

Taložni okoliši i mikrofosilne zajednice podinskih i krovinskih karbonatnih naslaga gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri jezera kod Seline, Istra

Gašo, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:442015>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-11**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Valentina Gašo

**TALOŽNI OKOLIŠI I MIKROFOSILNE
ZAJEDNICE PODINSKIH I KROVINSKIH
KARBONATNIH NASLAGA GORNJOAPTSKE
EMERZIJE KAMENOLOMA TRI JEZERCA
KOD SELINE, ISTRA**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Valentina Gašo

**TALOŽNI OKOLIŠI I MIKROFOSILNE
ZAJEDNICE PODINSKIH I KROVINSKIH
KARBONATNIH NASLAGA GORNJOAPTSKE
EMERZIJE KAMENOLOMA TRI JEZERCA
KOD SELINE, ISTRA**

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

Mentori:
Prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović
Doc. dr. sc. Maja Martinuš

Zagreb, 2022.

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja, Valentina Gašo student/ica Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, s prebivalištem na adresi Dragutina Freudenreicha 1, OIB 50140617748, JMBAG 0119031624, ovim putem izjavljujem pod materijalnom i kaznenom odgovornošću da je moj završni/diplomski/doktorski rad pod naslovom: Taložni okoliši i mikrofosilne zajednice podinskih i krovinskih karbonatnih naslaga gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca kod Seline, Istra isključivo moje autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu.

U Zagrebu, 29.8.2022.



Potpis

Zahvale

Prof. dr. sc. Blanki Cvetko Tešović na mentorstvu i iskazanom povjerenju. Hvala Vam na pomoći, strpljenju te korisnim savjetima i komentarima tijekom izrade ovog diplomskog.

Doc. dr. sc. Maji Martinuš na pomoći i korisnim savjetima kako ovaj diplomski rad učiniti boljim.

Posebno zahvaljujem prof. dr. sc. Goranu Durn što sam bila dio HRZZ projekta „Zapadnoistarska antiklina kao idealni prirodni laboratorij za proučavanje regionalnih diskordancija u karbonatnim stijenama“.

Hvala mojoj obitelji na potpori i podršci tokom studiranja

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

TALOŽNI OKOLIŠI I MIKROFOSILNE ZAJEDNICE PODINSKIH I KROVINSKIH KARBONATNIH NASLAGA GORNJOAPTSKE EMERZIJE KAMENOLOMA TRI JEZERCA KOD SELINE, ISTRA

Valentina Gašo

Rad je izrađen u: Geološko-paleontološki zavod, Geološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac 102a

Sažetak:

Cilj ovog diplomskog rada je opisati taložne okoliše podinskih donjoaptskih plitkovodnih karbonatnih i krovinskih albskih transgresivnih karbonatnih naslaga gornjoaptske emerzije, te u njima odrediti taložne okoliše kao i sastav mikrofosilnih zajednica i njihovu starost. Također će se kratko opisati glavna obilježja gornjoaptske emerzije, tj. prekida taloženja kao važnog regionalnog događaja na Jadranskoj karbonatnoj platformi. Za potrebe ovoga rada korišteni su uzorci i podaci prikupljeni u kamenolomu Tri Jezerca u blizini mjesta Selina (sjeverno od ceste Kanfanar - Sv. Lovreč). Na temelju sedimentoloških i mikropaleontoloških rezultata terenskog i laboratorijskog rada (ukupno 60 uzoraka) izrađeni su detaljni geološki stupovi i utvrđena dva mikrofacijesa u podini i četiri u krovini. Na temelju mikrofosilne zajednice dokazana je starijeaptska starost podine i starijeaptska i albska/mlađealbska starost krovine.

Ključne riječi: karbonatne stijene, taložni okoliši, mikrofosilne zajednice, donji apt, gornji alb, gornjoaptska emerzija, kamenolom Tri Jezerca, Istra

Rad sadrži: 62+XVII stranica, 20 slika, 2 tablice, 122 literaturna navoda i 5 tabli

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentor(i): Prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, PMF, Zagreb

Doc. dr. sc. Maja Martinuš, PMF, Zagreb

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, PMF, Zagreb

Doc. dr. sc. Maja Martinuš, PMF, Zagreb

Prof. dr. sc. Marijan Kovačić, PMF, Zagreb

Datum završnog ispita: 22. rujan 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Graduate Thesis

DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS AND MICROFOSSIL ASSEMBLAGES OF THE UPPERLYING AND UNDERLYING BEDS OF THE UPPER APTIAN EMERSION OF THE TRI JEZERCA QUARRY NEAR SELINA, ISTRIA

Valentina Gašo

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

Abstract:

The aim of this thesis is to describe the depositional environments of the underlying Lower Aptian shallow-water carbonate and upperlying Albian transgressive carbonate deposits of the Upper Aptian emersion, and to determine the depositional environments as well as the composition of microfossil assemblage and their age. The main features of the Upper Aptian emersion will also be briefly described. Samples and data collected in the Tri Jezerca quarry near the town of Selina (north of the road Kanfanar - Sv. Lovreč) were studied for the purpose of this work. Based on the sedimentologic and micropaleontologic results of the field and laboratory work (a total of 60 samples), detailed geological columns were made and two microfacies were described in the underlying beds and four in the upperlying beds. Microfossil assemblage indicates the Early Aptian age of the underlying beds and the Early Aptian and Albian/Late Albian age for the upperlying beds.

Keywords: carbonate deposits, depositional environments, microfossil assembly, Lower Aptian, Upper Albian, Aptian-Albian emersion, Tri Jezerca quarry, Istria

Thesis contains: 62+XVII pages, 20 figures, 2 tables, 122 references, and 5 plates

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Library of Geology, Department of Geology, Faculty of Science

Supervisor: Blanka Cvetko Tešović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb
Maja Martinuš, Ph.D. Assistant professor, PMF, Zagreb

Reviewers: Blanka Cvetko Tešović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb
Maja Martinuš, Ph.D. Assistant professor, PMF, Zagreb
Marijan Kovačić, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

