chelaru & Bucur (2016), Coletti et al. (2016). Foraminifere su prepoznate prema radovima Heidari et al. (2013), Di Martino et al. (2015). Tipove presjeka bodlji ježinaca određivala sam prema opisima Kroh & Nebelsick (2010), Di Martino et al. (2015).

### **3. POVIJEST ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. ISTRAŽIVANJA MIOCENA MEDVEDNICE**

Prvu preglednu geološku kartu na području Banovine Hrvatske i Slavonije napravio je Dragutin Gorjanović-Kramberger (1904).

Basch (1983) je napravio tumač osnovne geološke karte za list Ivanić-Grad.

Kochansky (1944) je istraživala faunu morskog miocena južnog dijela Medvednice, 1957. godine pisala je o fauni miocena i tortonskom „šliru“ Medvednice.

Šikić (1967) se bavila tortonom i sarmatom jugozapadnog dijela Medvednice, a 1968. godine pisala je o stratigrafiji miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na temelju faune foraminifera.

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

Taksonomijom i stratigrafijom Paratetisa srednjeg miocena bavili su se Galović i Young (2012).

Srednje miocenskom paleoekologijom i evolucijom u okolini Medvednice bavili su se Vrsaljko et al. (2006).

Proučavanjem koralinske fosilne flore badenskog bioklastičnog vapnenca („litavac“) koji se nalazi u sjevernoj Hrvatskoj bavili su se Basso et al. (2008).

Bioakumulacije i grebene nastale tijekom miocena na području Sjeverno Hrvatskog bazena istraživali su Sremac et al. (2016).

Srednje miocenskim plitkovodnim bentičkim foraminiferskim zajednicama i njihovim prilagodbama na paleokolišne promjene na Medvednici bavili su se Pezelj et al. (2016).

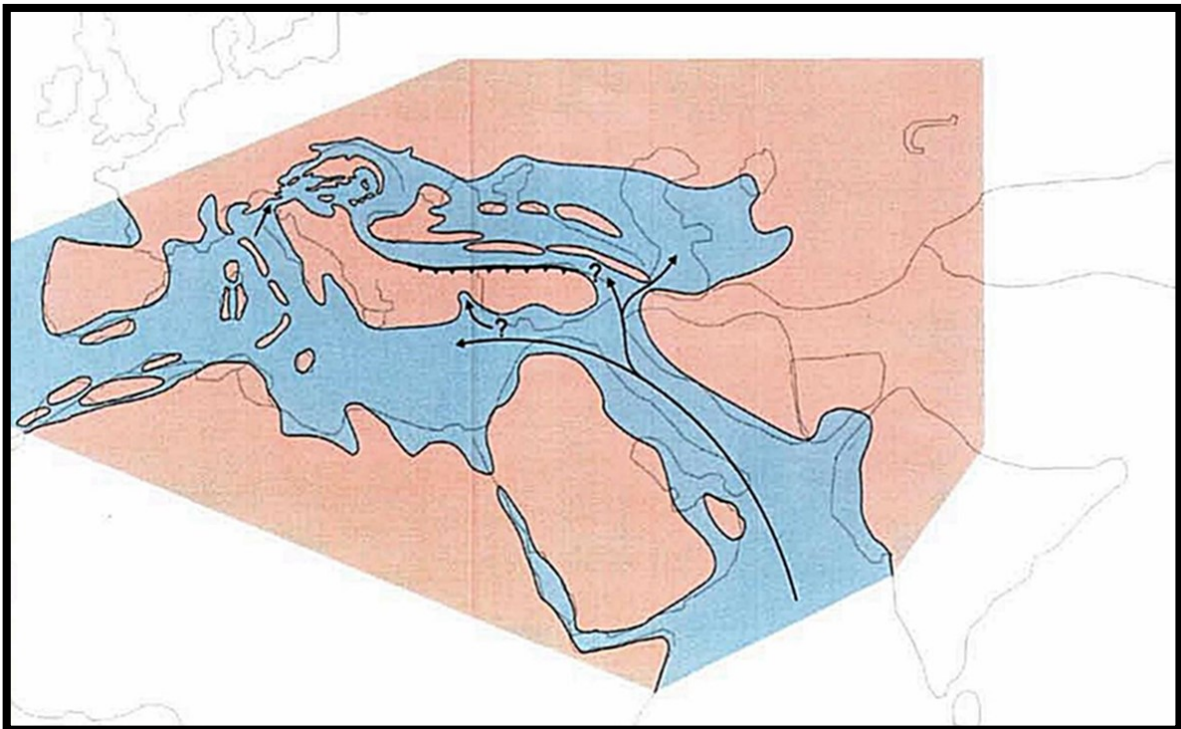
### **3.2. ISTRAŽIVANJE KORALINACEJSKIH ALGI**

Taksonomijom kenozojskih fosilnih koralinacejskih crvenih algi i njihovim geološkim smještajem bavili su se Maslov (1956), Pisera (1985), Woelkerling (1988), Basso et al. (1998), Rasser & Piller (1999), Bassi & Nebelsick (2000), Bassi (2005), Basso et al. (2006, 2008), Sarkar (2015), Chelaru & Bucur (2016), Coletti et al. (2016).

## 4. TEORIJSKA OSNOVA

### 4.1. PARATETIS U MIOCENU

Sudar kontinentalnih ploča tijekom gornjeg eocena dovodi do raspada Tetis oceana, čiji je ostatak današnje Mediteransko područje. Jedan krak nekadašnjeg Tetisa pokrivao je nizinska područja iza niza novo izdignutih planina, a nazvan je Paratetis (Laskarev, 1924; Rögl, 1998) (Slika 3).



Slika 3. Paleogeografska rekonstrukcija Paratetisa u miocenu, prema Rögl, 1998.

Razvoj Paratetisa i njegovo oslađivanje popraćeno je faunalnim izumiranjem i pojavom endema (Rögl, 1996). Centralni Paratetis, koji se sastojao od Panonskog bazenskog sustava i Alpsko–Karpatskog pojasa, predstavljao je epikontinentalno more s povremenim prolazima prema Mediteranu i Istočnom Paratetisu (Kováč et al., 2007). Tijekom donjeg miocena, od morskog pojasa Centralnog Paratetisa ostao je samo Panonski bazen i prednji dio Karpatskog prostora (Hohenegger et al., 2009). Baden Centralnog Paratetisa karakteriziran je trima velikim transgresijama (Rögl, 1998; Kováč et al., 2007; Hohenegger et al., 2009, 2014) kojima je dokumentirano postepeno preplavlivanje cijelog Panonskog bazenskog sustava (Kováč et al., 2007).

## 4.2. SREDNJI MIOCEN (BADEN)

Prema većem broju autora, baden Centralnog Paratetisa možemo podijeliti na tri dijela (donji, srednji, i gornji) gotovo jednakog trajanja (Hohenegger et al., 2014). Gornjobadske naslage južnog Panonskog bazena najčešće transgresivno naliježu na starije miocenske sedimente, kao i na pred miocensku podlogu te odgovaraju naslagama nastalim za vrijeme prvog porasta razine mora, odnosno transgresije (Haq, 1988; Pavelić, 2005; Vrsaljko et al., 2006; Kováč et al., 2007). Slijed se, gotovo u cijelosti, sastoji od transgresivnih konglomerata na koje uglavnom naliježu plitkovodni aljni vapnenci i dubokovodni lapori (Brlak et al., 2016). Tijekom ranih faza srednjomiocenske transgresije, marinski organizmi „osvojili“ su novonastalo more Paratetis. Zahvaljujući povoljnim okolišnim i klimatskim uvjetima, bujao je život na grebenima i grebenskim strukturama (Sremac et al., 2016).

Tijekom druge badenske transgresije Centralnog Paratetisa, more se proširilo do Sjeverozapadnog dijela Hrvatskog bazena, Bečkog bazena, Dunavskog bazena, Istočnoslovačkog i Transilvanijskog bazena te je dostiglo i prednji dio Karpatskog prostora (Kováč et al., 2007). Najnovija istraživanja pokazuju da se druga transgresija dogodila za vrijeme srednjeg badena (Hohenegger et al., 2014). Na temelju mikropaleontoloških analiza dokazano je da su marinske naslage, tijekom badenske transgresije Centralnog Paratetisa, djelomice preplavile kopno, a dijelom intrudirale u lakustrični okoliš Sjevernohrvatskog bazena centralnog dijela Medvednice (Gorjanović-Kramberger, 1908; Kochansky, 1944; Rögl 1998; Vrsaljko et al., 2006; Kováč et al., 2007; Brlak et al., 2016).

### 4.3. RAZVOJ MIOCENA U MEDVEDNICI

U doktorskoj je disertaciji (1944) Vanda Kochansky detaljno obradila miocenske okoliše i miocensku marinsku faunu Medvednice. Miocenske naslage Medvednice podijelila je u tri razvoja. Prvi pripada jugozapadnom djelu Medvednice. Obuhvaća područje od G. Ivanca u Zagorju preko Jarka, Dolja, Bizeka, G. Stenjevca, Vrapča, potoka Krvarića kod Šestina, Gračana do Blizneca, te ga je Vanda Kochansky-Devidé nazivala „Doljanski razvoj“. Drugi razvoj vidljiv u središnjem dijelu Medvednice obuhvaća Čučerje, Gorance, D. Planinu, Sopnicu, G. Kašinu, G. Glavicu, Moravče, Nespeš, te ga Vanda Kochansky-Devidé naziva „Čučerski razvoj“. Treći po Vanda Kochansky-Devidé je „Zelinski razvoj“ u sjeveroistočnom dijelu Medvednice, obuhvaća područje od Nespeša, Psarjeva, Kalinja do Orešja i sjeverno prema Mariji Bistrici (Vrsaljko et al., 2015).

Miocenske naslage koje okružuju Medvednicu u najvećoj su mjeri zastupljene badenskim naslagama. Na temelju facijesnih razlika i zajednica mikrofosila, približno se mogu odvajati sedimenti donjeg, srednjeg i gornjeg badena. Duž jugoistočnih padina Medvednice otkriveni su sedimenti donjeg i srednjeg badena, a na njezinim krajnjim jugozapadnim i sjeveroistočnim predjelima gornjobadenske naslage. U donjobadenskim naslagama izmjenjuju se vapnenački dijelom i konglomeratični pješčenjaci, bioklastični vapnenci (litavci), laporoviti vapnenci i lapori. Mlađi dio donjobadenskih naslaga i naslage srednjeg badena uglavnom se zastupljeni kalcitnim laporima s učestalim tanjim proslojcima kalkarenita i bioklastičnih vapnenaca. Klastiti u bazi su ili proslojeni ili bočno prelaze u bioklastične vapnence („litotamnijske vapnence“ i „litavce“). Predjeli s izraženom transgresijom karakterizirani su tankim slijedom baznih breča i konglomerata vezanih kalcitnim vezivom (Šikić, 1995).

Sedimente je donjeg badena Kochansky (1944) izvorno opisala kao „krupnozrnate konglomeratičke pješčenjake, sitnozrnati pješčenjak burdigala, šlir (lapor) helveta i tortonski „čučerski“ lapor s proslojcima pješčenjaka i litavca“. Pokazatelj obnavljanja transgresije tijekom donjeg i srednjeg badena i širenje veza s otvorenim morem (Paratetisom) brojne su zajednice foraminifera (npr. rodovi *Orbulina*, *Lagena*) u kojima prevladavaju planktonski oblici. Prema novijim istraživanjima dio ovih naslaga je srednjobadenske starosti (Hohenegger et al., 2014).



Maksimalno širenje marinske transgresije započelo je početkom gornjeg badena. Šire područje sjeverozapadne Hrvatske i dio jugozapadnih predjela Medvednice prekrilo je more, stoga gornjobadesni sedimenti koji se nalaze između Zakičnice, Susedgrada, Bizeka i Mikulića uglavnom direktno leže na trijaskim dolomitima, dok su idući na sjeveroistok, većim dijelom prekriveni mlađim sedimentima neogena. Dio gornjobadenskih baznih, transgresivnih naslaga najčešće se sastoje od tankih slijeda konglomerata i breča. Priobalni, plitkovodni karbonatni sedimenti su najrasprostranjeniji. Pod time se misli na bioklastične vapnence („litavce“), biokalkarenite („litotamnijske pješčenjake“) te u manjim tijelima biolititne vapnence („litotamnijske vapnence“). U područjima gdje podlogu čine klastični paleogenski, miocenski i pliocenski sedimenti, taložili su se pješčenjaci s povećanim udjelom detritusa. Taj vapnenački detritus u vapnenačkim klastima nastao je prilikom razaranja grebenskih koralinacejsko-briozojskih vapnenaca, rjeđe koraljnih, te je taložen u okolini biolititnih tijela.

Osim koralinaceja, briozoa, koralja u plitkovodnim sedimentima često se nađu bodlje ježinaca, zubi, kralješci riba, ostatci mekušaca, ali i foraminfera od kojih se ističu krupniji oblici rodova *Amphistegina*, *Heterostegina*. Najmađi dio godnjobadenskih naslaga, koje prelaze u sarmat karakterizirane su facijesom sivih i žućkastih, djelomično tankopločastih do laminiranih lapora (Šikić, 1995).

## 5. REZULTATI

### 5.1. TAKSONOMSKI DIO

#### 5.1.1. (RODOPHYTA) CRVENE ALGE

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, 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). Prisutnost fikobilisoma i određeni raspored unutar njih omogućuju apsorpciju i jednosmjerni prijenos svjetlosne energije na klorofil a. 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 & 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).

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

### 5.1.1.1. FAMILIA CORALLINACEAE

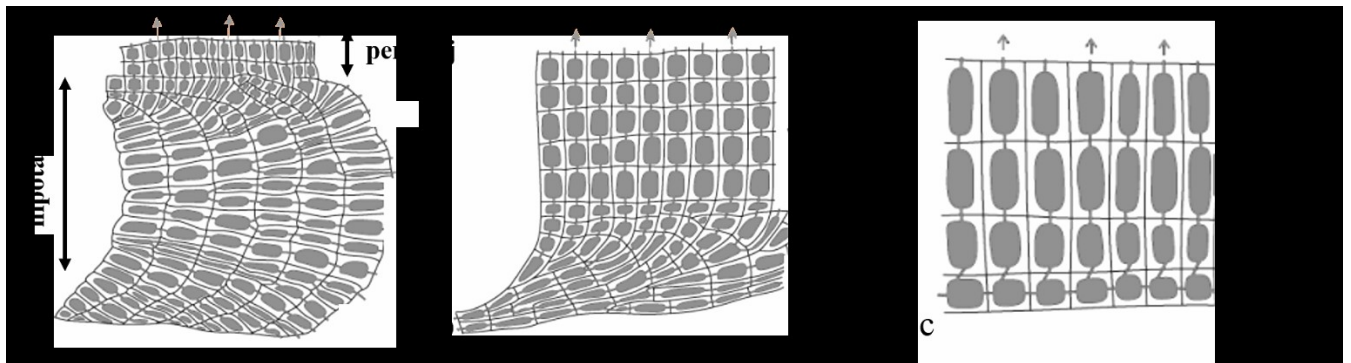
Koralinaceje žive i rastu kao uspravne forme. Karakterizirane su građom skeleta od kriptokristaliničnog kalcita koji je kristalizirao između i unutar stijenki stanica. Corallinaceae dijelimo u pet subfamilija: Amphiroideae, Corallinoideae, Lithophylloideae, Mastophoroideae, Metagoniolithoideae (World Register of Marine Species; siječanj, 2017). Sve subfamilije ove skupine pripadaju monofiletičkoj skupini organizama (Aguirre, 2010).

Talus koralinaceja sastavljen je od tkiva koja su grupirana u dva filamentozna stanična tipa.

1. Bazalni filamenati koji čine hipotalij.

2. Centralni (gornji i rubni) filamenti čine peritalij. U peritaliju se nalaze organi za razmnožavanje (izolirani sporangiji ili konceptakuli).

Talus koralinacija može biti monomerozan i dimerozan (podijeljen u dva dijela). Monomerozan talus sastoji se od bazalnih višeslojnih centralnih filamenata, koji mogu biti koaksijalni (raspoređeni jedan iznad drugoga) i ne koaksijalni (plumozni), zakrivljeni prema perifernim dijelovima. Dimerozan talus sastoji se od jednog sloja bazalnih filamenata (hipotalij) iz kojih izlaze centralni filamenti (peritalij) (Slika 4). (preuzeto iz: [http://www.paleoweb.net/algae/algae/thallus\\_organ.htm](http://www.paleoweb.net/algae/algae/thallus_organ.htm); veljača, 2017).



Slika 4. Organizacija talusa kod koralinacejskih algi, a) i b) monomerozan talus, c) dimerozan talus; prilagođeno prema:

[https://www.pmf.unizg.hr/\\_download/repository/5nastavnaMOV.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/5nastavnaMOV.pdf).

Koralinaceje su s ekološkog gledišta veoma bitne, jer njihova strukturna heterogenost stvara brojna mikrostaništa pogodna za zoobentičke i fitobentničke 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 koralinacejske polipe rodofitaceja zbog svoje masivnosti valovi nemaju takav utjecaj. Što je veće udaranje valova, to oni brže rastu. Koralinaceje rastu u smjeru udaranja valova razvijajući se prema gore i prema van formirajući obruč malo iznad razine mora. Dakle, koralinacejske 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 koralinacejskih rodofitaceja, 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).

