

# Interpretacija krednih facijesa otoka Brača u svijetlu paleomagnetskih istraživanja Vanjskih Dinarida

---

Pejnović, Igor

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:217:201333>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-21**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

IGOR PEJNOVIĆ

**INTERPRETACIJA KREDNIH FACIJESA OTOKA BRAČA U  
SVJETLU PALEOMAGNETSKIH ISTRAŽIVANJA VANJSKIH  
DINARIDA**

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

Mentor: Prof. dr. sc. Vlasta Čosović

Zagreb, 2018.

Ovaj je diplomski rad izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu pod vodstvom mentora prof. dr. sc. Vlaste Čosović u sklopu Diplomskog studija geologije i paleontologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

## **Zahvale:**

Zahvaljujem svojoj mentorici, prof. dr. sc. Vlasti Čosović na izvanrednom mentorstvu koje je uključivalo bezbroj stručnih savjeta, mudrosti i neizmjereno strpljenje.

Također zahvaljujem prof. dr. sc. Blanki Cvetko Tešović na stručnome savjetu i nesebičnom ustupanju kabinetske opreme bez koje izrada ovog rada ne bi bila moguća.

Zahvaljujem gospodinu Željku Ištuku, dipl. ing na pomoći prilikom laboratorotarijske obrade uzoraka.

Želio bih se i zahvaliti i svim profesorima, asistentima i svom osoblju Geološkog odsjeka, ali i drugih ustanova u kojima sam imao priliku boraviti tijekom studija na vođenju i podršci kroz njega.

Posebno bih se želio zahvaliti gospođi Mariji Cindro, dipl.iur. na pomoći, podršci i strpljivosti prilikom rješavanja nedoumica i problema s kojima sam se susretao tijekom studija.

I na kraju želio bih zahvaliti svojim kolegama i prijateljima, koji su bili moja potpora kroz cijeli studij i moj najveći izvor motivacije i inspiracije.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### INTERPRETACIJA KREDNIH FACIJESA OTOKA BRAČA U SVJETLU PALEOMAGNETSKIH ISTRAŽIVANJA VANJSKIH DINARIDA

IGOR PEJNOVIĆ

Rad je izrađen u Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Horvatovac 102a

**Sažetak:** Diplomski rad sadrži facijesne i mikropaleontološke opise uzoraka litificiranih stijena i paleomagnetnih jezgara odabranih lokaliteta otoka Brača. Opisani uzorci su starosti raspona od gornje krede do donjeg eocena. Formaciji Gornji Humac odgovaraju naslage iz uvale Maslinova, formacija Dol utvrđena je u uzorcima iz kamenoloma Nerežišća i s izdanka Zagvozd, a naslage formacije Sumartin nalazimo u uvalama Likva, Splitska, Mirca i Sumartin i kamenolomu Pučišća). Uzorcima je pridodan taložni okoliš prema Wilson-ovom modelu facijesnih zona, te je ustanovljeno da su stijene na svim lokalitetima taložene u uvjetima unutarnje platforme s povremeno ograničenom cirkulacijom vode, osim na lokalitetu Nerežišća gdje je pelagički facijes nastao na otvorenom šelfu. Na lokalitetu Likva, uz naslage mastrihta, mikrofosilima je dokazan danski kat (paleocen). Eocenske (ipr) naslage bogate koničnim aglutiniranim foraminiferama leže na paleocenskim. Mikrofosili određeni u uzorcima iz uvale Mirca uupućuju na paleocensku starost. Usporedbom litoloških svojstava stijene s njihovim primarnim remanentnim magnetizmom ustanovljena (potvrđena) je njegoa negativna korelacija s udjelom bioklasta u stijeni.

**Ključne riječi:** Brač, kreda, paleocen, eocen, Wilson-ovi facijesi, paleomagnetizam

**Rad sadrži:** XIII + 40 stranica, 14 slika 1 tablicu, 4 table i 63 literaturna navoda.

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnjoj geološkoj knjižnici, Horvatovac 102a.

**Mentor:** prof. dr. sc. Vlasta Čosović

**Ocjenjivači:** prof. dr. sc. Vlasta Čosović

prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović

prof. dr. sc. Nenad Tomašić

**Datum diplomskog ispita:** 21. veljače, 2018.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Master of Science Thesis

THE CRETACEOUS FACIES FROM THE ISLAND OF BRAČ REGARDING  
PALEOMAGNETIC INTERPRETATION IN THE EXTERIOR DINARIDES

IGOR PEJNOVIĆ

Thesis completed in: Department of Geology, Faculty of Science, Horvatovac 102a

**Abstract:** Facies and micropaleontological interpretation of hand-samples and paleomagnetic cores are presented in this Thesis. The studied samples are of the age ranging from the Late Cretaceous to Early Eocene. According to the lithostratigraphic description samples from Maslinova bay are Gornji Humac Formation, those from Nerežišća quarry and Zagvozd belong to Dol Formation, while samples collected in Splitska, Likva, Sumartin bays and Pučišća quarry are Sumartin Formation. Depositional environments were interpreted according to Wilson's model. Sediments were deposited within inner platform setting with restricted or normal circulation pattern, except the Nerežišća samples where pelagic (outer platform) deposition took place. Microfossils found in Likva sediments confirmed Danian age. There these sediments pass upward into Eocene (Ypresian) rich in agglutinated conical foraminifera. Comparison of the lithological properties of the rocks with their natural remanent magnetization confirmed the negative correlation with the amount of bioclasts in the rock.

**Key words:** Brač, Cretaceous, Paleocene, Eocene, Wilson's facies model, paleomagnetism

**Thesis contains:** XIII + 40 pages, 14 figures 1 table , 4 plates and 63 references.

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central geological library, Horvatovac 102a.

**Supervisor:** Ph.D. Vlasta Čosović, Professor

**Reviewers:** Ph.D. Vlasta Čosović, Professor

Ph.D. Blanka Cvetko Tešović, Professor

Ph.D. Nenad Tomašić, Professor

**Date of Thesis defense:** February 21st, 2018.

## SADRŽAJ:

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Geografski smještaj lokaliteta</b> .....	3
<b>3. Pregled dosadašnjih istraživanja</b> .....	8
<b>4. Materijali i metode</b> .....	12
<b>5. Rezultati</b> .....	14
5.1. Analiza mikroskopskih preparata iz dobivenih iz paleomagnetskih jezgara.....	15
5.1.1. Lokalitet Likva (Sutivan).....	15
5.1.2 Lokaliteti Sumartin i uvala Splitska.....	18
5.1.3 Lokalitet Mirca.....	18
5.1.4 Lokalitet Pučišća.....	19
5.2. Mikroskopski preparati dobiveni iz uzoraka stijena.....	19
5.2.1. Lokalitet Zagvozd .....	20
5.2.2. Lokalitet Nerežišća .....	20
5.2.3. Lokalitet uvala Maslinova kod Milne .....	21
5.2.4.Uvala Likva.....	21
5.2.5. Kamenolom Pučišća.....	23
<b>6. Diskusija</b> .....	23
6.1. Biostratigrafija .....	23
6.2. Podjela uzoraka prema litostratigrafskim jedinicama otoka Brača .....	24
6.3. Diskusija o okolišima u kojima su stijene taložene .....	25
6.4 Osvrt na rod <i>Thaumatoporella</i> .....	28
6.5 Usporedba litoloških svojstava stijene s njihovim primarnim remanentnim magnetskim signalom.....	30
<b>7. Zaključci</b> .....	32
<b>8. Literatura</b> .....	34
<b>9. Dodatak</b> .....	VI

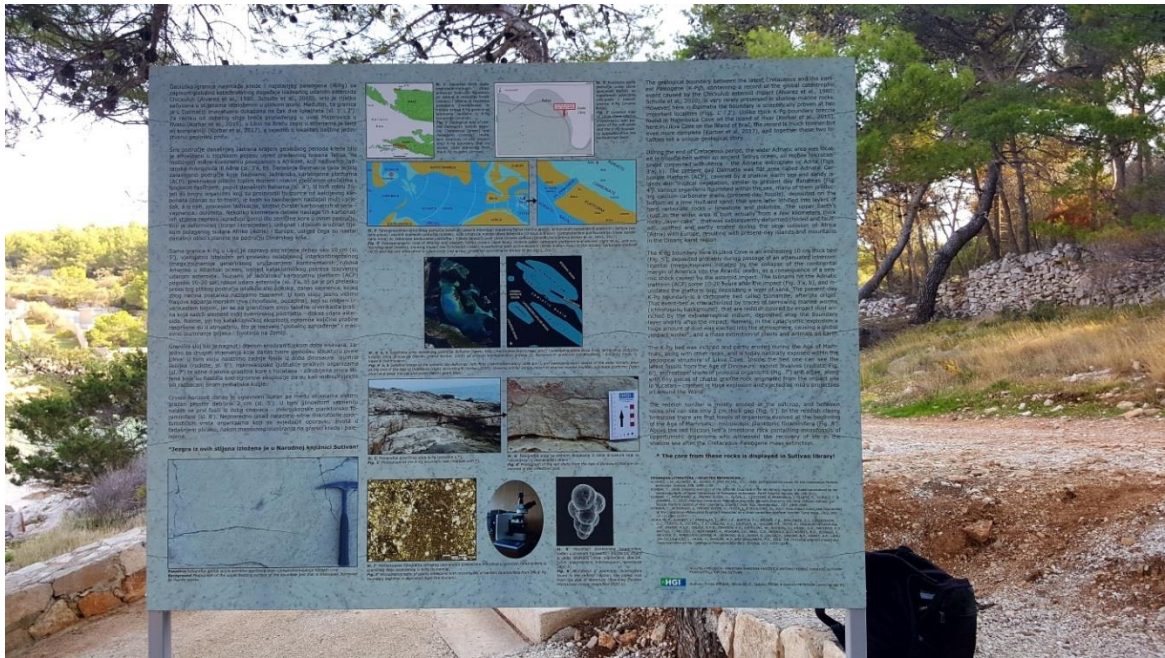
## 1. Uvod

Otok Brač posjeduje cijeli niz elemenata (struktura i naslaga) koji ga čine zanimljivim sa stajališta geologije. Građen uglavnom od gornjokrednih i paleogenskih stijena, otok je antiklinala pružanja SZ-JI. Gornjokredne naslage, nekih 1500 m debeo slijed uglavnom plitkomorskih naslaga (uz nešto pelagičkih), cenoman–mastiht (Gušić i Jelaska, 1990) istaložile su se na jednoj od najvećih i najdugotrajnijih karbonatnih platformi u Tetis oceanu, na Jadranskoj karbonatnoj platformi (Vlahović *et al.*, 2005), dok nastanak paleogenskih sedimentnih stijena povezujemo s Paleogenskom Jadranskom platformom (prema Drobne *et al.*, 2011), odnosno s predgorskim bazenom Dinarida (Mrinjek *et al.*, 2012). Kroz prošlost njegova geološka važnost bila je uglavnom ekonomska, vezana uz eksploataciju kamena (još od rimskog doba, Russel i Glicksman, 2014) i nalazišta asfalta ("pakline") (Kanajet *et al.*, 1995). Od polovice 20. stoljeća, istraživanja povezana s izradom geoloških karata se intenziviraju. Posebna je pažnja usmjerena u istraživanja krednih naslaga i njihova fosilnog sadržaja (rudista, algi i foraminifera). Dobro izloženi profili, relativno jednostavna struktura, kontinuirani prijelaz gornjokrednih u paleogenske naslage, temelj su za definiranje litostratigrafskih jedinica (Pejović i Radoičić, 1987; Gušić i Jelaska, 1990). Na otoku Braču kredne su naslage podijeljene u 6 litostratigrafskih formacija (Gušić i Jelaska, 1990). Opisane formacije se upotrebljavaju i na širem području u litostratigrafskom istraživanju naslaga Vanjskih Dinarida, a sam rad je jedan od prvih radova s litostratigrafskim opisivanjem naslaga na našem području. Nedavno, geološki odnosi otoka privukli su pažnju i šire javnosti radom koji je objavljen u prestižnom časopisu Terra Nova. Korbar *et al.* (2017) su u uvali Likva (Sutivan) interpretirali 10–12 cm debeli sloj s tragovima bioturbacija, rijetkim zrnima „šokiranog“ kvarca te najmlađim mastrihtskim mikrofossilima kao distalni tsunamit. Povećana koncentracija Ir i planktonske foraminifere danskog kata nađene u 2 cm debelom sloju koji leži na distalnim tsunamitima je dodatna poveznica s kredno paleogenkim impaktom (Slika 1). Nakon objave rada uslijedili su komentari koji su otok Brač postavili u fokus interesa geologa. Ne-taloženje, odnosno stratigrafska praznina od najmlađeg mastrihta do najstarijeg dana, interpretaciju o distalnom tsunamitu, prema nekim razmišljanjima, čini upitnom (Font *et al.*, 2017). Među recentim istraživanjima otoka su i ona gdje se analiziraju i interpretiraju paleomagnetska svojstva karbonatnih stijena, u sklopu niza istraživanja s ciljem jasnije definicije tektonskih kretanja na prostoru nekadašnje Jadranske karbonatne platforme. U



svrhu toga izbušen je niz plitkih jezgara, no velik dio njih nije imao pozitivan primarni paleomagnetski signal (Márton *et al.*, 2003). Za ovaj diplomski rad iz tih jezgara napravljeni su mikroskopski izbrusci koji su potom sedimentološki i mikropaleontološki opisani kako bi se ustanovilo koja svojstva (teksture) ima stijena sa slabim ili bez paleomagnetskog signala. Takve spoznaje mogle bi se primijeniti već prilikom uzorkovanja, odnosno na terenu bi bilo moguće prepoznati koje stijene imaju loše šanse da daju dobar paleomagnetski rezultat. Paleomagnetske analize traže specijalizirane laboratorije kojih je ograničen broj u Europi, same analize jako dugo traju i ako nema sprege između geofizičara koji ih interpretira, geologa-biostratigrafa i geologa-tektoničara, nema ni valjanih rezultata. Uz ove uzorke obrađeni su i uzorci stijena sakupljenih tijekom rujna 2017. godine (kada su snimljene sve terenske fotografije). Iz tih stijena također su izrađeni mikroskopski izbrusci koji su analizirani na jednak način kao i oni napravljeni iz paleomagnetskih uzoraka. Kvalitetnim opisom i interpretacijama uvjeta u kojima su stijene nastale dobiti ćemo nove spoznaje o naslagama gornje krede i paleocena na lokalitetima. S druge strane, pronalazak u slijedu naslaga u uvali granice K/Pg, traži i re-interpretaciju rezultata paleomagnetskih istraživanja napravljenih početkom 2000ih. Naime, prilikom istraživanja, zbog nedostatka provodnih fosila, primjenom pravila superpozicije i literaturnih podataka (De Castro *et al.*, 1994) uzorkovanim naslaga pripisana je mastrihtska starost.

