

Miocenski koralinacejski biolititi u okolici Bednje (sjeverozapadna Hrvatska)

Štefičar, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:770618>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Preddiplomski studij geološkog inženjerstva

**MIOCENSKI KORALINACEJSKI BIOLITITI U OKOLICI BEDNJE
(SJEVEROZAPADNA HRVATSKA)**

Završni rad

Iva Štefičar
GI2135

Zagreb, 2020.

Zahvaljujem se svojoj mentorici, prof. dr. sc. Jasenki Sremac, na strpljenju i izdvojenom vremenu kao i prenesenom znanju.

Također, zahvale i prof. dr. sc. Davoru Paveliću i doc. dr. sc. Urošu Barudžiji na čitanju rada i korisnim savjetima.

Zahvale i Marijanu Kovačiću, voditelju projekta 107-F19-00013 Hrvatske zaklade za znanost u sklopu kojeg je ovaj završni rad nastao, na ukazanom povjerenju.

I najveće zahvale mojoj obitelji i prijateljima koji su vjerovali u mene i bili mi podrška tijekom dosadašnjeg studiranja, kao i za vrijeme pisanja ovog rada.

MIOCENSKI KORALINACEJSKI BIOLITITI U OKOLICI BEDNJE
(SJEVEROZAPADNA HRVATSKA)

IVA ŠTEFIČAR

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološko-paleontološki zavod pri Geološkom odsjeku
Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Sažetak

Istraženi uzorci biolitita, s obronaka brda Sveti Josip u okolici Bednje, obiluju miocenskim grebenotvornim fosilima. Najzastupljeniji su fosili crvenih, koralinacejskih algi, a pronađene su i foraminifere, mahovnjaci, serpulidi, koponošci, bodnje ježinaca, kao i makrofosili školjkaša. Određeni su tipovi mikrofacijesa i bioraznolikost fosilne zajednice. Pretpostavlja se da su uzorci badenske starosti.

Ključne riječi: biolititi, Corallinaceae, baden, centralni Paratethys

Završni rad sadrži: 26 stranica, 14 slika i 44 reference.

Jezik izvornika: hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Jasenka Sremac, redovita profesorica PMF

Ocjenjivači: Dr. sc. Jasenka Sremac, redovita profesorica PMF
Dr. sc. Davor Pavelić, redoviti profesor u trajnom zvanju RGNF
Dr. sc. Uroš Barudžija, docent RGNF

Datum obrane: 22. rujna 2020.

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	I
1. UVOD	1
2. METODE	3
2.1. Terenski rad	3
2.2. Laboratorijski rad	3
2.3. Analitički rad	3
3. POVIJEST ISTRAŽIVANJA	4
4. TEORIJSKA OSNOVA	5
4.1. Razvoj miocena u centralnom Paratethysu	5
4.2. Pregled geološke građe sjeverozapadne Hrvatske tijekom miocena	7
4.2.1. Donji miocen	7
4.2.2. Srednji miocen (baden i sarmat)	7
4.2.3. Gornji miocen	8
5. REZULTATI	9
5.1. Paleontološka analiza	9
5.1.1. Crvene alge (Rhodophyta)	9
5.1.1.1. Red Corallinales	10
5.1.2. Mahovnjaci (Bryozoa)	13
5.1.3. Foraminifere	15
5.1.4. Ostali mikrofosili	16
5.1.5. Makrofosili	17
5.2. Mikrofacijesi	19

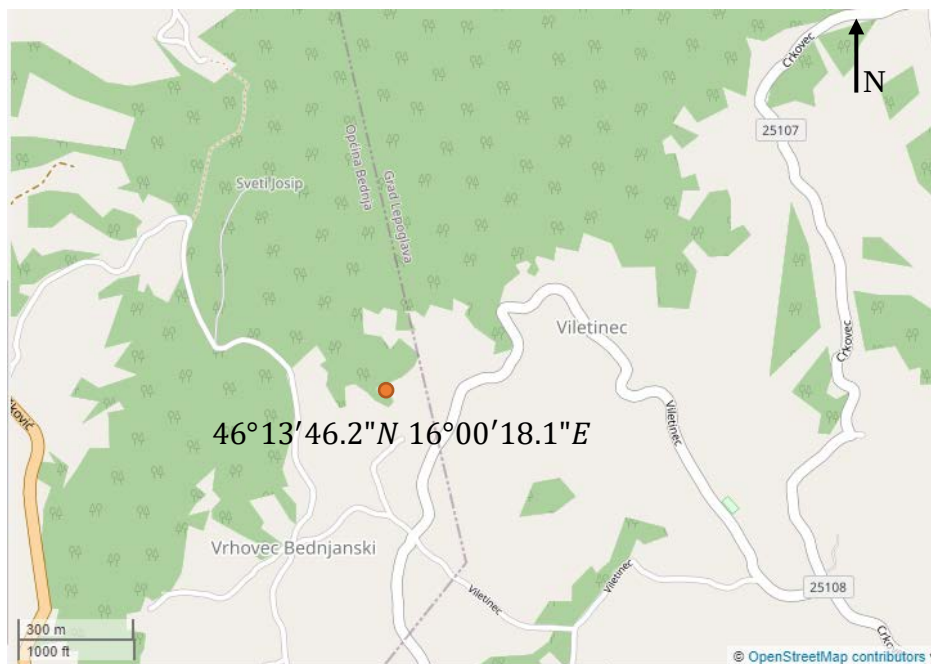
6. RASPRAVA	20
6.1. Flora i fauna	21
6.2. Taložni uvjeti	21
6.3. Starost	22
7. ZAKLJUČAK	23
8. REFERENCE	24

POPIS SLIKA

Slika 1-1. Karta s označenim koordinatama lokacije uzorkovanja	1
Slika 1-2. Geološka karta s označenom lokacijom uzorkovanja	2
Slika 3-1. Smještaj centralnog Paratethysa	3
Slika 3-2. Područje bazena Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatskog bazena	5
Slika 5-1. Raspodjela podgrupa koralinacejskih algi s obzirom na dubinu vode i geografsku širinu	10
Slika 5-2. Determinirane crvene alge	12
Slika 5-3. Različiti oblici mahovnjaka	14
Slika 5-4. Pronađene foraminifere	15
Slika 5-5. Usporedba poprečnih presjeka skeleta serpulida i koponšca	16
Slika 5-6. Ostali fosili	17
Slika 5-7. Makrofosili školjkaša	18
Slika 5-8. Floutstoni	19
Slika 5-9. Ostali mikrofacijesi	20
Slika 6-1. Mogući taložni okoliši istraženog područja	21

1. UVOD

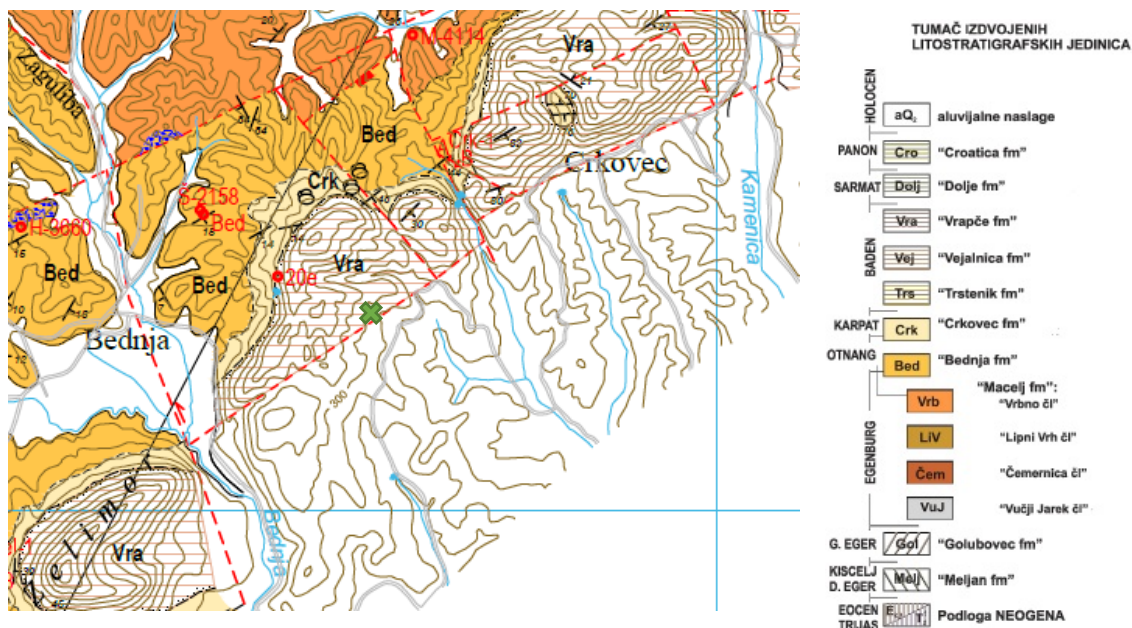
Cilj ovog rada bio je napraviti paleontološku analizu uzoraka miocenskih koralinacejskih biolitita izuzetih na obroncima brda Sveti Josip SZ od Bednje u sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Slika 1-1.). Analizom uzorka odredila sam fosilnu zajednicu, uvjete taloženja te dobivene rezultate usporedila s rezultatima dobivenim istraživanjem sličnih naslaga na području Medvednice.