Tijekom srednjeg miocena crvene alge bile su vodeći graditelji grebena na području Sjeverno Hrvatskog bazena. Proizvodile su sedimentne stijene poznate kao „litotamnijski vapnenac“, „litotamnijski pješčenjak“ i „litavac“, čiji nalazi najčešće datiraju iz gornjeg badena (donji serravalian) (Kochansky, 1944; Šikić, 1968; Vrsaljko et al., 2005, 2006). Litavac odgovara facijesu od biolitita i bioklastičnih vapnenaca (npr. biokalkkrudit, biokalkarenit, biokalklutit). Glavnu komponentu litavca čine koralinacejske alge, fragmenati školjkaša, puževi (*Conus* sp. *Ficus* sp.), bodljikaši (*Clypeaster* sp.), morske bentičke foraminifere (*Textulariidae*, *Planostegina* sp., *Amphistegina* sp., *Brizalina* sp., *Heterolepa dutemplei* (D'Orbigny), te *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob), *Elphidium fichtelianum* (D'Orbigny) i rijetke planktonske foraminifere, ostrakodi (npr. *Cytheretta tenuipunctata dentata*; Brestenska), mahovnjaci i koralji (Vrsaljko et al., 2007a, b). Svi ovi organizmi ukazuju na paleoekološku raznolikost na malim područjima istraživanja.

Na području Adamovec-Marija Bistrica pronađene su mnogobrojne crvene alge koje pripadaju familijama Corallinaceae i Sporolithaceae. Određeno je nekoliko koralinacejskih algi, korastih, prstastih i nepravilnih oblika, koje pripadaju rodovima *Lithothamnion*, *Spongites*, *Jania*, *Amphiroa*, *Neogoniolithon*, *Metagoniolithon*. Od familije Sporolithaceae nađen je rod *Sporolithon* i to je prvi takav nalaz u miocenu sjeverne Hrvatske.

Alge sam taksonomski odredila uz pomoć tri kriterija. 1. Prema obliku, veličini i širini talusa, 2. prema obliku i rasporedu filamenata, 3. Prema vegetativnim i reproduktivnim strukturama (izolirani sporangiji ili konceptakuli).

Phyllum Rhodophyta (Wettstein, 1901)

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall i Saunders, 2007

Ordo Hapalidiales Nelson i sur., 2015

Familia Hapalidiaceae Gray, 1864; Harvey i sur., 2003

Subfamilia Melobesioideae Bizzozero, 1885

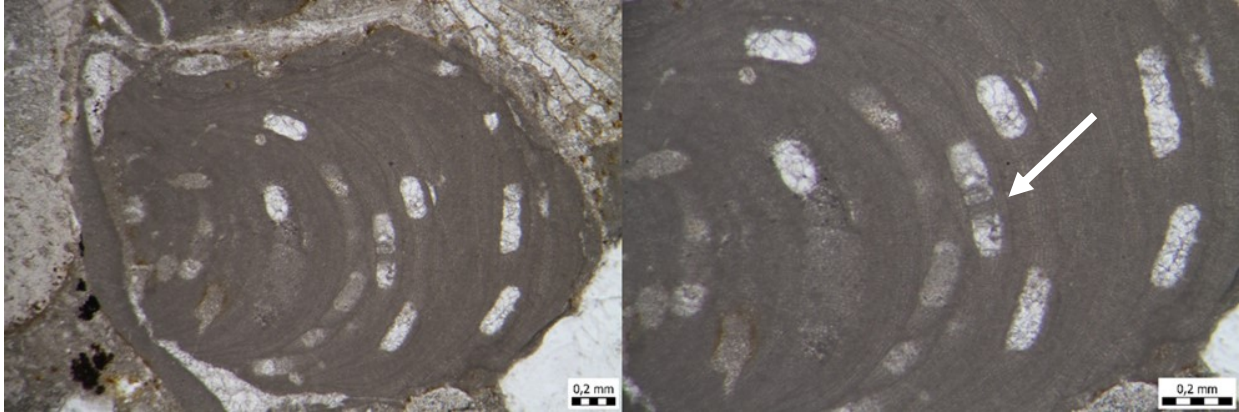
Genus *Lithothamnion* Heydrich, 1897

Species *Lithothamnion crispatum* Hauck, 1878

Stratigrafski raspon: rani miocen do danas.

Opis: Vrsta *Lithothamnion crispatum* pronađen je na točki AMB7, unutar preparata A7.3c (Slika 5). Organizacija talusa je monomerozna, fruktoznog (žbunastog) do folioznog (listastog) oblika rasta. Visina mu iznosi ~2,9 mm, a širina ~2,3 mm. Stanice u središnjem dijelu talusa sastavljene su od pravokutnih filamenata koji se plumozno šire u obliku luka čineći periferni dio talusa. U perifernoj zoni vidljive su izmjene većih i manjih stanica. Komore konceptakula su pravokutnog oblika, visine ~0,09 mm te širine ~0,2 mm. Konceptakule velikog promjera (obično iznad 1000 $\mu$ m) mogu biti rezultat spajanja dviju obližnjih reproduktivnih komora, budući da su takve veće strukture uočene u neposrednoj blizini susjednih parova konceptakula normalnih veličina sa zasebnim zidom koji je djelomično otopljen (Coletti et al., 2016) (Slika 5b). Opis odgovara opisima Chelaru i Bucur (2016).

Stanište: Žive epilitički na grebenima i mekušcima, od intertajdalne do subtajdalne zone (AlgaeBase, veljača, 2017).



Slika 5. a) Prstasta forma vrste *Lithothamnion crispatum*, b) spajanje reproduktivnih komora (označeno bijelom strelicom); preparat A7.3c.

Phyllum Rhodophyta (Wettstein, 1901)

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall & Saunders, 2007

Ordo Corallinales P.C. Silva i H.W. Johansen, 1986

Familia Corallinaceae, Lamouroux, 1812

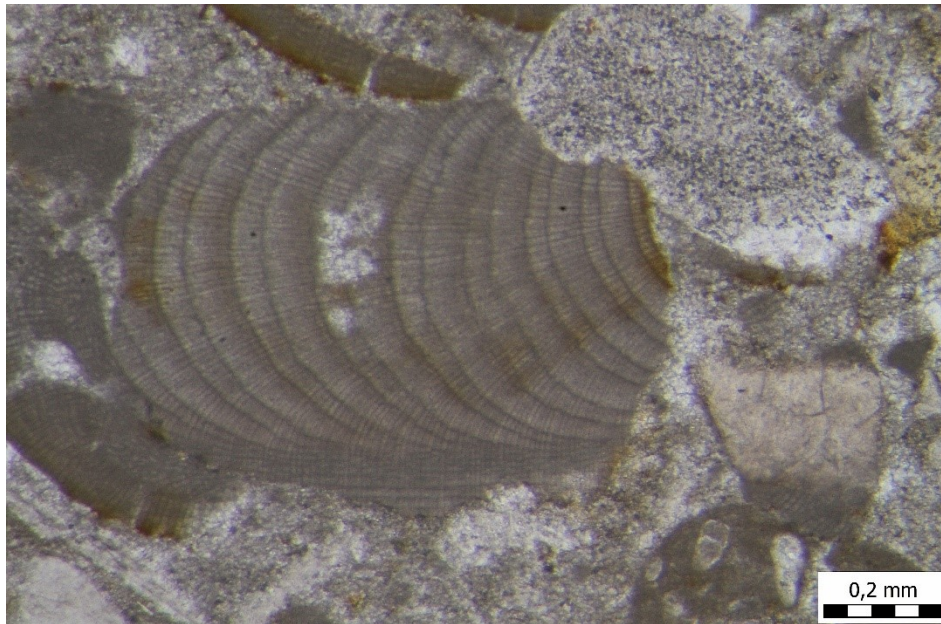
Subfamilia Amphiruideae Ljungman, 1867

Genus *Amphiroa* J.V. Lamouroux, 1812

Stratigrafski raspon: neogen do danas.

Opis: Rod *Amphiroa* pronađen je na točki AMB7, unutar preparata A7.3a (Slika 6). Talus je monomerozan, širina mu iznosi ~0,8 mm a visina ~0,45 mm. Talus formiraju slojevi koji se šire u obliku luka prema perifernim dijelovima. Stanice su izdužene i relativno paralelne jedna na drugu. Konceptakuli nisu prisutni. Opisi odgovaraju opisima Harvey et al. (2009).

Staništa: Epilitički rod kojeg nalazimo u intertajdalju do 15m (Harvey et al., 2009).



Slika 6. Longitudinalni presjek roda *Amphiroa*; preparat A7.3a.

Phyllum Rhodophyta (Wettstein, 1901)

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall i Saunders, 2007

Ordo Corallinales P.C. Silva i H.W. Johansen, 1986

Familia Hapalidiaceae J.E. Gray, 1864

Subfamilia Melobesioideae Bizzozero, 1885

Genus *Phymatolithon* (Foslie, 1898)

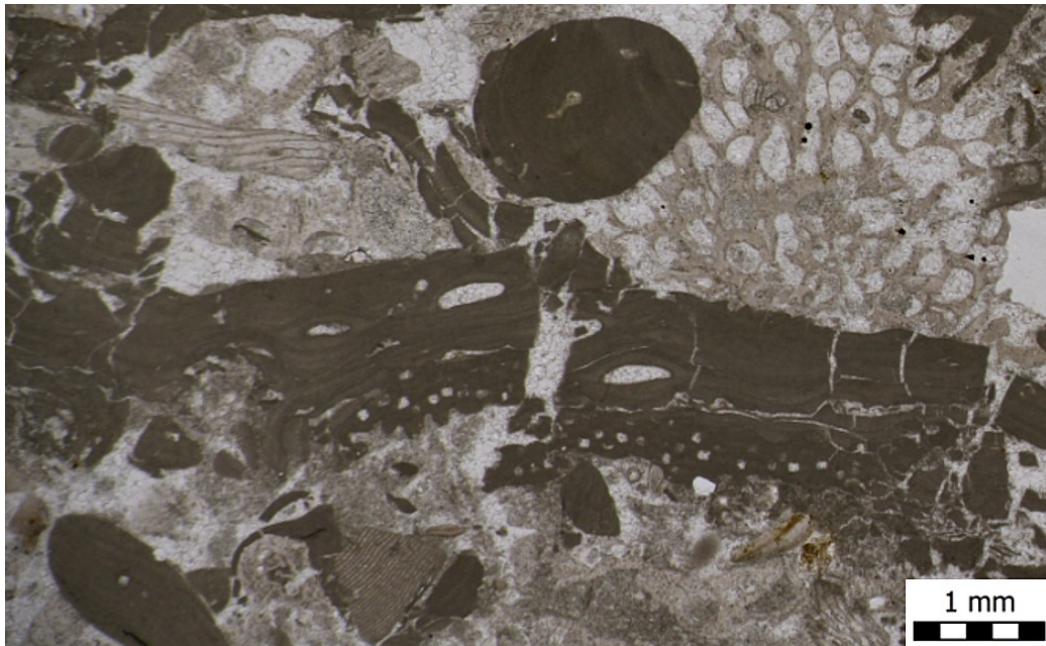
Species *Phymatolithon calcareum* (Pallas, 1766), Adey i Mckibbn, 1970

Stratigrafski raspon: oligocen do danas.

Opis: Vrsta *Phymatolithon calcareum* pronađena je na točki AMB6, unutar preparata A6a (Slika 7). Talus je krustozan (korast), pokazuje teško razlikovne koksijalne centralne filamente. Uočeno je zoniranje i fuzija stanica. Koneptakuli su gusto zbijeni u donjem perifernom dijelu talusa, okruglastih su oblika, mjere im iznose ~0,15 mm u širinu i u visinu.

Opis vrste odgovara opisima Chelaru & Bucur (2016).

Staništa: Najčešće se nalaze na dubinama do 10 m, no dosežu i do dubine od 30 m (Collins ae al., 1990).



Slika 7. Korasta forma vrste *Phymatolithon calcareum*; preparat A6a.

Phyllum Rhodophyta (Wettstein, 1901)

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall i Saunders, 2007

Ordo Corallinales P.C. Silva i H.W. Johansen, 1986

Familia Corallinaceae, J.V. Lamouroux, 1812

Subfamilia Corallinoideae (Areschoug) Foslie, 1908

Genus *Jania* J.V. Lamouroux, 1812

Stratigrafski raspon: srednji eocen do srednji miocen.

Opis: Rod *Jania* pronađen je na točki AMB3, unutar preparata A3.3c (Slika 8). Talus je monomerozan i izdužen, vidljiv je jedan jedan sustav grananja. Širina mu iznosi ~1,5 mm, a visina ~0,4 mm. Ne koaksijalni filamentu formiraju centralni i periferni dio talusa. U longitudinalnom presjeku uočavamo da su stanice nitaste i paralelne jedna na drugu u slojevima. Konceptakuli nisu prisutni. Opis odgovara opisu Woelkerling et al. (2015).

Staništa: Žive epifitski na drugim biljkama ili u bazi na starijim biljkama, u sublitoralnoj zoni (AlgaeBase).





Slika 8. Longitudinalni presjek roda *Jania*; preparat A3.3c.

Phyllum Rhodophyta (Wettstein, 1901)

Classis Florideophyceae (Cronquist, 1960)

Subclassis Corallinophycidae (Le Gall i Saunders, 2007)

Ordo Corallinales (Silva i Johansen, 1986)

Familia Corallinaceae (Lamouroux, 1812)

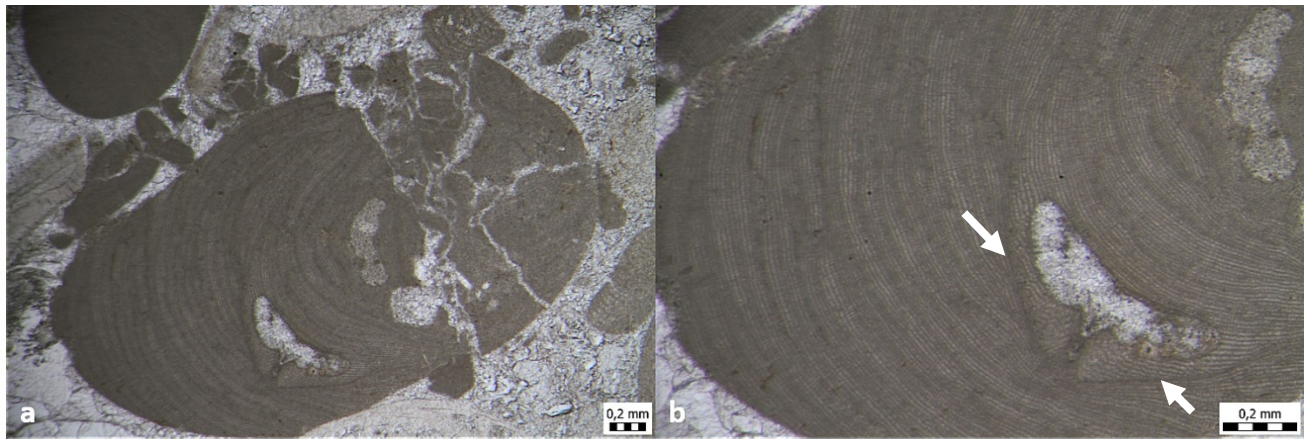
Subfamilia Mastophoroideae (Setchell, 1943)

Genus *Spongites* (Kützing, 1841)

Stratigrafski raspon: kasni eocen do baden.

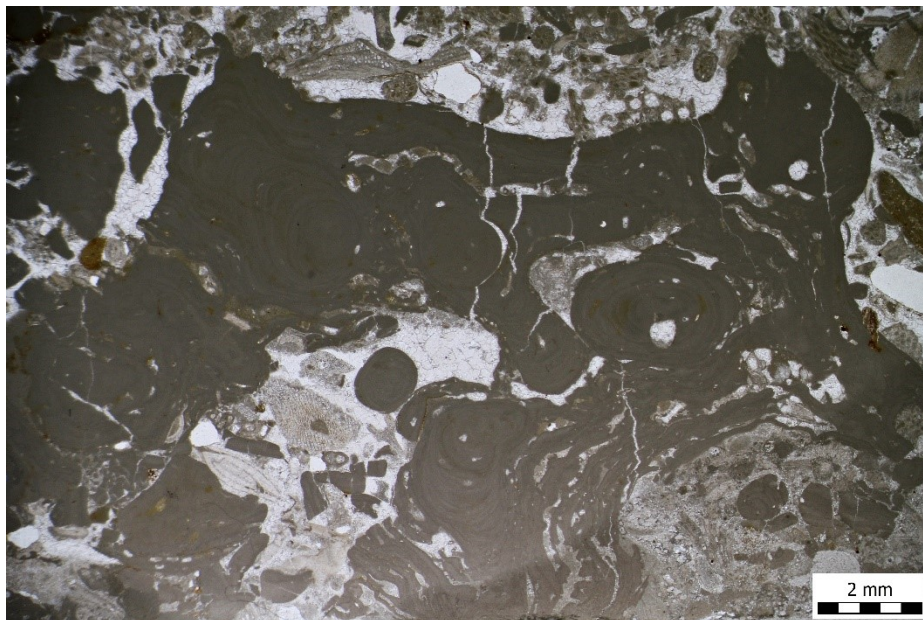
Opis: Rod *Spongites* pronađen je na točki AMB6, unutar preparata A6a (Slika 9a). Talus je monomerozan, 2,8 mm dug te 1,6 mm širok. Filamenti talusa su koaksijalni, raspoređeni jedan iznad drugoga. Uočena je samo jedna sporangična komora, zaobljenih, konkavnih rubova. Mjere im iznose ~0,16 mm u visinu te ~0,6 mm u širinu. Porni kanal konceptakula je koničnog oblika, obložen staničnim filamentima. Stanice koje oblažu konceptakule su više-manje paralelne s njihovim gornjim dijelom. Uočeno je stapanje stanica karakteristično za rod *Spongites* (Slika 9). Opis roda odgovara opisima Chelaru & Bucur (2016).

Staništa: Živi epilitski od litorala do sublitorala (Babbini & Bressan, 1997).