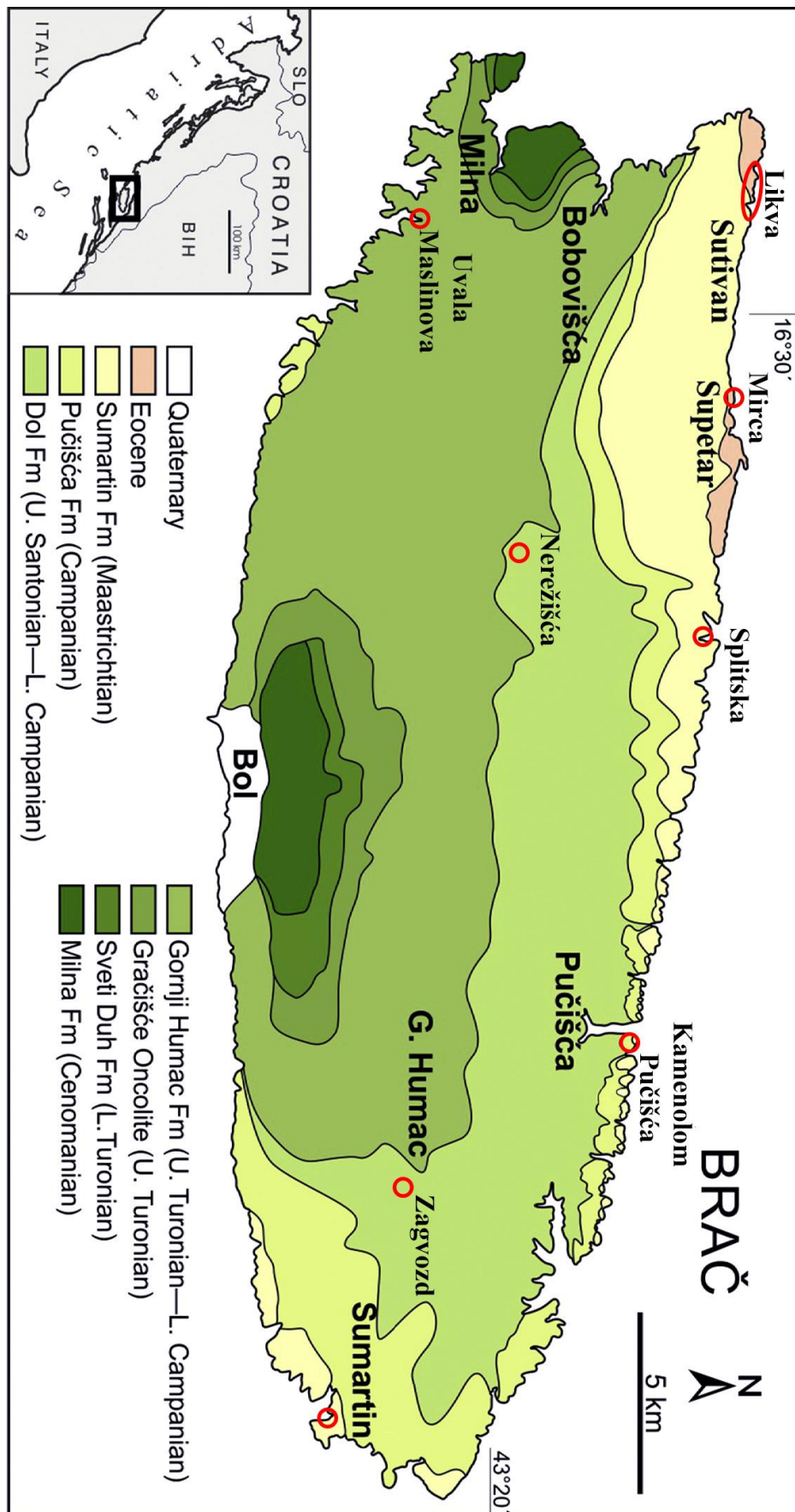
Kao cilj diplomskog rada je mikrofacijsna analiza i interpretacija gornjokrednih uzoraka stijena s više lokaliteta na otoku uključujući i uzorke iz uvale Likva. Prilikom paleomagnetskih uzorkovanja (Márton *et al.*, 2003) uzeto je 40 paleomagnetskih jezgara na tom lokalitetu koje će se reinterpretirati u svjetlu najnovijih saznanja.



Slika 1: Informativna tabla u uvali Likva koja prikazuje kontakt krednih i paleogenskih naslaga (Korbar *et al.*, 2017), kratak opis naslaga i postanak istih.

## 2. Geografski smještaj lokaliteta

Smješten na prostoru srednjeg Jadrana, otok Brač ima površinu od 396 km<sup>2</sup>. Lokaliteti na kojima je provedeno uzorkovanje su uvala Likva u blizini Sutivana, kamenolom Pučišća (Slika 3), Zagvozd (Slika 4), uvale Maslinova (blizu Milne) (Slika 5), Splitska, Mirca i Sumartin te kamenolom Nerežišća (Slika 6). Uzorkovane su većinom gornjokredne stijene, a paleocenske i eocenske naslage su uzorkovane u uvalama Likva (Sutivan) (Slike 7, 8 i 9) i Mirca.



Slika 2: Pojednostavljena litostratigrafska karta otoka Brača s naznačenim lokalitetima uzorkovanja, modificirano prema Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017 (temelj je geološka karta otoka Jelaska *et al.* 2015) s geografskim položajem otoka.



Slika 3: Kamenolom Pučišća. Lijevo: pogled na kamenolom, desno: mjesto paleomagnetskog uzorkovanja.



Slika 4: Lokalitet Zagvozd. Lijevo: izdanak stijena uz cestu, desno: bušenje jezgre na izdanku.



Slika 5: Izdanak srednje uslojenog vapnenca u uvali Maslinova (u blizini Milne).



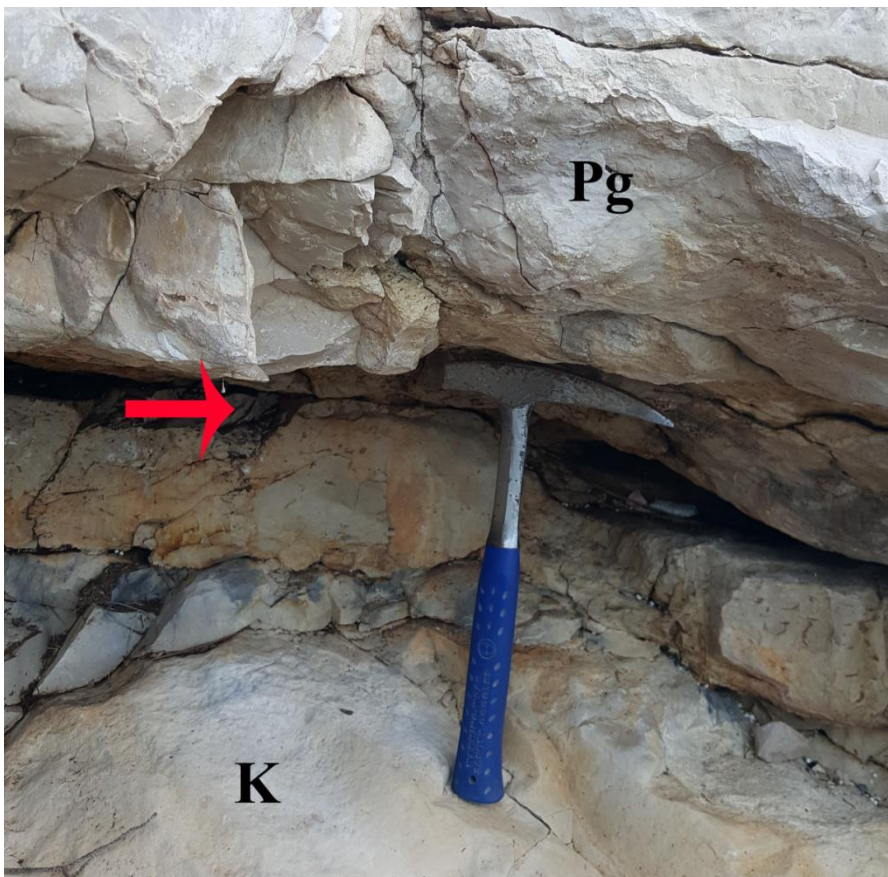
Slika 6: Pogled na kamenolom Nerežišća.



Slika 7: Pogled na uvalu Likva kod Sutivana s izloženim naslagama paleocena i eocena.



Slika 8: Uvala Likva, slojna ploha paleocenskih vapnenaca s tragovima jezgrovanja (promjer rupice je 2 cm, jezgre Sutivan 1282-1287).



Slika 9: Naslage u uvali Likva, granični horizont K-Pg, strelicom označen sloj koji su Korbar *et al.*, 2017 interpretirali kao tsunamit.

### 3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Početak geoloških istraživanja ili prvi opisi geoloških osobina otoka Brača datiraju iz druge polovice 19. stoljeća. Jedan od najstarijih pregleda sedimentnih naslaga otoka napravio je Marschall (1856), dajući kratki osvrt na geokemijske i petrografske osobine dolomitiziranih bituminoznih naslaga. On je analizirao ono što on naziva „*Dalmatinski asfalt*“ u sklopu šireg rada na temu bituminoznih stijena Austro-Ugarske Monarhije. Jednostavnim kemijskim analizama izolirao je bitumen iz stijene koju određuje kao dolomit sitnih romboedarskih kristala. Temeljem analiza daje procjenu sastava stijene kao 90% dolomit i 10% bitumen, za koji koristi naziv *erdharz*.

Detaljnu analizu kako bitumena tako i stijena bitumonoznih lokaliteta otoka Brača napravio je Ercegovac u svojem prilogu radu Jelaska i Ogorelec (1983). Na lokalitetima Bol i Rasotica nailazi na veći udio bitumena unutar paleogenskih naslaga nego unutar onih gornjokrednih. Kerogen ovih lokaliteta odredio je kao uglavnom tip I, te manje tip III. Uzorci lokaliteta Sutivan sadrže 30% organske materije, uglavnom kerogena tipa III, inertinita, uz mali udio kerogena tipa I. Zrna bitumena opisuje kao sferična i oksidirana. Zaključuje da je bitumen epigenetskog tipa, nastao nakon što je dolomitizacija stvorila porni prostor unutar stijene koji je omogućio njegovu akumulaciju, te pronalazi pozitivnu korelaciju između procesa dolomitizacije i procesa bitumenizacije. Iznosi ideju kako je za nastanak bitumena ključan bio promjenjiv hidrodinamični režim koji je doveo do reduktivnih uvjeta u poroznoj stijeni. Uz to daje kratki osvrt na problem pozicije granice K–Pg na lokalitetu Likva.

Stijene Brača također su opisane za potrebe izrade geoloških karata država unutar kojih se otok nalazio kroz povijest. Najstarija geološka karta koja sadrži geološke osobine otoka Brača je Pregledna geološka karta Austro-Ugarske Monarhije u mjerilu 1:576 000 (Hauer, 1880). U sklopu izrade Osnovne geološke karte SFRJ 1:100 000, geološki odnosi otoka Brača prikazani su na čak četiri lista: List Split (Marinčić *et al.*, 1971); List Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976); List Vis (Borović *et al.*, 1975) i list Omiš (Marinčić *et al.*, 1976) s pripadajućim tumačima (Magaš i Marinčić, 1973; Borović *et al.*, 1977; Marinčić *et al.*, 1977). Tek izradom Osnovne geološke karte Republike Hrvatske 1: 50 000 otok Brač biva cjelovito obuhvaćen vlastitim listom (Jelaska *et al.*, 2015).

Sveobuhvatni prikaz geoloških odnosa s težištem na interpretaciji okoliša taloženja nalazimo u radu Gušić i Jelaska (1990). Oni su podijelili kredne naslage otoka Brača na 6

litostratigrafskih formacija koje su u upotrebi i danas. Najstariju formaciju imenovali su Milna te njene stijene grade jezgru bračke antiklinale. Formaciju su stratigrafski smjestili u period od alba do u donji cenoman temeljem sedimentoloških i paleontoloških sličnosti sa stratigrafski precizno definiranim stijenama na više lokaliteta u Vanjskim Dinaridima. Zanimljivo, na otoku Braču su od ove formacije otkrivene jedino naslage cenomanske starosti. Formacija se sastoji od tri tipa vapnenaca: mikritnih laminita, biomikrita te rudistnih i hondrodontnih kokina. Gušić i Jelaska (1990) definirali su taložni okoliš kao zaštićeni unutarnji dio platforme gdje su vladali restriktivni uvjeti.

Mlađa formacija dobila je naziv Sveti Duh prema brdu na čijim su istočnim padinama dobro otkrivene naslage ove formacije. Superpozicijski naslage ove formacije leže na naslagama formacije Milna, a starost je procijenjena na turon. Između formacija nije pronađena jasna granica, već je definirana izostankom laminitnih vapnenaca i dominacijom pelagičkih i hemipelagičkih mikrita karakterističnih za ovu formaciju. Uglavnom homogenu litologiju mikritnih vapnenaca tek mjestimice prekidaju ulošci bioklastičnih *packstone*-a koji sadrže ostatke bodljikaša i aptihuse amonita, te intraklaste. Ove uloške Gušić i Jelaska (1990) tumače kao dokaz turbiditnih tokova. U središnjem dijelu formacije mjestimice su prisutne rožnjačke nodule, a njen vršni dio kasnodijagenski je dolomitiziran. Taložni okoliš opisuju kao okoliš epikontinentalnog ili šelfnog mora s otvorenom cirkulacijom.

Formacija naziva Gornji Humac u svojem je baznom dijelu od formacije Sveti Duh odvojena intervalom onkolita, poznatim kao onkolit Gračišće. Ostatak formacije je jednoličan slijed mikritnih vapnenaca i laminita vrlo sličnih onima formacije Milna. Formacija Gornji Humac ima vrlo širok stratigrafski raspon u odnosu na prethodne formacije te tako obuhvaća naslage od konijaka pa sve do donjeg kampana. Onkolit Gračišće taložen je u uvjetima zaštićenog šelfa za čiji nastanak je zaslužan nagli pad globalne razine mora, a ostatak formacije taložen je u području potplimnog pojasa.

Hemipelagički vapenci formacije Dol dijakrono graniče s formacijom Gornji Humac te početak njihovog taloženja, a samim time i njihova ukupna debljina ovise o tome kada je uspostavljen bazenski režim taloženja. U takvim uvjetima taložili su se dobro uslojeni hemipelagički i pelagički biomikriti poznati kao arhitektonski kamen Sivac. U višim dijelovima formacije prisutni su lećasti prosljoci alodapskih vapnenaca koji predstavljaju turbidite, te biolititi rudistnog porijekla. Starost cijele formacije postavljena je temeljem nalaza ranih orbitoida na uzak raspon između gornjeg dijela santona i donjeg dijela kampana.