Date of the final exam: September 22, 2022

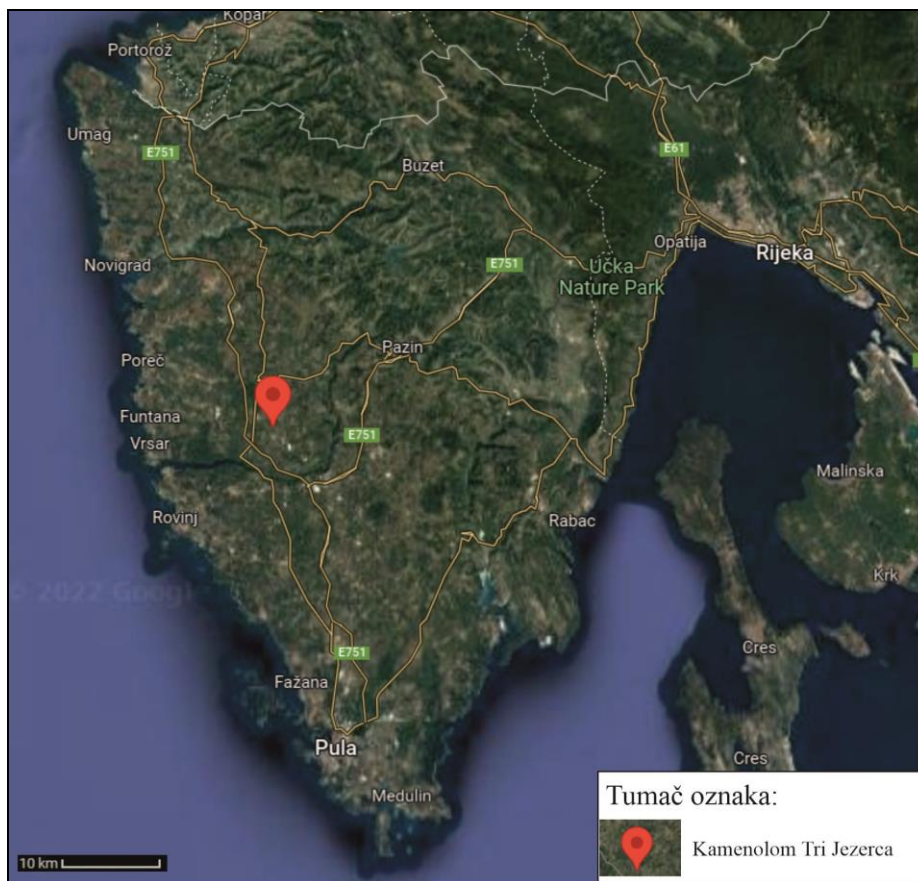
Sadržaj

1. Uvod	1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja	3
2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	3
2.2. Geologija Jadranske karbonatne platforme	4
2.3. Tektonske karakteristike Istre.....	5
2.4. Litostratigrafski prikaz Istre	8
2.5. Taložni okoliši kameoloma Tri jezerca i gornjoaptska emerzija.....	13
3. Materijali i metode istraživanja	18
3.1. Terenska istraživanja	18
3.2. Laboratorijska istraživanja	21
4. Rezultati	22
4.1. Podinske naslage gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca.....	22
4.2. Krovinske naslage gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca.....	36
5. Rasprava	48
5.1. Litostratigrafija naslaga kamenoloma Tri Jezerca.....	48
5.2. Taložni okoliši	50
5.2.1. Taložni okoliši podine	51
5.2.2. Taložni okoliši krovine	52
5.3. Starost istraživanih naslaga	53
6. Zaključak	55
7. Dodatak	57
8. Literatura	59
9. Table	V
10. Prilozi	XVI

1. Uvod

Geološka građa Istre zbog svoje zanimljivosti oduvijek je bila vrlo je bogata i kao takva predmet istraživanja mnogih znanstvenika (VELIĆ i sur., 1995). Prostor Istre dio je nekadašnjeg sjeverozapadnog djela Jadranske karbonatne platforme (*Adriatic Carbonate Platform*, AdCP) čije naslage danas izgrađuju jadranske otoke i Dinaride (VELIĆ i sur., 1995). Istra je pretežito izgrađena od plitkomorskih karbonatnih naslaga stratigrafskog raspona gornjeg dogera do eocena te manjim djelom od paleogenskih klastita tj. filša i vapnenačkih breča (VELIĆ i sur., 1995). Za vrijeme postojanja AdCP, prostor Istre se počeo izdizati u određenim sedimentacijskim cjelinama ili megasekvencijama zbog djelovanja tektonike. Na temelju toga na ovom području postoje četiri megasekvencije koje su međusobno odijeljene emerzijama. Imenovane su s obzirom na stratigrafske raspone u kojima se javljaju: prva megasekvencija je starosti bat–kimeridž, druga je gornji titon–gornji apt, treća je gornji alb–donji kampan i četvrta paleocen–eocen (VELIĆ i sur., 1995). Spomenute emerzije zabilježene su u naslagama na određenim prostorima Istre, a za ovaj rad važna gornjoaptska emerzija zabilježena je upravo u kamenolomu Tri Jezerca (45°09'56.6"N; 13°46'04.7"E) (slike 1 i 2). Ovaj kamenolom je trenutno neaktivan, a nalazi se u zapadnom dijelu Istre u blizini mjesta Selina i Vošteni. U blizini ovog kamenoloma nalaze se još dva neaktivna kamenoloma, Selina I i Selina II, te dva aktivna kamenoloma Selina i Kanfanar.

Cilj ovog rada bio je snimanje detaljnih geoloških stupova i uzorkovanje podinskih i krovinskih naslaga te određivanje mikrofosilnih zajednica i mikrofacijesa u kamenolomu Tri Jezerca. Uz pomoć mikropaleontološke analize cilj je potvrditi starost ovih karbonatnih sedimentnih naslaga taloženih krajem starije krede u starijem aptu i mlađem albu. Ovakav pristup omogućit će usporedbu istraživanog lokaliteta sa prethodnim znanjem proučavanog područja.



Slika 1. Lokacija kamenoloma Tri Jezerca (URL 1, 2022).



Slika 2. Kamenolom Tri Jezerca (Foto: I. Perković).

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja

Geološka literatura Istre vrlo je bogata i sadržajno raznolika (VELIĆ i sur., 1995), pa se tako geolozi već dva stoljeća bave ovim područjem. Kao takva, bila je predmet raznih istraživanja kojima su znanstvenici dolazili do raznih znanstvenih dosegâ i otkrića. Prvi spomen geološke građe Istre bio je 1845. g. u radu HAIDINGERA Geognostische übersichtskarte der Österreichischen Monarchie, gdje je Istra prikaza na preglednoj geološkoj karti 1:864.000. STACHE je objavio niz radova o Istri. 1859. g. objavljuje stratigrafsku podjelu krednih naslaga Istre, 1864. g. objavljuje kratki prikaz opće geološke građe Istre, 1867. g. prikazuje kredne naslage Istre na karti mjerila 1:1 008.000 te 1889. g. objavljuje rad o liburnijskim naslagama Istre. O istarskom poluotoku piše W. M. DAVIS (1907), a POLŠAK 1965. godine objavljuje rad o geologiji južne Istre s naglaskom na biostratigrafiju krednih naslaga, 1967. g. bavi se krednom makrofaunom južne Istre. Također, POLŠAK zajedno sa ŠIKIĆEM (1969, 1973) izrađuje tumače za list Pula (1970) i list Rovinj za OGK 1:100 000.

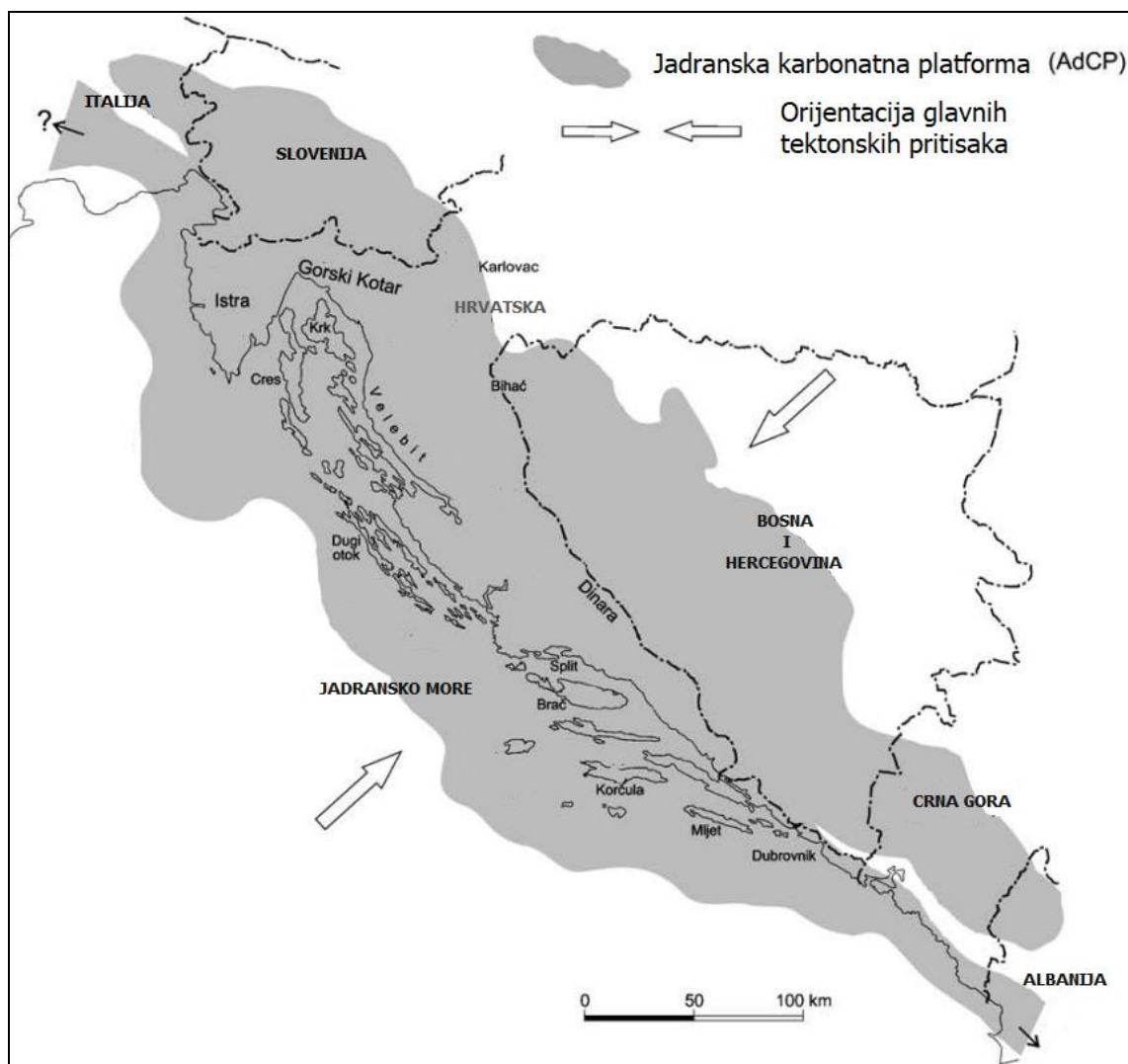
U Hrvatskoj FUCHTBAUER i TIŠLJAR (1975) izdaju rad o periplimnim ciklusima donje krede u Istri, dok se TIŠLJAR i VELIĆ 1987. g. bave krednom faunom zapadne Istre. Platformne facijese gornjeg titona do gornjeg alba u zapadnoj Istri i prijelazom u tempestite proučavali su TIŠLJAR i sur (1995). Također, VELIĆ i sur. (1995) su napisali opći prikaz geološke građe Istre. Naslage zapadne Istre proučavaju MATIČEC i sur. (1996) i postavljaju pitanje o emerziji pojedinih djelova Istre tokom krede. O evoluciji istarskog djela Jadranske karbonatne platforme od srednje jure do santona te formacijom fliških bazena tijekom eocena bavili su se VELIĆ i sur. (2003). Značajan rad o evoluciji Jadranske karbonatne platforme, njenoj paleogeografiji, paleoklimatologiji i paleoekologiji napisali su VLAHOVIĆ i sur. (2005). MIKO i sur. (2013) napisali su mineraloško-geološku studiju o potencijalnim i mogućim rudama na području Istre. Geokemijske i mineraloške karakteristike tala u okolici termoelektrane Plomin istražili su TOMAŠEK i PONGRAC (2013).