Slika 1-1. Karta s označenim koordinatama lokacije uzorkovanja (OpenStreetMap)

Uzorci su sakupljeni prilikom uređenja privatne parcele i nalazili su se ispod humusnog pokrova. Na uzorcima sam već na terenu uočila gomolje crvenih algi, kao i pojedine fosile školjkaša, što je upućivalo na marinski sediment.

Prema Avaniću (2012) sedimentne stijene s ovog područja badenske su starosti i uvrštava ih u Vrapče formaciju što je vidljivo na priloženoj geološkoj karti (Avanić & Šimunić 2010) (Slika 1-2.). Do sada nema objavljenih znanstvenih radova koji bi se pobliže bavili koralinacejskim biolitima s ovog područja.



Slika 1-2. Geološka karta s označenom lokacijom uzorkovanja (zeleni X)
(Avanić & Šimunić 2010)

LEGENDA

aQ ₂	šljunci, pijesci, siltovi i gline
Cro	pločasti vapnenci
Dolj	laminirani lapori i glinoviti vapnenci
Vra	biokalkareniti do biokalciruditi
Vej	fosiliferni lapori s proslojcima pješčenjaka
Trs	kalcitični brečo-konglomerati i biokalkareniti
Crk	pijesci s laminiranim laporima i šljuncima
Bed	kalcitični siltiti, pijesci i tufovi
Vrb	pješčenjaci, pijesci, kalcitični siltovi, tufovi i bentonitne gline
LiV	konglomerati, pješčenjaci i pijesci
Čem	glaukonitni glinoviti pjeskoviti siltovi
VuJ	horizontalni i koso uslojen glaukonitni pješčenjaci i tufovi
Gol	konglomerati, pješčenjaci, siltiti, lapori, andeziti, tufovi i kaotične piroklastične breče
Melj	lapori i siltiti s pješčenjacima i pijescima te glinovitim vapnencima
E _{2,3} /T ₂ ¹	(eocenski vapnenci i trijaski karbonati)

2. METODE

U istraživanju biolitita koristila sam se terenskim, laboratorijskim i kabinetskim metodama.

2.1. Terenski rad

Uzorkovanje je izvedeno samo na jednoj lokaciji i izuzeto je 5 uzoraka „litotamnijskog vapnenca“ različite veličine koji se vizualno nisu previše razlikovali te sam fotografirala makrofosile na fragmentima kamena (izvađenog na istoj lokaciji) ugrađenih u „škarpu“ na istraživanoj lokaciji.

2.2. Laboratorijski rad

U Mokrom laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu iz izuzetih uzoraka napravljeni su mikroskopski preparati. Oni su korišteni u taksonomskom definiranju mikrofosilne flore i faune s naglaskom na koralinske alge. Preparati su izrađeni uz pomoć djelatnika laboratorija. Postupak se sastojao od izrezivanja izabranih uzoraka na pločice debljine nekoliko centimetara pomoću rotirajuće dijamante pile. Tako izrezane pločice ručno su brušene abrazivnim korundovim prahom da bi se postigla ravna i glatka površina. Zatim su se izbrušeni uzorci lijepili na predmetno stakalce i nakon toga su još dodatno brušeni prvo na uređaju do debljine nekoliko mm, a zatim i ručno do debljine od nekoliko μm . Na taj način ukupno je pripremljeno 10 preparata. Pripremljene preparate sam proučavala na stereo-mikroskopu Olympus-SZX10 koristeći različita povećanja, fotografirala ih Canon EOS 1100 digitalnom kamerom te ih pohranjivala na računalo pomoću Quick PHOTO CAMERA 3.0 programa.

2.3. Analitički rad:

Za taksonomsko određivanje crvenih algi koristila sam se radovima: Basso et al. (2008) i Mude & Kundal (2011). Foraminifere sam odredila prema Hallock & Glenn (1985), van Gorsel et al. (2014) i Tripalo (2017), a makrofosile prema Bošnjak (2017) i Studencka (2019).

3. POVIJEST ISTRAŽIVANJA

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

Kochansky (1944) istraživala je faunu marinskog miocena južnog dijela Medvednice, a 1957. g. 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-Devidé i Bajraktarević (1981) proučavali su miocen (baden i sarmat) najzapadnijeg ruba Medvednice.

Šimunić et al. (1981) objavljuju Tumač za list Varaždin te daju detaljan opis miocena.

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

Avanić (2012) u doktorskom radu opisuje litostratigrafske jedinice donjeg miocena sjeverozapadne Hrvatske.

Bošnjak (2017) u okviru dokorskog rada istražuje paleoekologiju i biostratigrafiju badenskih naslaga Medvednice na temelju mekušaca i pratećih fosilnih organizama, a za ovaj rad posebno je bitno poglavlje vezano za školjkaše Pectinidae.

Pavelić i Kovačić (2018) daju pregled sedimentologije i stratigrafije neogena Sjevernohrvatskog bazena.

Bioakumulacije i grebene nastale tijekom miocena na području Sjevernohrvatskog bazena istraživali su Sremac et al. (2018).

4. TEORIJSKA OSNOVA

4.1. Razvoj miocena u centralnom Paratethysu

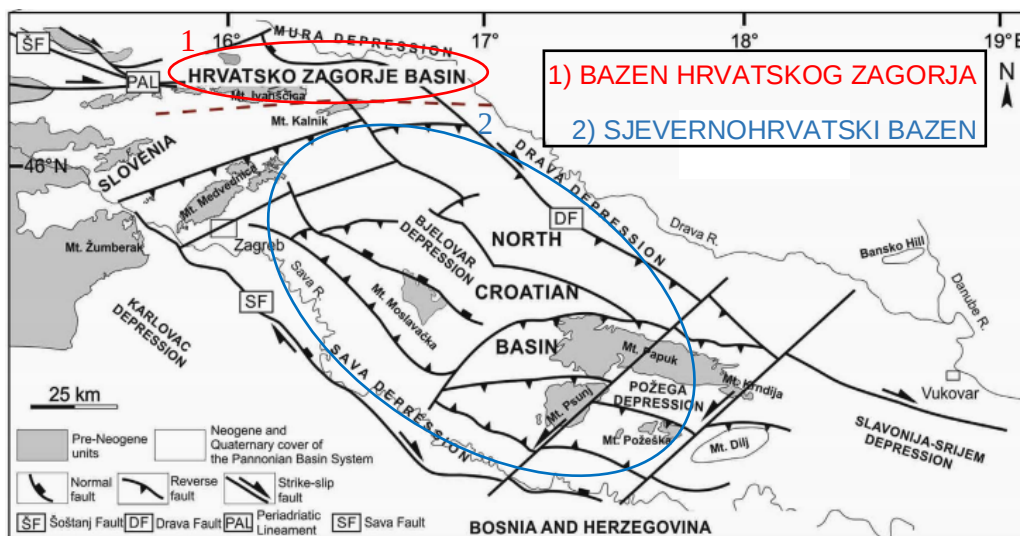
Rotacijom Afrike u smjeru suprotnom od kazaljke na satu u oligocenu dolazi do zatvaranja Tethys oceana i počinje se razvijati Paratethys. Prostirao se od zapadnog Mollasnog bazena u Švicarskoj i bazena rijeke Rhone u Francuskoj prema jezeru Aral u Aziji. Paratethys se dijeli na: zapadni Paratethys, centralni Paratethys i istočni Paratethys. Centralni Paratethys se rasprostire od Bavorske do Karpata (Slika 3-1.) U geotektonskom smislu, najveći dio središnjeg Paratethysa predstavlja Panonski sustav bazena nastao kontinentalnim sudarom i subdukcijom europske ploče ispod afričke (Pavelić i njegovi izvori 2002).



Slika 3-1. Smještaj centralnog Paratethysa (prilagođeno prema Pavelić 2002)

Tijekom donjeg miocena na području sjeverne Hrvatske, odnosno JZ dijela stražnjeg luka Panonskog bazena razvila su se dva bazena s razlikama u sedimentaciji: bazen Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatski bazen. Bazen Hrvatskog zagorja zauzima malo područje u SZ dijelu protežući se na zapadu u Sloveniju, dok je Sjevernohrvatski bazen pokriva gotovo cijelu sjevernu Hrvatsku, prostor od oko 32 000 km² (Pavelić & Kovačić 2018) (Slika 3-2.).