Formaciju Pučišća, koja je taložena nakon formacije Dol, Gušić i Jelaska (1990) podijelili su na tri odvojena člana. Prvi član koji je zadržao svoj naziv u arhitekturi "Brački mramori" zapravo se ne sastoji od mramora, već od bioklastičnih *wackestone*-a, *packstone*-a i *grainstone*-a koji sadrže ostatke bentičkih organizama, posebice rudista. Drugi član formacije, Rasotica, također je dobio naziv prema svojem arhitektonskom ekvivalentu. Sastoji se od rudistnih biostroma i kokina tipa *rudstone*, te od bioklastičnih rudistno-foraminiferskih *wackestone*-a, *floatstone*-a i *packstone*-a. Posljednji član formacije Pučišća nazvan je Lovrečina. Ovaj član okarakteriziran je jasno prepoznatljivim ciklusima oplićavanja čiji je najgornji dio građen od stromatolita u čijem se gornjem dijelu mogu prepoznati vadoidi i tragovi karstifikacije. Sam član završava mikritima tipa *mudstone* debljine nekoliko metara unutar kojih su prisutne fenestralne i šupljine otapanja. Starost formacije Pučišća odredili su kao kampan, a taložne okoliše kao platformske idući od distalnih prema proksimalnima kako je platforma progradirala. Gornja granica ove formacije stoga je diakrona, a završava emerzijom.

Najmlađe naslage krede na Braču, mastrihtske starosti, pripadaju formaciji Sumartin. Formacija započinje zonom dolomita i dolomitiziranih rudistnih kokina koja se makroskopski bitno razlikuje od mikrita formacije Pučišća u podini. Uz njih prisutni su i foraminifersko-peletni *wackestone* do *packstone* i laminirani vapnenci i dolomiti koji mogu biti stromatolitnog porijekla i sadržavati pojave bitumena. Također prisutni su i tragovi izražene desikacije. Gušić i Jelaska (1990) daju obrazloženje postanka ove formacije kao niz ciklusa oplićavanja, što je i glavni uzrok izrazite dolomitizacije vapnenaca u formaciji.

Rudisti i bentičke foraminifere identificirane iz gornjokrednih naslaga poslužile su Pejović i Radoičić (1987) za definiranje šest litostratigrafskih formacija. Bitna razlika u interpretaciji formacija je ta, što Gušić i Jelaska (1990) prepoznaju dijakroni karakter granica formacija i formacije dodatno dijele u dobro opisane članove. Kako su ostaci rudista i bentički mikrofosili (foraminifere i alge) vrlo česti fosili u gornjokrednim naslagama, oni su bili predmetom brojnih istraživanja (Sladić–Trifunović, 1966, 1981, Pejović, 1970, 1986, Pejović i Radoičić, 1968, 1985/86, Cvetko *et al.*, 1997) koji su doprinjeli boljem poznavanju biostratigrafije gornjokrednih naslaga otoka, taksonomiji pojedinih skupina (npr. otkriće vrste *Reticulinella fleuryi* u naslagama gornjeg santona do srednjeg kampana, Cvetko *et al.*, 1997) i njihovom paleoekološkom (paleoautoekološkom) značaju.

Prtoljan i Glovacki Jernej (1994) istražuju pojave breča u blizini Sumartina (tzv. Oklad breče) i zaključuju kako su one rezultat deformacije Jadranske karbonatne platforme tijekom gornjeg mastrihta koja je omogućila lokalne pojave emerzije različitih stijena gornje krede koje su potom erodirane u materijal koji je bez duljeg transporta akumuliran u obliku breča.

Cvetko Tešović *et al.* (2001) analiziraju i interpretiraju sedimentološki i mikropaleontološki naslage formacije Pučišća. Velike bentičke foraminifere i mikrofacijesna svojstva stijene poslužili su kao kriteriji za definiranje sedam odvojenih mikrofacijesa. Formaciju Pučišća izdvajaju kao zasebnu, u vrijeme taloženja morfološki odvojenu cjelinu nastalu na prostoru zagrebenkog dijela platforme. Schlagintweit i Cvetko Tešović (2017) istražujući gornjokredne naslage otoka opisuju novi rod bentičke foraminifere koji imenuju *Braciana* s tipskom vrstom *Braciana jelaskai* Schlagintweit i Cvetko Tešović.

Nastanak formacija Pučišća i Sumartin u svjetlu sekvencijske stratigrafije opisuju Moro *et al.* (2002). Promjene u sastavu zajednica rudista i foraminifera potpomognutih sedimentološkim opažanjima omogućili su prepoznavanje ciklusa oplićavanja i povezivanja promjena okoliša taloženja sa globalnim promjenama razine mora.

Steuber *et al.* (2005) datiraju naslage formacija Gornji Humac, Dol, Pučišća i Sumartin (konijak–mastriht) metodom stroncijevih izotopa na ljušturama rudista. Njihovim istraživanjima pojedine formacije, odnosno članovi su dobile preciznije stratigrafsko obilježje. Tako je određeno da se taloženje mlađeg dijela Gornji Humac formacije zbivalo tijekom srednjeg konijaka (Gušić i Jelaska, 1990, su sugerirali gornjosantonsku starost koristeći distribuciju velikih bentičkih foraminifera kao mjeru za određivanje starosti naslaga).

Bucković *et al.* (2010) detaljno analiziraju dubokomorske vapnence Dol formacije. Primjećuju da u njima vertikalno postoji ciklička izmjena tamnijih vapnenaca bogatijih organskom tvari i svjetlijih koji su njome siromašniji. Tu pojavu interpretiraju kao izmjenu oksičnih i anoksičnih okoliša izazvanu promjenom morske razine, koju povezuju s Milankovićevim ciklusima.

U uvali Likva, Korbar *et al.* (2017) prepoznaju u sloju debljine 10–12 cm elemente koji upućuju na utjecaj postimpaktnog tsunamija uzrokovanog udarom asteroida Chicxulub na mjestu današnjeg poluotoka Yucatana i povezuju ih sa sličnim slijedom na otoku Hvaru (Korbar *et al.*, 2015). Razlike među naslagama pripisuju fizičkoj udaljenosti lokaliteta u

vrijeme taloženja koja je iznosila preko 40 km, što je otprilike dvostruko današnjoj udaljenosti. Važnost pronalaska ovih naslaga na ovim otocima jest u tome što predstavljaju dosad najudaljenije pronađene tsunamite u odnosu na mjesto impakta, te jedine dosad otkrivene naslage tog tipa na prostoru Jadranske karbonatne platforme.

Márton *et al.*, 2003 u okviru istraživanja kretanja (rotacije) Jadranske mikroploče u odnosu na Afričku ploču, uzorkuju na više lokaliteta na području Vanjskih Dinarida, uključujući i naslage na otoku Braču. Primarni remanentni magnetizam ustanovljen u stijenama gornjokredne i eocenske starosti, ukazuje na smjer rotacije obrnuto od kazaljke na satu u odnosu na Afričku ploču, isto kao u naslagama obalnih Vanjskih Dinarida.

#### 4. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na mikroskopskim izbruscima napravljenim iz paleomagnetskih uzoraka, ali i iz površinskih uzoraka stijena sakupljenim na više lokaliteta (Slika 2). Paleomagnetske jezgre su kratki valjčići (dužine maksimalno do 7 cm, promjera 2 cm), izvađene pomoću bušilice (Slika 10). Iskustva višegodišnjih paleomagnetskih uzorkovanja vapnenaca pokazala su kako bolji paleomagnetski signal imaju stijene u kojima nema fosilnih ostataka (Moro *et al.*, 2010).



Slika 10: Bušeća aparatura koja se koristi za paleomagnetsko uzorkovanje.

Budući da je originalni materijal bio vapnenac, što podrazumijeva konsolidiranu stijenu, metoda pripreme uzoraka za promatranje pod stereoskopskom lupom bila je izrada mikroskopskih preparata. Ova tehnika sastoji se od niza postupaka kojima se od uzorka

stijene dobiva izbrusak mikrometarskih debljina (30 do 50  $\mu\text{m}$ ) što omogućuje njegovo promatranje u prolaznom svjetlu. Prvi korak je piljenje uzoraka pomoću dijamantne pile na pločice debljine do nekoliko milimetara. Ispiljena pločica se s jedne strane ručno polira uz pomoć abraziva, te se pločica suši, a potom ispoliranom stranom lijepi na predmetno stakalce. Tako pripremljene pločice stavljaju se u uređaj za strojno stanjivanje preparata koji im smanjuje debljinu. Pločice se potom dodatno ručno obrađuju pomoću abraziva kako bi se postigla željena prozirnost preparata i kako bi se uklonile neravnine. Prema potrebi preparat se može prekriti dodatnim predmetnim stakalcem radi bolje zaštite, pogotovo ako se radi o stijeni osjetljivoj na mehaničko trošenje poput klastita.

Prilikom opisa mikroskopskih preparata korištene su kvalitativne opisne metode, temeljene na prepoznavanju sedimentoloških osobina stijene te fosilnog sadržaja unutar nje. Prilikom sedimentološkog opisa korištene su dvije klasifikacije karbonatnih stijena. Prvu je postavio Folk (1959, 1962, preuzeto iz Flügel, 1982, 2004), a drugu Dunham (1962; preuzeto iz Flügel, 1982, 2004). Folk-ova klasifikacija stijene dijeli prema ortokemima, odnosno vrsti veziva na sparitne i mikritne stijene, te taj dio tvori sufiks u imenu stijene. Daljnje imenovanje stijene nastaje dodavanjem prefiksa koje je temeljen na prisustvu i vrsti alokema, odnosno čestica koje nisu nastale na mjestu sedimentacije. Folk (1959, 1962) je svoju klasifikaciju nadopunio pa se tako naziv stijene može dodatno proširiti dodajući ispred osnovne odredbe stijene pojmove koji opisuju volumni omjer alokema i matriksa te sortiranošću i zaobljenost alokema.

Klasifikacija koju je postavio Dunham dijeli stijene prema tome koji od dva glavna konstituenta (vezivo i klasti) čini potporu stijeni. Stijene koje su matriks potporne imaju klase "uronjene" unutar mikrita bez ili tek s mjestimičnim međusobnim kontaktima, te se dijele prema volumnom udjelu klasta u stijeni na *mudstone* s udjelom ispod 10%, te na *wackestone* gdje je udio iznad te granice. Stijene koje su klast potporne imaju gusto naslagane čestice i dijele se na *packstone* ukoliko su šupljine između njih ispunjene mikritom odnosno na *grainstone* ako je ta ispunjena sparitna. Kao i u slučaju Folk-ove klasifikacije naziv se dodatno može nadopuniti opisima dominantnih čestica i struktura. Također, kao i Folk (1959, 1962), i Dunham (1962) u svojoj klasifikaciji izdvaja vapnence koji su nastali organogenim vezanjem tijekom taloženja, dajući im naziv *boundstone*. Kako bi upotpunili ovu klasifikaciju i riješili dio njezinih nedostataka Embry i Klowan (1972, preuzeto iz Flügel, 1982) uvode pojmove *floatstone* i *rudstone* za vapnence tipa *wackestone* odnosno *grainstone* kod kojih je barem 10% čestica veće od 2 mm. Također proširuju *boundstone*, dijeleći ga na tri nova tipa ovisno o

tome kojim načinom je stijena vezana. Na taj način omogućeno je razlikovanje stijena tipa *bindstone* koji nastaju djelovanjem organizama koji obrastaju ili lijepe sediment, *bafflestone* nastao nakupljanjem materijala između skeleta sesilnih organizama te *framestone* nastao litifikacijom rešetkastih struktura grebenotvornih organizama.

Za potrebe mikropaleontološke analize fokus je stavljen na foraminifere zbog njihovog biostratigrafskog i paleoekološkog značaja, te su one određivane, gdje god je to bilo moguće, na razinama rodova odnosno vrsta, dok se za ostale mikrofosile te za ostatke makrofosila odredba zadržala na razini skupina. Foraminifere su promatrane u slučajnim presjecima i klasificirane prema kriterijima Loeblich i Tappan (1988), a za prepoznavanje vrsta korištena je literatura Sartoni i Crescenti (1962), Hottinger i Drobne (1980), Sartorio i Venturini (1988), De Castro *et al.* (1994), Cvetko Tešović *et al.* (2001), Premoli Silva i Slater (2002) i Čosović *et al.* (2008). Kriteriji za prepoznavanje bili su tip i struktura stijenske, način rasta kućice, te unutarnja građa u slučaju većih bentičkih foraminifera. Odredbe miliolidnih foraminifera uglavnom su zadržane na razini roda, jer morfološke karakteristike potrebne za određivanje njihovih pojedinih vrsta nisu vidljive iz presjeka. Planktonske foraminifere određivane su temeljem aksijalnih presjeka kroz početne klijetke. Također uočene su i opisane tafonomske promjene na skeletima poput tragova ubušavanja i mikritizacije rubova, sedimentacijske karakteristike poput preferiranih smjerova orijentiranosti izduženih zrna te dijagenetski i post-dijagenetski procesi poput dolomitizacije, fragmentacije, rekristalizacije i piritizacije.

Mikroskopski preparati su fotografirani kamerom Promicam 2-5 pričvršćenom na stereoskopsku lupu uz pomoć računalnog programa QuickPHOTO CAMERA 3.0.

## **5. Rezultati**

### **Mikroskopski opisi preparata**

Sedimentološki opis uzoraka stijena temeljen je na opažanjima dobivenim promatranjem mikroskopskih izbrusaka pomoću stereoskopske lupe u prolaznome svjetlu. Uzorcima su utvrđeni sastav veziva te opisani alokemi. Stijene su klasificirane prema kriterijima za klasifikaciju vapnenačkih stijena koje su postavili Folk (1959, 1962) i Dunham (1962), uzimajući u obzir modificiranu verziju klasifikacije koju su nadopunili Embry i

Klowan (1972). U tekstu koji slijedi uz imena autora klasifikacija godine se neće ponavljati. Za procjenu sortiranosti korištene su komparacijski dijagrami koje su izradili Anstey i Chase (1979, preuzeto iz Flügel, 1982). Udio klasta u volumenu stijene procijenjen je uz pomoć dijagrama koje su objavili Baccelle i Bosellini (1965, preuzeto iz Flügel, 1982). Stromatolitnim laminama je, gdje je to bilo moguće, izmjerena minimalna i maksimalna debljina za svaku laminu te izračunata prosječna debljina temeljem debljina svih lamina u preparatu.

## **5.1. Analiza mikroskopskih preparata iz dobivenih iz paleomagnetskih jezgara**

### **5.1.1. Lokalitet Likva (Sutivan)**

Uzorci iz uvale Likva (Sutivan, Slike 11 i 12), prema recentnoj litostratigrafskoj podjeli (Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017) odgovaraju formaciji Sumartin, mastrihtske starosti, te paleocenu.