Samo područje kamenoloma Tri Jezerca uglavnom je istraživano u završnim radovima studenata: HORVAT (2014) je proučavao mineraloške, geokemijske i mikromorfološke karakteristike krednog paleotla u kamenolomu Tri Jezerca; PETRIŠKO (2021) se bavio fizikalno mehaničkim svojstvima arhitektonsko građevnog kamena

Istarske županije, pa tako i u kamenolomu Tri Jezerca; HRENOVIĆ i sur. (2014) istraživali su pojavu *Acinetobacter baumannii* u paleotlu na području Istre i kamenolomu Tri Jezerca te BRČIĆ (2015) koji je pisao o relativnoj promjeni morske razine tijekom mlađe krede na sjeverozapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme.

2.2. Geologija Jadranske karbonatne platforme

Pod pojmom karbonatna platforma podrazumijeva se prostrano zaravnjeno područje u kojem su dugotrajno održavani uvjeti taloženja povoljni za nastanak plitkomorskih karbonatnih sedimenata, što je uz odgovarajuću subsidenciju rezultiralo njihovom velikom debljinom. (BRČIĆ, 2015 i reference unutra). Jadranska karbonatna platforma (AdCP) jedna je od najvećih mezozojskih karbonatnih platforma na mediteranskom području, a njezine naslage pronalazimo u Italiji, Sloveniji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Srbiji, Crnoj Gori i Albaniji (slika 3). Naslage Krških, tj. Vanjskih Dinarida u Hrvatskoj vrlo su debele, mjestimično više od 8.000 m, a stratigrafski raspon im se proteže u širem smislu od srednjeg perma (tj. mlađeg karbona) do eocena. Međutim, samo se naslage starosti od starije jure (toarcij) do kraja krede mogu se pripisati Jadranskoj karbonatnoj platformi u užem smislu (VLAHOVIĆ i sur., 2005). U tome razdoblju platforma je bila okružena oceanom Tethys, što znači da je bila izolirana od kopnenog utjecaja. Tako su se istaložile naslage debljine između 3.500 i 5.000 m tijekom 125 milijuna godina postojanja platforme (VLAHOVIĆ i sur., 2005). Drugim riječima, Vanjski Dinaridi su izgrađeni od karbonatnih naslaga koje predstavljaju ostatke nekoliko okomito naslaganih karbonatnih platforma različite starosti i paleogeografskog okruženja (VLAHOVIĆ i sur., 2005). U tom se debelom slijedu u izmjeni pojavljuju različiti tipovi uglavnom plitkomorskih karbonatnih sedimentnih stijena, nastalih u plimnim i periplimnim okolišima s niskom energijom vode, potplimnim okolišima, plitkim lagunama, od valova zaštićenim platformskim plićacima, ali i sedimentacijskim okolišima s umjerenom do povišenom energijom vode, kao što su rubovi i padine karbonatne platforme, te organogeni grebeni (BRČIĆ, 2015 i reference unutra).



Slika 3. Distribucija naslaga Jadranske karbonatne platforme (izmijenjeno prema VLAHOVIĆ i sur., 2005).

2.3. Tektonske karakteristike Istre

Istra se može podijeliti na tri strukturne jedinice. Prva jedinica naziva se zapadnoistarski antiklinorij, koji se nalazi na najvećem djelu zapadne i južne Istre. Sastoji se od karbonatnih naslaga srednje i gornje jure u najstarijem i najzapadnijem djelu koje okružuju kredne i eocenske karbonatne naslage (VELIĆ i sur., 2003). Geologiju terena Istre primijetili su i stanovnici Istre, koji su te cjeline nazvali posebnim imenima. Tako su ovu strukturnu jedinicu nazvali *Crvena Istra* zbog prostiranja zemlje crvenice (*Terra rossa*) koja velikim dijelom prekriva mlađe mezozojske i paleogenske karbonatne naslage na južnom i zapadnom dijelu Istarske zaravni (VELIĆ i sur., 1995). Druga strukturna jedinica naziva se Pazinski fliški bazen, a sastavljena je od tankog sloja eocenskih vapnenaca i

debelih fliških naslaga koje izdanjuju u centralnom i sjeverozapadnom djelu Istre (VELIĆ i sur., 2003). Ova strukturna jedinica naziva se još *Siva* ili *Zelena Istra* (VELIĆ i sur., 1995). Treća jedinica sastoji se od niza rasjednih struktura Ćićarije u sjevernom i istočnom djelu Istre koje se sastoje od gornjokrednih i eocenskih karbonatnih naslaga i eocenskog fliša (VELIĆ i sur., 2003). Drugi naziv za ovu jedinicu je *Bijela Istra* prema navedenim okršenim izdancima „bijelih“ kredno–paleogenskih vapnenaca od Plomina preko Učke do Ćićarije (VELIĆ i sur., 1995) (slika 4).



Slika 4. Geomorfološka podjela Istre na bijelu, sivu i crvenu (prema TOMAŠEK i PONGRAC, 2013).