Tijekom egera i egenburga i dalje kroz cijeli miocen bazen Hrvatskog zagorja karakterizira bočata do marinska sedimentacija s iznimkama u kasnom otnangu, karpatu i donjem badenu (Avanić 2012, Mandić et al. 2012 i njihove reference prema Pavelić i Kovačić 2018). U Sjevernohrvatskom bazenu sedimentacija je započela kasnije, u otnangu, s formiranjem kontinentalnih okoliša nakon duge emerzije te je takvo taloženje zamijenjeno marinskom sedimentacijom u srednjem miocenu, odnosno srednjem badenu (Ćorić et al. 2009; Mandić et al. 2012, Marković 2017 prema Pavelić & Kovačić 2018). Prije oko 15 milijuna godina, za vrijeme donjohrvatske marinske transgresije bazen Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatski bazen postaju jedinstvena taložna cjelina (Ćorić et al. 2009)



Slika 3-2. Područje bazena Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatskog bazena (prilagođeno prema Pavelić & Kovačić 2018)

Donjobadenska transgresija, a kasnije i gornjobadensko otvaranje indopacifičkog morskog prostora, uzrokovali su znatnije rasprostranjivanje badenskih naslaga u odnosu na naslage starijih dijelova miocena. Donjobadenske naslage naliježu na karpatske, a gornjobadenske na različite stratigrafske nivoe u rasponu od paleozoika do miocena. Zbog pucanja veze s južnim krakom Tethysa u sarmatu postupno dolazi do smanjenja saliniteta. Taloženje se nastavlja i u panonu (Bucković 2006).

4.2. Pregled geološke građe sjeverozapadne Hrvatske tijekom miocena

U ovom poglavlju predstavljen je sažeti prikaz razvoja miocena na području sjeverozapadne hrvatske prema Šimuniću (1983) i Šimuniću et al. (1981).

4.2.1. Donji miocen

Donjomiocenski sedimenti okružuju Ivančicu, Kalnik i Ravnu goru u obliku uskog pojasa čija širina rijetko prelazi 1 km, a veću rasprostranjenost imaju sjeverno od Ravne gore i na sjevernim padinama Kalnika. Primarno su transgresivni na starije naslage, ali je njihov današnji međusobni odnos pretežno tektonskog karaktera. To su paraličke naslage, među kojima prevladavaju pijesci, slabo vezani pješčenjaci, šljunci, lapori i pjeskoviti lapori, a u manjim količinama javljaju se i gline, tufovi i smeđi ugljeni. U pjeskovitim laporima nađene su fosilne zajednice koje ukazuju na egenburg, otnang i karpatski.

4.2.2. Srednji miocen (baden i sarmat)

Nakon taloženja bočato-slatkovodnih naslaga došlo je do intenzivnih tektonskih pokreta i nagle morskog transgresije koja je prekrila čitavo područje sjeverozapadne Hrvatske. Badenske naslage su najizrazitiji transgresivni član neogena i krajem badena potpuno prekrivaju „otočne planine“ – Ivančicu i Kalnik, a prostiru se i na sjeveroistočnim obroncima Ravne gore od Viletinca do Jakopovića. U početku su te planine predstavljale grebene koji su davali materijal za stvaranje krupnozrnatih breča i konglomerata, a kasnije su bile potpuno prekrivene morem, a kao dokaz tome uočeno je smanjenje veličine zrna od starijih prema mlađim sedimentima i povećana sedimentacija biogenih naslaga.

Naslage karakteriziraju marinski sedimenti nastali u različitim okolišima neritičke zone, a pritom veliku ulogu u sedimentaciji imaju biogeni elementi. Na mjestima gdje nisu erodirane, leže transgresivno preko svih starijih stijena. Prevladavaju vapnenački sedimenti, prvenstveno biogeni te pjeskoviti vapnenci, laporoviti vapnenci i vapnenački lapori, a mogu se naći i konglomerati, breče, pješčenjaci, pijesci i lapori. Biogeni vapnenci predstavljaju najzastupljeniji litološki član badena te su predmet istraživanja i ovog završnog rada. Sarmatske naslage slijede kontinuirano na badenskim, a karakteriziraju ih tankopločasti i listićavi lapori, laporoviti vapnenci i pješčenjaci taloženi u bočatoj sredini.

4.2.3. Gornji miocen

Pod nazivom gornji miocen izdvojene su naslage donjeg i gornjeg panona. Kontinuirano na sarmat slijede donjepanonske naslage, a na njih i naslage gornjeg panona. Panonski sedimenti istaloženi su u „kaspibrakičnoj“ do gotovo potpuno oslađenoj sredini. Naslage donjeg panona predstavljene su tipičnim „Croatica“ slojevima razvijenim u obliku laporovitih vapnenaca i kalcitnih lapora, a gornji panon predstavljen je tzv. „Banatica“ slojevima koji se sastoje od lapora, pješčenjaka i pijesaka. Naslage gornjeg panona zbog svoje debljine (400-600 m) ukazuju na povećanu sedimentaciju i brže spuštanje bazena.

5. REZULTATI

5.1. Paleontološka analiza

U mikroskopskim izbruscima uočene su koralinacejske alge, mahovnjaci, foraminifere te u manjem broju koponošci i serpulidi, bodlje ježinaca kao i jedan presjek vermetidnog puža. Od makrofosila uočeni su školjkaši.

5.1.1. Crvene alge (Rhodophyta)

Crvene alge dijelimo u dva podkoljena i 7 razreda (Yoon et al. 2016). Imaju raznoliku građu steljke, nitaste, perasto ili viličasto razgranjene, krpaste ili člankovite, a neke su raščlanjene u rizoide, kauloide i filoide (<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=1687>). Prema internetskom izvoru AlgaBase poznato je više od 7000 vrsta, a klasifikacija većine naprednih redova temelji se na kompleksnim karakteristikama spolne reprodukcije (Lee 2008). Woelkerling (1990) izdvaja nekoliko karakteristika koje odvajaju crvene alge od drugih skupina organizama i to su:

- eukariotska stanica
- odsutna flagela
- rezerve hrane ugl. skladištene kao floridejski škrob (amilopektin)
- rezerve hrane pohranjene u citoplazmi, a ne u kloroplastima
- fikoeritrin, fikocijanin i alofikocijanini kao dodatni pigmenti
- kloroplasti s neagregiranim tilakoidima
- kloroplasti kojima nedostaje vanjski endoplazmatski retikulum

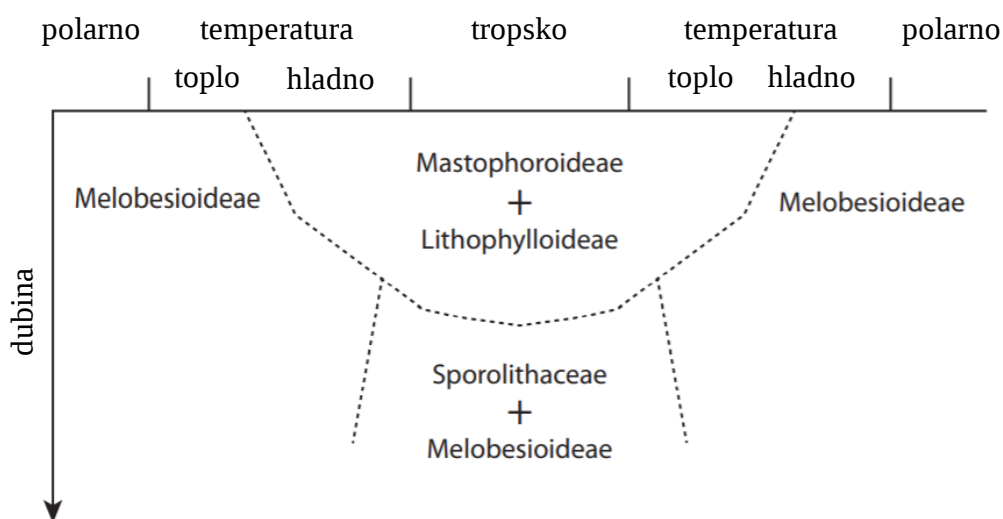
Većina crvenih algi obitava u marinskim okolišima, a mogu se još naći i u slatkovodnim i terestričkim okolišima. Imaju veliku ulogu u obalnim ekosustavima, a nalazimo ih od gornjeg dijela plimne zone pa sve do dubine nekoliko stotina metara u bistrim tropskim morima gdje često pružaju zaklon drugim organizmima.

Kalcificirane koraste alge (redovi Corallinales, Hapalidiales i Sporolithales) važan su faktor u očuvanju koraljnih grebena. One ojačavaju skeletne strukture koralja, popunjavaju pukotine i cementiraju zajedno pijesak, uginule koralje i krhotine te na taj način stvaraju čvrsti substrat i smanjuju eroziju grebena.