**Sutivan, jezgre: 1270 A, 1271 A, 1272 A (pozitivan paleomagnetski signal) i jezgra 1936A (negativan paleomagnetski signal, Márton *et al.*, 2003)**



Slika 11: Debelo uslojeni vapnenci iz uvale Likva (distribucija paleomagnetskih jezgara 1270-1273 po slojnoj plohi)

Stijena iz koje su izrađeni ovi mikroskopski preparati je ranodijagenski dolomit. Ona sadrži, samo mjestimično, ostatke stijene prekursora, koji ukazuju da je stijena originalno imala mikritno vezivo. Također, u reliktima originalne stijene su očuvani bioklasti koji su mjestimice dobro prepoznatljivi unatoč promjenama koje je stijena pretrpjela, no dio njih pokazuje znakove rekristalizacije i mikritizacije. Prepoznati bioklasti su ostaci kućica "malih" bentičkih miliolidnih i rotalidnih foraminifera, kao i fragmentirane kućice aglutiniranih foraminifera i ljušturice ostrakoda. Jedini ostaci makroorganizama su radiole - bodlje ježinaca. Opisani fosilni sadržaj onemogućuje određivanje starosti. Jezgrovanje je napravljeno u slijedu naslaga koji leži iznad K/Pg granice, i superpozicijski bi odgovarale paleocenu (Korbar *et al.*, 2017).

**Sutivan, jezgre: 1282 A, 1285 A , 1286 A, 1288 A, 1291 A, 1292 A (pozitivan paleomagnetni signal. Márton *et al.*, 2003)**



Slika 12: Slojna ploha srednje debelo uslojenih vapnenaca koji su ispresijecani pukotinama što pokazuju jezgre 1280-1284.

Vezivo stijene je mikritno, s bioklastima te rijetko intraklastima (jezgra 1288 A) raspršenim unutar matriksa bez međusobnih kontakata. Udio klasta iznosi između 25 i 40 % ukupnog volumena stijene, s iznimkom jezgre 1292 A gdje iznosi tek malo iznad 10 %. Temeljem toga stijena je određena kao biomikrit prema klasifikaciji Folk, osim jezgre 1288 A

koji je zbog niskog udjela klasta opisan kao fosiliferni mikrit. Prema Dunham-ovoj klasifikaciji stijena je bioklastični *wackestone*. Fosilna zrna su sitna i nesortirana ili loše sortirana, rekristalizirana uz mjestimične ima intraskeletna zrna pirita i koja je uglavnom ograničena na foraminiferske kućice. Nađene su kućice foraminifera *Bangiana* sp. (*Bangiana* cf. *hensoni* Drobne). i *Textularia* sp., neodredive male miliolidne i rotalidne foraminifere kao i ljušturice ostrakoda. Uz njih česti su ostaci alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). Ostaci makroorganizama uglavnom se svode na fragmente ljuštura školjkaša uz poneki ostatak skeleta bodljikaša kao što su radiole ježinaca i pločice krinoida.

Rijetke pojave kućica bangijana omogućile su definiranje starosti stijene. Stijena je paleocenske (dan) starosti (Drobne *et al.*, 2007).

**Sutivan, jezgre: 1317 A, 1318 A, 1319 A (pozitivan paleomagnetski signal. Márton *et al.*, 2003)**

Ova stijena sastoji se od mikritnog matriksa s dominantno bioklastima, otprilike 30% ukupnog volumena stijene uz prisustvo intraklasta, na koje otpada tek oko 10% volumena. Zbog nedostatka kontakta među zrnima stijena je određena kao dominantno biomikrit prema Folk-ovoj klasifikaciji, te bioklastični *wackestone* prema klasifikaciji Dunham. Iznimka je uzorak 1318 A gdje je dio zrna u kontaktu, pa je stijena opisana kao zbijeni biomikrit prema Folk-ovoj, a bioklastični *wackestone* do *packstone* prema Dunham-ovoj klasifikaciji. Bioklasti su sitne do srednje veličine i ne pokazuju znakove sortiranosti koja je prisutna među intraklastima kojih je dio također i zaobljen. Stijena je mjestimice ispresjecana pukotinama koje su ispunjene sparitom (1318 A). Fosilni sadržaj predstavljaju kućice *Spirolina* sp., *Idalina* sp., jako uništeni fragmenti *Orbitolites* sp. (Tabla 3, slika D), neodredive rotalije i aglutinirane foraminifere, te fragmenti koničnih, aglutiniranih foraminifera (*Coskinolina* sp., *Pseudochrysalidina* sp.). Od ostalih fosila nađene su ljušturice ostrakoda (Tabla 3, slika I), radiole ježinace i pločice krinoida.

Konične aglutinirane foraminifere prepoznate u istraživanim uzorcima upućuju na eocensku starost naslaga (Hottinger i Drobne, 1980).



### 5.1.2 Lokaliteti Sumartin i uvala Splitska

Uzorci lokaliteta Sumartin i Splitska odgovaraju prema litostratigrafskoj podjeli Korbar et al., 2017; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017, Slika 2) formaciji Sumartin, mastrihtske starosti.

#### **Sumartin 1321 A, 1322 A, 1323 i Splitska 1327, 1328, 1329 (nema podataka o paleomagnetnom signalu)**

Ranodijagenetski dolomit, a od originalnog materijala nije ostalo dovoljno kako bi se ona mogla pobliže klasificirati. Unutar nje mjestimice su očuvani tragovi mikritnog veziva (svi analizirani uzorci), laminirane strukture (Sumartin 1321 A i Sumartin 1323) te rekristalizirani bioklasti koji, s izuzetkom jezgre Splitska 1329, nisu u međusobnom kontaktu. U jezgri Sumartin 1323 mogu se razlučiti dva tipa lamina: svijetle čija se debljina kreće između 0,1 do 3 mm te tamne raspona debljina od 0,4 do 2,1 mm, što sugerira stromatolit kao originalnu stijenu. Fosilni sadržaj uglavnom je uništen dolomitizacijom, te su prepoznatljivi tek rijetki fragmenti ljuštura školjkaša, pločice krinoida i bodlje ježinaca, dok se mikrofosilni sadržaj sastoji od alge *T. parvovesiculifera*, foraminifere *Cuneolina* sp. te zbog loše očuvanosti neprepoznatljivih malih bentičkih aglutiniranih, miliolidnih i rotalidnih foraminifera.

Iako je u uzorcima nađena kućica *Cuneolina* sp. koja je kredna foraminifera, preciznije datiranje nije moguće. S obzirom na literaturne podatke, jezgre su izbušene u naslagama formacije Sumartin (Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017), iz čega slijedi da im je starost mastrihtska.

### 5.1.3 Lokalitet Mirca

#### **Mirca, jezgre: 1750 A, 1751 A, 1759 A, (pozitivan paleomagnetni signal, Márton et al., 2003) i Mirca 1761 A, 1762 A (negativan paleomagnetni signal, Márton et al., 2003)**

Stijena je određena kao biomikrit prema klasifikaciji Folk, te kao bioklastični *wackestone* prema klasifikaciji Dunham temeljem mikritnog veziva unutar kojeg su uronjena zrna bioklasta, udjela raspona od 15 do 40% ukupnog volumena stijene, ovisno o preparatu.

Klasti su sitni i srednje dobro sortirani, a izduženija zrna mjestimice imaju preferiranu orijentaciju. Očuvanost mikrofosila im varira između pojedinih analiziranih mikroskopskih preparata, no generalno su prisutne rekristalizacija, piritizacija unutrašnjosti i mikritizacija rubova zrna. U mikroskopskim preparatima nalazimo brojne ostatke alge *T. parvovesiculifera*, a prisutni su i rijetki girogoniti *Chara* te kućice foraminifera *Bangiana* sp. (*Bangiana* cf. *hensoni* Drobne) i *Discorbis* sp. kao i neodređive miliolidne i rotalidne foraminifere. Uz njih raspšene u mikritnom vezivu su i ljušturice ostrakoda.

Starost naslaga je određena, zahvaljujući nalazima jedinki *Bangiana* sp., kao paleocenska (danski kat, Drobne *et al.*, 2007 ).

#### **5.1.4 Lokalitet Pučišća**

##### **Pučišća, jezgre: 1930 A, 1934 A (negativan paleomagnetski signal. Márton *et al.*, 2003)**

Mikroskopski preparati otkrivaju LLH stromatolite, stoga su opisani kao biolitit prema Folk-ovoj i kao *bindstone* prema Dunham-ovoj klasifikaciji. U jezgri 1930 A lamine su jasno razlučive. Debljina svijetlih je od 0,1 do 2,2 mm, s prosjekom od 0,88 mm dok su tamne lamine deblje, raspona od 0,2 do 2,5 mm, prosječne debljine 1,07 mm. Kod jezgre 1934 A lamine su nešto slabije razlučive, zato jer su tanje i lošije očuvane. Debljina svjetlih lamina iznosi između 0,05 mm i 1,1 mm, s prosjekom od 0,69 mm, dok su tamne u rasponu od 0,2 do 1,1 mm i prosječna debljina im iznosi 0,53 mm. Unutar lamina pronađene su kalcificirane cjevčice cijanobakterije *Decastronema kotori* (Radoičić), kao i ostaci zelene alge *T. parvovesiculifera*. Po koja kućica *Textularia* sp. kao i različite neodređive "male" rotalidne i miliolidne foraminifere su prepoznate.

Nalazi ostataka zelenih algi i cijanobakterija karakteristični su za gornjokredne naslage u području Vanjskih Dinarida (Gušić i Jelaska, 1990; Fuček *et al.*, 1990, Moro i Jelaska, 1994; Korbar i Husinec, 2003; Schlagintweit *et al.*, 2013), a prema literaturnim podacima stijene su dio formacije Pučišća (Gušić i Jelaska, 1990; Jelaska *et al.*, 2015; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017) koja je kampanske starosti.

#### **5.2. Mikroskopski preparati dobiveni iz uzoraka stijena**

### 5.2.1. Lokalitet Zagvozd

Mikroskopski preparati uzoraka s ovog lokaliteta pokazuju dva različita litološka sastava. Jednu skupinu stijena odlikuje visok udio klasta u ukupnom volumenu stijene (65 - 70%) koji su u međusobnom kontaktu. Među njima dominiraju peloidi koji čine čak do polovice volumena stijene, dok su ostatak fosilni skeleti, velikom većinom kućice miliolidnih foraminifera. Stijena je određena prema klasifikaciji Folk kao fosiliferni pelsparit, dok je prema klasifikaciji Dunham ona miliolidno-peloidalni *grainstone*. Peloidi su nepravilnih oblika, blago zaobljeni, nesortirani i često dolaze u nakupinama. Bioklasti su, izuzev mjestimičnih pojava fragmentacije izazvane kompresijom, vrlo dobro očuvani. Od fosilnih vrsta su prepoznati ostaci alge *T. parvovesiculifera*, a od foraminifera prevladavaju miliolide među kojima se ističe *Pseudonummoloculina* sp., a prisutne su i *Montcharmontia* sp, *Nezzazatela* sp. i *Textularia* sp.

Drugi tip stijena sastoji se od biolitita prema klasifikaciji Folk odnosno algalnih *bindstone*-a prema klasifikaciji Dunham. Lamine su izrazito tanke i slabo međusobno razlučive, a fosilna zrna često orijentirana paralelno s njima. U analiziranim mikroskopskim preparatima prisutne su i sparitne žile. Prepoznati bioklasti su ostaci zelene alge *T. parvovesiculifera* i cijano-bakterije *D. katori*, aglutinirana foraminifera *Montcharmontia* sp., imperforatna *Pseudonummoloculina* sp., kao i druge neodređive miliolidne foraminifere. Također su prisutne i ljušturice ostrakoda. Od ostataka makroorganizama prisutni su fragmenti ljuštura školjkaša te ostaci kolonije mahovnjaka.

Identificirani foraminiferski rodovi ne omogućuju određivanje starosti stijena. Stijene su dio Dol formacije (Gušić i Jelaska, 1990; Jelaska *et al.*, 2015; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017), odnosno starosti između gornjeg santona i donjeg kampana.

### 5.2.2. Lokalitet Nerežišća

Uzorci stijena s ovog lokaliteta imaju mikritno vezivo ispunjeno sitnim bioklastima volumnog udjela od oko 50%, no zrna nisu u međusobnom kontaktu. Temeljem toga stijena je klasificirana kao biomikrit prema klasifikaciji Folk, te kao bioklastični *wackestone* prema

Dunham-ovoj klasifikaciji. U preparatima su pronađene malobrojne sparitne žile. U fosilnom sadržaju dominiraju kalcifere koje su dobro očuvane, a prisutni su i kućice planktonskih foraminifera koje su mjestimice fragmentirane. Među njima prepoznate su *Globigerinelloides bollii* Pessagno, *Globotruncana cf. bulloides* Vogler, *Globotruncana* sp., *Marginotruncana* sp., te *Laeviheterohelix* sp.

Ostaci planktonskih foraminifera ukazuju na starost unutar gornje krede, od santona do mastrihta temeljem nalaza foraminifere *Globigerinelloides bollii* Pessagno (Premoli Silva i Slater, 2002; Krashenninikov i Basov, 1987; Gale *et al.*, 2008), a stijene pripadaju formaciji Dol prema litostratigrafskoj podjeli (Gušić i Jelaska, 1990; Jelaska *et al.*, 2015; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017).

### **5.2.3. Lokalizacija uvala Maslinova kod Milne**

Ova stijena je zbog svoje laminirane strukture opisana kao biolitit (klasifikacija Folk) odnosno kao *bindstone* (klasifikacija Dunham). Mjestimice je stijena pretrpjela znatnu dolomitizaciju, a mjestimice je ispresijecana nizom pukotina ispunjenih sparitom u blizini kojih je došlo do dedolomitizacije. Fosili koji su pronađeni u preparatima ovog lokaliteta su alga *T. parvovesiculifera* i cijanobakterija *D. katori*, foraminifera *Nummuloculina* sp., različite neodređive miliolidne, rotalidne i tekstularidne foraminifere.

Temeljem nalaza vrste *D. katori* starost se može postaviti kao kredna, a prema litostratigrafskoj interpretaciji naslaga na otoku (Gušić i Jelaska, 1990; Jelaska *et al.*, 2015; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017) ove naslage su unutar formacije Gornji Humac, a njihova starost je u rasponu od konijaka do donjeg kampana.

### **5.2.4. Uvala Likva**

Uzorci s ovog lokaliteta mogu se podijeliti na dvije skupine. Kod prve vezivo je mikritno, a unutar njega su uronjeni bioklasti koji se međusobno ne dodiruju. Njihov udio u ukupnom volumenu stijene je raspona od 12 do 30%. Zrna su uglavnom nesortirana, s tek mjestimičnim pojavama sortiranosti (mikroskopski preparat 2009/3). Mjestimične su prisutne tanke, međusobno paralelne sparitne žile. Očuvanost bioklasta je vrlo dobra, izuzev

fragmentacije ponekih jedinki. Fosilna zrna su kućice foraminifera *Coskinolina* cf. *liburnica* (Stache) i *Chrysalidina* sp. kao i ostaci različitih neodredivih "malih" rotalidnih, miliolidnih i tekstularidnih foraminifera. U preparatima su također pronađene i fragmentirane ljušturice ostrakoda, a od skeleta makroorganizama fragmenti ljuštura školjkaša i radiola ježinaca.