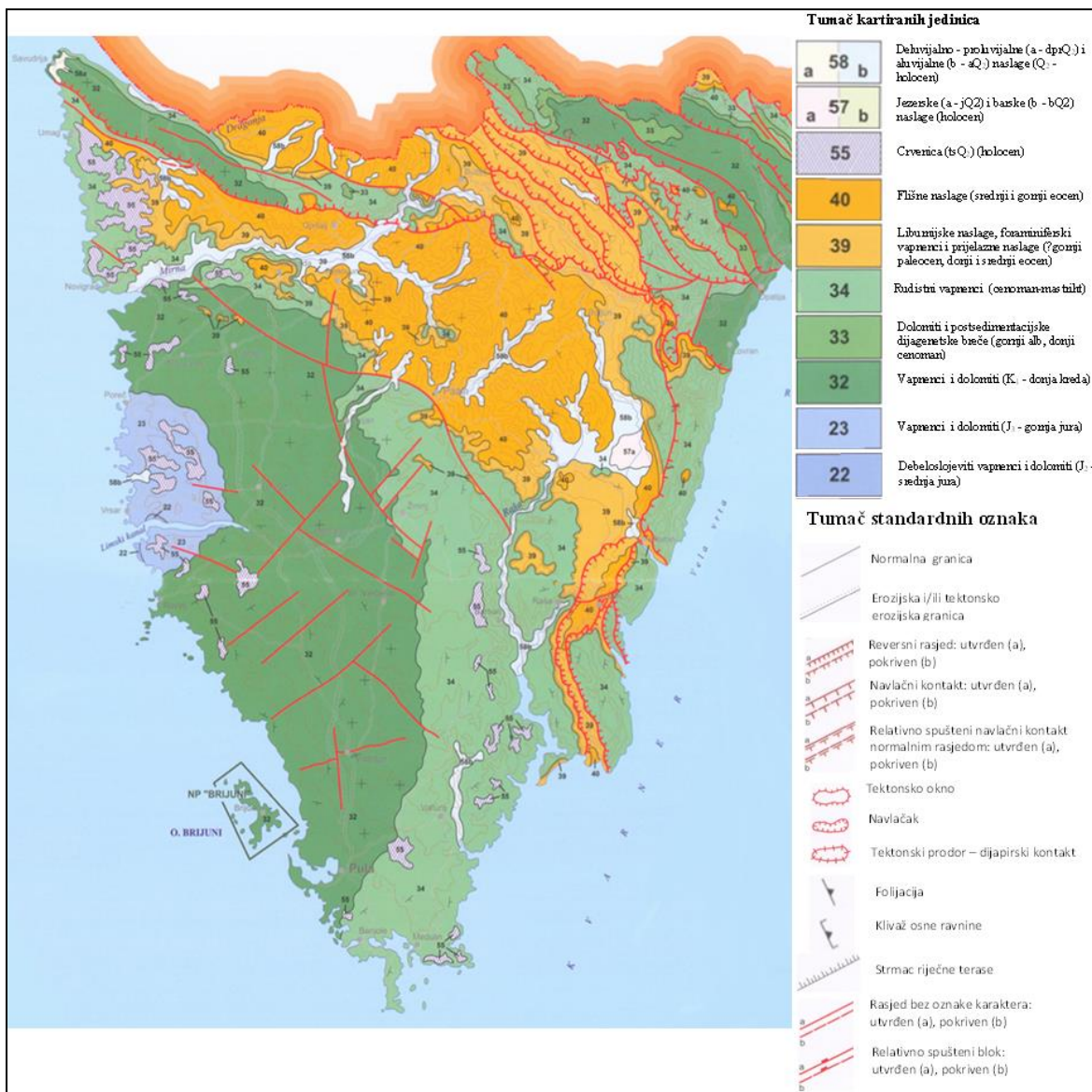
Osim postojećih strukturnih jedinica na prostoru Istre možemo odrediti i prethodne tektonske aktivnosti na temelju postojećih naslaga i njihovog pružanja. Najstariji zapis tektonike u Istri su strukture nastale sinsedimentacijskom tektonikom u u batu naslagama gornjeg dogera. Strukturno-tektonski elementi ove tektonske aktivnosti ukazuju na deformaciju s kompresijskim karakterom te pravcem najvećeg pritiska (σ_1) 40° – 220° . Posljedica je bila boranje prostora koja je dovela do lokalnih emerzija i razvedenosti potplimnog reljefa (VELIĆ i sur., 1995).

Nakon izdizanja ponovo slijedi period potplimne sedimentacije u kojem se prostor zapunjava i izravna. Sedimentacija se prekida početkom kimeridža kada Istru zahvaća regionalna emerzija koja traje sve do satrijeg titona. Ova emerzija pripada ranoj kimerijskoj tektonskoj fazi, a okopnjavanje je posljedica jake radijalne ekstenzijske tektonike po pravcu najvećeg pritiska (σ_1) 30° – 210° (VELIĆ i sur., 1995).

Prve naznake tektonskog djelovanja u kredi vezane su za aptsku emerziju koja je regionalno zahvatila Istru, ali i šire područje Dinarida te je posljedica je eustatičkih promjena. Tijekom cenomana dolazi do diferencijacije facijesa uzrokovane blagom sinsedimentacijskom tektonikom (VELIĆ i sur., 1995).

Krajem krede gotovo je cijela AdCP zahvaćena regionalnom emerzijom lokalno različitog trajanja koja je posljedica laramijskih tektonskih pokreta čiji kompresijski karakter ukazuje na pravac najvećeg pritiska (σ_1) 305° – 125° . Okopnjavanje je praćeno izdizanjem zapadnoistarske antiklinale koja je u to vrijeme u fazi formiranja (VELIĆ i sur., 1995, i reference unutra). Laramijskim pokretima započinje dezintegracija karbonatne platforme, a time je obilježen kraj prve plitkomorske platformne karbonatne sedimentacije (VELIĆ i sur., 1995).

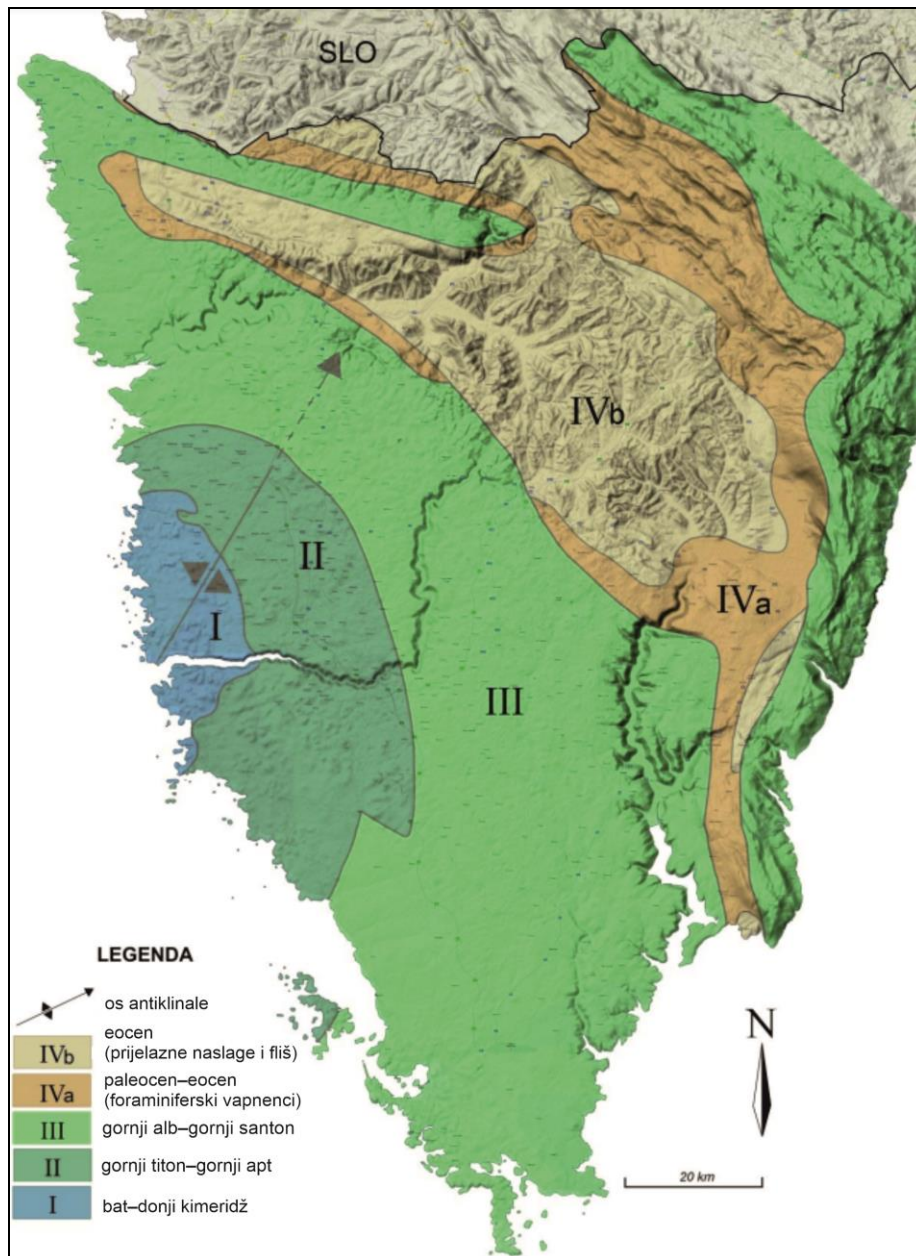
Nova pirinejska tektonska faza započinje transgresijom u paleogenu. Formirani fliški bazeni dokaz su jačine ovih pokreta koji za posljedicu imaju snažno regionalno boranje prostora AdCP čime pirinejska faza postaje presudan faktor u tektogenezi Dinarida (VELIĆ i sur., 1995). Rezultat ovog djelovanja je uočljiv duž jadranskog priobalja u obliku dinaridskog pružanja struktura gdje se dogodilo retrogradno rotiranje iz originalne orijentacije za vrijeme pirinjeske faze (sjeveroistok–jugozapad) u današnji pravac pružanja (sjever–jug) (VELIĆ i sur., 1995). Na području Istre podvlačenje zapadnoistarske antiklinale pod buduće strukture Ćićarije dovodi do diferencijacije. Podinski karbonatni kompleks zapadne i južne Istre koji se podvlaćio u smjeru sjeveroistoka, bez znatnog otpora, nije značajnije deformiran dok je krovina ove subdukcije izrazito borana. Ona dovodi do nastanka luskave strukture Ćićarije karakterizirane navlačnom tektonikom. Obje strukture imaju prepoznatljivu orijentaciju (σ_1) 40° – 220° (VELIĆ i sur., 1995) (slika 5).