Crvene alge se prvi puta javljaju u proterozoiku, ali zbog osjetljive ili želatinozne građe većine svojti postoji razmjerno malo fosilnih ostataka (osim koralinacejskih algi) (Yoon et al. i njihovi izvori 2016).

5.1.1.1 Red Corallinales

Red Corallinales možemo definirati kao kalcificirajuće alge s reproduktivnim organima unutar konceptakula (Lee 2008). Pripadaju monofiletnoj skupini organizama i dijele se na dvije familije: Corallinaceae i Sporolithaceae, a prvi nalazi datiraju iz donje krede. Corallinaceae i Sporolithaceae se razlikuju po strukturi sporangija i diobi spora, dok im je vegetativna anatomija jednaka. Osim plitkovodnih grebenskih ekosustava, one mogu kolonizirati i dublja područja karbonatne platforme (Teichert i njegovi izvori 2013) (Slika 5-1.).



Slika 5-1. Raspodjela podgrupa koralinacejskih algi s obzirom na dubinu vode i geografsku širinu (prilagođeno prema Teichertu 2013)

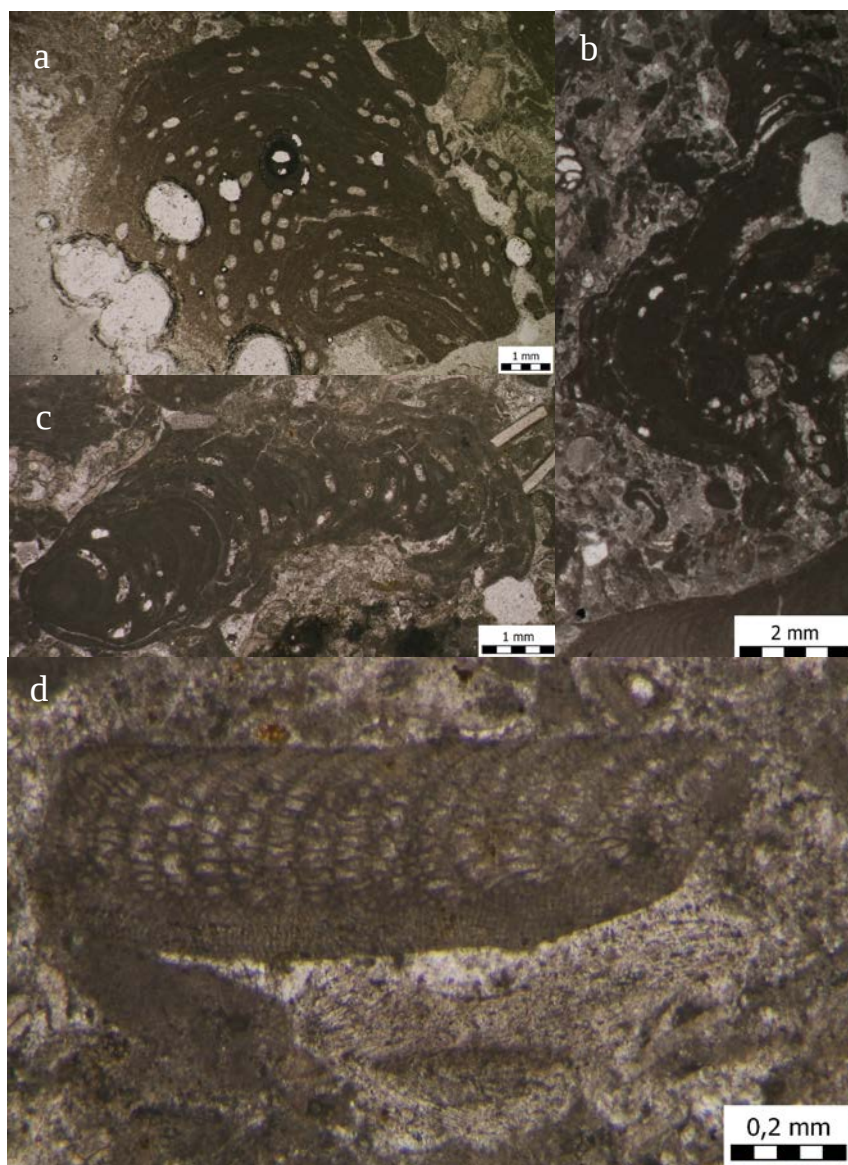
Koraste koralinacejske alge i rodoliti zbog svoje osjetljivosti na ekološke promjene koje se reflektiraju na način njihova taloženja, mogu se upotrijebiti kao pokazatelji paleoekoloških uvjeta (Yoon et al. i njihovi izvori 2016).

Corallinaceae su podijeljene na dvije subfamilije, Melobesoideae koje se pojavljuju u korastim i nodularnim oblicima te Corallinoideae sa zastupljenim zglobnim ili spojenim oblicima. Corallinaceae možemo naći u zoni intertajdala, ali samo u područjima koja nisu izložena prekomjernom isušivanju.

Sublitoralna zona je najpogodnija za rast korastih algi, posebno grebeni, od zone niske plime do dubine 25 do 30 m, ali mogu se naći i na dubinama do 125 m za razliku od razgranatih oblika koji se javljaju samo u blizini površine. Isto tako, kod korastih oblika debljina kore će biti sve manja s porastom dubine, najvjerojatnije kao posljedica sporijeg rasta. Kao što je već i spomenuto koraste alge su vrlo bitan dio atola i grebena (Lee 2008).

U srednjem miocenu na području Sjevernohrvatskog bazena, crvene alge su bile glavni graditelji grebena te danas kao posljedicu njihov aktivnosti nailazimo na sedimentne stijene nazvane: „litotamnijski vapnenac“, „litotamnijski pješčenjak“ i „litavac“ (Kochansky 1944, Šikić 1968, Vrsaljko et al. 2005, 2006; Tripalo 2017). U takvim biogenim sedimentima mogu se naći ostaci algi, krinoida, foraminifera, školjkaša (Šimunić et. al. 1981), kao i ostrakodi, mahovnjaci i koralji (Vrsaljko et al. 2007, Tripalo 2017).

Crvene alge bile su prisutne u svim preparatima, a odredila sam vrste *Mesophyllum roveretoi* (Conti, 1943) (Slika 5-2. a) i b)), *Lithotamnion valens* (Foslie, 1909) (Slika 5-2. c)) i *Subterraneaniphyllum thomasii* (Elliott) (Slika 5-2. d)).



Slika 5-2. Determinirane crvene alge: a) i b) korasti oblici vrste *Mesophyllum roveretoi*; c) prstasti oblik vrste *Lithotamnion valens*; d) longitudinalni presjek vrste *Subterraniophyllum thomasi*

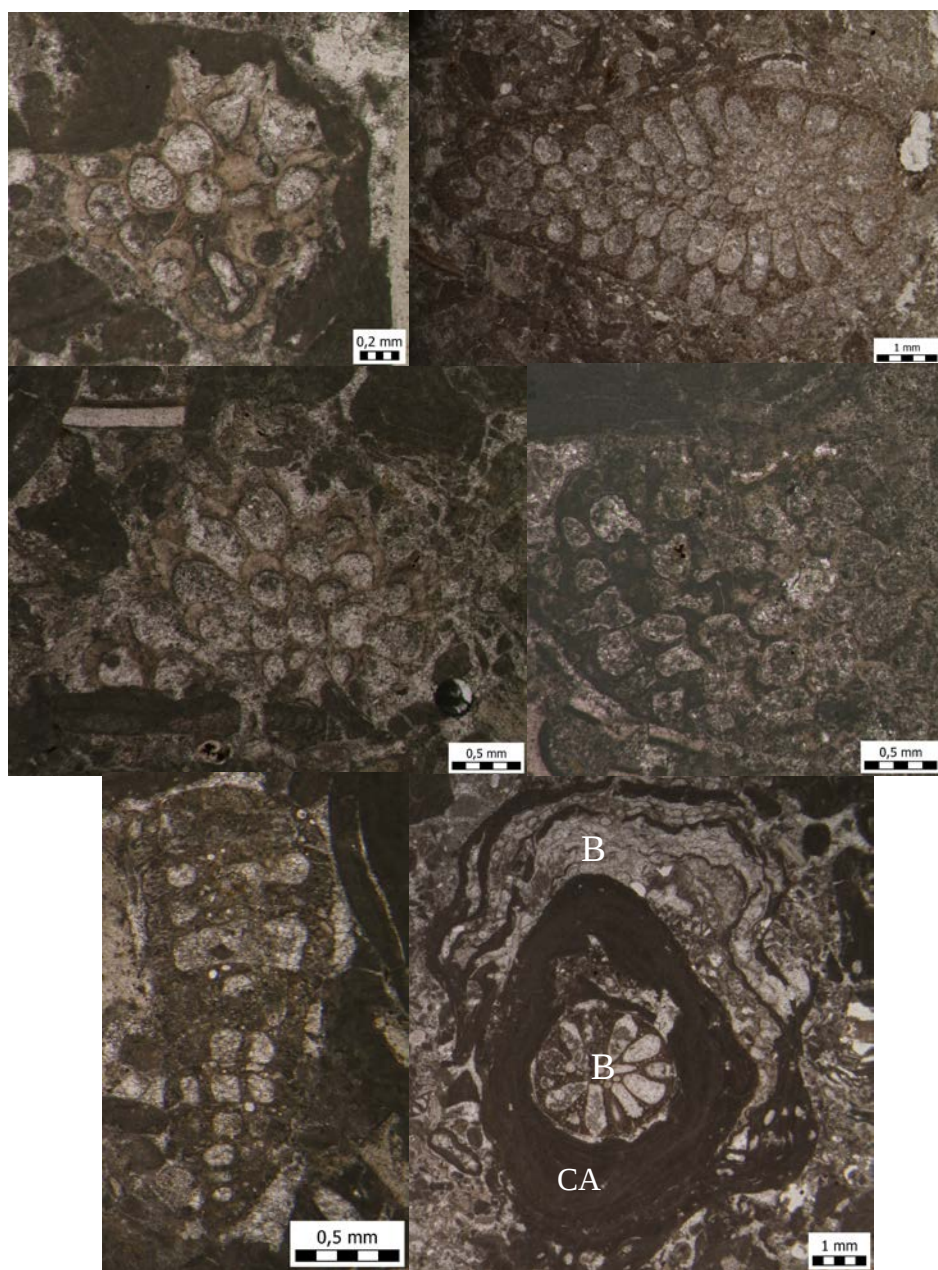
5.1.2. Mahovnjaci (Bryozoa)