Slika 9. a) prstasta forma roda *Spongites*, b) karakteristično stapanje stanica oko konceptakula (označeno bijelim strelicama); preparat A6a.

Unutar A6a preparata, pronađen je korasti oblik roda *Spongites* (Slika 10), a unutar preparata A10.1a, pronađen je prstasti oblik vrste *Spongites fructulosus* (Slika 11).

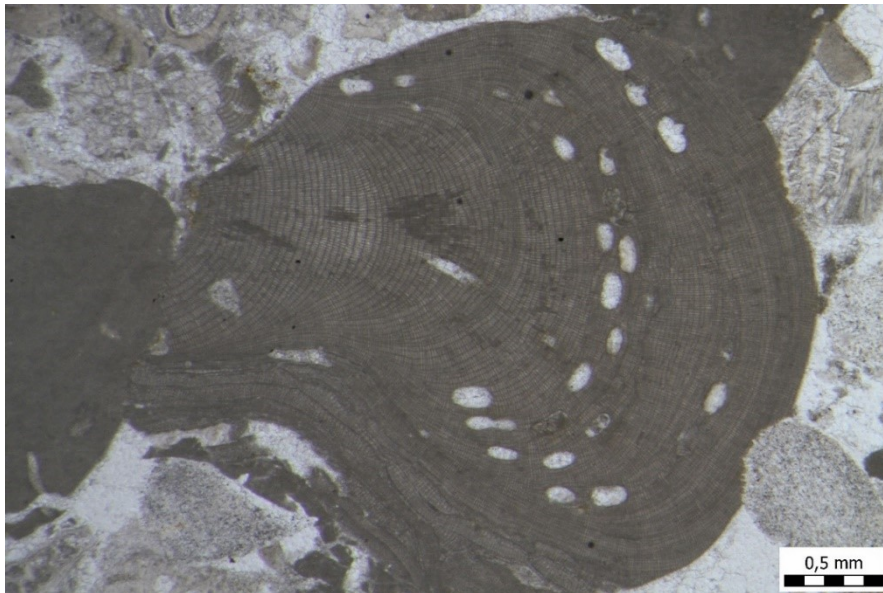


Slika 10. a) Korasti oblik roda *Spongites*; preparat A6a.

Species *Spongites fructulosus* Kützing, 184

Stratigrafski raspon: oligocen do danas.

Opis: Vrsta *Spongites fructulosus*, pronađena je unutar preparata A6a. Talus je prstast i monomerozan. Visina talusa je ~2,7 mm, a širina ~2,9 mm. Filamenti su koaksijalni. Od reproduktivne anatomije, konceptakuli su prisutni u perifernom dijelu. Širina konceptakula iznosi ~0,18 mm, a visina ~0,09 mm. Porni kanali konceptakula su koničastog do cilindričnog oblika. Uočeno je koncentrično širenje slojeva unutar talusa.



Slika 11. Prstasti oblik vrste *Spongites fructulosus*; preparat A10.1a.

Phyllum Rhodophyta Wettstein, 1901

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall i Saunders, 2007

Ordo Corallinales Silva i Johansen, 1986

Familia Corallinaceae Lamouroux, 1812

Subfamilia Neogoniolithoideae Kato i Baba u Kato i sur., 2011

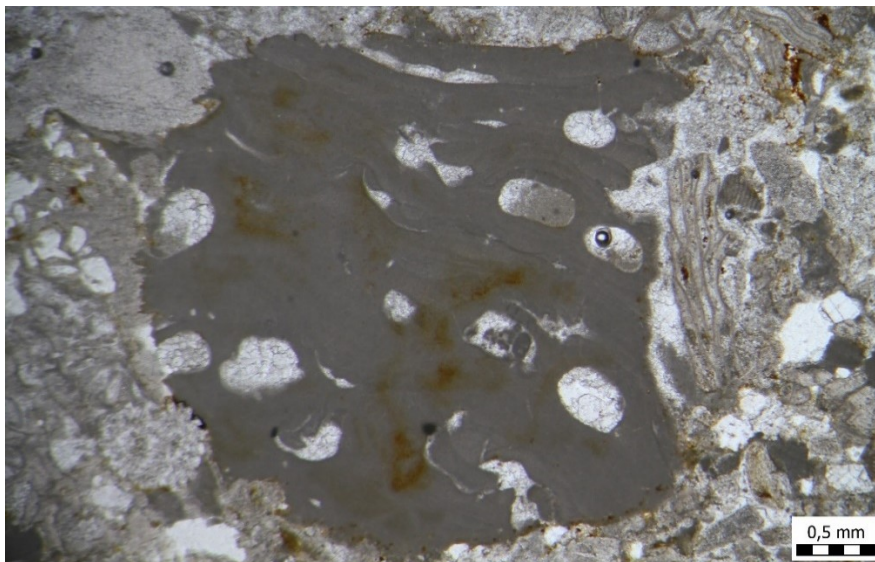
Genus *Neogoniolithon* Setchell & Manson, 1943

Stratigrafski raspon: srednji eocen do oligocen.

Opis: Rod *Neogoniolithon* pronađen je na točki AMB5, unutar preparata A5a (Slika 11). Talus je monomerozan s koksijalnim filamentima. Veliki koneptakuli prisutni su cijelom površinom talusa. Zaobljenih su strana, najčešće nepravilnog do okruglastog oblika, varijabilnih veličina. Širina koneptakula iznosi ~0,4 mm, a visina od ~0,25 do 0,5 mm. Stanice koje obavijaju koneptakule su okomite na njih.

Izgled roda *Neogoniolithon* odgovara opisima u Chelaru & Bucur (2016).

Staništa: Epilitski rod koji dobro podnosi salinitet, promjene temperatura i svjetla. Nalazimo ga u sublitoralu do 40 m dubine (Babbini & Bressan 1997).



Slika 11. Korasta forma roda *Neogoniolithon*; preparat A5a.

Phyllum Rhodophyta (Wettstein, 1901)

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall i Saunders, 2007

Ordo Corallinales Silva i Johansen, 1986

Familia Corallinaceae Lamouroux, 1812

Subfamilia Metagoniolithoideae H.W. Johansen, 1969

Genus *Metagoniolithon* Weber-van Bosse, 1904

Stratigrafski raspon: oligocen do početka srednjeg miocena.

Opis: Rod *Metagoniolithon* pronađen je na točki AMB4, unutar preparata A4.2c. Talus je monomerozan. Širok je 1,3 mm, a visok 0,6 mm. Filametni su koaksijalni, izduženi i pravokutnog su oblika, širina im iznosi ~0,04 mm a visina ~0,02 mm. Smanjuju se prema perifernim dijelovima. Konzeptakuli nisu prisutni (Slika 12). Opis roda odgovara opisima Womersley i Johansen (1996).

Staništa: Epifitički rod koji živi pretežno na oblama do dubine od 8 m (Womersley & Johansen, 1996).



Slika 12. Rod *Metagoniolithon*; preparat A4.2c.

### 5.1.1.2. FAMILIA SPOROLITHACEAE

Familija Sporolithaceae (Verheij, 1993) (Corallinales, Rhodophyta) sadrži dva postojeća roda: *Sporolithon* (Heydrich 1987) i *Heydrichia* (Townsend et al., 1994).

*Heydrichia* je jedino poznata s juga Afrike (Townsend et al., 1994) i sjeveroistoka Australije (Townsend & Borowitzka, 2001). Njezin fosilni nalaz nije zabilježen.

Suprotno njemu, rod *Sporolithon* pojavljuje se u tropskim i umjerenim vodama sjeverne i južne hemisfere (Verheij, 1993; Harvey et al., 2002), gdje primarno živi u relativno dubokim vodama (Adey, 1979, 1986). Zabilježen je i kao fosil (Bassi, 1998).

Sporolithaceje karakteriziraju čvrsto uređene spore smještene unutar kalcificiranih sporangijalnih odjeljaka (Townsend et al., 1995), dok koralinaceje karakteriziraju zonalno uređene spore koje se razvijaju unutar sporangijalnih konceptakula (Harvey et al., 2002).

Prvi se puta pojavljuje u grebenima donje krede u Španjolskoj (Arias et al., 1995), što ga čini najstarije zabilježenim predstavnikom modernih algi iz reda Corallinales. Pregledima postojeće literature, rod je dosegao najveću raznolikost vrsta u turonu-konijaku (gornja kreda) (Checconi et al., 2007). Od gornje krede, bogatstvo vrsta roda *Sporolithon* počela se smanjivati, prateći globalno sniženje temperatura u oceanima (Aguirre et al., 2000).

Phyllum Rhodophyta Wettstein, 1901

Classis Florideophyceae Cronquist, 1960

Subclassis Corallinophycidae Le Gall i Saunders, 2007

Ordo Sporolithales Le Gall, PayrI, Bittner i Saunders, 2009

Familia Sporolithaceae Verheij, 1993

Subfamilia Sporolithoideae Setchell, 1943

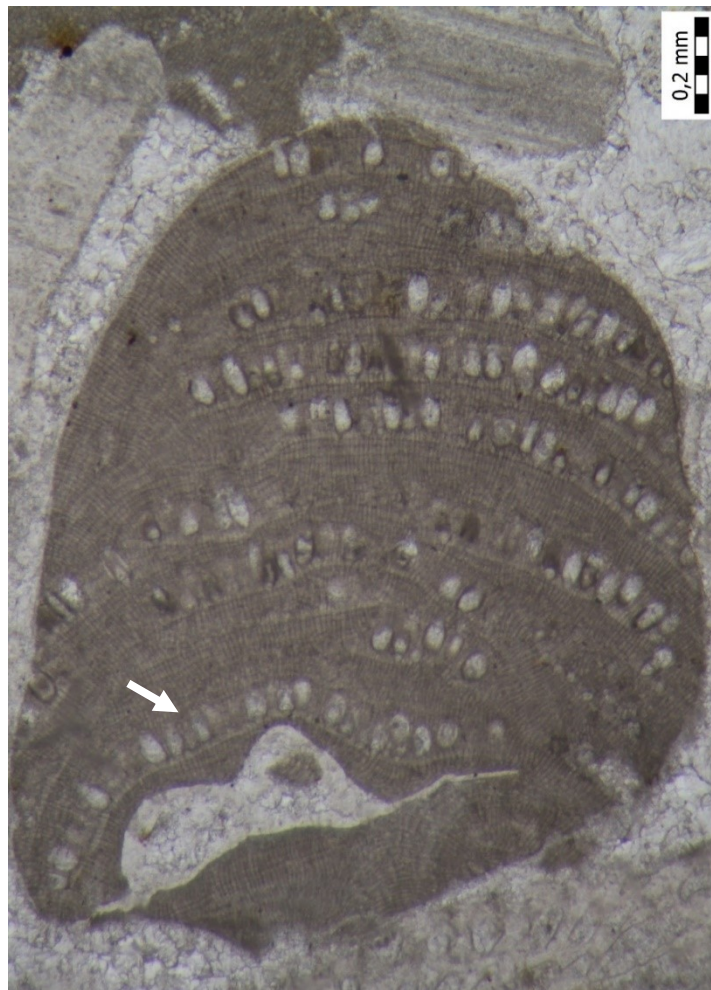
Genus *Sporolithon* Heydrich, 1897

Stratigrafski raspon: kasni eocen do baden.

Opis: Rod *Sporolithon* pronađen je na točki AMB10, unutar preparata A10.2a (Slika 15). Talus je fruktozan (žbunast) i monomerozan, čine ga ne koaksijalni (perasti) filamenti (bijela strelica). U visinu iznosi ~1,6 mm, a u širinu ~1,4 mm. Stanice su pravokutnih oblika. U perifernom dijelu talusa filamenti su izduženiji. Reproductivne strukture sastoje se od sporangijalnih odjeljaka (Townsend et al., 1995), grupiranih u sorusu unutar talusa.

Sporangijalni odjeljci (bijela strelica) međusobno su odvojeni s nekoliko filamenata. Broj odjeljaka u sorusu je od četiri do dvadeset te su najčešće elipsastih do ovalnih oblika. Mjere im iznose ~ 0,02 mm u širinu te ~0,08 mm u visinu. Opis roda *Sporolithon* odgovara opisima Chelaru & Bucur, 2016.

Staništa: Na stjenovitim podlogama u litoralnoj i sublitoralnoj zoni (Babbini & Bressan 1997).



Slika 15. Prstasta forma roda *Sporolithon* sp. (Heydrich, 1897), karakteristični filamenti između sporangijalnih odjeljaka označeni su bijelom strelicom; A10.2a.

### 5.1.2. CLOROPHYTA (ZELENE ALGE)

Phyllum Chlorophyta Pascher, 1914

Classis Ulvophyceae K.R. Mattox i K.D. Stewart, 1978

Ordo Bryopsidales J.H. Schaffner, 1922

Familia Halimedaceae Link, 1832

Genus *Halimeda* J.V. Lamouroux, 1812

Približno je poznato pedesetak modernih kodijaceskih alga koje pripadaju vrsti *Halimeda*, a tek njih nekoliko iz fosilnih zapisa. Obitavaju na višim zemljopisnim širinama, uključujući Mediteran i Centralni Paratetis tijekom srednje miocenskog klimatskog optimuma (Bucur et al., 2011; Reuter et al., 2012).

Sudjeluju u izgradnji aragonitnih sedimenata, modernih tropskih i subtropskih karbonatnih okoliša (Hillis-Colinvaux, 1986). Zamijećeno je da se na dubini od nekoliko desetaka metara (obično između 20 do 50 m) segmenti halimeda akumuliraju više-manje na mjestu gdje grade strukture nalik grebenima. U literaturi se takve „grebenske“ strukture nazivaju humci, bioherme ili grebenski segmenti (Orme & Riding, 1995). Mogu se pronaći i na znatno većim dubinama (do 150 m) (Hillis-Colinvaux, 1986).

Važnost roda *Halimeda* kao jednog od glavnih proizvođača sedimenata široko je priznata i davno uočena (Ginsburg, 1956), no njegova uloga kao potencijalnog graditelja grebena tek je nedavno otkrivena (Roberts et al., 1987a). Rod je kod nas zabilježen na Medvednici, unutar koralgalno-briozojskih naslaga tipa boundston (Sremac et al., 2016). Uočen je i unutar istraživanih preparata na točki MB8 (Slika 16). Stratigrafski raspon roda je od krede do danas (Hillis, 2001).



Slika 16. Rod *Halimeda* (J.V. Lamouroux, 1812) označen bijelom strelicom; preparat MB8b.



### 5.1.3. BRYOZOA (MAHOVNJACI)

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. 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).

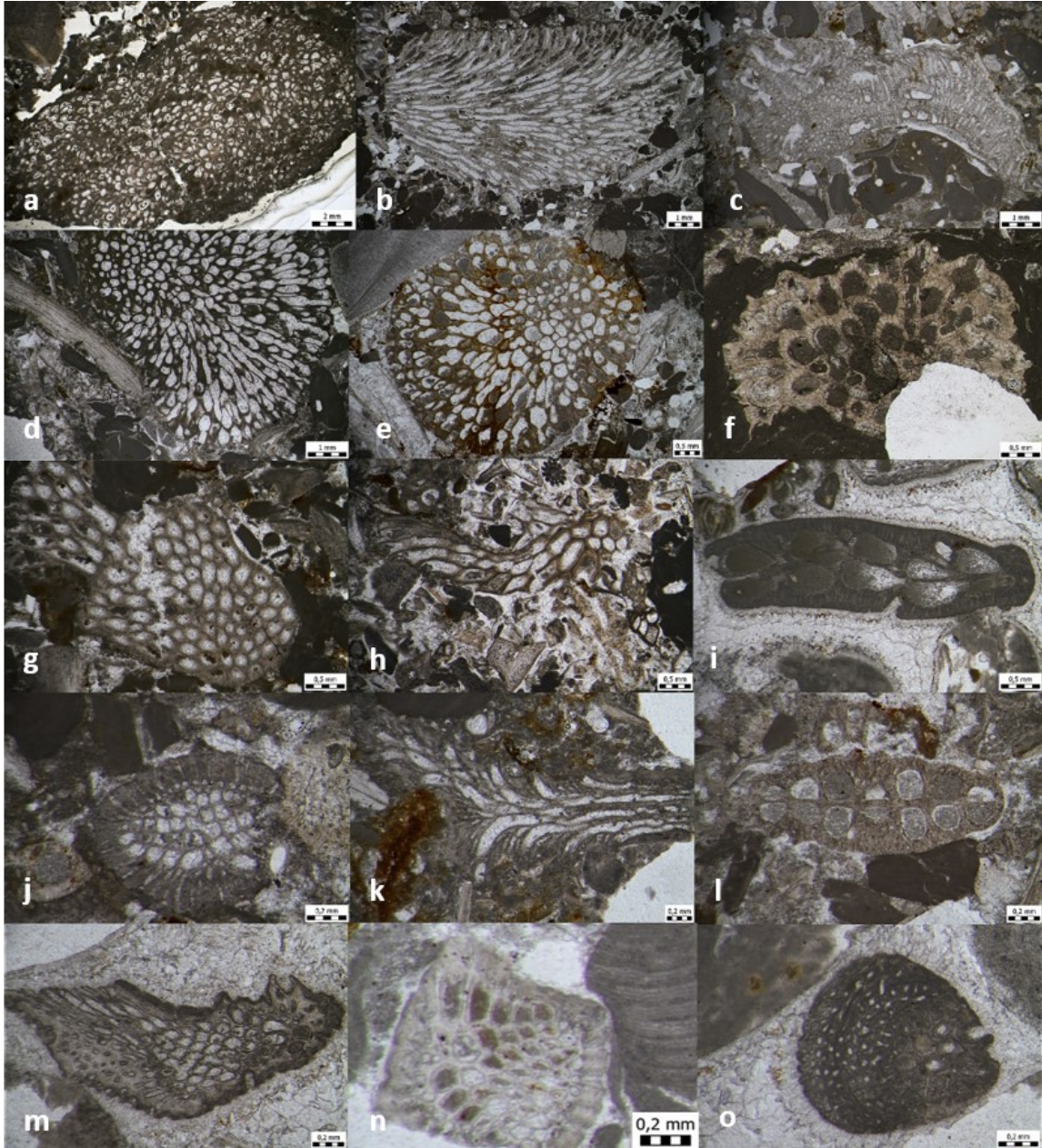
Dominiraju u suptropskim do umjerenim, plitkim vodama (dubine od 10 do 80 m) normalnog saliniteta, visokog sadržaja kisika i vrlo dobrim trofičkim uvjetima (Zágoršek et al., 2012). Žive kao sesilni bentos, pričvršćeni ili za stjenovita morska dna ili za ljuštore uginulih organizama, ponekad i za trave.