Slika 5. Isječak iz Geološke karte RH M 1:300.000 s prikazom geoloških i tektonskih jedinica Istre (izrađeno u QGIS programu).

2.4. Litostratigrafski prikaz Istre

Prostor Istre izgrađen je pretežito od plitkomorskih karbonatnih naslaga starosti doger–eocen te manjim djelom od paleocenskih klastita, tj. fliša i vapnenačkih breča (VELIĆ i sur, 1995). Ove naslage podijeljene su na četiri sedimentacijske cjeline ili megasekvencije međusobno odijeljene značajnim emerzijama, to su: I) bat–donji kimeridž; II) gornji titon–donji apt; III) gornji alb–donji kampan; IV) paleocen–eocen (VELIĆ i sur, 1995) (slika 6).



Slika 6. Podjela Istre na taložne transgresivno-regresivne megasekvencije (preuzeto iz BRČIĆ, 2015).

Regresivnu megasekvenciju bat-donji kimeridž (prije oko 168–156 milijuna godina) predstavljaju naslage koje upućuju na oplićavanje naviše, pokrupnjavanje, te na pojavu regresivnih breča u vršnom djelu i okopnjavanje s pojavom boksita (slika 7). Ova megasekvencija obuhvaća različite tipove platformskih vapnenaca i nalazi se u zapadnoj Istri između Poreča i Rovinja. Nakon potpunog okopnjavanja i okršavanja u udubinama razvedenog reljefa nakupio se ishodišni materijal za nastanak glinovitih boksita. Mjestimice su stvorene značajne količine ležišta boksita kao npr. kod Rovinja,

sjeverozapadno od Rovinjskog sela, kod Gradine i između Vrsara i Funtane (VELIĆ i sur, 1995). U ovoj megasekvenciji nalazimo dvije formacije: *Monsena* i *Limski kanal*. Formacija *Monsena* starosti je bat–kalovij i predstavlja nastarije naslage u Istri. Utvrđene su u uskoj priobalnoj zoni sjeverno od Rovinja, prema Limskom kanalu. To su svijetlosmeđi vapnenci tipa madston i vekston mjestimice tanko uslojeni. Javljaju se stromatoliti, onkoidni floutstoni, ljušturice školjkaša i bodljikaša, emerzijske breče te desikacijske pukotine (MIKO i sur., 2013 i reference unutra). Formacija *Limski kanal* starosti je oksford–kimeridž i podijeljena je na načlanove *Lim* i *Muča*. Član *Lim* je određen kao sitnozrnasti peloidni pekstoni, rjeđe grejnstoni sferoidnih peloida u mikritnom matriksu taložen u plitkom okolišu zaljeva ili otvorenih laguna. Drugi član *Muča* definiran je kao ooidno-bioklastični vapnenac. Nalazi se unutar *Lim* jedinice (u obliku leća debelih nekoliko desetaka metara koje lateralno isklinjavaju), sedimente tipične za pješćane plimske prudove. Ove naslage su često kasnodijagenetski dolomitizirane, a sadrže fragmente školjkaša, bentičkih foraminifera, ooide te busene koralja (VELIĆ i TIŠLJAR, 1988).

Transgresivno-regresivna megasekvencija gornji titon–gornji apt (prije oko 146–115 milijuna godina) karakterizirana je velikom debljinom naslaga (slika 7). Prevladavaju različiti tipovi periplimnih i stromatolitnih vapnenaca uz pojavu emerzijskih breča s glinovitim matriksom te rano- i kasnodijagenetskih dolomita. Ove naslage protežu se od Poreča do Punte Furlan. I u ovoj megasekvenciji zapažena je pojava boksita, kod Baderne na baremskim vapnencima uz emerzijske breče (VELIĆ i sur, 1995). U zapadnoj Istri ova megasekvencija započinje oscilirajućom transgresijom i taloženjem gornjotitonskih karbonatnih naslaga u obliku ciklusa oplićavanja naviše odnosno litostratigrafskom jedinicom *Kirmenjok stilolitizirani mikriti* (VELIĆ i TIŠLJAR, 1988 i reference unutra). Vršni dio joj je zahvaćen kasnodijagenetskom dolomitizacijom. Na njoj slijedi litostratigrafska jedinica *Fantazija dolomiti* berijaske starosti u kojoj se ritmično izmjenjuju parasekvencije oplićavanja naviše sastavljene od periplimnih vapnenaca i ranodijagenetskih natplimnih dolomita (TIŠLJAR, 1977 i reference unutra). Zatim slijedi član *Zlatni rt* starosti gornji titon–neokom koji obuhvaća gornji dio formacije *Poreč*. Donja granica mu nije oštra jer predstavlja vršni dio člana *Kirmenjok*. To su uglavnom krupnošecerasti kasnodijagenetski dolomiti unutar kojih se nalaze veliki relikti vapnenaca – stilolitiziranih madstona, a u sebi mogu sadržavati nodule rožnjaka (TIŠLJAR i sur., 1995). Zatim slijedi formacija *Rovinj* koja obuhvaća donji berijas te izmjenu svijetlih

ranodijagenetskih i tamnih kasnodijagenetskih dolaomita. Debljina ovih naslaga je promjenjiva zbog sedimentacijskih, odnosno okolišnih razlika u natplimnoj sredini. Ova jedinica prostire se od Rovinja preko Sv. Lovreča do Poreča (TIŠLJAR i sur., 1995) Formacija *Materada* starosti donji berijas–donji valendis karakterizirana je izmjenom stilolitiziranih madstona u donjem dijelu te fenestralnih madstona, faverinskih grejnstona, pekstona i stromatolita u gornjem dijelu. Ove stijene pripadaju periplimnim uvjetima karbonatne platforme, a karakterizira ih krtost i lomljivost (TIŠLJAR i sur., 1995) Formacija *Limska Draga* sastoji se od člana *Gradina-cisterna* starosti srednji i mlađi valendis u kojoj se lateralno i vertikalno izmjenjuju krupnozrnasti gastropodni grejnstoni nastali u plitkim okolišima vapnenačkih prudova te manjezrnastim tipovima vapnenaca nastalih u potplimnim lagunama i zaštićenim plićacima s niskom energijom vode (TIŠLJAR i sur., 1995). Drugi član ove formacije je *Gustinja* otrivske starosti. Obilježen je učestalom pojavom emerzija i oplićavanja. Ciklični se izmjenjuju različiti tipovi vapnenaca, no prevladavaju grejnstoni. S obzirom na oplićavanje pojavljuju se i breče s „black pebble“ fragmentima. Slijedi formacija *Dvigrad* baremske starosti u kojoj se javljaju debeli sloj LLH stromatolita te ciklička izmjena zrnastih tipova vapnenac smečkaste boje. Posljednja formacija u ovoj megasekvenciji je formacija *Kanfanar* aptske starosti. Ove stijene su rezistentne na atmosfersko trošenje. Izmjenjuju se žučkasti madstoni i baćinelski floutstoni s onkoidima i rijetkim kršjem rekvijenidnih školjkaša. Od mikrofosila su česte *Bacinella irregularis* i alga *Salpingoporella dinarica*, a od foraminifera određene su *Palorbitolina lenticularis*, *Sabaudia briacensis*, *S. minuta*, *Vercorsella laurenti*, *V. scarsellai* i dr. (VLAHOVIĆ i sur., 2002).