Mahovnjaci su vodeni beskralježnjaci koji tvore složene, a ponekad i velike kolonije (>1 m) sastavljene od mnogo pojedinačnih zooida čija duljina ne premašuje 1 mm. Zooidi u koloniji mogu biti u jednom od nekoliko oblika specijaliziranih za razne funkcije kao što su hranjenje, razmnožavanje ili obrana. Procjenjuje se da postoji između 4000 do 8000 vrsta koje nastanjuju slatkovodne, bočate i marinske okoliše (Santagata 2015) te ih većina obitava u toplim morima (18-28 °C) (Wood 2001). Mahovnjaci se dijele u 3 razreda: Stenolaemata, Gymnolaemata i Phylactolaemata, a prvi puta se javljaju tijekom ordovicija te je opisano više od 15 000 fosilnih vrsta (Santagata 2015).

Tijekom donjeg badena u Paratethysu dolazi do iznimnog procvata mahovnjaka koji nazivamo „briozojski događaj“ (Zágoršek et al. 2008a, Key et al. 2013 prema Tripalo 2017) te su oni zajedno s koraljima i koralinacejskim algama glavni graditelji grebena miocenskih karbonatnih platforma u Europi (Wiedl et al. 2014 prema Sremac et al. 2016).

U Sjevernohrvatskom bazenu najčešće se nalaze zajedno s koralinacejskim algama (Sremac et al. 2016), što je vidljivo i u ovom istraživanju, a pritom alge doprinose stabilnosti bryozojskih biolitita i pomažu njihovom očuvanju. Također, fragmenti mahovnjaka mogu biti nađeni i u bioklastičnim naslagama oko grebena ili čak i ponovno taloženi u dubljim marinskim okolišima (Martinuš et al. 2013, Posedi et al. 2014 prema Sremac et al. 2016).

U preparatima je nađeno više oblika mahovnjaka kao i tipično proraštanje mahovnjaka s crvenim algama (Slika 5-3.).



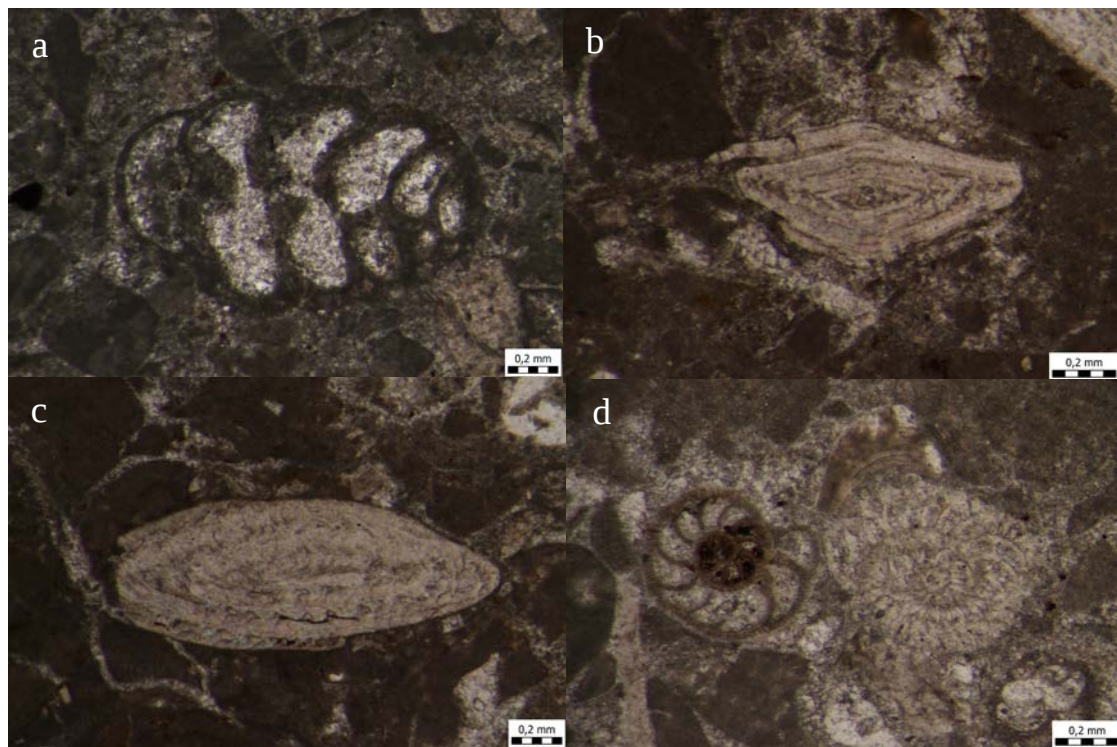
Slika 5-3. Različiti oblici mahovnjaka; B – bryozoi, CA – crvena alga

5.1.3 Foraminifere

Foraminifere obuhvaćaju veliki broj različitih heterotrofnih protista s anastomozirajućim pseudopodijima (lažnim nožicama). Kućice im mogu biti različitog oblika ovisno o načinu života. Prema veličini kućice dijelimo ih na mikroforaminifere (0,02 -2 mm) i makroforaminifere (2 mm – 15 cm) (Sremac 1999). S obzirom na način života razlikujemo bentičke, koje su česte u toplim plitkim morima, od planktonskih foraminifera koje prevladavaju u nekim pelagičkim naslagama (Tucker 2008).

Zbog svoje raznolikosti foraminifere su vrlo korisno te iz fosilnih ostataka možemo iščitati u kakvom su okolišu obitavale, a kemijskom analizom kućica moguće je odrediti i toplinu mora (<https://ucmp.berkeley.edu/fosrec/Wetmore.html>).

Unutar preparata nađene su aglutinirane i staklaste foraminifere, a mogla sam odrediti rodove *Amphistegina* i *Nummulites* (Slika 5-4.).