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).

Doprinosu izgradnji grebena na mnoge načine: kao glavni „graditelji grebenske rešetke“, sporedni „učvršćivači rešetke“, kao tvorcii sedimenata te inhibitori sedimenata u pokretu (Hageman et al., 2013), najčešće s koraljima i vapnenačkim algama, ali i ostalim biotama (Sremac et al., 2016).

Njihov procvat u Paratetisu tijekom donjeg badena bio je do te mjere zastupljen da se naziva „briozojski događaj“ (Zágoršek et al., 2008a; 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 Sjevernohrvatskom 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). Istraženo područje bogato je mahovnjacima prema brojnosti i

raznolikosti. Uočeni su korasti, lunulitiformni, granasti, izduženi, nepravilni oblici brioza (Slika 17).

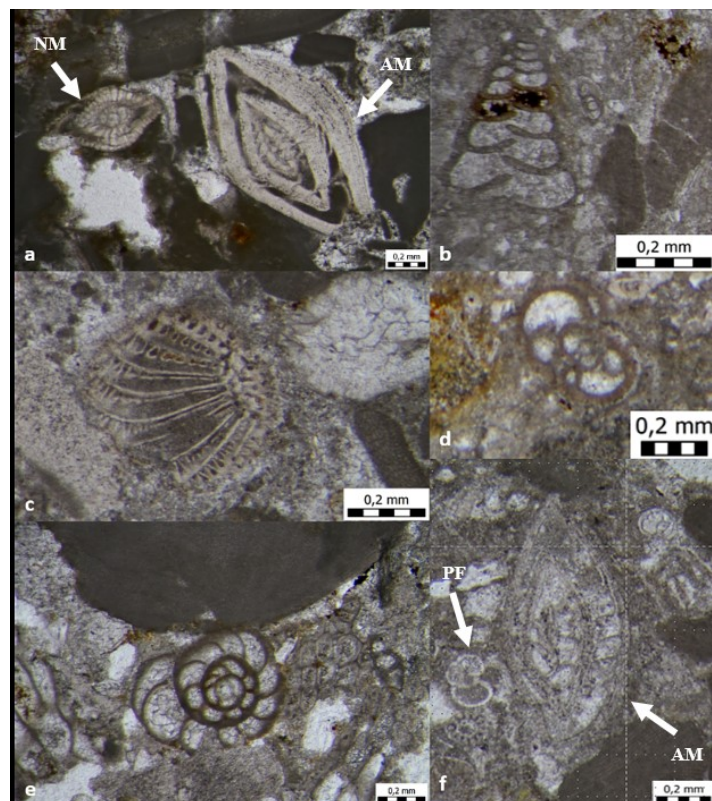


Slika 17. Raznolikost brioza na istraženom području; a) i c) korasti; b) i k) granasti; d), e), f), j) i o) lunulitiformni; h), i) i l) izduženi; g), m) i n) nepravilni oblici brioza; točke od AMB1 do AMB23.

#### 5.1.4. FORAMINIFERE

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 & 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).

Mikrofosilnu zajednicu unutar istraživanih preparata čine bentičke i planktonske foraminifere. Od velikih bentičkih foraminifera najzastupljenije su rotalinidne foraminifere (rodovi *Amphistegina*, *Elphidium* i *Nummulites*), od aglutiniranih, tekstularidne foraminifere (rod *Textularia*), a od planktonskih formainifera zabilježen je red Globigerinida (Slika 18).



Slika 18. a) rodovi *Nummulites* (NM) i *Amphistegina* (AM), b) rod *Textularia*, c) rod *Elphidium*, d) globigerinoidna foraminifera, e) rotalinidna foraminifera, f) rod *Amphistegina* (AM) s planktonskim foraminiferama (PF).

### 5.1.5. PORIFERA (SPUŽVE)

Fosilni zapisi spužva u miocenu Paratetisa nisu česti (Hurcewicz 1991; Pisera & Hladilová 2003). Ponekad se sporadično nalaze opalne spikule između grebenskih biota (Sremac et al., 2016).

Łukowiak et al. (2014) zabilježili su vrlo bogate i raznolike rano miocenske skupine spužvi u središnjem dijelu Bečkog bazena (Paratetis) u Slovačkoj. Procjenjuju da je između 16-19 različitih vrsta kremenih spužvi (npr. Tetillidae, Demospongiae, Hexactinosida, Lychniscosida itd.) nastanjivalo ovu regiju centralnog Paratetisa krajem burdigala (rani miocen). Većina tih spužvi po prvi puta je dokumentirana tijekom miocena u Paratetisu (npr. red Lithistida) (Łukowiak et al., 2014). Time su te skupine spužvi dokazale postojanje veze između Paratetisa i Tetisa pred kraj burdigala, kao i prisutnost otvorenih morskih, dubokovodnih, batijalnih uvjeta u tom dijelu Bečkog bazena. Dakle, veoma su korisne za ekološke i biogeografske interpretacije.

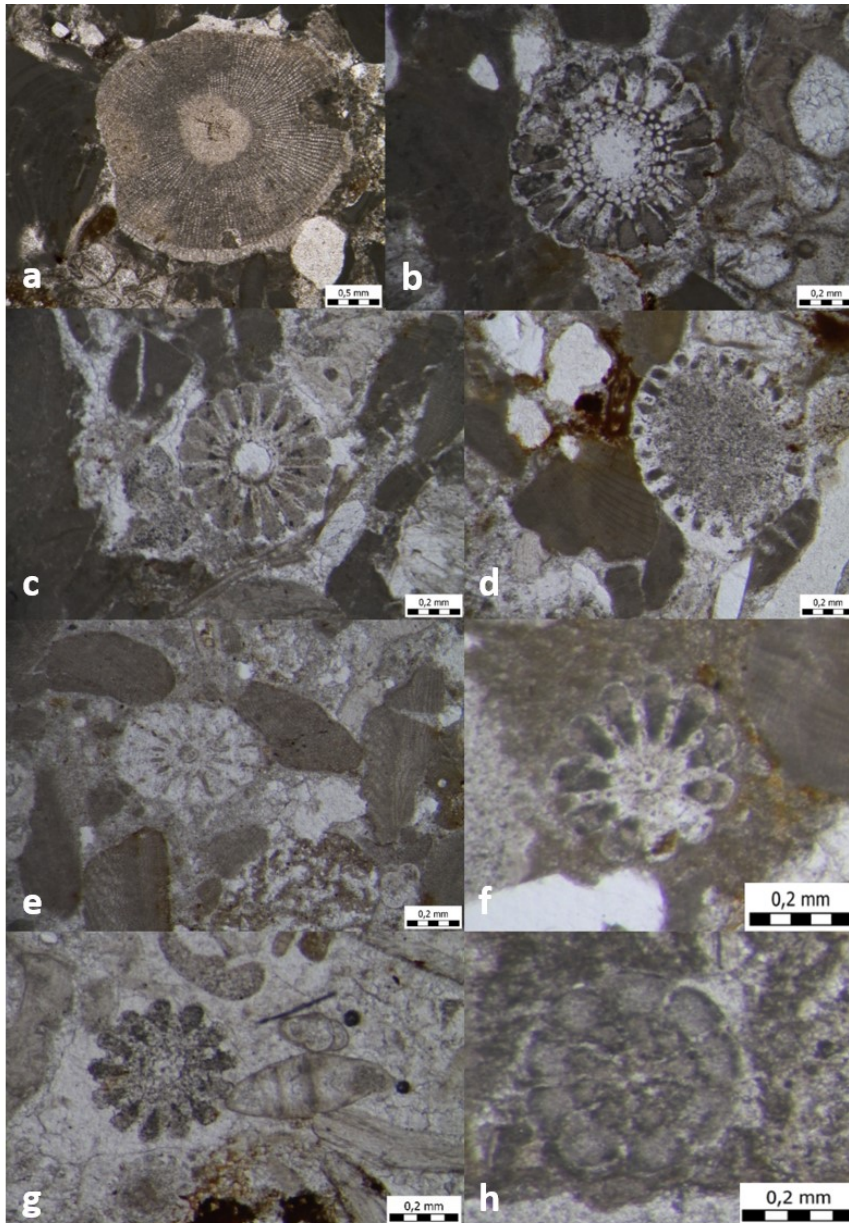
Neki badenski izdanci na Medvednici mogu sadržavati spužve roda *Aplysina*, no zahtijevaju daljnja istraživanja (Sremac et al., 2016). Spužve su uočene unutar istraživanih preparata.

### **5.1.6. ECHINOIDEA (JEŽINCI)**

U fosilnom zapisu poznato je otprilike 13000 vrsta bodljikaša. Echinoidi čine skupinu isključivo morskih beskralježnjaka (Kroh & Nebelsick, 2010) i stenohalini su organizmi (Talbot & Lawrence, 2002). Pokazuju visok fosilizacijski potencijal s obzirom na magnezijско-kalcijску građu skeleta te su među najčešćim makrofosilima pronađenim u oligocenskim i miocenskim karbonatima. Stanište im počinje od intertajdala pa sve do dubokomorskih jaraka (Kroh & Nebelsick, 2010). Glavni su bioerozivni organizmi i imaju važnu ulogu u proizvodnji karbonata na koraljnim grebenima (Carreiro-Silva & McClanahan, 2001).

Biogeografska istraživanja faune echinoida centralnog Paratetisa, pokazala su da je veliki dio ehinoidnih vrsta imigrirao u centralni Paratetis iz Mediteranskog područja. Imigracija se dogodila tijekom tri različita razdoblja, tijekom kasnog egenburga, karpata i početkom badena. Unutar preparata pronađeni su raznoliki presjeci bodlji ježinaca, u kojima smo uspjeli determinirati cidaroidni, diadematoidni i spatangoidni tip (Slika 19).

Prva pojava bodljikaša zabilježena je tijekom srednjeg kambrija (Kroh, 2007).

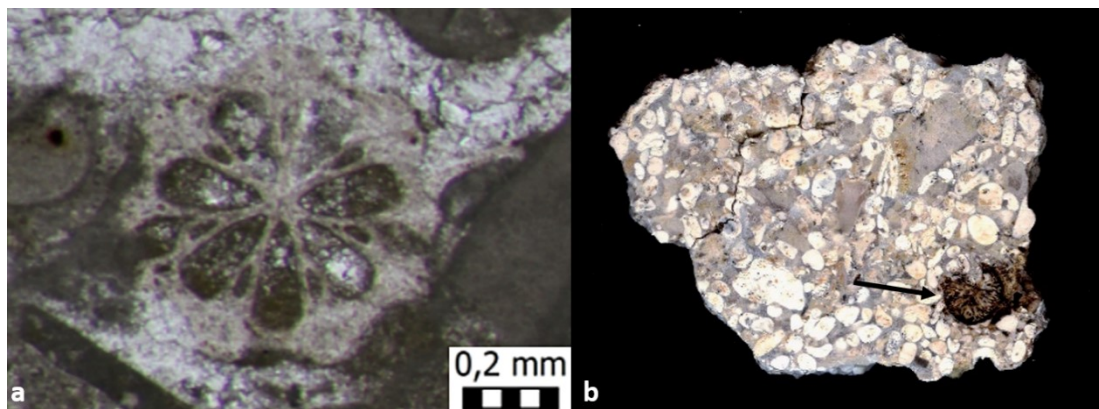


Slika 19. a) Cidaroidni tip, b) diadematoidni tip, c) diadematoidni tip, d) spatangoidni tip, e), f) i g) nepoznati tipovi, h) spatangoidni tip.

### 5.1.7. ANTHOZOA (KORALJI)

Unutar srednjemiocenskih facijesa na području Sjevernohrvatskog bazena, zajedno s mahovnjacima, koraljnim algama, pronađeni su i koralji (Kochansky, 1944). Njihovi otopljeni aragonitni skeleti često su nađeni u poroznim stijenkama. Koralji se samo sporadično spominju u nekoliko geoloških istraživanja (Hauer & Stache, 1863; Nitulescu, 1930) ili općenito u badenskoj fauni (Papp, 1976).

Prvi rad isključivo s naglaskom na koralje publicirao je Neugeboren (1877), opisao je 28 vrsta s područja Lăpugiu de Sus (Rumunjska). Koch (1900) je sintetizirao raspoložive informacije o badenskoj fauni od raznih autora s područja Transilvanije i odredio u to vrijeme 37 vrsta koralja koji većinom pripadaju rodovima *Plesiastrea*, *Solenastrea* i *Trochocyathus*. Nekoliko koraljnih taksona iz badenskih nalazišta na području Sjevernohrvatskog bazena opisala je Kochansky (1944), među kojima i kolonijalni koralj *Prionastrea neugeboreni* i solitarni rod *Flabellum*. Badenski koralji poznati su iz Dilj gore (Šparica et al., 1988) i Zrinske gore (Martinuš et al., 2013). Intrigantan rod *Porites*, koji je veoma sličan karbonatnim spužvama, povezan je s koraljima (Piller et al., 2007). Pronađen je unutar koralgalnog-briozojskog facijesa na nekoliko lokaliteta na Medvednici (Sremac et al., 2016). Unutar preparata solitarni koralji pronađeni su oko područja Adamovec (Slika 20a) i oko područja Marija-Bistrice (Slika 20b).



Slika 20. a) Poprečni presjek koralja unutar preparata A6b, b) nabrusak uzorka MB7; koralj je označen crnom strelicom.

### 5.1.8. SERPULIDI

Serpulidi su mnogočetašči (kolutićavci), čije tijelo prekriva tanka kutikula, a proizvode karbonatni skelet u obliku cjevčica (Pansini et al., 2009). Široko su rasprostranjeni od tropskih do polarnih geografskih sredina, od plimne zone do dubokog mora. Mogu tvoriti kolonije na stijenama kao npr. vrsta *Galeolaria caespitosa*. Ostali taksoni su solitarni, uvijek pričvršćeni za tvrde podloge poput mekušaca, na karapaks dekapodnih rakova, ali i na morske trave, alge (Glasby et al., 2000). U grebenskim sredinama žive u mikrošupljinama kao endobionti (Pansini et al., 2009). Neki mnogočetašči proizvode konkecije u današnjim obalnim sredinama na dubinama do 2 m (Bressan et al., 2009). Mogu tolerirati visoke promjene eutrofikacije i varijacije saliniteta.

Današnji serpulidi imaju mogućnost brze izgradnje grebena (brzina im je 30 mm mjesečno), često u kombinaciji sa sekundarnim grebenotvorcima, poput mahovnjaka, vitičara, školjkaša, algi (Sremac et al., 2016).

Prvi fosilni serpulidi opisani su prije više od 300 godina, ali paleontolozi rijetko istražuju ovu skupinu organizama (Ippolitov et al., 2014). Pojavu miocenskih kolutićavaca zabilježili su Radwańska (1994), Taylor et al. (2006) i Jäger & Schneider (2009). Takve su grebenske strukture bile učestalije tijekom sarmata nego tijekom badena, a nedavno su nađene u Marijagoričkim brdima u blizini Zagreba (Sremac et al., 2016). Serpulidi su pronađeni na točki AMB, u preparatu A3.3c. Na slici je uočena dvoslojna stijenka, karakteristična za serpulide (Slika 21).



Slika 21. Dvoslojna stijenka serpulida označena je bijelom strelicom; preparat A3.3c.



## 5.2. MIKROFACJESI

Već na terenu makroskopski se uočava nekoliko tipova facijesa, što je potvrdila i analiza mikroskopskih preparata.

### 5.2.1. NASLAGE TIPA BOUNDSTONE

#### 5.2.1. A) BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI FRAMESTONE

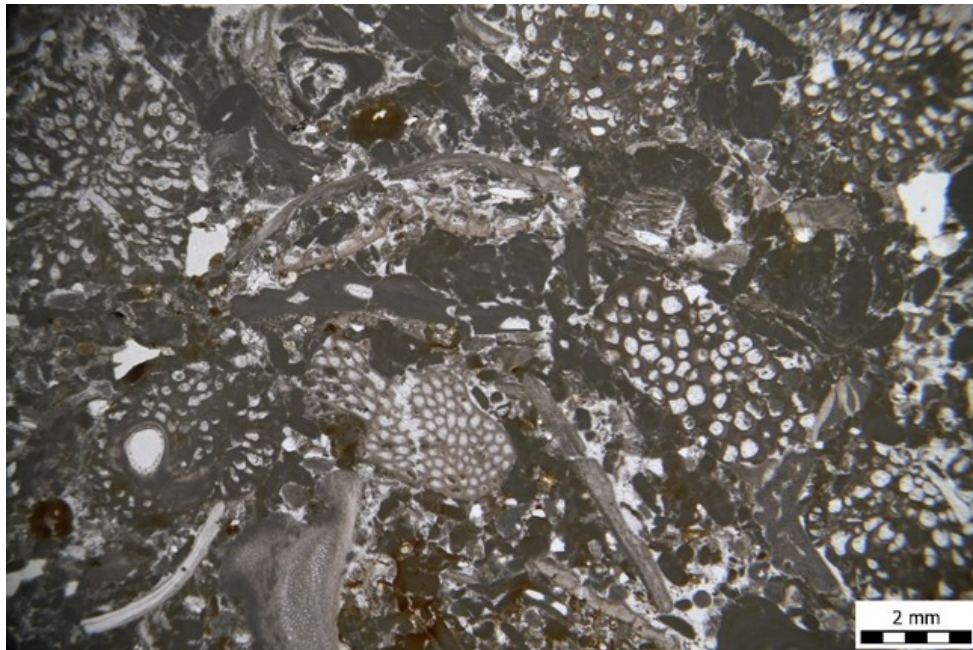
**TOČKE:** AMB3, AMB13.