Drugi skup uzoraka ima različita litološka svojstva te drugačiju fosilnu zajednicu. Stijena je prema klasifikaciji Folk biolitit, a prema klasifikaciji Dunham algalni *bindstone* zbog vidljive laminirane strukture. Ova stijena je izrazito tektonizirana (Tabla 1, slika E), s pukotinama koje dolaze u orijentiranim setovima. Najstariji set pukotina generalno prati pravac pružanja lamina u svim preparatima. Drugi, mlađi set izlazi iz primarnih pukotina i, ovisno o preparatu, položen je prema njima pod kutem od oko 35 do 45°. Treći, najmlađi set, nije prisutan u svim uzorcima, ali tamo gdje je prepoznatljiv, okomit je na sekundarne pukotine. Fosili su vrlo loše sačuvani, među njima prepoznati su ostaci alge *T. parvovesiculifera* uz koju nalazimo i ostatke ljuštura školjkaša te kućice gastropoda. Foraminifersku zajednicu predstavljaju ostaci "malih" rotalidnih i miliolidnih foraminifera.

Uzorkovane naslage leže na slabo litificiranim vapnencima bogatim ostacima (kamene jezgre) puževa i školjkaša (Slika 13).

Starost ovih naslaga određena je kao donji eocen (Hottinger i Drobne, 1980) s obzirom na nalaz foraminifere *Coskinolina* cf. *liburnica* u njima i na to da naliježu na naslage paleocena.



Slika 13: Srednje uslojeni vapnenci bogati ostacima puževa (ljušture i kamene jezgre) i ljušturama školjkaša su najmlađi dio paleocenskog slijeda naslaga u uvali Likva.

### 5.2.5. Kamenolom Pučišća

Stijena je ranodijagenski dolomit, a prema nedolomitiziranim dijelovima može se jedino zaključiti da je imala mikritnu osnovu i sadržavala bioklaste koji su zaostali nakon dolomitizacije. Prepoznatljivi su cjeloviti presjeci kroz kućice gastropoda, fragmenti ljuštura školjkaša, radiola ježinca, fragment mahovnjaka i ostatak dazikladalne alge. Od foraminiferskih kućica prepoznate su jedino loše očuvane kućice miliolida.

Naslage (Gušić i Jelaska, 1990; Jelaska et al., 2015; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017) su opisane kao formacija Sumartin, starosti mastriht.

## 6. Diskusija

### 6.1. Biostratigrafija

Detaljna biostratigrafska podjela uzoraka istraživanih naslaga nije moguća zbog generalnog nedostatka provodnih vrsta. Nekoliko je karakteristika naslaga koje ne idu u prilog njihovoj biostratigrafskoj interpretaciji. To su:

- a) u plitkomorskim okolišima gdje se odvijalo taloženje najbrojniji konstituenti su tzv. velike bentičke foraminifere (npr. *Cuneolina* sp., *Orbitolites* sp., *Coskinolina* sp.). Njihovi stratigrafski rasponi su uvjetovani paleookolišnim parametrima. Iz okoliša će nestati jer se temperatura morske vode ili količina nutrijenata promijenila, a ne zato što su vrste evoluirale u neke druge ili su izumrle;
- b) vrste velikih bentičkih foraminifera određuju se isključivo iz orijentiranih presjeka kućica, budući da su kriteriji strukture složene unutarnje građe. Analize su napravljene na tzv. slučajnim mikroskopskim preparatima i kućice su najčešće u kosim presjecima;
- c) kako su uzorci prošli proces litifikacije, procesi cementacije i rekristalizacije su dijelom uništili unutarnju građu kućica. Identifikacija je moguća na nivou roda.

Ipak bilo je moguće razlikovati tri stratigrafski odvojene cjeline.

Prvu cjelinu tvore naslage gornje krede (Tabla 2, slike A–E), u mikroskopskim preparatima okarakterizirane nalazom vrste *Decastronema kotori* (Tabla 1, slike C i E), bentičkim foraminiferama *Moncharmontia* sp., *Cuneolina* sp. (Tabla 2, slika H) kao i globotruncanidama koje su pronađene u uzorcima na lokalitetu Nerežišća. Gornjokredne

naslage su nastale u razdoblju od santona i do u mastriht (Tabla 2, slika E) i vrlo su često dolomitizirane, što dodatno onemogućuje kvalitetnu biostratigrafsku interpretaciju (Tabla 2, slike C i D). No, koristeći litostratigrafske podatke preuzete iz literature (Gušić i Jelaska, 1990; Jelaska et al., 2015; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017) zaključeno je da su naslage starosti gornji turon do donji kampan (stijene lokaliteta uvala Maslinova), gornji santon do donji kampan (lokaliteti Nerežišća i Zagvozd) i mastriht (lokaliteti Splitska, Sumartin i kamenolom Pučišća).

Drugu cjelinu čini dio uzoraka lokaliteta Likva te uzorci uvale Mirca koje imaju paleocensku foraminifersku zajednicu (Tabla 3, slike A–C), a nalaz rotalidne foraminifere *Bangiana cf. hanseni* (Tabla 3, slike F i G) pobliže ih određuje kao naslage danskog kata (Drobne et al., 2007).

Treći i najmlađi slijed naslaga nađen je u uvali Likva, a biostratigrafski je određen fragmentima kućica *Orbitolites* sp. (Tabla 3, slika D) i *Coskinolina cf. liburnica* (Tabla 3, slika E) što ovim naslagama daje mogući raspon starosti od donjeg do srednjeg eocena (Hottinger i Drobne, 1980). S obzirom na to da naslage naliježu na naslagama paleocenske starosti, najvjerojatnije je ovaj slijed naslaga istaložen tijekom donjeg eocena.

## **6.2. Podjela uzoraka prema litostratigrafskim jedinicama otoka Brača**

Uzorci sakupljeni na lokalitetu uvala Maslinova prema pojednostavljenoj litostratigrafskoj karti (Korbar et al., 2017; Schlagintweit i Cvetko Tešović, 2017) odgovaraju formaciji Gornji Humac. Litologija laminita opisana u mikroskopskim preparatima odgovara tipičnim naslagama ove formacije (Gušić i Jelaska, 1990), no manjak provodnih vrsta ne omogućava preciznije smještanje uzoraka unutar nje.

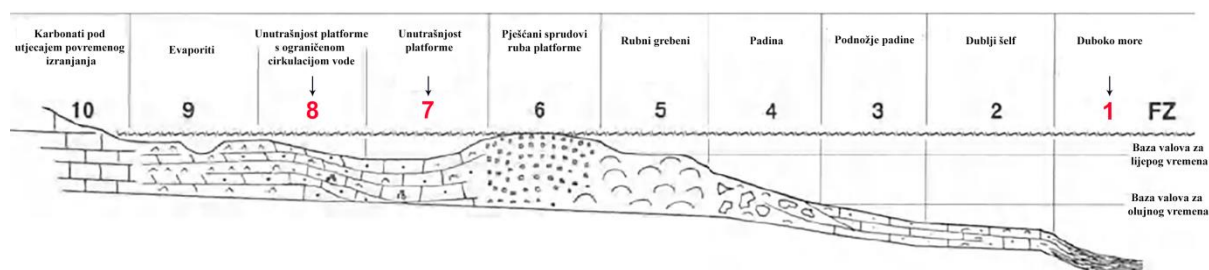
Formaciji Dol pripadaju stijene s dva lokaliteta. Uzorci sakupljeni na lokalitetu Nerežišća dio su njenog starijeg, pelagičkog dijela, dok oni s lokaliteta Zagvozd odgovaraju mlađim, plitkovodnim naslagama.

Kamenolom Pučišća obuhvaća naslage formacije Sumartin. Uzorci s ovog lokaliteta su ranodijagenetski dolomiti s iznimno loše očuvanim elementima originalne stijene, stoga nije bilo moguće odrediti kojem dijelu formacije pripadaju ove naslage.

Uzorci formacije Sumartin su i mastrihtski uzorci lokaliteta Likva, te svi preparati izrađeni iz jezgara osim njih nekoliko koji su palegenske starosti. Opisani uzorci pripadaju stijenama tipa *wackestone* i *bindstone*.

### 6.3. Diskusija o okolišima u kojima su stijene taložene

Temeljem sedimentoloških i mikropaleontoloških svojstava stijena vidljivih u mikroskopskim preparatima, uzorci su svrstani u njihove taložne okoliše prema Wilson-ovom (1975, preuzeto iz Flügel, 1982, 2004) modelu facijesnih zona (Slika 14). Taj model sedimente idealizirane tropske karbonatne platforme opisuje (njihove sedimentološke, paleontološke i litofacijesne osobine) idući od pučinskih prema obalnima. U svojoj proširenoj verziji model se sastoji od 10 facijesnih zona, karakteriziranih i međusobno različitim pozicijom na platformi.



Slika 14: Wilson-ov model facijesnih zona (proširena verzija preuzeta iz Flügel, 2004 i modificirana prema Tišljaj, 2001). Strelicama su označeni brojevi facijesnih zona kojima pripadaju stijene opisane u ovom radu.

Stijene iz kojih su uzorkovane jezgre za paleomagnetska istraživanja, s obzirom na karakteristike, odgovaraju facijesnim zonama 7 i 8, odnosno nekom prijelaznom obliku između njih, što je čest slučaj kada su u pitanju ove dvije zone (Flügel, 2004). Facijesnu zonu 7 (FZ 7) koja je karakteristična za unutrašnjost platforme gdje postoji otvoreni sistem cirkulacije vode, možemo prepoznati među uzorcima koji imaju mikritnu osnovu i zrna bez kontakta, odnosno među stijenama tipa *mudstone*, *wackestone* i *packstone*. Te stijene mogu sadržavati mali udio terigene komponente, a česti su mikritizirani ostaci plitkomorskog bentosa. Fosili koji su karakteristični za ovu facijesnu zonu, su brojne kućice malih bentičkih foraminifera, posebice onih iz skupine rotalida, ljuštura ostrakoda i fragmenti algi, najčešće vrsta *Thaumatoporella parvovesiculifera* i, rjeđe, cijanobakterija *Decastronema katori*. Upravo nalaz algi može ukazivati na nešto zaštićeniji okoliš (Ćosović *et al.*, 2008). Od makrofosila tu su nađeni ostaci ljuštura školjkaša i kućica puževa. Odličan primjer mikroskopskog preparata unutar ove facijesne zone je uzorak Sutivan 1750 A (Tabla 3, slike



A i B). Facijesnoj zoni 8 (FZ 8), odnosno zoni unutarnje platforme s ograničenom cirkulacijom vode, odgovaraju stijene čiji je fosilni sadržaj sličan onima iz FZ 7, ali su same stijene algalni stromatoliti odnosno *bindstone*. Stijene se sastoje od brojnih, raspršenih cjevčica roda *Decastronema*. Na taloženje u izrazito plitkovodnim okolišima i u uvjetima ograničene cirkulacije vode (FZ 8) mogu ukazivati i kristali ranodijagenetskog dolomita, kao i fosilna zajednica koja ne sadrži organizme karakteristične za hipersaline okoliše. Tipičan primjer uzorka iz ove facijesne zone je jezgra 1930A (Tabla 1, slika A).

Neki od istraživanih uzoraka ne pripadaju jasno ni u jednu od ovih dviju zona, već pokazuju svojstva i jedne i druge. Takvi uzorci su oni koji upućuju na taloženje u plitkomorskim uvjetima s razvijenom cirkulacijom vode, ali posjeduju elemente karakteristične za zaštićeniji okoliš poput tragova ranodijagenetske dolomitizacije ili mikrofosilnu zajednicu u kojoj su prisutni girogoniti *Chara*, uz povećan udio malih miliolida kao dodatan pokazatelj.

Uzorci stijena (opisani u potpoglavlju 5.2.) imaju veću facijesnu raznolikost.

Uzorci s lokaliteta Zagvozd su istaloženi u plitkomorskom okolišu unutarnjeg dijela platforme s ograničenom cirkulacijom vode (FZ 8). Dio njih klasificiran je kao miliolidno-peloidalni *grainstone*, a dio kao *bindstone* što i jedne i druge može smjestiti na prostor zaštićenog dijela unutarnje platforme. Svojstva koja upućuju na tu zonu su prisustvo peloida, te izrazita dominacija i raznolikost malih miliolida nad drugim skupinama foraminifera. Male miliolide su epifitonski organizmi (Murray, 2006), koji žive bilo na vlatima morskih trava ili uz njihovo korijenje ili na talusima odnosno uz rizoide algi. Karakteristične su za plitke, zaštićene okolišima poput laguna, ali nalazimo ih i u dubljim dijelovima litorala.

Stijene lokaliteta Nerežišća su s mikritnom osnovom u kojoj su raspršene („plivaju“) kalcisfere i kućice planktonskih foraminifera (Tabla 2, slike E–G). S obzirom da s porastom dubine broj planktonskih foraminifera raste, ali i da njihov veći broj ukazuje na dubine okoliša veće od njihove reproduksijske dubine (veće od nekih 100 m, Hemleben *et al.*, 1989), ove su stijene nastale na vanjskom dijelu šelfa, u facijesnoj zoni otvorenog mora (FZ 1). Prisustvo tankih ljuštura školjkaša dodatno upućuje na ovu facijesnu zonu.

Uzorci lokaliteta uvala Maslinova pokazuju sličnost onima s lokaliteta Zagvozd, ali uz jaču dolomitizaciju. Stijene su nastale u okolišima unutarnje platforme (FZ 8), a dominacija miliolidnih foraminifera nad drugim alokemima, dodatno je svojstvo koje potkrepljuje ovakvu interpretaciju.

Postoje razlike među uzorcima iz uvale Likva. U okolišima unutarnje platforme talože se paleocenske i eocenske naslage (FZ 7). Mikritna osnova, dobro očuvana fosilna zrna s visokom zastupljenosti ostataka algi i malih bentičkih foraminifera upućuju na jako plitko more. Nešto veći udio miliolida u odnosu na druge skupine foraminifera mogao bi biti pokazatelj prijelaza u dio platforme gdje je cirkulacija vode ograničena (FZ 8), odnosno pokazatelj postojanja algalnog pokrova.

S druge strane, stijene tipa algalni *bindstone* imaju znatna mehanička (pukotine i mikrorasjedanje, Tabla 1, slika E) i kemijska oštećenja pa su stoga i njihova svojstva slabije uočljiva. Unatoč tome fosilna zajednica koja se, uz cijanobakterije, sastoji od algi, ostrakoda, školjkaša, puževa i niza malih bentičkih foraminifera upućuje na to da se radi o facijesnoj zoni unutarnje platforme s mogućom ograničenom cirkulacijom slane vode (FZ 8). Ostrakodi tankih ljuštura i puževi su organizmi karakteristični za morske prostore u kojima se osjeća utjecaj slatke vode.

Uzorci iz stijene sakupljeni na prostoru kamenoloma Pučišća ranodijagenski su dolomiti i u njima nema originalnog materijala pomoću kojeg bi ih se moglo sa sigurnošću svrstati u neku od facijesnih zona, iako ostaci mikritne osnove i skeleta organizama pokazuju sličnost s uzorcima prostora unutarnje platforme FZ 7 8 (Tabla 2, slika C).