Transgresivno-regresivna megasekvencija gornji alb–donji kampan (prije oko 112–83.5 milijuna godina) također je karakterizirana velikom debljinom naslaga (više od 1.000 m) (slika 7). Nakon emerzije slijedi transgresija kojom je ponovo uspostavljen plitkomorski taložni sustav na dijelu karbonatne platforme koji danas pripada području Istre. U ovom razdoblju mogu se izdvojiti četiri taložne jedinice u kojima su prevladavali približno slični uvjeti taloženja. To su: periplimni i *foreshore* taložni sustav tijekom alba, diferencijacija taložnih sustava tijekom cenomana, te taložni sustav potopljene platforme tijekom mlađeg cenomana i starijeg turona. Sjeverni dio Istre nije bio zahvaćen ovim potapanjem te je došlo do emerzije gornjocenomanskih naslaga nakon kojih slijede boksiti i paleogenske transgresivne breče, te plitkomorski taložni sustav mlađeg turona, konijaka, santona i kampana (VELIĆ i sur., 1995). Ova megasekvencija započinje formacijom *Pula*

albske starosti. Emerzija iz apta u Istri je potrajala do mlađeg alba. Javlja se pravilna izmjena madstona, peloidnih pekstona i bioklastično-intraklastičnih foraminiferskih grejnstona te rijetkih proslojaka krupnokristalastih dolomita. Nađene su brojne bentičke foraminifere, zelene alge te puževi tipa *Nerinea fleuriaui* i *N. cretacea* te školjkaši iz roda *Chama* (TIŠLJAR i sur., 1995). Karbonatne naslage mlađe krede započinje formacija *Rušnjak* cenomanske starosti. Karakterizirana je izmjenom različitih tipova vapnenaca od madstona, različitih tipova vekstona, bioklastičnih-intraklastičnih pekstona, grejnstona, floatstona i radstona. Sinsedimentacijska tektonika dovodi do okopnjavanja dijelova Istre oko Pazina, Buzeta i Bujština. Javlja se razne foraminifere, rudisti i školjkaši (TIŠLJAR i sur., 1995). Zatim slijedi formacija *Sveti Duh* starosti mlađi cenoman–stariji turon. Obilježena je uslojenim i slabo uslojenim vapnencima svijetlosive, svijetlosmeđe i gotovo bijele boje koji su tipa madstoni-vekstoni-pekstoni s pelagičkim česticama. Bogati su fosilnim sadržajem bentičkih foraminifera, amonita, školjkaša, spikulama spužva i dr. Ova formacija taložena je u dubokomorskom taložnom okolišu. Zadnja formacija u ovoj megasekvenciji je formacija *Gornji Humac* starosti turon–kampan. Karakteriziraju ga vapnenci različitih strukturnih tipova od madstona, vekstona-pekstona, grejnstona i floatstona-radstona s promjenjivim udjelima bentičkih foraminifera, alga i rudista. Čine grebensko-prigrebenske horizonte u plitkomorskim potplimnim okolišima s promjenjivom energijom vode i promjenjivim udjelom rudista (TIŠLJAR i sur., 1995).

Granica paleocen–eocen obuhvaća debeli paket karbonatnih i klastičnih stijena (prije oko 55.8 milijuna godina) (slika 7). Najveći dio naslaga nalazi se u području Pazinskog bazena i njegovim rubovima. Trajanje kopnene faze između mlađe krede i paleogena bilo je promjenjivo od područja do područja. Različiti članovi paleogenskih naslaga su transgresivno taloženi na različite članove kredne podloge, a pritom je važnu ulogu imala diferencijacija prostora uzrokovana laramijskom orogenetskom fazom. Iz tog razloga su naslage promjenjive vertikalno i lateralno čemu pridonose i promjenjivi uvjeti taloženja u paleogenskom moru. Naslage se mogu podijeliti na *Liburnijske naslage* taložene u najnižim dijelovima paleoreljefa predstavljene slatkovodnim i brakičnim naslagama paleocenske starosti. Zatim *foraminiferski vapnenci* koji se sastoje od miliolidnih, alveolinskih, numulitnih i diskociklinskih vapnenaca sa kraja paleocena i početka eocena. *Prijelazne naslage* koje su izgrađene od glinovitih vapnenaca, klastičnih lapora i lapora taloženih u produbljenom okolišu srednjeg eocena te *fliške naslage* srednjoeocenske do mlađeeocenske starosti koje se sastoje od izmjene karbonatnih

pješčenjaka i lapora. Nalaze se u Pazinskom, Labinskom i Plominskom bazenu, Učki i Ćićariji (VELIĆ i sur, 1995).

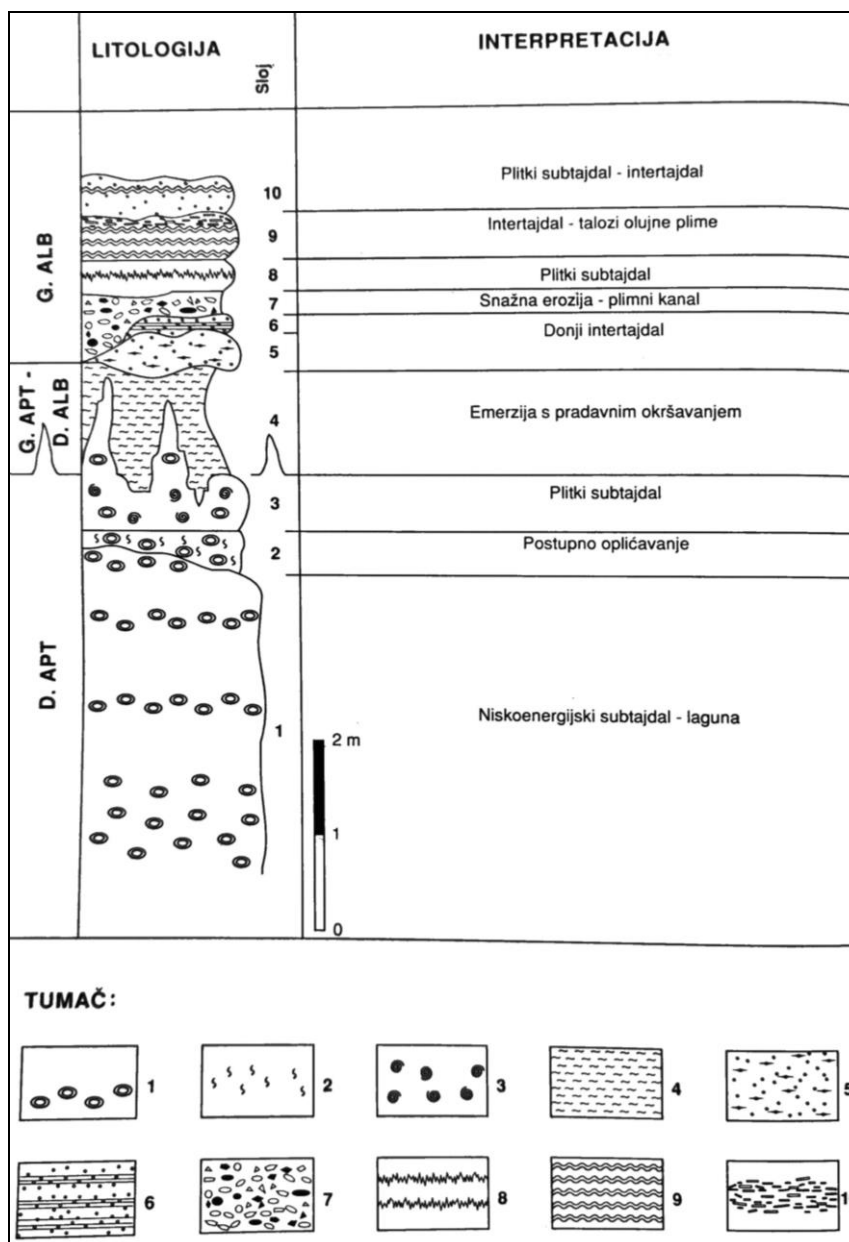
Slika 7. Korelacijska karta glavnih facijesnih tipova naslaga krede u Istarskom djelu AdCP (prilagođeno prema VLAHOVIĆ i sur., 2005 i VELIĆ i sur, 2003).