**PREPARATI:** A3.3b, A13.1c, A13.2a, A13.2c (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** raznolike forme briozoa.

**Podređene komponente:** koraste koralinacejske alge, ljuštore mekušaca, oštrige, rodoliti veličine ~1 mm, velike bentičke numulitidne foraminifere (*Nummulites* sp., *Amphistegina* sp.), tekstularidne foraminifere (*Textularia* sp.), fragmenti bodlja ježinaca.

**Opis:** više od 10% čestica su veće od 2 mm. Mikrofacijes se sastoji od dobro očuvanih organizama koji svojim skeletima grade rešetkastu strukturu. Vezivo je jedva prisutno (Slika 22).



Slika 22. Brizojsko-koralinacejski framestone; preparat A3.3c

### 5.2.1. B) RODOLITNI FACIJES

Rodolite definiramo kao nodule ili nepričvršćene razgranate izrasline nodularnih formi koje su uglavnom sastavljene od koralinacejskih crvenih algi (Bosence, 1983). Rodovi koralinaceja *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, *Phymatoliton* i *Neogoniolithon* su poznati da tvore rodolite (Johansen, 1981).

Visoko magnezijско-kalcitni skelet u rodolitima može prikazivati različite morfologije rasta, u rasponu od kuglastih, elipsoidalnih do diskoidalnih (Bosence, 1983). Nekoliko studija potvrdilo je da je oblik rodolita usko povezan s okolišima taloženja (Foster et al., 1997). Morfologija rodolita očito je posljedica čestih prevrtanja prilikom gibanja voda (tijekom oluja) ili biogenih aktivnosti (hranjenje riba pri dnu, infaunalni i epifaunalni organizmi) (Bosellini & Ginsburg, 1971). Zasebni primjerci koji obično rastu oko središnje jezgre (npr. oko fragmenata koralja ili mekušaca ili oblutaka), mogu doseći od 20 do 30 cm u promjeru te mogu biti stari od 500 do 800 godina (Adey & Macintyre, 1973).

Fosilni rodolitni facijesi najčešće su prisutni u korama koraljnih algi, rodolitnom rudstonu, brizojsko-rodolitnom floatstoneu/ rudestoneu (Nebelsick & Bassi, 2000). U današnjim su morima rodoliti prisutni s algalnim prevlakama od intertajdala do plitkovodnih subtajdalnih okoliša (Steller et al., 2003; Basso et al., 2009) pa sve do dubina većih od 200 m (Lund et al., 2000; Steller et al., 2003).

Opise rodolita iz fosilnih, ali i današnjih okoliša zabilježili su mnogobrojni autori (npr. Foster et al., 1997; Nebelsick & Bassi, 2000), prikazujući njihovu dominantnu ulogu pri karbonatnoj produkciji.

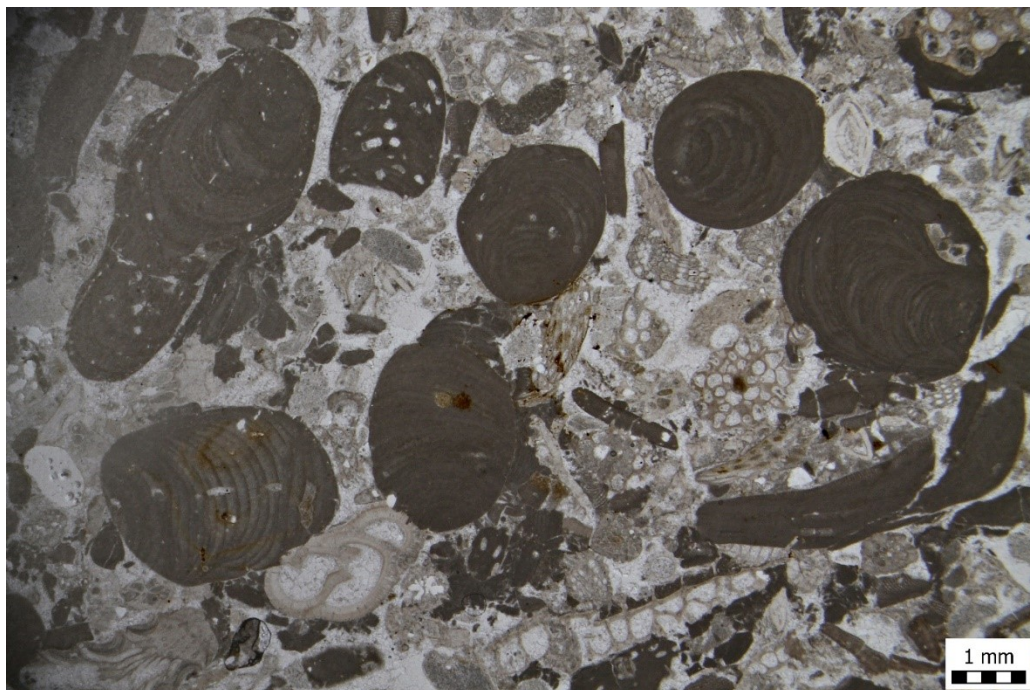
**TOČKE:** AMB1, AMB2, AMB10, AMB22, AMB23.

**PREPARATI:** A1.2a, A10.1a, MB8a, MB8b.

**Dominantne komponente:** rodoliti veličine do 2 mm, koralinacejske alge korastih, izduženih, elipsastih formi.

**Podređene komponente:** štapičasti, granasti, lunulitiformni briozoi, velike bentičke foraminifere (*Amphistegina* sp.), koralji, bodlje ježinaca.

**Opis:** više od 10% čestica je veće od 2 mm, zamijećena je kružna orijentacija rodolita. Vezivo je sparitno (Slika 23).



Slika 23. Rodolitni facijes; preparat A10.1a.

## 5.2.2. BOKLASTIČNE PERIGREBENSKE NASLAGE

### 5.2.2.1. KORALINACEJSKO-BRIOZOJSKI RUDSTONE

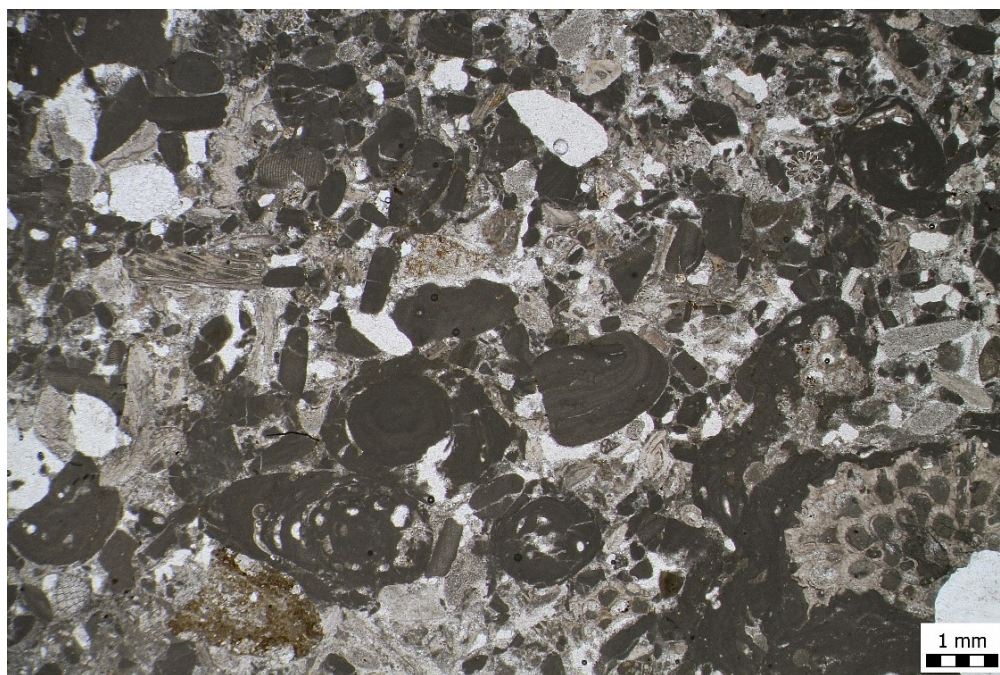
**TOČKE:** AMB1, AMB2, AMB6, AMB10 (okolica Adamovca).

**PREPARATI:** A1.2a, A2.1, A6a, A8, A10.1b, A10.2a (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** koralinacejske alge, rodoliti veličine ~1,5 mm.

**Podređene komponente:** lunulitiformni i štapičasti mahovnjaci, velike bentičke numulitidne, rotalidne, tekstularidne foraminifere (*Textularia* sp., *Amphistegina* sp.), bodlje ježinaca, fragmenti školjkaša.

**Opis:** više od 10% čestica je veće od 2 mm, dobro su očuvane i nerazlomljene, međusobno se dodiruju. Vezivo je jedva prisutno (Slika 24).



Slika 24. Koralinacejsko-briozojski rudstone; preparat A1.2a.

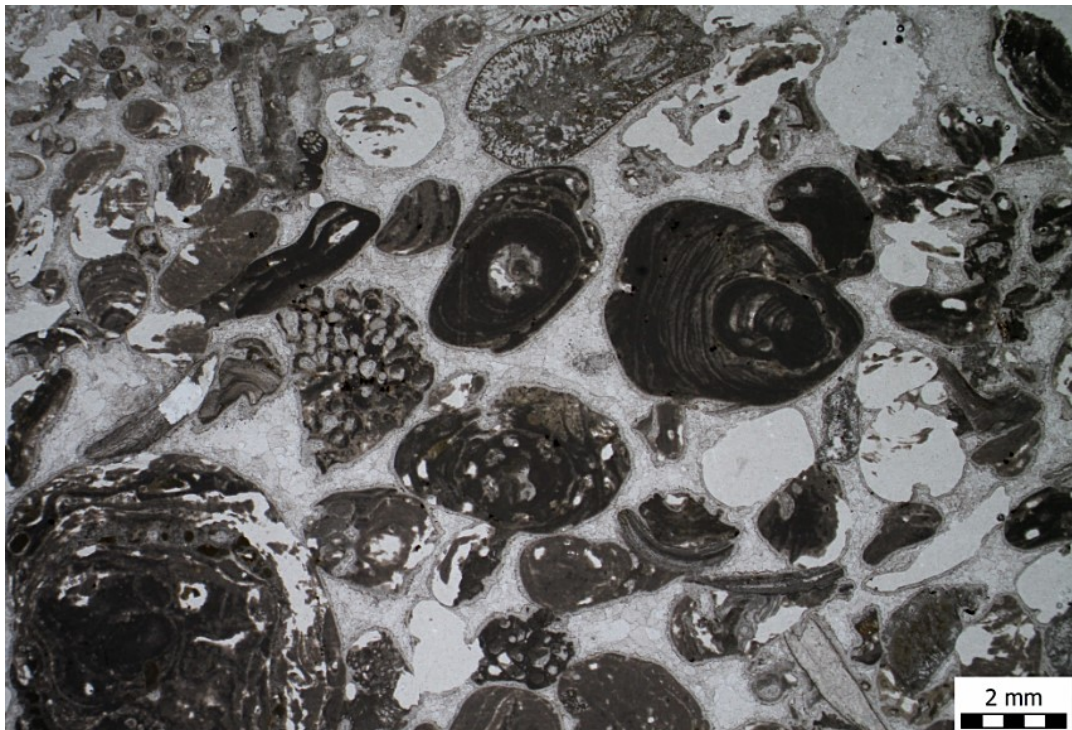
**TOČKE:** AMB22, AMB23 (okolica Marije Bistrice).

**PREPARATI:** MB8a, MB8b (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** koralinacejske alge štapičastih, elipsoidalnih do nepravilnih oblika. Veličina rodolita je ~2 mm.

**Podređene komponente:** briozoi koničastih, grmčastih, štapičastih do lunulitiformnih oblika, velike bentičke foraminifere (*Amphistegina* sp.), koralji, oštrige te bodlje ježinaca. Prvi puta unutar preparata uočena je zelena alga (*Halimeda* sp.).

**Opis:** više od 10% čestica su masivne i veće od 2 mm. Cjelovite su, bez orijentacije i gradacije. Vezivo je sparitno (Slika 25).



Slika 25. Koralinacejsko-brizojski rudstone; preparat MB8b.

### 5.2.2.2. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI RUDSTONE

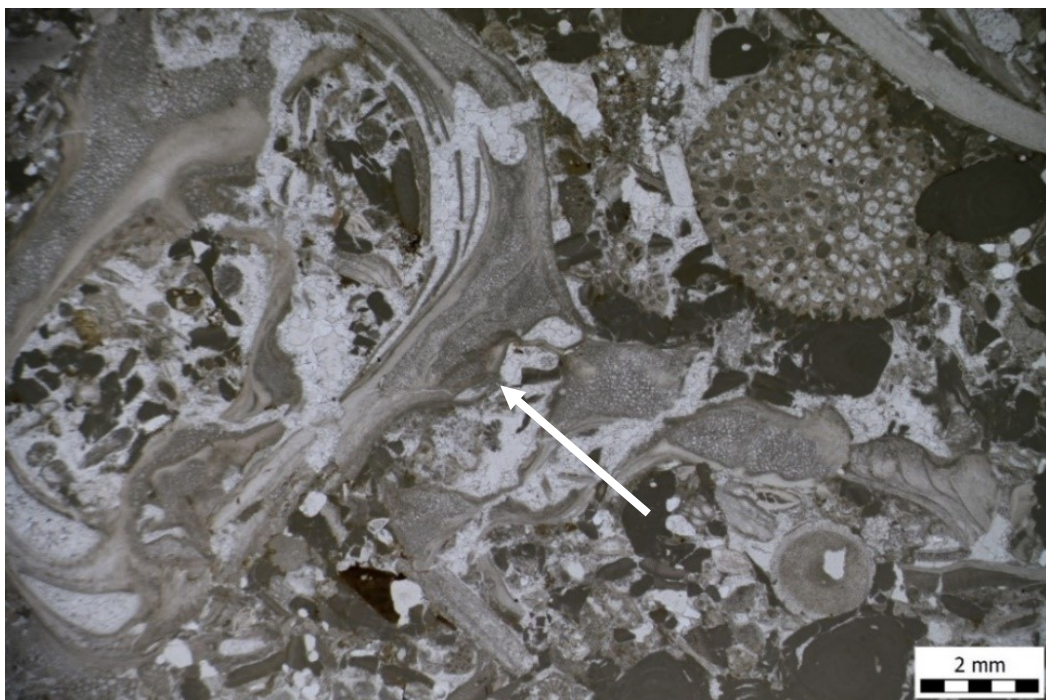
**TOČKA:** AMB1, AMB5.

**PREPARATI:** A1.3b, A5b (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** fragmenti ljuštura oštriga, lunulitiformni i duguljasti briozoi.

**Podređene komponente:** koralinacejske alge, numulitidne i rotalidne foraminifere (*Amphistegina* sp.), bodlje ježinaca.

**Opis:** više od 10% čestica je veće od 2 mm, ljuštura oštriga su rastrgane što upućuje na izrazito veliku energiju vode. Vezivo je sparitno (Slika 26).



Slika 26. Ostreidno-briozojnsko-koralinacejski rudstone; fragment oštrige označen je bijelom strelicom; preparat A5b.

### 5.2.2.3. KORALINACEJSKO-BRIOZOJSKI FLOATSTONE

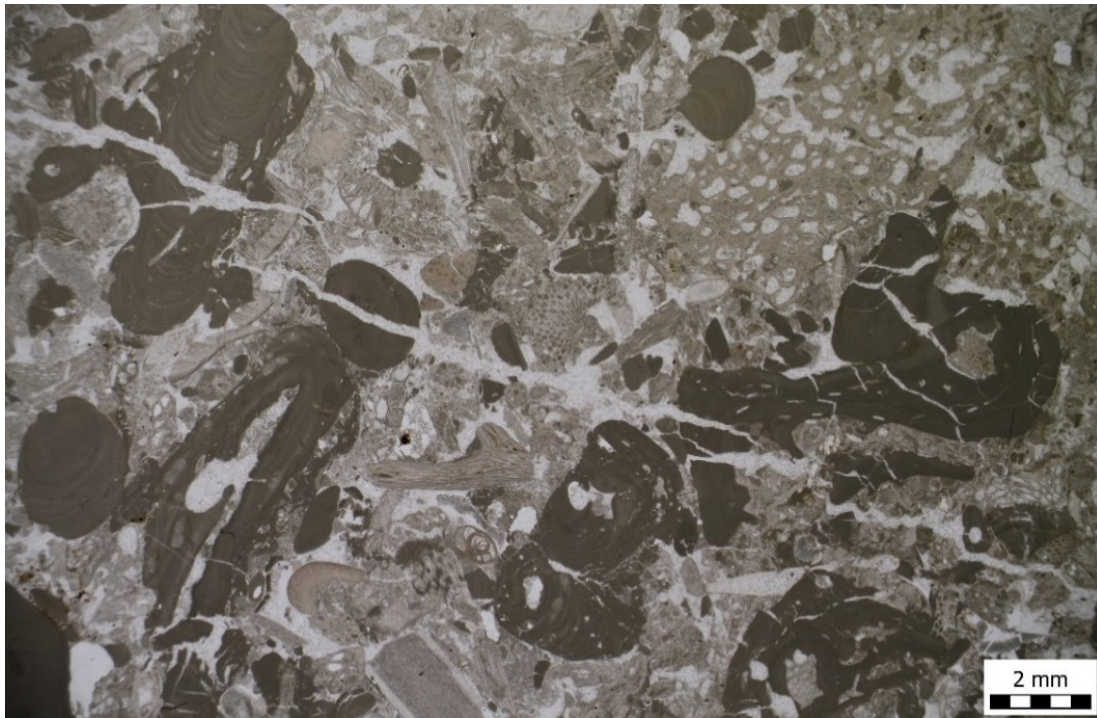
**TOČKA:** AMB2

**PREPARATI:** A4.2c, A6b, A7.3a, A7.3b, A13.2b (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** prstaste, koraste i izdužene koralinacjske alge, rodoliti veličine do 1,5 mm.