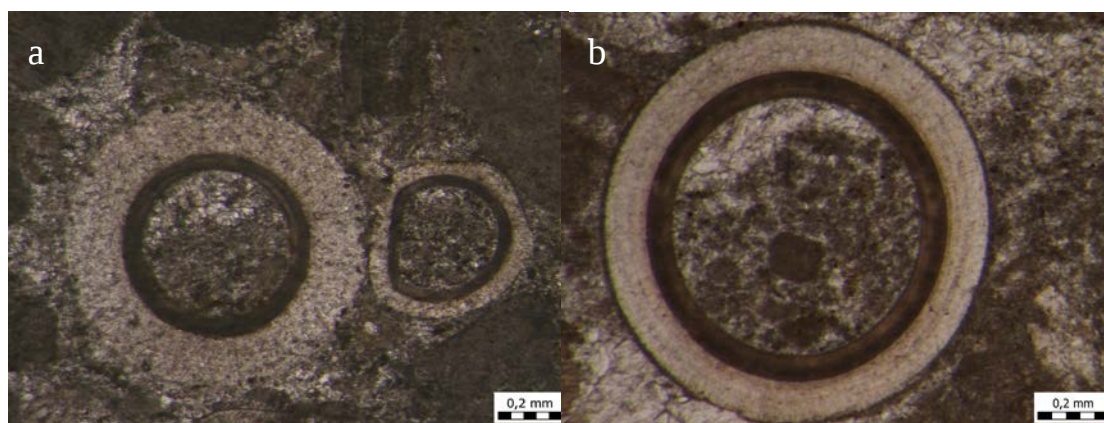
Slika 5-4. Pronađene foraminifere: a) aglutinirana foraminifera; b) *Amphistegina* sp.; c) *Nummulites* sp.?; d) rotalidne foraminifere

5.1.4. Ostali mikrofosili

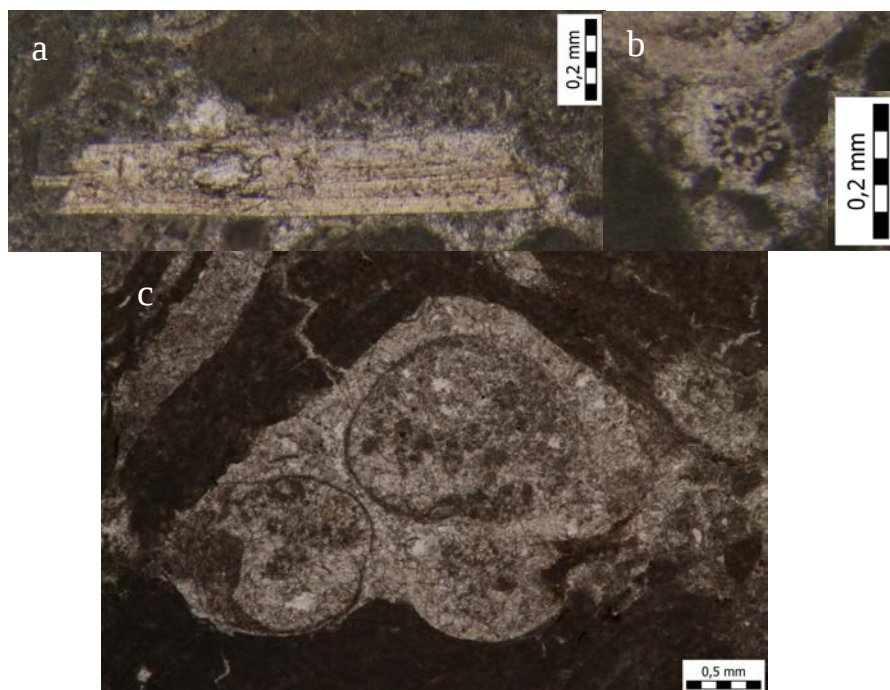
U manjoj mjeri u istraživanim preparatima pojavljuju se serpulidi (Slika 5-5. a)) i koponošci (Scaphopoda) (Slika 5-5. b)), kao i bodlje ježinaca (Slika 5-6. a) i b)) te jedan presjek – vermetidnog puža (Slika 5-6. c)).

Serpulidi su mnogočetinaši koji grade karbonatni skelet u obliku cjevčica, česti su u modernim koraljnim nakupinama. U grebenskim okolišima žive u malim šupljinama kao endobionti (Pansini et al. 2009 prema Sremac et al. 2016). Mogu se pričvrstiti na različite tvrde površine kao i tolerirati promjene u salinitetu i visoku stopu eutrofikacije. Moderni serpulidi brzo grade reljefe (do 30 mm mjesečno) i često u kombinaciji sa sekundarnim graditeljima. Fosili serpulida prvi put su opisani prije 300 godina, a paleontolozi se uglavnom rijetko bave njihovim istraživanjem (Sremac et al. 2016).

Koponošci su marinski bentički mekušci s vanjskim cjevastim skeletom koji je otvoren na obje strane, fosilno su poznati od devona, a nalazi su im razmjerno rijetki. (Sremac 1999). Naseljavaju širok raspon sedimenata, od krupnog pijeska ili koraljnog šljunka do glinastih blata, ali većina ih preferira sitni pijesak ili pješčano blato (Lamprell & Healy 1998). U preparatima vidimo njihove poprečne presjeke.



Slika 5-5. Usporedba poprečnih presjeka skeleta serpulida a) i koponošca b); uočavamo „neuredan“ rub kod serpulida



Slika 5-6. Ostali fosili: a) uzdužni presjek bodlje ježinca; b) poprečni presjek dijadematoidne bodlje ježinca; c) presjek vermetidnog puža

5.1.5. Makrofosili

Od makrofosila utvrđene su dvije familije školjkaša: Ostreidae (Slika 5-7. a)) i Pectinidae (Slika 5-7. b) – d)) te se većina fosila zbog stupnja očuvanosti nije mogla odrediti na razini roda ili vrste. Pripadnici obiju ovih familija često se mogu naći kao stanovnici grebena (Tucker, 2008).

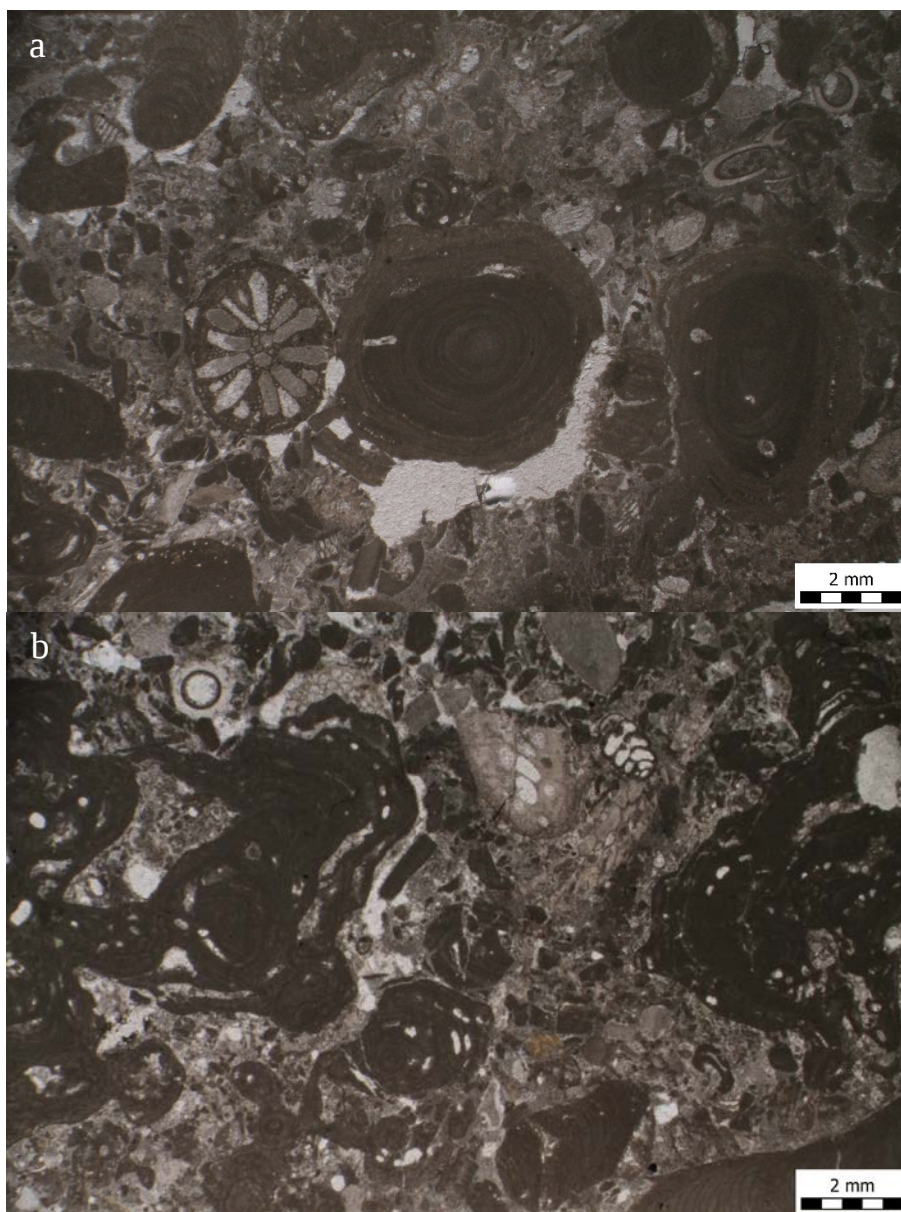


Slika 5-7. Makrofosili školjkaša; a) familija Ostreidae; b) familija Pectinidae; c) školjkaši iz familije Pectinidae često grade lumakele ili kokine; d) *Gigantopecten nodosiformis* ? (Pusch, 1837)