2.5. Taložni okoliši kameoloma Tri jezera i gornjoaptska emerzija

U zapadnoj Istri nalazi se kamenolom Tri jezera u blizini mjesta Selina u kojem su otkriveni donjoaptski lagunski vapnenci, gornjoaptska emerzija i albske transgresivne

karbonatne naslage. Aptske karbonatne naslage pripadaju drugoj transgresivno-regresivnoj megasekvenciji, a albske transgresivne karbonatne naslage trećoj megasekvenciji jursko-donjokrednih platformskih karbonata zapadne Istre (TIŠLJAR i sur., 1995) (slika 8).

U ovom kamenolomu vadili su se blokovi arhitektonsko-građevnog kamena poznatog pod nazivom *Istarski žuti*. To su donjoaptski masivni onkolitni vapnenci (*Istarski žuti*) koji se nastavljaju na baremske periplimne vapnence karakterizirane ciklusima oplićavanja naviše (TIŠLJAR i sur., 1995). Početkom apta dominirali su niskoenergetski pliciaci i lagune u kojima se taložila velika količina sitnog karbonatnog detritusa (prvih 2 do 5 metara debljine) s donošenim ljušturama školjaka *Requenia ammonia* koje je odredio POLŠAK (1965) danas poznata kao *Toucasia* sp. (MASSE i sur., 2004). Osim školjaka pronađeni su i mnogobrojni krupni onkoliti koji su poslužili za rast *Bacinella irregularis* te kućice gastropoda (TIŠLJAR i sur., 1995). U okolici sela Selina pa tako i u kamenolomu Tri jezera onkolitni vapnenci debeli su od 10 do 14 m. Debljina ovih naslaga ovisi o početku, trajanju i intenzitetu gornjoaptske emerzije (TIŠLJAR i sur., 1995). Sastav ovih vapnenaca je jednak bez obzira na njihovu debljinu i prostiru se od Lakovića u središnjoj Istri, preko Seline, Limske drage, Kanfanara, Krmeda i Bala do Velog Brijuna u jugozapadnoj Istri (TIŠLJAR i sur., 1995). Ovi masivni donjoaptski vapnenci sastoje se od ciklične izmjene dva tipa vapnenca. Prvi je dugi ciklus (1,5 do 3 m) sastavljen od 0,8 do 1,5 m debelog sloja madstona i više tanjih onkolitnih slojeva koji sadrže brojne krupne (10 do 60 mm) baćinelske onkoide u mikritnom matriksu. Između dugih ciklusa nalaze se kratki ciklusi sastavljeni od izmjene 10 do 20 cm debelih madstona s rijetkim onkoidima i 5 do 15 cm debelih slojeva od krupnih baćinelskih onkoida (TIŠLJAR i sur., 1995). Baćinelski onkoidi su zbog povećanog udjela organske tvari tamniji od samog matriksa, mogu se zapaziti i golim okom. U razdobljima s velikim donosom, stvaranjem i taloženjem karbonatnog mulja taloženi su madstoni, a u razdobljima spore sedimentacije mulja u pliciacima ili lagunama, rasle su alge i cijanobakterije uz stvaranje onkoida u kojima su vidljive bioturbacije (TIŠLJAR i sur., 1995). U kamenolomu Tri jezera otvoreno je gornjih 10 m onkolitnih vapnenaca, koji pokazuju utjecaj relativnog snižavanja morske razine kao najavu početka regresije i emerzije. Jedan od tih elemenata je pojava bioturbacije vršnog dijela (slika 4) što upućuje na slabu sedimentaciju te efekti nekadašnjog okršavanja u obliku limonitnih prevlaka i ispuna bioturbacija (TIŠLJAR i sur., 1995).



Slika 8. Detaljni geološki stup aptskih i albskih naslaga u kamenolomu Tri jezera. Tumač: 1) ritmička izmjena bačineljskih onkolita i madstona; 2) bioturbacije; 3) gastropodi i/ili kalupne šupljine gastropodnih skeleta; 4) glina i glinoviti lapor; 5) fenestrani peloidni vekston; 6) intraklastični grejnston s laminama pekstona i madstona; 7) loše sortirani krupnozrnasti brečokonglomerat; 8) stilolitizirani madston; 9) stromatoliti; 10) periplimna breča (prilagođeno prema TIŠLJAR i sur., 1995).

Prvi potpuni prekid taloženja onkolitnih vapnenaca je 50 cm debeli sloj svijetlosmeđeg madstona taloženog u plitkoj potplimnoj i plimnoj zoni s izronjavanjem u vadoznu zonu. Sloj sadrži rijetke gastropode, zelene alge i algalne onkoide, fenestre,

šupljine otapanja te mjestimice okršenu površinu s ljevkastim vertikalnim škrapama u gornjem dijelu (slika 4) (TIŠLJAR i sur., 1995).

Na ovaj sloj dolazi gornjoaptka emerzija predstavljena sivozelenom glinom taloženom na intenzivno okršenim škrapastim piramidalnim ostacima tamnosivih do crnih vapnenaca madstona i floutstona (TIŠLJAR i sur., 1995). Ovi vapnenci i dalje redovito sadrže baćinelske onkoide, bioklaste sitnih gastropoda, zelene alge, beničke foraminifere i organsku tvar te pirit. Okršeni vapnenci predstavljaju emerzijske ostatke donjoaptskih vapnenaca taloženim u lagunama i periplimnim plićacima koji su snižavanjem morske razine pretvoreni u slane močvare koje su nakupljale organsku tvar u reduktivnim uvjetima te uzrokovali zacrnjenje podinskih vapnenaca. Ovi vapnenci su ishodište za *black pebble* fragmente i valutice. Nalazimo ih i ovdje unutar sloja emerzijskih breča (TIŠLJAR i sur., 1995). Emerzijske gline sa sadržajem karbonata do 26 % prema rendgenskim analizama sadrže ilit kao glavni mineral, montmorilonit, klorit i mali udio kvarca, albita i zeolita, a one sa udjelom karbonata i do 64 % prelaze u lapore. U glinama i laporima pronalazimo fragmente madstona (TIŠLJAR i sur., 1995).

Nakon emerzije javlja se prvi transgresivni član debljine oko 40 cm. To je sitnozrnasti peloidni vekston do madston s laminama i fenestrama i skeletima zelenih alga što ukazuje na taloženje u periplimnoj zoni. Ovaj sloj bočno mjestimice potpuno izostaje zbog neravnina i erozije podinskog glinovitog sloja. Na sloju gline taložen je svijetlosivi intraklastični grejnston s laminama pekstona i madstona u kojem je mjestimice vidljiva valovita do flazer slojevitost malih dimenzija. Ovaj sloj je taložen u periplimnoj zoni – *foreshore* tipa s promjenjivom energijom plimnih struja te tendencijom porasta energije naviše. U vršnim djelovima ovog sloja nalaze se i uglasti do zaobljeni intraklasti koji su doneseni utiskivanjem krupnoklastičnog detritusa novog sloja (TIŠLJAR i sur., 1995).