**Podređene komponente:** briozoi, planktonske foraminifere, bodlje ježinaca, ljušturre školjkaša, koralji.

**Opis:** čestice veće od 2 mm ističu se među sitnijim česticama. Kaotičan raspored čestica. Vezivo je sparitno (Slika 27).



Slika 27. Koralinacejsko-briozojski floatstone; preparat A6b.

#### 5.2.2.4. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI FLOATSTONE

**TOČKE:** AMB2, AMB3, AMB4, AMB7.

**PREPARATI:** A2d, A3.3a, A3.3c, A4.2a, A4.2b, A7.3b, A7.3c (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** lunulitiformni briozoi.

**Podređene komponente:** koralinacejske alge, oštrige, bodlje ježinaca, spužve, serpulidi, velike bentičke foraminifere (*Amphistegina* sp. i *Elphidium* sp.).

**Opis:** veći dio čestica je veći od 2 mm, čestice nemaju orijentaciju. Vezivo je detritično (Slika 28).



Slika 28. Briozojsko-koralinacejski floatstone; preparat A3.3c.

#### 5.2.2.5. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI GRAINSTONE

**TOČKA:** AMB2

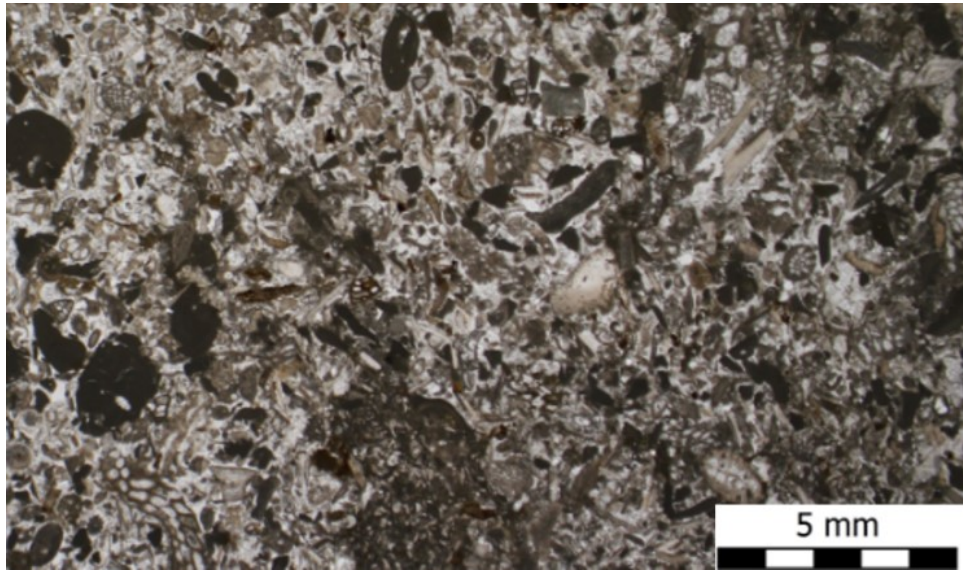
**PREPARAT:** A2b (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** briozoi.

**Podređene komponente:** rotalidne, tekstularidne (*Amphistegina* sp.), planktonske globigerinoidne foraminifere, koralji, bodlje ježinaca.

**Opis:** više od 10% čestica je manje od 2 mm, zrna imaju međusobnu potporu. Prisutnost koralja upućuje na plići i čisti okoliš. Vezivo je jedva prisutno, detritično (Slika 29).





Slika 29. Brizojsko-koralinacejski grainstone; preparat A2b.

#### 5.2.2.6. KORALINACEJSKO-BRIOZOJSKI PACKSTONE

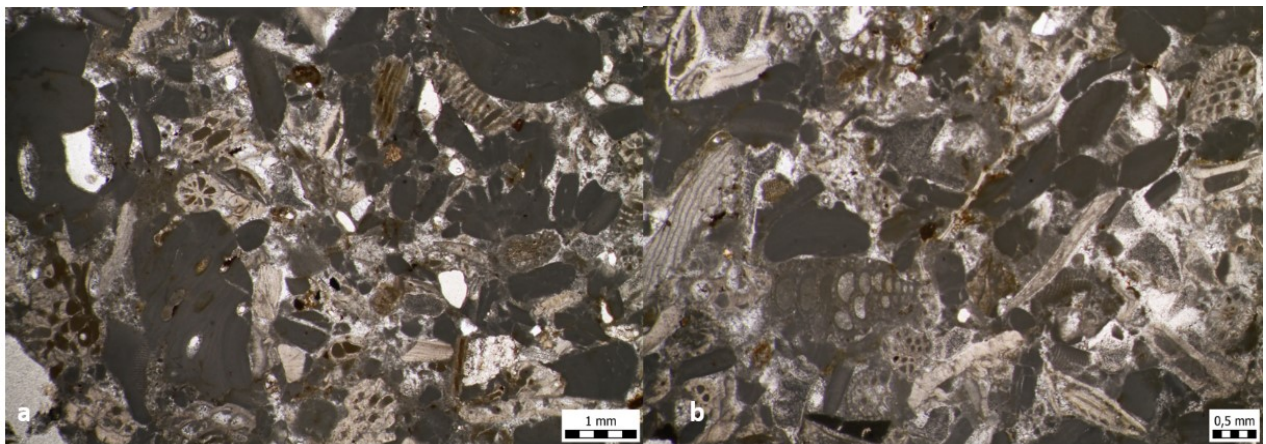
**TOČKA:** AMB1, AMB5.

**PREPARAT:** A1.3a, A5a (vidi tablicu).

**Dominantne komponente:** koralinacejske alge razolikih oblika.

**Podređene komponente:** brizozi, bodlje ježinaca, velike bentičke foraminifere (*Amphistegina* sp.).

**Opis:** više od 10% čestica je manja od 2 mm, vezivo je djelomično sparitno, a djelomično mikritno (Slika 30).



Slika 30. a) i b) Koralinacejsko-brizojski packstone; preparat A1.3a.

### 5.2.2.7. BRIOZOJSKO-KORALINACEJSKI PACKSTONE

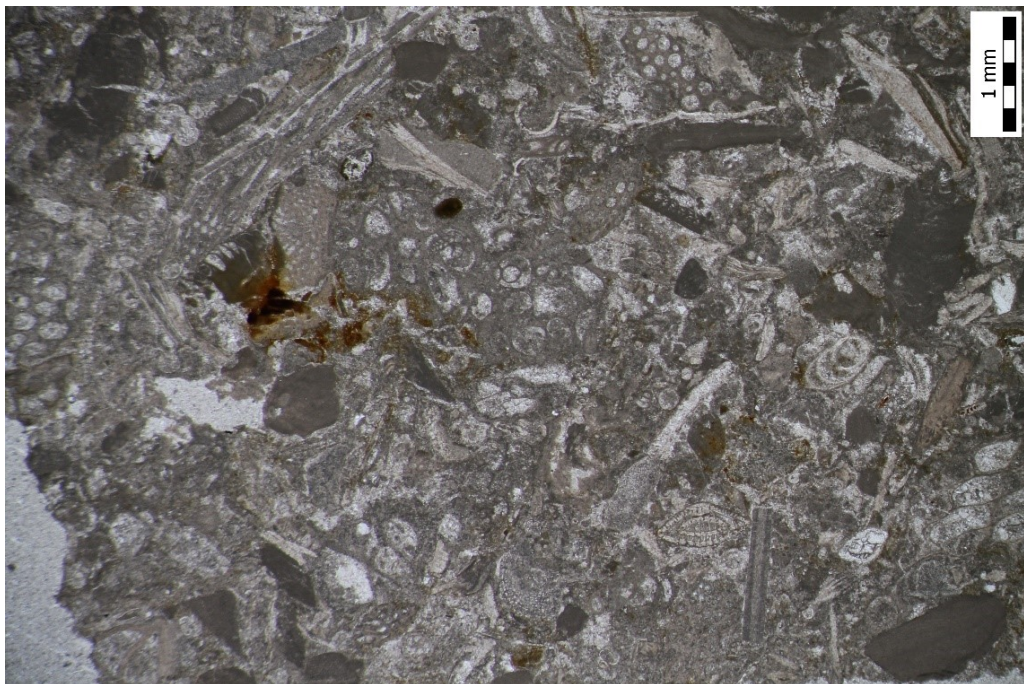
**TOČKE:** AMB2, AMB4, AMB13.

**PREPARATI:** A2a, A2c, A2d, A4.2b, A13.1a, A13.b (vidi tablicu).

**Dominante komponente:** različiti oblici briozoa.

**Podređene komponente:** koralinacejske alge, velike bentičke (*Amphistegina* sp., *Nummulites* sp., *Textularia* sp.), planktonske globigerinoidne foraminifere, bodlje ježinaca.

**Opis:** većina čestica manja je od 2 mm, prema fosilima pretpostavljamo da je došlo do miješanja pučinskih organizama s dubljevodnim. Vezivo je detritično (Slika31).



Slika 31. Brizojsko-koralinacejski packstone; preparat A2c.

## 5.2.2. H) TALICA MIKROFACIJESA

MIKROFACIJESI	A1.2 a	A1.3 a	A1.3 a	A1.3 a	A2. 1	A2. a	A2. b	A2. c	A2. d	A3. 3a	A3. 3b	A3. 3c	A4. 2a	A4. 2b	A4. 2c	A5. a	A5. b	A6. a	A6. b	A7. 3a	A7. 3b	A7. 3c	A8	A 1a	A 1b	A 1c	A 2a	A 1a	A 1b	A 1c	A 2a	A 2b	A 2c	MB 8a	MB 8b				
B-K FRAMESTONE											+																												
K-B RUDSTONE	+				+													+																					
B-K RUDSTONE																						+																	
K-B FLOATSTONE																																							
B-K FLOATSTONE																																							
B-K GRAINSTONE																																							
K-B PACKSTONE																																							
B-K PACKSTONE																																							

OKOLICA ADAMOVCA

OKOLICA MARIJE BISTRICE

## 6. RASPRAVA

### 6.1. FOSILNE ZAJEDNICE

Unutar preparata uočen je logičan slijed mikrofacijesa. S obzirom da se grebenske strukture vrlo rijetko sačuvaju in situ, te da se oko grebena nalaze bioklastični ostatci njegova razaranja, djelovanjem valova, najrasprostranjeniji tip okoliša očekivano pripada tipu koralinacejsko-briozojskom rudstone-u (vidi tablicu). Miocenske naslage područja Adamovca na prvi pogled razlikuju se od stijena oko Marije Bistrice. Adamovačke su na svježem presjeku puno tamnije, dok su u okolici Marije Bistrice svijetlije boje. Na području oko Adamovca česte su velike bentičke foraminifere poput rodova *Amphistegina*, *Elphidium*, numulitidne, rotalidne, tekstularidne foraminifere, ali i planktonske globigerinoidne foraminifere. Od bodljikaša pronađeni su različiti presjeci bodlji ježinaca od kojih smo prepoznali cidaroidni, spatangoidni i diadematoidni tip. Također, uočeni su koralji, fragmetni oštriga, te različite forme briozoa. Najveću pozornost privukla mi je izrazito velika raznolikost crvenih algi koja do sada na Medvednici u toj mjeri nikad nije bila zabilježena. U okolici Marije Bistrice uočene su po prvi puta unutar preparata, zelene alge roda *Halimeda* i gastropodi. Raznolikost crvenih algi je i dalje prisutna. Rodoliti su veličine do 2 mm kao i u okolici Adamovca. Pronađene su rotalidne, tekstularidne i numulitidne foraminifere, solitarni koralji, različiti oblici briozoa te bodlje ježinaca.

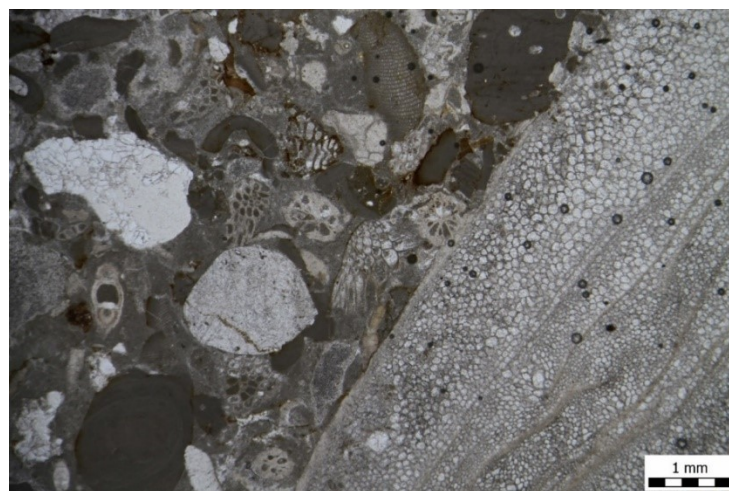
Pregledom načinjenih preparata uočila sam veću bioraznolikost u okolici Adamovca. Razlog tome može biti brojnost preparata, jer se na Adamovečkoj strani nalaze kompaktnije stijene, a na strani Marija Bistrice slabije vezane stijene od kojih nije bilo moguće dobiti jednak broj čvrstih preparata. Ukupno je otkriveno sedam rodova iz familije Corallinaceae (*Lithothamnion* sp., *Amphiroa* sp., *Phymatolithon* sp., *Jania* sp., *Spongites* sp., *Neogoniolithon* sp., *Metagoniolithon* sp.). Od njih, pet rodova do sada nije bilo zabilježeno na Medvednici, kao ni rod iz familije Sporolithaceae (*Sporolithon* sp.) i dvije nove vrste (*Lithothamnion crispatum* i *Spongites fructiculosus*).

## 6.2. OKOLIŠI TALOŽENJA

Prema Folkovoj klasifikaciji, u okolini Adamovečkog dijela odredila sam osam mikrofacijesa (vidi tablicu). Prvi mikrofacijes je briozojско-koralinacejski (B-K) framestone unutar kojeg in situ organizmi od svojih skeleta grade rešetetku. Prevladavaju krustozne koralinacejske alge, ljuštore mekušaca, oštrige, rodoliti veličine do 2 mm, velike bentičke numulitidne i tekstularidne forminifere, te bodlje ježinaca. Ovaj mikrofacijes karakterističan je za karbonatni šelf.

Najčešći mikrofacijesi su drugi koralinacejsko-briozojски (K-B) rudstone i treći B-K rudestone, što je bilo za pretpostaviti s obzirom da su grebeni rijetko in situ. Svojim kretanjem grebeni dovode do razaranja organizama i stvaranja rudestone-a. Unutar njih pronađene su različite koralinacejske alge, numulitidne, rotalidne, tekstularidne foraminifere, bodlje ježinaca, te rastrgane ljuštore oštriga što upućuje na izrazito veliku energiju vode. Ovi mikrofacijesi karakteristični su za padinu vanjskog dijela šelfa, u uzburkanoj zoni gdje valovi i struje otvorenog mora udaraju o greben.

Četvrti, K-B floatstone i peti, B-K floatstone, najvjerojatnije su formirani valovima za vrijeme oluja koje imaju snažan utjecaj na postojeće sedimente, miješajući alge, razne krhotine školjkaša i sitnozrnati materijal. Nakon slabljenja oluje, materijal se ponovno taloži ili izravno na mjestu erozije vala kao tempestit ili je transportiran u dublje vode i taložen kao trubidit (Walker, 1984; Einsele, 2000). Ovi mikrofacijesi karakteristični su za padinu šelfa (Slika 33).

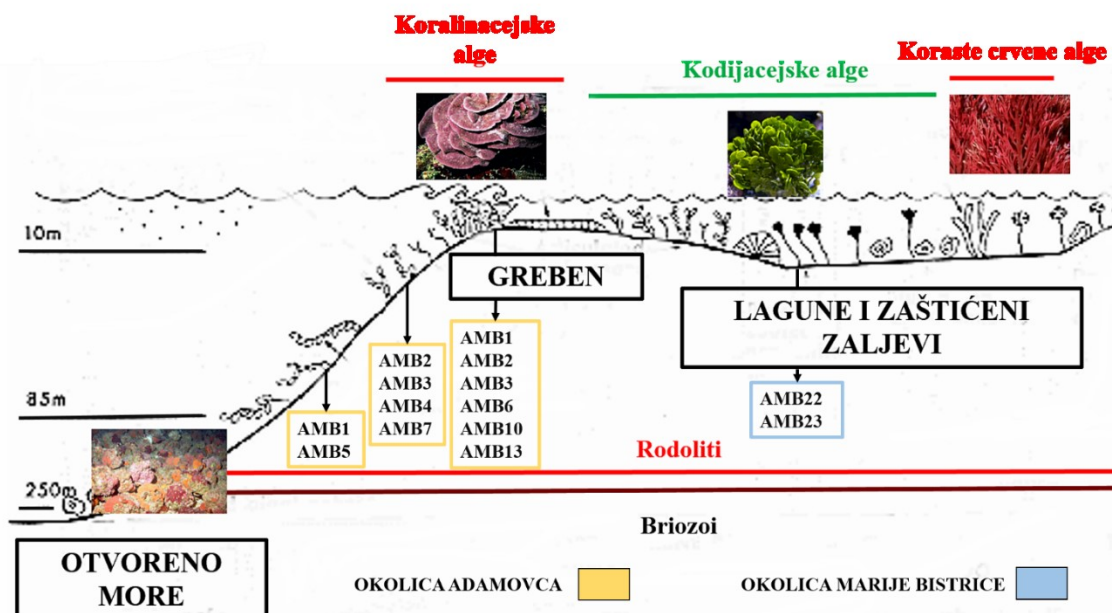


Slika 33. Mikrofacijes mogućeg tempestita.