Odabir uzoraka koji je slijedio spoznaju kako stijene sa što manje fosila, imaju veće mogućnosti da imaju pozitivni paleomagnetski signal, doveo je do toga da su fosili rijetki. Čak i tamo gdje ih ima oni su ili fragmentirani i mehanički deformirani (stješćeni), kemijski otopljeni ili dolomitizirani. Ipak jedan se fosil zbog svoje učestalosti ističe. Budući da je tipska vrsta roda *Thaumatoporella*, *T. parvovesiculifera* prisutna unutar velikog broja opisanih uzoraka više lokaliteta, te da je pronađeno više morfoloških varijanti, potrebno je napraviti kratak osvrt u svjetlu nesigurnog sistematskog položaja ovog roda.

#### 6.4 Osvrt na rod *Thaumatoporella*

Rod *Thaumatoporella* Pia, 1927

*Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri 1922), Tabla 4 A-F

1922 *Gyroporella parvovesiculifera* n. sp. Raineri - str. 83, tab. 13, sl. 17–18

1927 *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) - Pia, str. 69

1962 Sartoni i Crecenti, str. 270, tab. 16; tab. 46, sl. 2–3, 5

2002 *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) - De Castro, sl. 2, tab. 1, sl. 1–11

2004 *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) - Flügel, str. 566, tab. 99, sl. 2

2011 *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) - Senowbari-Daryan *et al.*, str. 512, sl. 11-M

2013 *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) - Schlagintweit, str. 8, sl. 8 d–e

2016 *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) - Omaña *et al.*, str. 65, sl. 7 c–e

Opis:

Nepričvrćene jedinke sastoje se od jednog ili više nizova stanica s perforiranom mikritnom stijenkama. Stanice u presjecima su ili kružnog ili cilindričnog oblika. Unutrašnjost stanica ispunjena je sparitnim kalcitom. Ovisno od oblika, veličina im je različita, u obrađenim mikroskopskim preparatima minimalna širina je oko 0,1 mm, a maksimalna širina ne prelazi 0,5 mm. Debljina stijenke je stalna, i varira od primjerka do primjerka, a iznosi 0,04 do 0,12 mm. Ovi oblici pronađeni su u naslagama koje su uzorkovane na lokalitetima Likva (Tabla 2, slika D), Milna (Tabla 4, slika B), Mirca, Pučišća, Splitska i Zagvozd (Tabla 4, slika A).

Dio slobodnih jedinki su u stvari dvije spojene stijenke (dva sloja nanizanih stanica, koje su manjih dimenzija nego što je slučaj kod slobodnih jedinki) koje stvaraju izduženu strukturu nalik ljestvama (ono što Schlagintweit, 2013, naziva pseudostaničnom korom). Stijenka je

mikritna, građe identične stijenci nepričvršćenih jedinki, no dvije stijenske su priljubljene jedna uz drugu, tako da sparitna ispuna nije prisutna. Duljina ovih struktura u opisanim preparatima iznosi između 0,5 i 1,2 mm. Pronađene su jedino na lokalitetu Milna (Tabla 4, slika F).

Kod obraštajućih jedinki postoje dvije vrste stijenske. Prva je mikritna i perforirana, građe nalik onoj kod nepričvršćenih oblika, debljine između 0,04 do 0,1 mm. Drugi tip stijenske je mnogo tanji, debljine do 0,02 mm, a razlikuje se i po tome što nema vidljivih pora. Alga je „rasla“ tako što je obraštala podlogu ili „zrno“ (litoklast, kućicu ili fragment kućice foraminifera, starije algalne strukture i različita neodrediva zrna). Najmanje jedinke ovog tipa u promatranim mikroskopskim preparatima su širne oko 0,5 mm, a najveće oko 1,5 mm. Pronađene su unutar uzoraka s lokaliteta Likva, Milna (Tabla 4, slika E), Splitska i Zagvozd (Tabla 4, slike C i D).

Komentar: Ovaj organizam prvotno je opisan kao dazikladalna alga roda *Gyroporella* (Raineri, 1922, preuzeto iz Omaña *et al.*, 2016). Pia (1927, preuzeto iz Omaña *et al.*, 2016) također smatra da je dazikladalna alga, ali opisuje niz svojstava koja taumatoporelu razlikuju od drugih predstavnika skupine. Piše da taumatoporele nemaju uspravni rast, nemaju untarnju strukturu dazikladalnih algi te izražen varijabilitet morfologije (Pia, 1938, preuzeto iz Omaña *et al.*, 2016). Iz tog razloga on predlaže izdvajanje novog roda *Thaumatoporella*. De Castro (1990, preuzeto iz Omaña *et al.*, 2016) dodatno sistematski odvaja rod smještajući ga u novu porodicu Thaumatoporellaceae unutar novog reda Thaumatoporellales. Ova klasifikacija vrijedi i danas, stoga je primjenjena i u ovome radu. Flügel (2004) daje kratak pregled morfologije roda u kojemu kaže kako se organizam sastoji od sitnih stanica povezanih u niz koje grade zatvorene ili otvorene strukture nepravilnih oblika, dok u se nekim slučajevima nizovi nalaze između dva sesilna organizma pričvršćeni za njih na krajevima, nalik mostu. U mikroskopskim preparatima opisanima u ovom diplomskog radu, *T. parvovesiculifera* ima nekoliko pojava oblika. Prvi je onaj najtipičniji za vrstu, izoliran nepravilan cilindrični oblik s sparitnom ispunom. Drugi morfotip je onaj obraštajući kod kojega se može razlučiti tanji, bazalni sloj stanica kojim je organizam bio pričvršćen za podlogu (Schlagintweit, 2013). Treći morfotip koji je prisutan je onaj izoliranih nizova stanica koji podsjećaju na ljestve. Ovaj morfotip Schlagintweit (2013) tumači kao donesene fragmente obraštajućeg morfotipa, ili pak inkrustriranje roda *Bacinella* oko dijela alge uslijed čega se izgubio dio morfoloških svojstava.

Stratigrafski raspon: U uzorcima s lokalitetima Mirca, Pučišća, Sumartin, uvala Maslinova kod Milne i Zagvozd ostaci taumatoporela pronađeni su u gornjokrednim naslagama, dok je u uzorcima s lokaliteta Sutivan alga prisutna u naslagama gornje krede i donjeg paleocena. Poznati stratigrafski raspon vrste je od srednjeg trijasa (De Castro, 1990, Flügel, 2004) do srednjeg eocena (Vecchio i Hottinger, 2007).

## **6.5 Usporedba litoloških svojstava stijene s njihovim primarnim remanentnim magnetskim signalom**

Usporedbom litoloških i mikropaleontoloških svojstava uzoraka dobivenih iz jezgara s rezultatima njihova primarnog remanentnog magnetskog signala (Márton *et al.*, 2003, Tablica 1), vidljivo je da je svim uzorcima kod kojih je signal negativan zajednički visok udio ostataka organizama, koji iznosi i do 40% ukupnog volumena stijene. Ipak, prisustvo fosila ne rezultira nužno negativnim signalom, odnosno razvojem sekundarnog magnetskog signala koji odgovara orijentaciji današnjih magnetskih polova. Uzorci s lokaliteta Mirca, unatoč podjednako zastupljenosti fosilnih ostataka, pokazuju različita svojstva. Dijagenetske promjene kojima je stijena izložena tijekom litifikacije imaju važnu ulogu. Cementacija, koja je prisutna u većini istraženih uzoraka, što je posljedica taloženja u plitkomorskim okolišima, uništila je primarni remanentni magnetski signal. Stoga, ovisno o stupnju dijageneze stijene, ali i o vrsti, veličini fosila te načinu kako su ostaci grupirani u stijeni (njihove su ispune često sparitni kalcit koji je istaložen tijekom dijageneze), očuvanost primarne remanencije može varirati od uzorka do uzorka iz istog sloja. Stijene tipa *bindstone* obilježava negativna primarna remanencija. Stijene su velikim dijelom izgrađene od ostataka organizama, odnosno cijele lamine sastavljene su od cjevčica cijanobakterije *D. katori* (Tabla 1, slika C). Cijanobakterije su poznate kao organizmi u kojima su prisutni feromagnetski minerali (magnetit). No, i okoliš taloženja ovog facijesa, kao i sve što se zbiva tijekom litifikacije, djeluju negativno na primarnu remanenciju. Jednako tako sekundarno pucanje stijena (prisunost kalcitnih žila), mogućnost kruženja pornih voda, uništava primarni magnetski signal koji je vapnencima inače jako slab (Kodama, 2012). Uvjeti u kojima pelagički vapnenci nastaju (npr. uzorci Nerezišća) su povoljni za dobivanje i zadržavanje stabilnog primarnog remanentnog magnetizma (Lowrie i Heller, 1982). Iz svega proizlazi jedno pravilo, a to je da je potrebno uzorkovati na slojevima koji nisu dugo bili izloženi trošenju (primjerice svježi lomovi u kamenolomima ili novi usjeci na cestama, Márton *et al.*, 2007, 2010, 2014)

Tablica 1: Usporedba litoloških svojstava stijene i njihova paleomagnetskog signala

Naziv uzorka	Lokalitet	Fosilni Sadržaj	Tip stijene	Starost	Paleomagnetski signal
1270 A	Sutivan - Likva	Rijetke kućice miliolidnih foraminifera	dolomit	mastiht	+
1271 A	Sutivan - Likva	Rotalidne, tekstularidne foraminifere i radiole ježinaca	dolomit	mastiht	+
1272 A	Sutivan - Likva	Rotalidne, tekstularidne foraminifere i ostrakodi	dolomit	mastiht	+
1282 A	Sutivan - Likva	<i>Bangiana</i> sp., mnogobrojne rotalidne foraminifere i rijetki ostrakodi	wackestone	dan	+
1285 A	Sutivan - Likva	<i>T. parvovesiculifera</i> , <i>Bangiana</i> sp., miliolidne i rotalidne foraminifere	wackestone	dan	+
1286 A	Sutivan - Likva	<i>T. parvovesiculifera</i> , <i>Bangiana</i> sp., rotalidne foraminifere, ostrakodi i pločice krinoida	wackestone	dan	+
1288 A	Sutivan - Likva	<i>T. parvovesiculifera</i> , <i>Bangiana</i> sp., <i>Textularia</i> sp., ostrakodi i fragmenti školjkaša	wackestone	dan	+
1291 A	Sutivan - Borak	<i>T. parvovesiculifera</i> i <i>Bangiana</i> sp.	wackestone	dan	+
1292 A	Sutivan - Likva	<i>T. parvovesiculifera</i> , <i>Bangiana</i> sp., <i>Textularia</i> sp. i fragmenti školjkaša	wackestone	dan	+
1317 A	Sutivan - Likva	<i>Spirolina</i> sp., <i>Idalina</i> sp., <i>Coskinolina</i> sp., <i>Pseudochrysalidina</i> sp., rotalidne foraminifere i radiole ježinaca	wackestone	donji eocen	+
1318 A	Sutivan - Likva	<i>Idalina</i> sp. i rotalidne foraminifere	wackestone/pack stone	donji eocen	+
1319 A	Sutivan - Likva	<i>Orbitolites</i> sp., rotalidne foraminifere i radiole ježinaca	wackestone	donji eocen	+
1321 A	Sumartin	Vrlo rijetke kućice miliolidnih i rotalidnih foraminifera	dolomit	mastiht	/
1322	Sumartin	Rijetke kućice miliolidnih i rotalidnih foraminifera i fragmenti školjkaša	dolomit	mastiht	/
1323	Smartin	<i>Cuneolina</i> sp., rotalidne i tekstularidne foraminifere	dolomit	mastiht	/
1327	Splitska	Vrlo rijetke kućice tekstularidnih i rotalidnih foraminifera	dolomit	mastiht	/

Naziv uzorka	Lokalitet	Fosilni Sadržaj	Tip stijene	Starost	Paleomagnetski signal
1328	Splitska	Vrlo rijetke kućice rotalidnih foraminifera	dolomit	mastricht	/
1329	Splitska	<i>T. parvovesiculifera</i> , miliolidne, rotalidne foraminifere, radiole ježinaca i pločice krinoida	dolomit	mastricht	/
1750 A	Mirca	<i>Bangiana</i> sp., <i>Discorbis</i> sp., miliolidne foraminifere, <i>T. parvovesiculifera</i> i ostrakodi	wackestone	dan	+
1751 A	Mirca	<i>Bangiana</i> sp., <i>Discorbis</i> sp., <i>T. parvovesiculifera</i> i ostrakodi	wackestone	dan	+
1759 A	Mirca	<i>Bangiana</i> sp., <i>Discorbis</i> sp. i ostrakodi	wackestone	dan	+
1761 A	Mirca	Rotalidne foraminifere i ljušturice ostrakoda	wackestone	dan	-
1762 A	Mirca	<i>Bangiana</i> sp., <i>Discorbis</i> sp. i girogoniti <i>Chara</i>	wackestone	dan	-
1930 A	Pučišća	Guste nakupine cjevčica <i>D. kotori</i> , <i>T. parvovesiculifera</i> , miliolide i rotalide	bindstone	kampan	-
1934 A	Pučišća	Guste nakupine cjevčica <i>D. kotori</i> , <i>T. parvovesiculifera</i> , <i>Textularia</i> sp., miliolidne, rotalidne foraminifere	bindstone	kampan	-
1936 A	Pučišća	Rotalidne foraminifere i fragmenti školjkaša	dolomit	kampan	-

## 7. Zaključci

U sklopu ovog diplomskog rada istraživani su uzorci stijena otoka Brača koji je za vrijeme njihova taloženja bio dio Jadranske karbonatne platforme. Sakupljeni su uzorci litificiranih karbonatnih stijena s više lokaliteta (uvale Likva i Maslinova, kamenolomi Nerežišća i Pučišća i izdanak Zagvozdo), a obrađene su i jezgre bušene za potrebe paleomagnetskih istraživanja koja su napravljena 2000tih godina na lokalitetima uvala Likva, Mirca, Splitska i Sumartin te kamenoloma Pučišća. Iz uzoraka izrađeni su mikroskopski preparati koji su promatrani pod stereoskopskom lupom i opisani prema kriterijima baziranim na tipu ortokema i sadržaju alokema, te je uz to opisana njihova fosilna zajednica. Temeljem literaturnih podataka o litostratigrafskim jedinicama otoka Brača uzorci su svrstani u

formacije Gornji Humac (Maslinova, konijak–donji kampan), Dol (Zagvozd, gornji santon–donji kampan) i Sumartin (Likva, Pučišća, Splitska i Sumartin, mastriht). Većinom su naslage istaložene u plitkomorskim uvjetima otvorenog dijela unutarnje platforme s povremenim prijelazom u okoliš ograničene cirkulacije vode. Na lokalitetu Nerežišća, formacije Dol, naslage su taložene u okolišu otvorenog mora (vanjskog šelfa i dublje prema zajednici planktonskih foraminifera nađenoj u uzorcima).