5.2. Mikrofacijesi

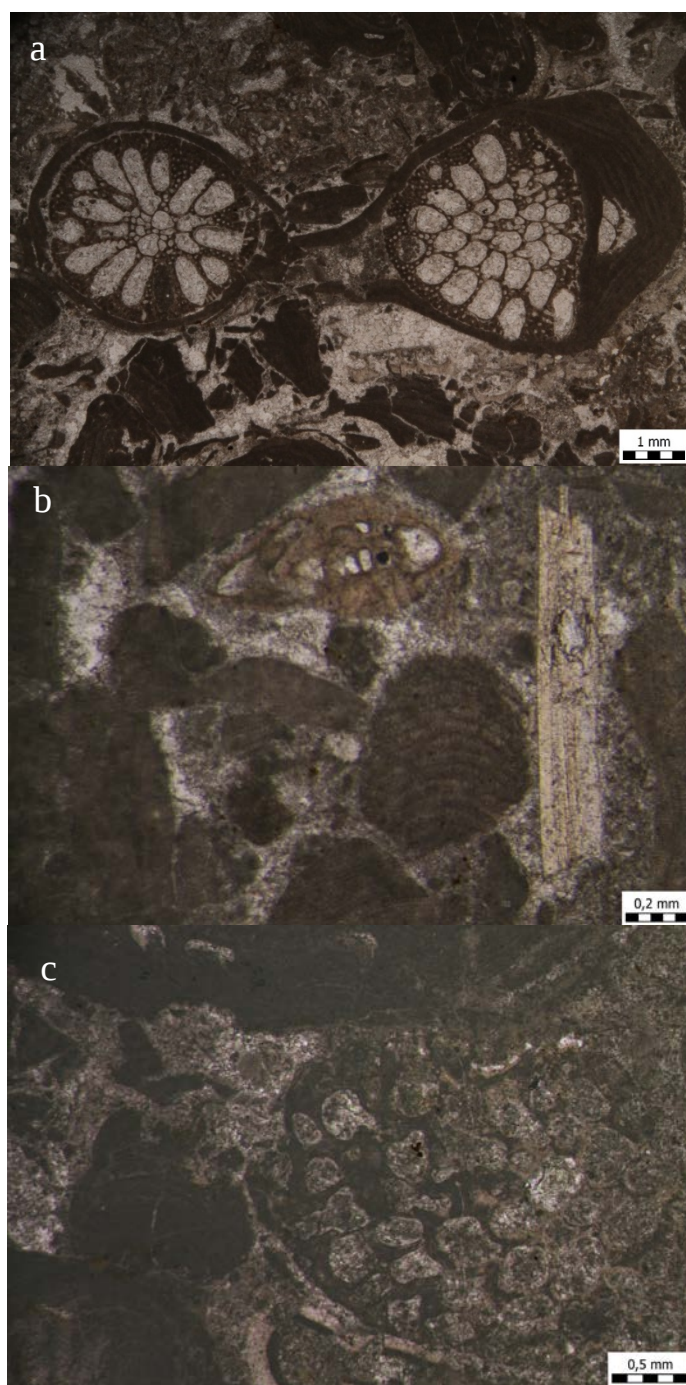
U ovom poglavlju predstavljeni su različiti mikrofacijesi (Slika 5-8. i Slika 5-9.), a klasifikacija je napravljena prema Dunhamu (1962).

U rodolitno-briozojskom floutstonu (Slika 5-8. a)) i koralinacejskom floutstonu (Slika 5-8. b)) osim navedenih dominantnih fosila mogu se zamijetiti još i aglutinirane foraminifere, koponošci i serpulidi. Pojedini fragmenti su veći od 2 mm, a čestice nisu sortirane. Vezivo je mikritno.



Slika 5-8. Floutstoni: a) Rodolitno-briozojski floutston; b) Koralinacejski floutston

U briozojско-koralinacejskom floutstonu-radstonu (Slika 5-9. a)) prisutno je muljno, ali i sparitno vezivo te su pojedine čestice veće od 2 mm. Koralinacesjko-foraminiferski grejnston (Slika 5-9. b)) karakterizira sparitno vezivo, a uz crvene alge i foraminiferu prisutan je i uzdužni presjek bodlje ježinca. U brizojskom pekstonu-grejnstonu (Slika 5-9. c)) vidljivo je dominantno mikritno vezivo uz malo sparitnog, a osim Bryozoa mogu se razaznati i fragmenti crvenih algi i serpulida.



Slika 5-9. Ostali mikrofacijesi: a) Briozojско-koralinacejski floutston-radston; b) Koralinacejsko-foraminiferski grejnston; c) Briozojски pekston-grejnston

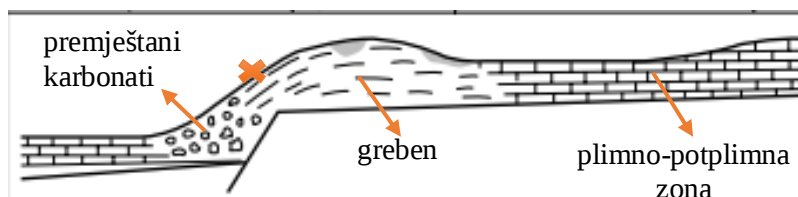
6. RASPRAVA

6.1. Flora i fauna

Utvrđena flora i fauna jasno pokazuje da je riječ o grebenskoj zajednici karakterističnoj za „litotamnijski vapnenac“. Determinirane vrste koralinacejskih algi, *Mesophyllum roveretoi* i *Lithotamnion valens* pronađene su i na lokalitetima Gornje Vrapče i Bizek na Medvednici te su karakteristične alge koje stvaraju badenske koralinacejske biokalkarenite (Basso et al. 2008). Vrsta *Subterraniphyllum thomasii* do sada još nije pronađena u Hrvatskoj, no pronađena je u sjevernoj Sloveniji. Stratigrafski raspon joj je od eocena do donjeg miocena, a u Indiji je pronađena i u sedimentu donjomiocenske do srednjomiocenske starosti (Mude & Kundal 2011). Preostali organizmi pronađeni u uzorcima također se poklapaju s onima nađenim na Medvednici s izuzetkom koralja koji ovdje nisu pronađeni (Tripalo 2017; Sremac et al. 2016).

6.2. Taložni uvjeti

U preparatima je uočeno nekoliko mikrofacijesa. Floutstoni obiluju mikroorganizmima, a prednjače alge, čestice su nesortirane što je uzrokovano najvjerojatnije djelovanjem valova za vrijeme olujnih nevremena. Nakon slabljenja oluje čestice su ponovno taložene. Takvi mikrofacijesi su karakteristični za šelfnu padinu. Unutar briozojско-koralinacejskih floutstona-radstona uočavaju se razlomljeni fragmenti crvenih algi što bi moglo značiti da je energija vode bila velika, a takvi mikrofacijesi također su karakteristični za šelfnu padinu kao i koralinacejsko-foraminiferski grejnstoni i brizojski pekston-grejnston. Iz svega navedenog može se zaključiti da se radilo o šelfu na čijem rubu se nalazio greben te je većina bioklastičnih čestica bila premještena u dublje okoliše, na padinu i njezino dno (Slika 6-1.). Također, proraštanje crvenih algi i mahovnjaka (Slika 5-3.) upućuje na povremeni nedostak povoljnih uvjeta za rast algi, a izostanak koralja ukazuje na moguću prisutnost terigenog silta i gline (Tucker 2008).



Slika 6-1. Mogući taložni okoliši istraženog područja (prilagođeno prema Tuckeru 2008); narančasti X označava najvjerojatniju poziciju taloženja istraživanih uzoraka

6.3. Starost

Prepoznate crvene alge, kao i bentičke foraminifere, stratigrafski su širokog raspona te nije bilo moguće precizno odrediti starost na temelju njih. Probne analize na nanoplankton također nisu dale rezultate (Š. Aščić, usmeno priopćenje) pa starost nije mogla biti određena niti na taj način. Podudarnost istraženih fosilnih zajednica s onima na Medvednici mogla bi upućivati da se taloženje odvijalo nakon što su bazen Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatski bazen, zbog donjobadenske marinske transgresije, postali jedinstvena taložna cijelina. Također i Avanić (2012) navodi da su sedimentne stijene s istraženog područja badenkse starosti.

7. ZAKLJUČAK

Istražene naslage okolice Bednje po litologiji pripadaju koralinacejskim bioklastitima.

Najvjerojatnije su bile taložene na padini grebena, o čemu govori sastav njihove raznolike flore i faune.

U mikroskopskim preparatima zabilježena je, uz već poznate, i jedna nova vrsta crvene alge na ovom prostoru *Subterraniophyllum thomasi*.

Taloženje ovih naslaga odvijalo se tijekom badena, a uočena je i velika sličnost s istovremenim naslagama na Medvednici pa se može pretpostaviti da je već došlo do spajanja bazena Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatskog bazena u jedinstvenu taložnu cjelinu.