Unutar šestog, B-K grainstone-a, sedmog, K-B packstone-a i osmog, B-K packstone-a, uočeno je miješanje pučinskih organizama s dubljevodnim. Dominiraju koralinacejske alge i briozoi raznih oblika. Prisutne su i velike bentičke foraminifere ali i planktonske globigerionoidne foraminifere, koralji i bodlje ježinaca. Ovaj mikrofacijes karakterističan je za završni dio padine.

Uzimajući u obzir raznolikost mikrofacijesa koji su prisutni na Adamovečkom dijelu pretpostavljam da je okoliš činila strma padina niz koju su se bioklastični sedimenti, djelovanjem valova, ali i gravitacijom, kotrljali i bivali pretaloženi u dublje dijelove. Dokaz tomu su veliki fragmenti oštriga, koje nalazimo zajedno s česticama manjim od 2 mm i planktonskim globigerioidnim foraminiferama.

Na lokalitetima oko Marije Bistrice zabilježen je jedan mikrofacijes koji pripada K-B rudstone-u. Unutar preparata pronađene su koralinacejske alge, rodoliti veličina do 2 mm, koji upućuju na čvrstu podlogu i blago kotrljanje organizama. Prepoznate su oštrige, bodlje ježinaca, solitarni koralji te po prvi puta unutar istraživanih preparata, zelena alga *Halimeda* sp. Rod *Halimeda* upućuje na tople, pliće okoliše, blage padine sa stalnom akumulacijom vode (Slika 32).

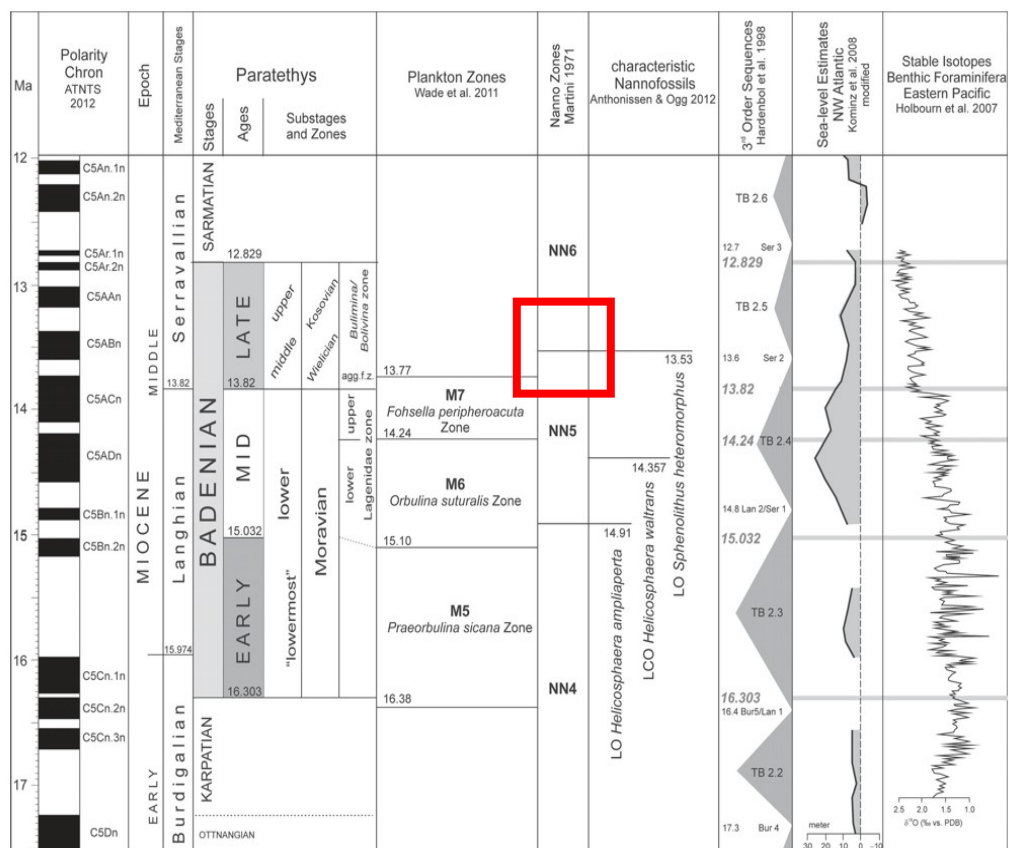


Slika 32. Rekonstrukcija istraživanih lokaliteta; prilagođeno prema:

<http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=362>.

### 6.3. STAROST NASLAGA

S obzirom da alge i foraminifere imaju velike stratigrafske raspone, na temelju grebenotvornih organizama starost istraživanih lokaliteta nije se mogla precizno odrediti. U radu za Rektorovu nagradu (Repac, 2017; neobjavljeno) obrađeni su uzorci pučinskih lapora koji se direktno nastavljaju na istraživani teren. Prema analizama vapnenačkog nanoplanktona, zaključeno je da uzorci lapora stratigrafski pripadaju zoni NN5/ NN6, odnosno da obuhvaćaju završetak srednjeg i početak gornjeg badena (Slika 35).



Slika 34. Kronostratigrafska podijela badena (prema Hohenegger et al., 2014).

#### 6.4. USPOREDBA SA SUSJEDNIM PODRUČJIMA

O sedimentologiji i paleookolišnoj evoluciji gornjobadenskih i sarmatskih nalazišta Medvednice raspravljao je Vrsaljko et al., (2006). Vrsaljko et al., (2005) istražili su jugozapadni dio Medvednice čije padine prekriva bioklastični litavac. Litavac odgovara bioklastičnom i biolititnom vapnencu, obalni je varijetet s valuticama dolomita. Sastoji se dominantno od koralinaceja, fragmenata školjkaša, gastropoda, bodljikaša, bentičkih foraminiferama, mahovnjaka i koralja. Osim rada Basso et al., (2008), u kojem se spominju rodovi *Phymatolithon*, *Mesophyllum* i *Lithothamnion*, litotamnijski vapnenci do sada nisu bili detaljnije obrađivani. Unutar uzoraka uzetih s istočnog dijela Medvednice otkriveno je čak pet novih rodova iz familije Corallinaceae, jedan rod iz familije Sporolithaceae, te dvije nove vrste *Lithothamnion crispatum* i *Spongites fructiculosus*.



## 7. ZAKLJUČAK

Istraživane miocenske naslage u okolici Adamovca pripadaju grebenskom i perigrebenskom tipu, uglavnom sačuvanom u obliku taložina grebenskoga kršja na vanjskom dijelu šelfa, izloženom udaru valova i oluja. Uzorci prikupljeni u okolici Marije Bistrice taloženi su u zaštićenom dijelu karbonatnog šelfa.

Zastupljenost crvenih algi Medvednici u tolikoj mjeri nikad prije nije bila zabilježena.

Otkriveno je čak pet novih rodova iz familije Corallinaceae (*Amphiroa* sp., *Jania* sp., *Neogoniolithon* sp., *Spongites* sp., *Metagoniolithon* sp.) i jedan rod iz familije Sporolithaceae (*Sporolithon* sp.) te dvije nove vrste (*Lithothamnion crispatum* i *Spongites fructiculosus*).

Pretpostavljam da su u taložnom bazenu na istočnoj strani današnje Medvednice vladali povoljniji uvjeti, zbog veće bioraznolikosti nego na sjeverozapadnom dijelu. Starost istraženih naslaga je srednji miocen, točnije gornji baden.

## 8. LITERATURA

Adey, W. H. & Macintyre, I. G. (1973): Crustose coralline algae: a re-evaluation in the geological sciences. *Geological Society American Bulletin* 84, 883–904.

Adey, W. H. (1979): Crustose coralline algae as microenvironmental indicators in the Tertiary. In: *Historical Biogeography, Plate Tectonics and the Changing Environment* (Eds. J. Gray & A. J. Boucot). Oregon State University Press, Corvallis, 459-464.

Adey, W. H. (1986): Coralline algae as indicators of sea-level. In: *Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data* (Ed. O. van de Plassche). Free University Amsterdam, Amsterdam, 229-279.

Adir, N. (2005): Elucidation of the molecular structures of components of the phycobilisome: reconstructing a giant. *Photosynth Res* 85, 15–32.

Aguirre, J., Perfectti & F., Braga, J. C. (2010): Integrating phylogeny, molecular clocks, and the fossil record in the evolution of coralline algae (Corallinales and Sporolithales, Rhodophyta). *Paleobiology* 36 /4/, 519.

Aguirre, J., Riding, R. & Braga J. C. (2000): Diversity of coralline red algae; origination and extinction patterns from Early Cretaceous to Pleistocene. *Paleobiology* 26; 651-667.

Arias, C., Masse, J. P. & Vilas, L. (1995): Hauterivian shallow marine calcareous biogenic mounds: S. E. Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 119, 3–17.

Avanić, R. (1997): Analiza facijesa srednjeg miocena jugoistočnog dijela Medvednice-  
Magistarski rad Sveučilišta u Zagrebu, 1-54, Zagreb.

Babbini, L. & Bressan, G. (1997): Recensement des Corallinacées de la Mer Méditerranée et considérations phytogéographiques. *Bibliotheca Phycologica* 103, 1-421 .

Basch, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Ivanić-Grad L 33-81. Geološki zavod, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.

Bassi, D. & Nebelsick, J.H. (2000): Calcareous algae from the Lower Oligocene Gornji Grad Limestones of northern Slovenia, *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 106, 99-122.

Bassi, D. & Nebelsick, J.H. (2010): Components, facies and ramps: redefining Upper Oligocene shallow water carbonates using coralline red algae and larger foraminifera (Venetian area, northeast Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 295, 258-280.

Bassi, D. (2005): The Upper Eocene crustose coralline algal pavement in the Colli Berici, north-eastern Italy. *Annali dell'Università di Ferrara, Museologia Scientifica e Naturalistica*, 64-73, Italia.

Bassi, D., Braga, J.C., Zakrevskaya, E. & Radionova, E.P. (2007a): 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. & Rodondi, G. (2006): A Mediterranean population of *Spongites fruticulosus* (Rhodophyta, Corallinales), the type species of *Spongites*, and the taxonomic status of *S. stalactitica* and *S. racemosa*. *Phycologia* 45, 403–16.

Basso, D. (1998): Deep rhodolith distribution in the Pontian Islands, Italy: a model for the paleoecology of a temperate sea. – *Paleo. Paleo. Paleo.* 137, 173-187.

Basso, D., Nalin, R. & Nelson, C.S (2009): Shallow-water *Sporolithon* rhodoliths from North Island (New Zealand), *Palaios* 24, 92–103.

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

Bosellini, A. & Ginsburg, R. N. (1971): Form and internal structure of recent algač nodules (rhodolites) from Bermuda. *Journal of Geology* 79, 669 – 682.

Bosence, D.W.J. (1983): Description and Classification of Rhodoliths (Rhodoids, Rhodolites). In: *Coated Grains*, 217-224.

Braga, J.C, Martin, J.M. & Riding, R. (1996): Internal structure of segments reefs: *Halimeda* algal mounds in the Mediterranean Miocene. *Geology* 24, 35-8.

Brandano, M. & Corda, L. (2002): Nutrient, sea level and tectonics, constraints: for the facies architecture of Miocene carbonate ramp in Central Italy. *Terra Nova* 14, 257-262.

Bressan, G., Chemello, R., Flavia Gravina, M., Gambi, M.C., Peirano, A., Cocito, S., Rosso, A. & Turisi, A. (2009): Other types of bioconcretions. In: Cosentino, A., La Posta, A., Morandini, C. and Muscio, G. (eds.): Marine bioconstructions – Nature's architectural seascapes. Italian habitats. – Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, Italy, 89–113.

Brllek, M., Špišić, M., Brčić, V., Mišur, I., Kurečić, T., Miknić, M., Avanić, R., Vrsaljko, D. & Slovenec, D. (2016): Mid Miocene (Badenian) transgression on Mesozoic basement rocks in the Mt. Medvednica area of northern Croatia. *Facies* 62, 1-21. Springer.

Bucur, I.I., Saint Martin, J.P., Filipescu, S., Sășăran, E. & Pleș, G. (2011): On the presence of green algae (Dasycladales, Bryopsidales) in the Middle Miocene deposits from Podeni (western border of the Transylvanian basin, Romania). *Acta Palaeontologica Romaniae* 7, 69-75.

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.

Checconi, A. & Monaco, P. (2008): Trace fossil assemblages in rhodoliths from the Middle Miocene of Mt. Camposauro (Longano Formation, Southern Apennines, Italy). *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol.* 83, 165-176.

Checconi, A., Bassi, D., Passeri, L. & Rettori, R. (2007): Coralline red algal assemblage from the Middle Pliocene shallow-water temperate carbonates of the Monte Cetona (Northern Apennines, Italy), *Facies* 53, 57–66.

Chelaru, R. & Bucur, I.I. (2016): The taxonomy of middle Miocene red algae from the Gârbova de Sus Formation (Transylvanian Basin, Romania). *Carnets Fepl.* 16 /11/, 307-336.

Clarkson, E.N.K., (1998): *Invertebrate Palaeontology and Evolution* (4th edition): Cambridge, Massachusetts, Blackwell Science, 452.

Coletti, G., Hrabovsky, J. & Basso, D. (2016): *Lithothamnion crispatum*: long-lasting species of non-geniculate coralline algae (Rhodophyta, Hapalidiales). *Carnets Geol.* 16 /3/, 27-41.

Collins, K.J., Herbert, R.J.H. & Mallinson, J.J. (1990): Marine flora and fauna of Bembridge and St. Helen's Isle of Wight. *Proceedings of the Isle of Wight Natural History and Archaeological Society* 9, 41-85.

David, B. & Mooi, R. (1998): Major events in the evolution of echinoderms viewed by the light of embryology, In: Echinoderms: San Francisco, 21-28.

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.

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

Drinia, H., Tsaparas, N., Antonarakou, A. & 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.

Einsele, G. (2000): Sedimentary Basin: Evolution, Facies and Sediment Budget. 2nd ed.

El-Sorogy, A. S. (2015): Bryozoan Nodules as a Frame-Builder of Bryzoan Microreef, Middle Miocene Sediments, Egypt. Journal of Earth Science 26 /2/, 251–258.

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

Flügel, E. (2004): Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application, Springer, 789-792, Berlin.

Foster, M. S., Riosmena-Rodriguez, R., Steller, D. L. & Woelkerling, W. J. (1997): Living rhodolith beds in the Gulf of California and their implications for paleoenvironmental interpretation. In M. E. Johnson and J. LedesmaVa'zquez, eds. Pliocene carbonates and related facies flanking the Gulf of California, Baja California Sur, Mexico. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 318, 127– 139.

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

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

- Ginsburg, R.N. (1956): Environmental relationships of grain size and constituent particles in some South Florida carbonate sediments. *AAPG Bulletin* 40, 2384-2427.
- Glasby, C.J., Hutchings, P.A. & Fauchald, K. (2000): Class Polychaeta. In: Beesley Pl., Ross GJB Glasby CJ.eds/ Polychaetes and Allies: the Southern Synthesis. Collingwood: CSIRO, 1-296.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1904): Geologijska prijedlogna karta Kraljevine Hrvatske-Slavonije. Tumač geologijskoj karti Zagreb (zona 22, col. XIV), Zagreb, 1-75.
- Grossman, A.R., Bhaya, D., Apt, K.E. & 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. & 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.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vai, P. R. (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level changes. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C., Posamentie, H.W., Ross, C.A. & Van Wagoner, J.C. (ur.) *Sea-level changes - an integrated approach*. *SEPM Special Publication* 42, 71–108.
- Harvey, A. S., Woelkerling, W. J. & Millar, A. J. K. (2002): The Sporolithaceae (Corallinales, Rhodophyta) in southeastern Australia: taxonomy and 18rRNA phylogeny. *Phycologia* 41, 207-227.
- Harvey, A., Broadwater, S.T. , Woelkerling, W. J. & 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.
- Harvey, A.S., Woelkerling, W.J. & Millar, A.J.K. (2009): The genus *Lithophyllum* (Lithophylloideae, Corallinaceae, Rhodophyta) in south-eastern Australia, with the description of *L. riosmenae*, sp. nov. *Aust Syst Bot.* 22, 296–317.