Na lokalitetu Likva fosilima su dokumentirani vapnenci paleocenske starosti. Danski kat je utvrđen u naslagama vrstom *Bangiana* cf. *hanseni*. Taloženje je bilo u uvjetima unutarnjeg dijela otvorene platforme s povremenim prijelazom u okoliš ograničene cirkulacije vode, odnosno slične uvjete taloženja kao i u slučaju uzoraka gornjokredne starosti. U svjetlu novih spoznaja o starosti stijena ovog lokaliteta, dosadašnji opis uzoraka jezgrovanih na njemu je promijenjen te se one više ne smatraju mastrihtskim nego paleocenskim. Na profilu Likva, na paleocenskim naslagama leže eocenske, koje su nalazima foraminifera *Orbitolites* sp. i *Coskinolina* cf. *liburnica* vremenski određene na ipr. Njihovo taloženje također se odvijalo u uvjetima otvorenog dijela unutarnje platforme s povremeno ograničenom cirkulacijom vode.

Usporedbom litoloških svojstava uzoraka iz jezgara s njihovim rezultatima paleomagnetskog odaziva primijećena je (potvrđena) negativna korelacija između udjela bioklasta u stijeni i njihova primarnog remanentnog odaziva.



## 8. Literatura:

Borović, I., Marinčić, S., Majcen, Ž., Rafaeli, P. i Mamužić, P. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Vis (Jabuka, Svetac, Biševo) K 33-33 (31, 32, 45). Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd.

Borović, I., Marinčić, S., Majcen, Ž. i Magaš, N. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000. Tumač za listove Vis K33-33, Jelsa 33-34, Biševo 33-45. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd.

Bucković, D., Martinuš, M., Kukoč, D., Cvetko Tešović, B. i Gušić, I. (2010): High-frequency sea-level changes recorded in deep-water carbonates of the Upper Cretaceous Dol Formation (island of Brač, Croatia). *Geologica Carpathica*, 61/1, 29–38.

Cvetko, B., Gušić, I. i Schroeder, R. (1997): *Reticulinella fleuryi* n. sp. (Foraminiferida) from the Upper Cretaceous (Upper Santonian-Middle Campanian of the Island of Brač, Croatia). *Revue de Micropaléontologie*, 40/2, 131–139.

Cvetko Tešović, B., Gušić, I., Jelaska, V. i Bucković, D. (2001): Stratigraphy and microfacies of the Upper Cretaceous Pučišća Formation, Island of Brač, Croatia. *Cretaceous Research* 22, 591–613.

Ćosović, V., Drobne, K., Ogorelec, B., Moro, A., Koić, M., Šoštarko, I., Tarlao, A. i Tunis, G. (2008): *Decastronema barattoloi* (DE CASTRO), characteristic fossil of the Palaeocene and the Eocene peritidal sediments from the Adriatic carbonate platform. *Geologia Croatica* 61/2-3, 321–332.

De Castro, P., Drobne, K. i Gušić, I. (1994): *Fleuryana adriatica*, n. gen., n. sp. (Foraminiferida) from the uppermost Maastrichtian of the Brač island (Croatia) and some other localities of the Adriatic carbonate platform. U: *Razprave IV. razreda SAZU*, 35, 129–149.

Drobne, K., Ogorelec, B. i Riccamboni, R. (2007): *Bangiana hanseni* n. gen. n. sp. (Foraminifera) an index fossils species of Danian age (Lower Palaeocene) from the Adriatic Carbonate Platform (SW Slovenia, NE Italy, Herzegovina). *Razprave IV. Razreda SAZU*, 48/1, 5–71.

- Drobne, K., Čosović, V. Moro, A. i Bucković, D. (2011): The role of the Paleogene Adriatic carbonate platform in spatial distribution of alveolinids. *Turkish journal of earth sciences*, 20/6; 721-751.
- Flügel, E. (1982): *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer-Verlag, Berlin, XIV + 634 str.
- Flügel, E. (2004): *Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application*. Springer, Berlin, XXXVIII + 976 str.
- Font, E, Keller, G., Sanders, D. i Adatte, T. (2017): Comment on "Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous–Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior". *Terra Nova* 29/5, 329–331.
- Fuček, L., Gušić, I., Jelaska, V., Korolija, B. i Oštrić, N. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga jugoistočnog dijela Dugog otoka i njihova korelacija s istovremenim naslagama otoka Brača. *Geološki vjesnik* 43, 23–33.
- Gale, A. S., Hancock, J. M., Kennedy, W. J., Petrizzo, M. R., Lees, J. A., Walaszczyk, I. i Wray, D. (2008): An integrated study (geochemistry, stable oxygen and carbon isotopes, nannofossils, planktonic foraminifera, inoceramid bivalves, ammonites and crinoids) of the Waxahachie Dam Spillway section, north Texas: a possible boundary stratotype for the base of the Campanian stage. *Cretaceous Research*, 29, 131–167.
- Gušić, I. i Jelaska, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 160 str.
- Hauer, F. R. von (1880): *Geologische Übersichts-Karte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie nach den Aufnahmen der k.k. Geologischen Reichsanstalt 1:576 000*. Verlag der Böckschen Universitäts-Buchhandlung, Wien.
- Hemleben, C., Spindler, M. i Anderson, O. R. (1989): *Modern Planktonic Foraminifera*. Springer-Verlag, New York, XIII + 363 str.
- Hottinger, L. i Drobne, K. (1980): Early Tertiary conical imperforate foraminifera. *Razprave IV Razreda SAZU*, 22, Ljubljana, 90 str.

Jelaska V., Fuček, L., Galović, I., Glovacki Jernej, Ž., Gušić I., Korolija, B., Marinčić, S., Matičec, D., Oštrić, N. i Prtoljan B. (2015): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50 000 – list: Otok Brač. Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb.

Jelaska, V. i Ogorelec, B. (1983): Upper Cretaceous depositional environments of the carbonate platform on the island of Brač. U: Contributions to sedimentology of some carbonate and clastic units of the coastal Dinarides (Babić, LJ. i Jelaska, V., ur.). Excursion guide book, 4th I.A.S. regional meeting Split 1983, 99–124, Zagreb.

Kanajet, B., Sakač, K. i Šebečić, B. (1995): Nekadašnji rudnik asfalta "Škrip" na otoku Braču. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 7, 87–95.

Kodama, K. P. (2012): Paleomagnetism of Sedimentary Rocks: Process and Interpretation. Wiley-Blackwell, Hoboken, 164 str.

Korbar, T. i Husinec, A. (2003): Biostratigraphy of Turonian to (?)Coniacian Platform Carbonates: A Case Study from the Island of Cres (Northern Adriatic, Croatia). *Geologia Croatica*, 56/2, 173–185.

Korbar, T., Montanari, A., Premec Fuček, V., Fuček, L., Coccioni, R., McDonald, I., Claeys, P., Schulz, T. i Koeberl, C. (2015): Potential Cretaceous-Paleogene boundary tsunami deposit in the intra-Tethyan Adriatic carbonate platform section of Hvar (Croatia). *GSA Bulletin* 127/11-12, 1666–1680.

Korbar, T., McDonald, I., Premec Fuček, V., Fuček, L. i Posilović, H. (2017): Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous–Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior. *Terra Nova* 29/2, 135–143.

Krasheninnikov, V. A. i Basov, I. A. (1987): Stratigraphy of Cretaceous sediments of the Falkland Plateau based on planktonic foraminifers, Deep Sea Drilling Project, Leg 71. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 71, 789–820.

Loeblich, A. R. i Tappan, H. (1988): Foraminiferal genera and their classification. Springer, New York, XL + 2031 str.

Lowrie, W. i Heller, F. (1982): Magnetic properties of marine limestones, *Reviews of Geophysics*, 20, 171–192.

Magaš, N. i Marinčić, S. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za listove Split K 33-21 i Primošten K 33-20. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd.

Mariničić S., Korolija, B. i Majcen, Ž. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Omiš L 33-22. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd

Mariničić S., Korolija, B., Majcen, Ž., Brlić, M. i Benček, Đ. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, Tumač za list Omiš L 33-22. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd.

Marinčić, S., Magaš, N. i Borović, I. (1971): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Split K 33-21. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd.

Marinčić, S. i Majcen, Ž. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Jelsa L 33-34. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki institut, Beograd.

Márton, E, Drobne, K., Čosović, V. i Moro, A. (2003): Palaeomagnetic evidence for Tertiary counterclockwise rotation of Adria. *Tectonophysics*, 377/1–2, 143–156.

Márton, E, Vass, D., Túnyi, I, Márton, P. i Zelenka, T. (2007): Paleomagnetic properties of the ignimbrites from the famous fossil footprints site, Ipolytarnóc (close to the Hungarian-Slovak frontier) and their age assignment. *Geologica Carpathica*, 58/6, 531–540.

Márton, E., Čosović, V., Moro, A. i Zvocak, S. (2008): The motion of Adria during the Late Jurassic and Cretaceous: New paleomagnetic results from stable Istria. *Tectonophysics*, 454/1–4, 44–53.

Márton, E, Zampieri, D., Grandesso, P, Čosović, V. i Moro, A. (2010): New Cretaceous paleomagnetic results from the foreland of the Southern Alps and the refined apparent polar wander path for stable Adria. *Tectonophysics*, 480/1–4, 57–72.

Márton, E., Čosović, V., Moro, A. (2014). New stepping stones, Dugi otok and Vis islands, in the systematic paleomagnetic study of the Adriatic region and their significance in evaluations of existing tectonic models. *Tectonophysics*, 611, 141–154.

Marschall, A.Fr. (1856): Die Bau-Materialien des öesterreichischen Kaiserstaates auf der Pariser Ausstellung. *Jahrbuch Geologische Riechsanstalt*, 7/4, 747–762.

- Moro, A. i Jelaska, V. (1994): Upper Cretaceous peritidal deposits of Olib and Ist Islands (Adriatic Sea, Croatia). *Geologia Croatica*, 47/1, 53–65.
- Moro, A., Skelton, P. W. i Čosović, V. (2002): Palaeoenvironmental setting of rudists in the Upper Cretaceous (Turonian–Maastrichtian) Adriatic Carbonate Platform (Croatia), based on sequence stratigraphy. *Cretaceous Research*, 23, 489–508.
- Moro, A., Márton, E. i Bucković, D. (2010): Sedimentological characteristics of limestones and their influence on the paleomagnetic results- example from Adriatic carbonate platform. 4. hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Knjiga sažetaka (Horvat, M., ur.), Zagreb 2010.
- Mrinjek, E., Nemeč, W., Pecinger, V., Mikša, G., Vlahović, I., Čosović, V., Velić, I., Bergant, S. i Matičec, D. (2012): The Eocene-Oligocene Promina Beds of the Dinaric Foreland Basin in northern Dalmatia. U: 29th IAS Meeting of Sedimentology Schladming 2012, Field Trip Guides (Gawlick, H. J., Lein, R., ur.), 409–451, Wien.
- Murray, J.W. (2006): Ecology and applications of benthic foraminifera. New York: Cambridge University Press, 426 str.
- Omaña, L., Torres, J. R., López Doncel, R. i Alencaster, G. (2016): Cenomanian algae and microencrusters from the El Abra Formation, W Valles-San Luis Potosí, Mexico. *Paleontología Mexicana*, 5/1, 53–69.
- Pejović, D. (1970): Two new species of rudists from the Maastricht sediments of the island of Brač. *Bulletin scientifique, section A*, 15/7–8, Zagreb.
- Pejović, D. (1986): New Bournonias from the Senonian of Brač. *Bull. Academie Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences mathematiques et naturelles*, 28, Beograd.
- Pejović, D. i Radoičić, R. (1968): Prilog biostratigrafiji najmlađeg senona na ostrvu Braču. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov 1966, Ljubljana.
- Pejović, D. i Radoičić, R. (1985/86): Prilog stratigrafiji gornje krede ostrva Brača - Jadranska karbonatna platforma. *Geologija* 28/29, 121–150.
- Pejović, D. i Radoičić, R. (1987): Contribution to the study of Upper Cretaceous stratigraphy of Brač. *Geologija*, 28/29, 121–150.

- Premoli Silva, I. i Slater, W. (2002): Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. U: International School on Planktonic Foraminifera (Verga, D. i Rettori, R.,ur.), Tipografia Pontefelcino, Perugia, 462 str.
- Prtoljan, B. i Glovacki Jernej, Ž. (1994): On the Origin of the Oklad Breccia on the Island of Brač (Southern Croatia). *Geologia Croatica* 47/1, 67–72.
- Russell, B. i Glicksman, K. (2015): Noviji radovi na rimskim kamenolomima blizu Korčule i na Braču. *Vjesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku*, 108, 223–244.
- Sartoni, S. i Crecenti, U (1962): Ricerche biostratigrafiche nel Mesozoico dell'Appennino meridionale. U: Estratto dal Giornale di Geologia, Annali del Museo Geologico di Bologna, 2/29, Museo Geologico "Giovanni Capellini", Bologna.
- Sartorio, D. i Venturini, S. (1988.): Southern Tethys biofacies. Agip, Milan, 235 str.
- Schlagintweit, F. (2013): *Thaumatoporella* ladders unraveled. *Studia UUB Geologia*, 58/1, 5–9.
- Schlagintweit, F. i Cvetko Tešović, B. (2017): *Braciana jelaskai* n. gen., n. sp., a new larger benthic foraminifer from the Upper Cretaceous (Santonian?–lower Campanian) of the Dinaric-Hellenic realm. *Cretaceous research*, 27, 32–38.
- Sladić-Trifunović, M. (1966): O pironeama sa ostrva Brača. *Zbornik Rudarsko geološkog fakulteta*, 9–10, Beograd.
- Sladić-Trifunović, M. (1981): Prvi nalazak rudistnog roda *Colveraia* u mastrihtu Jugoslavije (ostrva Brač i Hvar). *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 45, 221–227.
- Steuber, T., Rauch, M., Masse, J.P., Graaf, J. i Malkoc, M. (2005): Low latitude seasonality of Cretaceous temperatures in warm and cold episodes: *Nature*, 437, 1341–1344.
- Tišljar, J. (2001): Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 375 str.
- Vecchio, E. i Hottinger, L. (2007): Agglutinated conical foraminifera from the Lower–Middle Eocene of the Trentinara Formation (southern Italy). *Facies*, 53,509–533.

Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I i Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220/3, 333–360.

## 9. Dodatak:

### Tabla 1: Mikrofotografski snimci stijena gornjokredne starosti

A: Laminirana struktura stijene tipa *bindstone*. Jezgra Pučišća 1930

B: Bindstone s ostacima algi *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) i cijanobakterija *Decastronema kotori* (Radoičić). Jezgra Milna 1909/3.

C: Lamina sastavljena od gusto naslaganih cjevčica vrste *Decastronema kotori* (Radoičić). Jezgra Pučišća 1934.