S obzirom da badenske naslage s ovog područja do sada nisu detaljnije istraživane, ovaj rad predstavlja dobar temelj za daljnja istraživanja.

8. REFERENCE

- Avanić, R., 2012. *Litostratigrafske jedinice donjeg miocena sjeverozapadne Hrvatske*. Doktorski rad. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet.
- Avanić, R. i Šimunić, An., 2010. *Geološka karta*. Zagreb: Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju.
- Basso, D., Vrsaljko, D., i Grgasović, T., 2008. The coralline flora of a Miocene maërl: the Croatian "Litavac", *Geologia Croatica*, 61(2-3), str. 333-340. Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/30672> (Datum pristupa: 17.08.2020.)
- Bošnjak, M., 2017. *Paleoekologija i biostratigrafija badenskih (srednjomocenskih) naslaga Medvednice na temelju mekušaca i pratećih fosilnih organizama*. Doktorski rad. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet.
- Bucković, D., 2006. *Historijska geologija 2: Mezozoik i Kenozoik (eBook)*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.
- Ćorić, S., et al., 2009. Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica*, 62(1), str. 31-43. Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/32777> (Datum pristupa: 13.07.2020.)
- Gorjanović-Kramberger, D., 1904. Geologijska prijedlogna karta Kraljevine Hrvatske-Slavonije. Tumač geologijskoj karti Zagreb (zona 22, col. XIV). Zagreb.
- Hallock, P. i Glenn, E., 1985. Numerical Analysis of Foraminiferal Assemblages: A Tool for Recognizing Depositional Facies in Lower Miocene Reef Complexes. *Journal of Paleontology*, 59(6), str. 1382-1394.
- Kochansky, V., 1944. Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). *Geološki vjesnik*, 2/3, str. 171-280.
- Kochansky-Devidé V. i Bajraktarević, Z., 1981. Miocen (baden i sarmat) najzapadnijeg ruba Medvednice. *Geološki vjesnik*, 33, str. 43-48.
- Lamprell, K. & H. J., 1998. A Revision of the Scaphopoda from Australian Waters (Mollusca). *Records of the Australian Museum*, 24, 1-189.
- Lee, R., 2008. Rhodophyta. U: *Phycology*. 4. izd. New York: Cambridge University Press, str. 89-132.

- Mandic, O., de Leeuw, A., Bulić, J., Kuiper, K.F., Krijgsman, W., Jurišić-Polšak, Z., 2012. Paleogeographic evolution of the southern Pannonian Basin: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age constraints on the Miocene continental series of northern Croatia. *Int. J. Earth Sci.* 101, str. 1033–1046.
- Marković, F., 2017. *Miocene tuffs of the North Croatian Basin*. Doktorski rad. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet. str. 170.
- Martinuš, M., Fio, K., Pikelj, K. and Aščić, Š. 2013. Middle Miocene warm–temperate carbonates of Central Paratethys (Mt. Zrinska Gora, Croatia): paleoenvironmental reconstruction based on bryozoans, coralline red algae, foraminifera, and calcareous nannoplankton. *Facies*, 59, 3, 481–504.
- Mude, Shyam i Kundal, P., 2011. *Subterraneaniphyllum thomasii* Elliott, Fossil Calcareous Alga the Evolutionary Link between Geniculate and Nongeniculate Coralline Algae: A Hypothesis. *Open Journal of Geology*, 1, str. 51-55.
- Pansini, M., Cerrano, C., Cocito, S., Gambi, M.C. and Rosso, A. 2009. Fauna: invertebrates. 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, 49–77
- Pavelić, D., 2002. The South - Western Boundery of Central Paratethys. *Geologia Croatica*, 55(1), str. 83 - 92.
- Pavelić, D. i Kovačić, M., 2018. Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. *Marine and Petroleum Geology*, 91, str. 455 - 469.
- Posedi, N., Bošnjak, M., Sremac, J. and Vrsaljko, D. 2014. Srednjomiocenski bryozoa s lokaliteta Pivnice (Dilj gora, Hrvatska). U: 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.
- Santagata, S., 2015. Ectoprocta. U: *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates 2: Lophotrochozoa (Spiralia)*. Beč: Springer-Verlag, str. 247-259.
- Sremac, J., 1999.. *Opća paleontologija, skripta*. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet. (neobjavljeno)

Sremac, J., Bošnjak Makovec, M., Vrsaljko, D., Karaica, B., Tripalo, K., Fio Firi, K., Majstorović Bušić, A. and Marjanac, T., 2016. Reefs and bioaccumulations in the Miocene deposits of the North Croatian Basin – Amazing diversity yet to be described. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 31(1), str. 19-29.

Sremac, J., Tripalo, K., Repac, M., Bošnjak, M., Vrsaljko, D., Marjanac, T., Moro, A., Lužar-Oberiter, B., Fio Firi, K., & Aščić, Š., 2018. Middle Miocene drowned ramp in the vicinity of Marija Bistrica (Northern Croatia). *Rudarsko-geološko-naftni Zbornik*, 33(4), str. 23-43.

Studencka, B., 2019. Note on *Gigantopecten nodosiformis* (Pusch, 1837) the logo of the 8th International Workshop, Neogene of Central and South-Eastern Europe.

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

Šimunić, An., 1983.. Pregled geološke građe sjeverozapadne Hrvatske. U: *Varaždinski zbornik: zbornik radova sa znanstvenog skupa održanog u Varaždinu od 1. do 3. listopada 1981. g. povodom obilježavanja 800. godišnjice grada*. Zagreb: JAZU, str. 41-52.

Šimunić, An., Pikija, M., Hećimović, I., Šimunić, Al., 1981. *Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Varaždin, L 36-69*. Beograd: Savezni geološki zavod.

Teichert, S., 2013.. *Rhodoliths (Corallinales, Rhodophyta) as a Biosedimentary System in Arctic Environments (Svalbard Archipelago, Norway)*. Doktorski rad. Nürnberg: Naturwissenschaftlichen Fakultät

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

Tucker, M., 2008. *Petrologija sedimenata: Uvod u postanak sedimentnih stijena*. 1. izd. Samobor: AZP Grafis.

Van Gorsel, H., Lunt, P., Morley, R., 2014. Introduction to Cenozoic biostratigraphy of Indonesia- SE Asia. *Berita Sedimentologi*, 29, str. 6-40.

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, str.133-150.

Vrsaljko, D., Pavelić, D., Miknić, M., Brkić, M., Kovačić, M., Hećimović, I., Hajek-Tadesse, V., Avanić, R. & Kurtanek, 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., Hećimović, I. & Avanić, R. 2007. Miocene deposits of Northern Croatia. In: Grgasović, T. & Vlahović, I. (eds): *9th International Symposium on Fossil Algae, Field Trip Guidebook and Abstracts*, Zagreb: Croatian Geological Survey, str. 143-153.

Wiedl, T., Harzhauser, M., Kroh, A., Ćorić, S. and Piller, W.E. (2013): Ecospace variability along a carbonate platform at the northern boundary of the Miocene reef belt (Upper Langhian, Austria). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 370, 232–246.

Woelkerling, W., 1990.. An introduction. U: K.M. Cole & R.G. Sheath (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge: Cambridge University Press, str. 1-6.

Wood, T., 2001. Bryozoans. U: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. San Diego: Academic Press, str. 505-525.

Yoon, H.S., Nelson W., Lindstrom S.C., Boo S.M., Pueschel C., Qiu H., Bhattacharya D., 2016.. Rhodophyta. U: *Handbook of the Protists*. Švicarska: Springer International Publishing, str. 89-133.

MREŽNI IZVORI:

AlgaeBase. URL: <http://www.algaebase.org/> (20. 8. 2020.)

alge. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020.

URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=1687> (20.8.2020)

OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org/copyright> (27.7.2020.)

Wetmore, K. Forams Facts – An Introduction to Foraminifera. URL: <https://ucmp.berkeley.edu/fosrec/Wetmore.html> (22.8.2020.)



KLASA: 602-04/20-01/124
URBROJ: 251-70-03-20-2
U Zagrebu, 18.09.2020.

Iva Štefičar, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/20-01/124, UR. BROJ: 251-70-13-20-1 od 30.04.2020. godine priopćujemo temu završnog rada koja glasi:

MIOCENSKI KORALINACEJSKI BIOLITITI U OKOLICI BEDNJE (SJEVEROZAPADNA HRVATSKA)

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o završnom ispitu prof. dr. sc. Jasenka Sremac, PMF Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj

(potpis)

Prof. dr. sc. Jasenka Sremac,
PMF

(titula, ime i prezime)

**Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite**

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko Ružičić

(titula, ime i prezime)

**Prodekan za nastavu i
studente**

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)