- Hauer, F. & Stache, G. (1863): *Geologie Siebenbürgens*, 637, 222-223, Wien.
- Heidari, A., Mahboubi, A., A Gonzales, L. & Ali Moallemi, Seyed (2013): Biostratigraphy, sequence stratigraphy, and paleoecology of the Lower – Middle Miocene of Northern Bandar Abbas. In: *Arabian Journal of Geosciences*, Springer, 1-54.
- Herman, J. & Maquet, R. (2007): Le Miocène du Deurganckdock à Doel. *Memoirs of the Geological Survey of Belgium, Royal Belgian Institute of Natural Sciences* 54, 149.
- Heydrich, F. (1897): Corallinaceae, insbesondere Melobesieae. *Berichte Deutsche Botanische Gesellschaft* 15, 34-71.
- Hillis, L.W. (2001): The calcareous reef alga *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales): a cretaceous genus that diversified in the Cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 166, 89-100.
- Hillis, L.W. (2001): The calcareous reef alga *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales): a cretaceous genus that diversified in the cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 166, 89–100.
- Hillis-Colinvaux, L. (1986): *Halimeda* growth and diversity on the deep forereef of Eniwetok Atoll, *Coral Reefs* 5; 19-21.
- Hohenegger, J., Ćorić, S. & Wagneich, M. (2014): Timing of the Middle Miocene Badenian Stage of the Central Paratethys. *Geology of the Carpathian Region* 65, 155–166.
- Hohenegger, J., Rögl, F., Ćorić, S., Pervesler, P., Lirer, F., Roetzel, R., Scholger, R. & Stingl, K. (2009): The Styrian Basin: a key to the Middle Miocene (Badenian/Langhian) Central Paratethys transgressions. *Austrian Journal of Earth Studies* 102, 102–132.
- 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.
- Hurcewicz, H. (1991): Igły gąbek w utworach badenu okolic Korytnicy, *Przegląd Geologiczny* 11-12, 547-548.

Ippolitov, A.P., Vinn, O., Kupriyanova, E.K. & Jäger, M. (2014): Written in stone: history of serpulid polychaetes through time. *Memoirs of Museum Victoria* 71, 123–159.

Jäger, M. & Schneider, S. (2009): Serpulidae (Annelida, Polychaeta) from the lower Otnangian (Late Burdigalian) Upper Marine Molasse of Dommelstadl and Gurlarn (Passau area, Lower Bavaria, SE Germany). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 254, 105–115.

James, N.P. (1997): The cool-water carbonate depositional realm: In: *Cool-water Carbonates*. SEPM. Spec. Publ. 56, 1-22.

Johansen, H. W. (1981): *Coralline algae, a first synthesis*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1-239.

Johnson, J. H. (1963): The genus *Archaeolithothamnium* and its fossil representatives. *Journal of Paleontology* 37, 175-211.

Key, M.M., Zágorský, K. & 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.

Koch, A. (1900): *Die Tertiärbildungen des Beckens der siebenbürgischen Landesteile II. Neogen*. *Mitth. a. d. Jahrb. d. Kgl. Ung. geol. Anst.*, 1-370, Budapest.

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

Kochansky-Devide, V. & Bajraktarević, Z. (1981): Miocen (baden i sarmat) najzapadnijeg ruba Medvednice. *Geol. vjesnik* 33, 43-48.

Kochansky-Devidé, V. (1957): O fauni marinskog miocena i tortonskom "šliru" Medvednice (Zagrebačka gora). *Geol. vjesnik*, 10 (1956), 39–50.

Kováč, M., Andreyeva-Grigorovich, A., Bajraktarević, Z., Brzobohatý, R., Filipescu, S., Fodor, L., Harzhauser, M., Oszczytko, N., Pavelic, D., Rögl, F., Saftić, B., Sliva, L. & Studencka, B. (2007): Badenian evolution of the Central Paratethys sea: paleogeography, climate and eustatic sea level changes. *Geology of the Carpathian Region* 58, 579–606.



Kroh, A. & Nebelsick, J.H. (2003): Echinoid assemblages as a tool for palaeoenvironmental reconstruction – an example from the Early Miocene of Egypt. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 201, 157-177.

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

Kroh, A.. (2007): Climate changes in the early to Middle Miocene of the Central Paratethys and the origin of its echinoderm fauna.-*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253, 169-207.

Laskarev, V. (1924): Sur les equivalents du Sarmatien superieur en Serbie. In: Vujević, P. (ed.), *Recueil de travaux offert à M. Jovan Cvijic par ses amis et collaborateurs.* Državna Štamparija, Beograd, 73–85.

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

Liu, L.N., Chen, X.L., Zhang, Y.Z. & 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.

Łukowiak, M. A., Pisera, A. & Schlogl, J. (2014): Bathyal sponges from the late Early Miocene of the Vienna Basin (central Paratethys, Slovakia). In: *Paläontologische Zeitschrift* 88 /3/, 1-15.

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. & Ašćić, 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 nanoplankton. *Facies* 59/ 3, 481–504.

Maslov, V.P. (1956): Fossil calcareous algae of USSR. Trudy Instituta geologicheskikh nauk Akademii Nauk SSSR, 160, 1-301.

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

Moissette, P. & Pouyet, S. (1991): Bryozoan masses in the Miocene-Pliocene and Holocene of France, North Africa and Mediterranean. *Bulletin de la Societe des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*, Memoire HS 1, 271-279.

Moussavian, E. & Kuss, J. (1990): Typification and status of *Lithothamnium aschersoni* Schwager, 1883 (Corallinaceae, Rhodophyta) from Paleocene limestone of Egypt. A contribution to synonymy and priority of genera *Archaeolithothamnium* Rothpletz and *Sporolithon* Heydrich. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen Reihe A, Geologie und Paläontologie* 120, 929-942.

Nebelsick, J.H. & Bassi, D. (2000): Diversity, growth-forms and taphonomy: key factors controlling the fabric of coralline algal dominated shelf carbonates. In: E. Insalaco, P.W. Skelton, T.J. Palmer (Eds.), *Carbonate Platform Systems: Components and Interactions*, Geological Society, London, Special Publications 178, 89–107

Nelson, C.S. (1988): An introductory perspective on non-tropical shelf carbonates. *Sed. Geol.* 60, 3-14.

Neugeboren, L., (1877): Systematisches Verzeichniss der in den MiocänSchichten bei Ober Lapugy in Siebenbürgen vorkommenden fossilen Korallen. *Verh. Mitt. Siebend. Vereins Naturwiss.* 17, 41-51, Sibiu.

Nițulescu, O. (1930): Contribuții la studiul geologic al regiunii Lăpugiu-de-sus (Hunedoara). *Rev. Muz. Geol.-Min.* 4/1, 27-43, Cluj.

Orme, R. & Riding, R. (1995): Halimeda segment reefs of the northern Great Barrier Reef. British Sedimentological Research Group. In: 1995. Annual meeting abstracts, Durham, 1-64.

Pansini, M., Cerrano, C., Cocito, S., Gambi, M.C. & Rosso, A. (2009): Fauna: invertebrates. In: Cosentino, A., La Posta, A., Morandini, C. & Muscio, G. (eds.): *Marine bioconstructions –*

Nature's architectural seascapes. Italian habitats. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, Italy 49–77.

Papp, C. (1976): Biostratigrafia neogenului din regiunea Lăpuşiu de Jos- Lăpuşiu de Sus-Crivina (Hunedoara). Lucrare de diplomă, 1-154, Cluj.

Pavelić, D. (2001): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System. *Basin Research* 13, 359-376.

Pavelić, D. (2005): Cyclicity in the evolution of the Neogene North Croatian Basin (Pannonian Basin System). U: Mabesoone, J.M., Neumann, V.H. (ur.) *Cyclic development of sedimentary basins. Development Sedimentology* 57, 273-283.

Pezelj, Đ., Sremac, J. & Bermanec, V. (2016): Shallow-water benthic foraminiferal assemblages and their response to the palaeoenvironmental changes — example from the Middle Miocene of Medvednica Mt. (Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica* 67, 329-345.

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

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

Pisera, A. & Hladilova, S. (2003): Siliceous sponge spicules from the Karpatian of the Carpathian Foredeep in Moravia. In: Brzobohaty, R., Cicha, I., Kovac, M. & Rögl, F. (eds): *The Karpatian. A Lower Miocene stage of the Central Paratethys*, Masaryk University, Brno, 189-191.

Pisera, A. (1985): Palaeoecology and lithogenesis of the Middle Miocene (Badenian) algal-vermetid reefs from the Roztocze Hills, south-eastern Poland. *Acta Geologica Polonica* 35, 89-155.

Posedi, N., Bošnjak, M., Sremac, J. & Vrsaljko, D. (2014): Srednjomiocenski bryozoa s lokaliteta Pivnice (Dilj gora, Hrvatska) (Middle Miocene Bryozoa from the locality Pivnice (Dilj gora, Croatia)). In: Abolmasov, B., Bogićević, 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.

Radwańska, U. (1994): Tube-dwelling polychaetes from the Korytnica Basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geologica Polonica* 44, 35–83.

Rasser, M.W. & Piller, W.E. (1999): Application of neontological taxonomic concepts to Late Coralline algae (Rhodophyta) of Austrian Molasse Zone. *Journal of Micropalaentology* 18, 67-80.

Repac, M. (2017): Utjecaj dijgeneze na izračun paleotemperature na temelju izotopnog sastava kućica foraminifera: primjer iz miocena Hrvatske. Rad za Rektorovu nagradu PMF; neobjavljeno.

Reuter, M., Piller, W.E. & Brandano, M. (2013): Fossil psammobiontic sponges and their foraminiferal residents, Central Apennines, Italy. *Palaios* 28, 614–622. Doi:10.2110/palo.2013.p13-004r.

Reuter, M., Piller, W.E. & Richoz, S. (2012): The dispersal of *Halimeda* in northern hemisphere mid-latitudes: Palaeobiogeographical insights. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 14, 303–309.

Roberts, H.H., Phipps, C.V. & Effendi, L. (1987a): *Halimeda* bioherms, eastern Java sea Indonesia. *Geology* 15, 371-374.

Rögl, F. (1996): Stratigraphic correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene. *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie und Bergbaustudenten in Österreich* 41, 65–73.

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

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

Sarkar, S. (2015): Upper Pliocene heterozoan assemblage from the Guitar Formation of Car Nicobar Island, India: paleoecological implications and taphonomic signatures. Springer, 1-17. Doi: 10.1007/s12549-015-02124-z.

Scholz, J. & Hillmer, G. (1995): Reef-bryozoans and bryozoansmicroreefs: control factor evidence from the Philippines and other regions. *Facies* 32, 109-144.

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

Sremac, J., Pezelj, Đ., Miletić, D., Veseli, V., Brajković, D., Mikša, G., Zečević, M., Jungwirth, E., Tukac, I. & Mrinjek, E. (2005): Miocene Sediment sin the Quarry Donje Orešje in SE Medvednica Mt. (N Croatia). 3. Hrvatski geološki kongres, Opatija, 133-134.

Steller, D. LRiosmena-Rodriguez, ., R., Foster, M. S. & Roberts, C. A. (2003): Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: The importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 5–20.

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

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

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

Šparica, M., Pavelić, D., Miknić, M. & Brkić, M. (1988): Miocenski biolititi u području Dilj gore (Slavonija, istočna Hrvatska). *Geološki glasnik, Posebna izdanja* 6, 243–251, Titograd.

Talbot, T.D. & Lawrence, J.M. (2002): The effect of salinity on respiration, excretion, regeneration and production in *Ophiophragmus filigraneus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 275, 1-14.

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

Taylor, P.D., Hara, U. & Jasionowski, M. (2006): Unusual early development in a cyclostome bryozoan from the Ukrainian Miocene. *Linzer biol. Beitr.* 38/1, 55–64.

- Taylor, T.N., Taylor, E. & Krings, M. (2009): *Paleobotany: the biology and evolution of fossil plants*. ISBN: 978-0-12-373972-8.
- Townsend, R. A., Chamberlain, Y. M. & Keats, D. W. (1994): *Heydrichia woelkerlingii* gen. et sp. nov. a newly discovered nongeniculate red alga (Corallinales, Rhodophyta) from Cape Province, South Africa. *Phycologia* 33, 177-186.
- Townsend, R. A., Woelkerling, W. J., Harvey, A. S. & Borowitzka, M. (1995): An account of the red algal genus *Sporolithon* (Sporolithaceae, Corallinales) in Southern Australia. *Australian Systematic Botany* 8, 85-121.
- Townsend, R.A. & Borowitzka, M.A. (2001): *Heydrichia homalopasta* sp. nov. (Sporolithaceae, Rhodophyta) from Australia. *Botanica Marina* 44, 237-244.
- Tucker, M.E. (2001): *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, Wiley, 1-272.
- 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.
- Verheij, E. (1993) : The genus *Sporolithon* (Sporolithaceae fam. nov., Corallinales, Rhodophyta) from the Spermonde Archipelago, Indonesia. *Phycologia* 32/ 3, 184-196.
- Vrsaljko, D., Hećimović, I. & Avanić, R. (2007a): Miocene deposits of Northern Croatia. In: Grgasović, T. & Vlahović, I. (eds): 9th International Symposium on Fossil Algae, Field Trip Guidebook and Abstracts, Croatian Geological Survey, Zagreb, 143-153.
- Vrsaljko, D., Marković, S. & Grgasović, T. (2007b): Zagreb Cathedral of the Assumption of the Blessed Virgin Mary. In: Grgasović, T. & Vlahović, I. (eds.): 9th International Symposium on Fossil Algae, Field Trip Guidebook and Abstracts. Croatian Geological Survey, Zagreb, 155.
- Vrsaljko, D., Pavelić, D. & 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., 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.

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).- *Geol. Croat.* 59/1, 51-63.

Vrsaljko, D., Sremac J. & Bošnjak Makovec M. (2015): Field trip excursion guide, International meeting honoring the 100th birth anniversary of Vanda Kochansky-Devide, member of Academy, April 9-11, 2015, Zagreb.

Walker, R. G. (1984): *Facies Model*, 2nd Edition, Geosciences Canada Reprint Series 1, 315-318.

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

Woelkerling, W.J., Harvey, A. & de Reviere, B. (2015): *Jania verrucosa* and *Jania crassa* (Rhodophyta: Corallinaceae): Typification, nomenclature and taxonomic implications. *Taxon* 64/1, 137-146.

Womersley, H.B.S. & Johansen, H.W. (1996): Subfamily Corallinoideae (Areschoug) Foslie 1908: 19. In: *The marine benthic flora of southern Australia - Part IIIB - Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales*, 288-317.

Zágoršek, K., Filipescu, S. & Holcová, K. (2010): New Middle Miocene bryozoan from Gârbova de Sus (Romania) and their relationship to the sedimentary environment. *Geologica Carpathica* 61, 495–512. Doi: 10.2478/v10096-010-0031- 2.

Zágoršek, K., Holcová, K. & Třasoň, T. (2008b): Bryozoan event from Middle Miocene (Early Badenian) lower neritic sediments from the locality Kralice nad Oslavou (Central Paratethys, Moravian part of the Carpathian Foredeep). *International Journal of Earth Sciences* 97, 835–850.

Zágoršek, K., Holcová, K., Nehyba, S., Kroh, A. & Hladilová, Š. (2008a): 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.

Zágoršek, K., Holková, K., Nehyba, S., Kroh, A. & 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.

Zágoršek, K., Nehyba, S., Tomanová-Petrová, P., Hladilová, Š., Bitner, M. A., Doláková, N., Hrabovský, J. & 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:**

[http://www.paleoweb.net/algae/algae/thallus\\_organ.htm](http://www.paleoweb.net/algae/algae/thallus_organ.htm); veljača, 2017.

[https://www.pmf.unizg.hr/\\_download/repository/5nastavnaMOV.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/5nastavnaMOV.pdf).

<http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=362>

World Register of Marine Species; siječanj, 2017.

AlgaeBase; ožujak, 2017.



## 9. ZAHVALE

Prvenstveno se zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenki Sremac na stručnom vodstvu, savjetima i pomoći prilikom izrade diplomskog rada, kao i na iznimnoj strpljivosti, razumijevanju te moralnoj podršci.

Zahvaljujem se dipl. ing. geol. Mariji Bošnjak na ugodnom druženju i zanimljivom terenu.

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Tihomiru Marjancu na konzultacijama te na ne zaboravnom i poučnom terenu.

Zahvaljujem se Robertu Koščalu na pomoći prilikom skeniranja uzoraka i asistentu dipl. ing. geol. Igoru Felji na ugodnom druženju i moralnoj podršci.

Zahvaljujem se dipl. bibl. Danici Vujičić i izv. prof. dr. sc. Tatjani Bakran-Petricioli što su me uputile na odgovarajuću literaturu, te dipl. iur. Mariji Cindro na pruženoj pomoći, savjetima i ugodnim razgovorima.

Zahvaljujem se i svim ostalim djelatnicima Geološkog odsjeka na prenesenom znanju tijekom studija.

Zahvaljujem se cijeloj svojoj obitelji, a najviše svojim roditeljima, koji su mi omogućili studiranje, bez njih moja dosadašnja postignuća ne bi bila moguća.

Zahvaljujem se tati koji je u meni pobudio ljubav prema geologiji.

Zahvaljujem se bratu Domagoju, koji me inspirira i kojemu se divim. Naučio me da kročim ne samo kroz studij već i kroz život uvijek s bar malom dozom humora, uzdignute glave sa smiješkom na licu. Da ga nemam, moj bi život bio prazan.

Velika hvala baki Đurđici i didu Svetanu koji su me svojom beskrajnom ljubavlju i mudrim savjetima usmjeravali na pravi put.

Lucas, hvala ti za osjećaje i lijepe trenutke kojima me uveseljavaš.

Zahvaljujem se gđi. Branki Desić na dugogodišnjem iskrenom prijateljstvu, moralnoj podršci, savjetima i uvijek dobrodošloj konstruktivnoj kritici.

Hvala svim mojim kolegicama i kolegama koji su učinili da studiranje prođe lako i zabavno.

Zahvaljujem se prijateljici, prof. hrvatskog jezika i fonetike, Dariji Šćukanec na lekturi, podršci i ugodnim razgovorima.

Hvala Luni i Lori koje svakodnevno unose veselje u moj život.

Naposljetku, osoba koja je najzaslužnija za sve moje uspjehe je moja majka, kojoj posvećujem ovaj rad. Moja je najveća podrška i životni uzor.