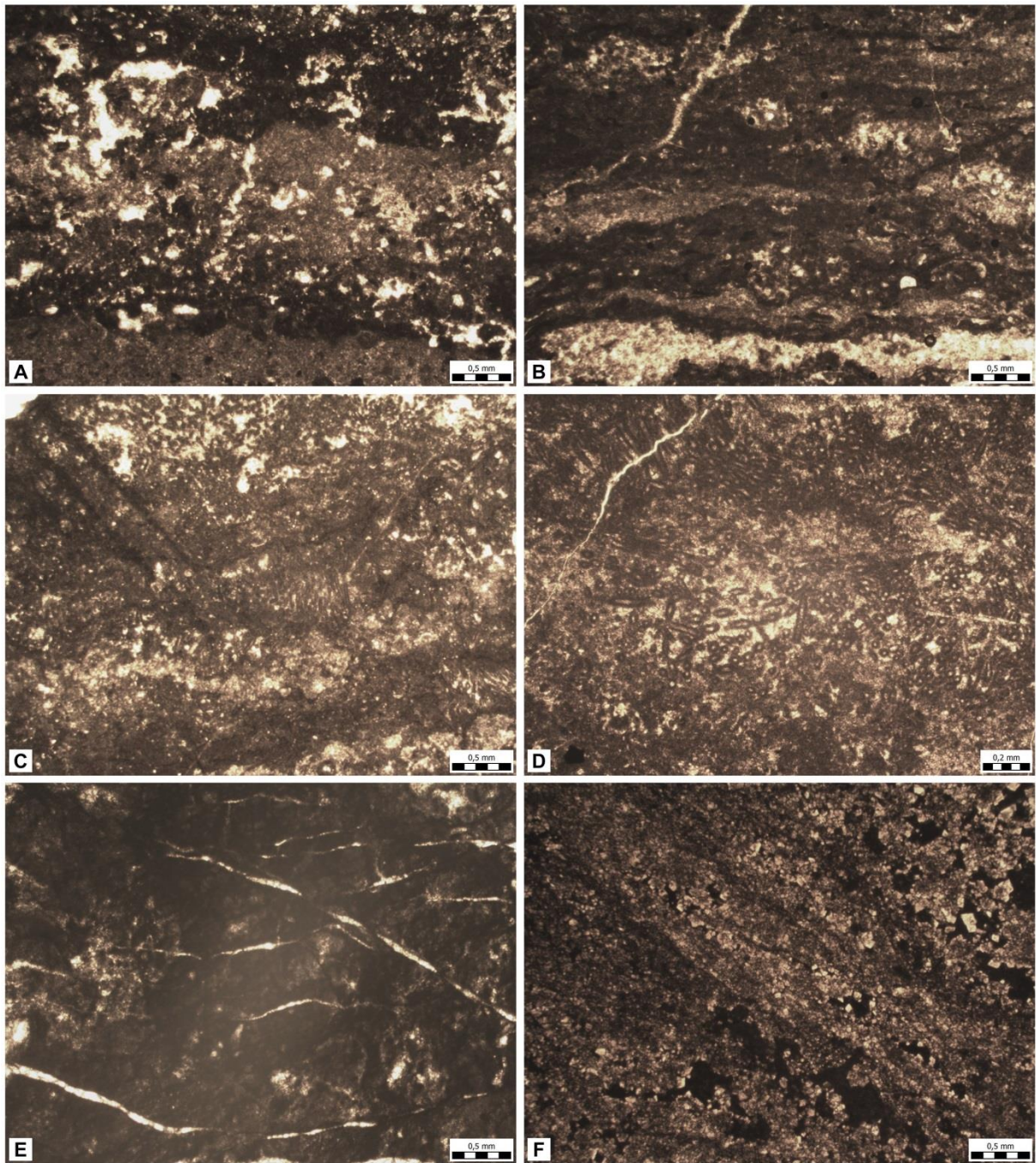
D: Cjevčice *Decastronema kotori* (Radoičić). Jezgra Pučišća 1934.

E: *Bindstone* s mnogobrojnim pukotinama. Uzorak Likva 2009/4.

F: Ranodijagenetski dolomit s tragovima starije laminirane strukture. Jezgra Sumartin 1323.



Tabla 1: Mikrofotografski snimci stijena gornjokredne starosti



## Tabla 2: Mikrofotografski snimci stijena gornjokredne starosti

A: Miliolidno-peloidalni *grainstone* s ostacima miliolidnih foraminifera makrosferične i mikrosferične generacije te algama *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). Uzorak Zagvozd 1809/4.

B: Presjek kućice foraminifere *Nezzazatinella* sp. Uzorak Zagvozd 1809/4.

C: Dolomitizirani biomikrit s fragmentima ljuštura školjkaša. Uzorak Pučišća 2109/1.

D: Dolomitizirani ostatak alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). Jezgra Splitska 1328.

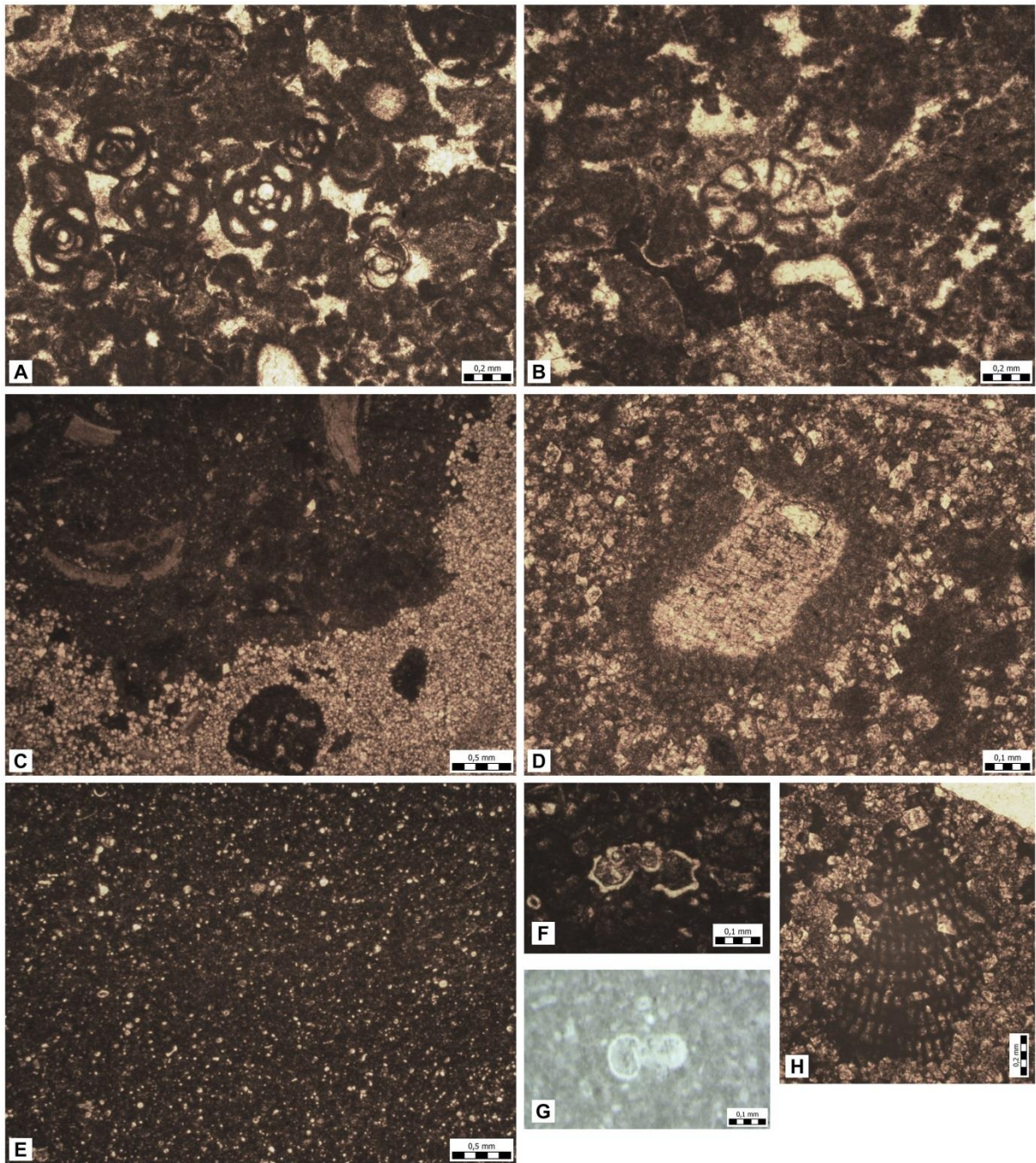
E: Pelagički vapnenac s kalcisferama i planktonskim foraminiferama. Uzorak Nerežišća 2109/1.

F: Presjek kroz kućicu foraminifere *Globotruncana* sp. Uzorak Nerežišća 2109/3.

G: Presjek kroz kućicu foraminifere *Globigerinelloides bollii* Pessagno. Uzorak Nerežišća 2109/2.

H: Dolomitizirani fragment kućice foraminifere *Cuneolina* sp. Jezgra Sumartin 1323 A.

Tabla 2: Mikrofotografski snimci stijena gornjokredne starosti



### Tabla 3: Mikrofotografski snimci stijena paleocenske i eocenske starosti

A: Ispucali bioklastični *wackestone* s ostacima paleocenskih rotalidnih foraminifera i algom *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). Jezgra Mirca 1750 A.

B: Bioklastični *wackestone* s fragmentima rotalidnih foraminiferaa. Jezgra Mirca 1759 A.

C: *Bangiiana* sp., neodređive male bentičke foraminifere (miliolidne foraminifere, diskorbide (*Discorbis* sp.?, *Eponides* sp.?) i fragmenti ljušturica ostrakoda. Jezgra Mirca 1750 A.

D: Fragment jako izmjenjene kućice *Orbitolites* sp., male bentičke rotalidne foraminifere. Jezgra Likva 1319 A.

E: Vertikalni presjek kućice *Coskinolina* cf. *liburnica* Stache, male bentičke foraminifere (rotalidne foraminifera) i ljuštire ostrakoda. Uzorak Likva 2009/2.

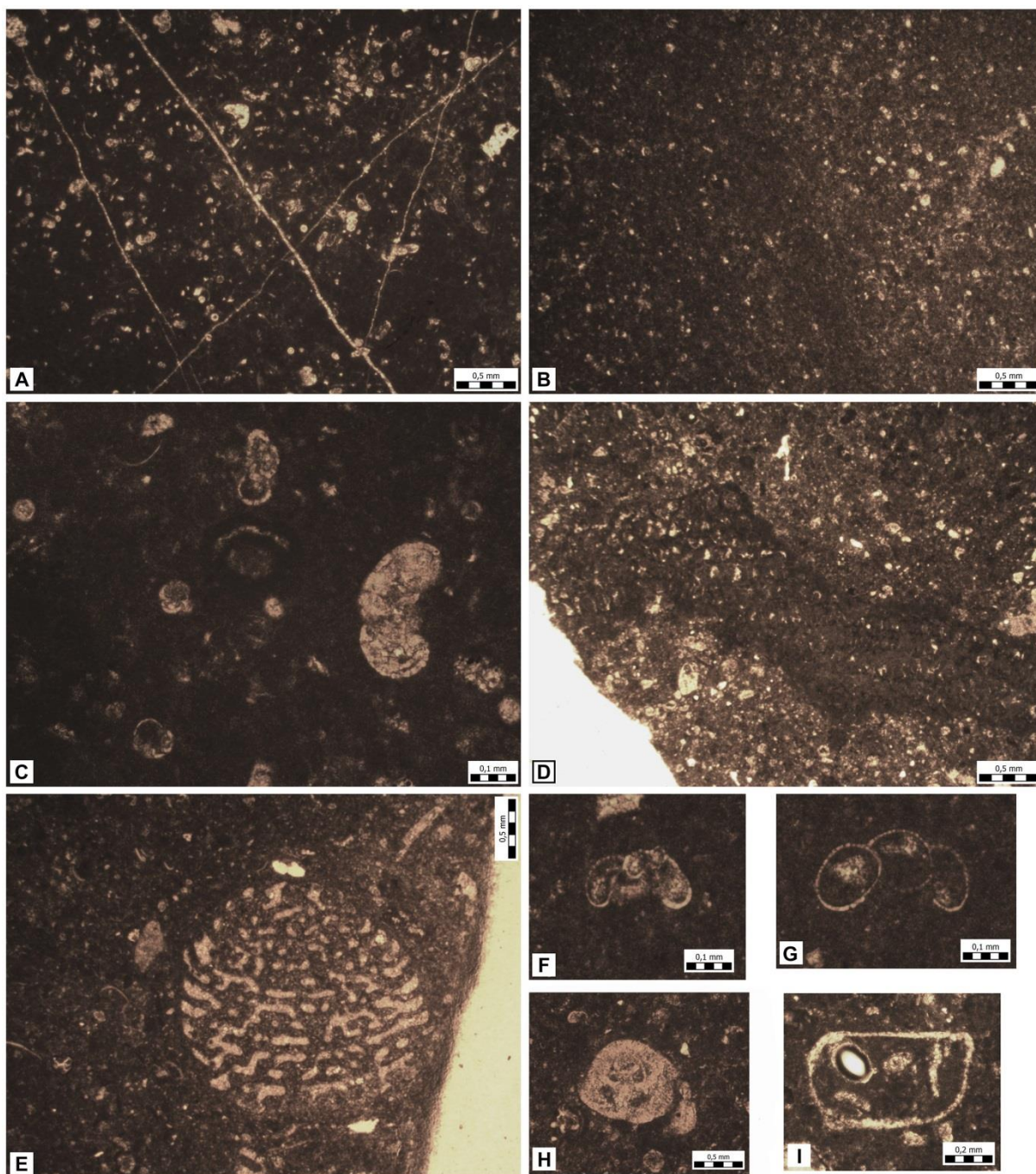
F: *Bangiiana* cf. *hanseni* Drobne. Uzorak Likva 2009/3.

G: Kosi presjek kroz kućicu rotalidne foraminifere (cf. *Bangiiana* sp.). Uzorak Likva 2009/3.

H: Kosi presjek kroz kućicu rotalidne foraminifere Uzorak Likva 2009/2.

I: Presjek ljušturice ostrakoda. Jezgra Likva 1319 A

Tabla 3: Mikrofotografski snimci stijena paleocenske i eocenske starosti



**Tabla 4: Mikrofotografski snimci presjeka kroz vrstu *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri)**

A: Presjek kroz nepravilni cilindrični oblik. Mikroskopski preparat Zagvozd 1809/2.

B: Presjeci kroz cjelovite nepravilne oblike i njihove fragmente u algalnom (taumatoporelskom) laminitu. Prisutne i cjevčice cijanobakterije *Decastronema*. *kotori* (Radoičić). Mikroskopski preparat Milna 1909/5.

C: Obraštanje jedinke oko klasta. Jasno vidljiv sloj tankih stanica. Mikroskopski preparat Zagvozd 1809/4.

D: Obraštanje jedinke oko klasta. Mikroskopski preparat Zagvozd 1809/4.

E: Djelomično inkrustrirana jedinka (sredina) i nepričvršćena jedinka (dolje desno), rotalidne foraminifere. Mikroskopski preparat Milna 1909/3.

F: Obraštajući oblik (dolje lijevo) i fragmenti obraštajućeg oblika spojeni u oblik ljestvi. Mikroskopski preparat Milna 1909/3.

Tabla 4 Mikrofotografski snimci presjeka kroz vrstu *Thamatoporella parvovesiculifera* (Raineri)