Sljedeća taložna jedinica nastala je u visokoenergetskim uvjetima periplimnih i priobalnih plićaka. Odlikuje se snažnom erozijom i erozijskim kanalima sve do emerzijske gline te akumulacijom krupnozrnastog karbonatnog detritusa brečo-konglomerata (TIŠLJAR i sur., 1995). Ovaj sloj sastoji se od loše sortiranih 2 do 100 mm velikih klasta madstona, fenestralnih madstona, grejnstona i mjestimice *black pebble* fragmenata nastalih od crnih okršenih vapnenaca tijekom emerzije koji se nalaze u karbonatnom pjeskovito-muljevitom matriksu. Zajedno s podinskim muljevitim i laminiranim zrnastim vapnencima ova jedinica tvori ciklus pokrupnjavanja naviše, kao rezultat taloženja u uvjetima porasta energije vode (TIŠLJAR i sur., 1995).

Nakon visokoenergetskih plićaka uspostavljaju se stabilni periplimni uvjeti i okoliši taloženja. U takvom potplimnom okolišu talože se vapnenački madstoni, a u plimnoj zoni ili na plimnoj ravnici vapnenački madstoni u izmjeni s peletima i cijanobakterijskim livadama te desikacijskim pukotinama i pretaloženim pločastim stromatolitima, tj. stromatoliti s plimnim brečama (TIŠLJAR i sur., 1995).

Na različitim mjestima u području današnje Istre do gornjoaptske emerzije je došlo u različito vrijeme, tj. s različitim početkom i različitim trajanjem što je posljedica nejednolično izražene sinsedimentacijske tektonike. To je utjecalo na različitu debljinu vapnenca facijesa *Istarski žuti* na čiju su današnju debljinu utjecali erozija te okšavanje u aptu (TIŠLJAR i sur., 1995). Najveća je debljina ovih naslaga u području Dvigrada i Kanfanara (oko 16 m) jer je emerzija nastupila tek u mlađem aptu, dok je u području Selina i Brijuna debljina bitno tanja (oko 6 do 12 m) zbog emerzije koja je nastupila krajem starijeg apta. U području Baderne i Heraka najvjerojatnije uopće nije bilo taloženja jer je emerzija ovdje najdulje trajala, čak oko 15 milijuna godina (TIŠLJAR i sur., 1995, prema VELIĆ i sur., 1989), od srednjeg barema do srednjeg alba, čemu svjedoči i pojava boksita. Naslage gornjeg apta zbog oplićavanja i emerzije su ponegdje razvijene u manjoj debljini (Dvigrad, Kanfanar, Sv. Petar u Šumi), a ponegdje u potpunosti izostaju (Selina, Negrin, Veli Brijun) ili su kondenzirane u 10 do 60 cm debelim slojevima emerzijskih breča (Bale). Ingresija cijelog istarskog dijela Jadranske karbonatne platforme (dalje AdCP) nastupila je početkom mlađeg alba i u početku je imala značajke oscilirajuće transgresije što se manifestiralo pojavom slojeva periplimnih vapnenaca, visokoenergetskih brečokonglomerata, *black pebble* breča i tri do šest kraćih emerzija (TIŠLJAR i sur., 1995).

3. Materijali i metode istraživanja

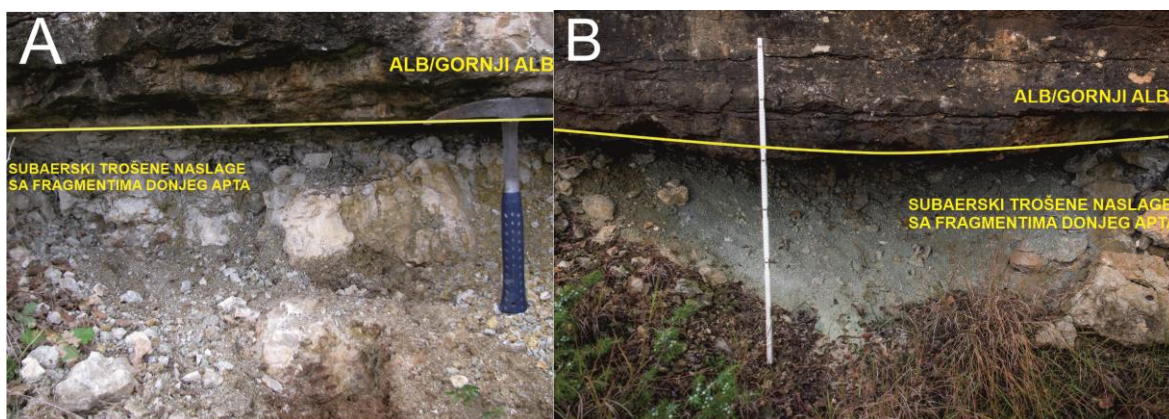
3.1. Terenska istraživanja

Kamenolom Tri Jezerca je neaktivni i relativno zapušteni kamenolom u vlasništvu tvrtke Kamen d.d. Pazin iz Pazina (slike 9–12). Naslage koje izdanjuju u ovom kamenolomu pripadaju formaciji Kanfanar, vjerojatno njenom vršnom, tj. gornjem dijelu. Kamen koji se eksploatirao bio je kredni donjoaptski arhitektonsko-građevni te ukrasni kamen poznat pod kamenarskim nazivom *Istarski žuti*. Nalazi se u zapadnom djelu Istre oko 1,5 km od mjesta Selina i 1,2 km od mjesta Voštani.

U okviru terenskog rada snimljen je detaljni geološki stup ukupne debljine 11,30 m kojim je zahvaćena podina diskordancije debljine 7,0 m i krovine, iste gornjoaptske diskordancije, debljine 4,3 m. Ovaj stup snimili su i uzorkovali prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, doc. dr. sc. Maja Martinuš prof. dr. sc. Igor Vlahović i Ivor Perković, mag. geol. u veljači 2020. godine u okviru HRZZ projekta „Zapadnoistarska antiklina kao idealni prirodni laboratorij za proučavanje regionalnih diskordancija u karbonatnim stijenama“ (IP-2014-09-80541, voditelj G. Durn). Stup je snimljen metodom sloj-na-sloj tako što se uzorkovao svaki sloj zasebno. Naslage podine uzorkovane su svakih 0,2 m (uzorci TJ-1 do TJ-36) dok su naslage krovine uzorkovane svakih 20-ak cm (uzorci TJK-1 do TJK-24). U okviru ovog rada istraženi su: podina emerzije u kamenolomu Tri Jezerca i mikroskopskih preparata (TJ-1 do TJ-36) prikupljenih u podinskim naslagama te krovina emerzije i 24 mikroskopska preparata (TJK-1 do TJK-24) prikupljena u krovinskim naslagama. Mikroskopski preparati napravljeni su na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu u Zagrebu.



Slika 9. Krovinske i podinske naslage te horizont gornjoaptske emerzije u kamenolomu Tri Jezerca (Foto: I. Perković).



Slika 10. Gornjoaptski diskontinuitet sa subaerski trošenim naslagama donjeg apta čiji se fragmenti mogu uočiti na slici 9 (gornjoaptska emerzija) i prvim krovinskim albskim naslagama u kamenolomu Tri Jezerca (Foto: M. Martinuš).



Slika 11. Krovinske albske naslage ispod kojih je vidljiva gornjoaptska emerzija u kamenolomu Tri Jezerca. Uzorci TJK 5–7 su fragmenti donjoaptskih naslaga u emerzijskom horizontu (Foto: I. Perković).

3.2. Laboratorijska istraživanja

Nakon što su uzorci prikupljeni i označeni na terenu slijedila je izrada mikroskopskih preparata. Preparati su napravljeni u laboratoriju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta. Svrha izrade mikroskopskih preparata je određivanje mikrofacijsa, tj. okoliša taloženja i mikrofosilnih zajednica. Kao što je ranije spomenuto, iz slijeda podinskih naslaga Tri Jezerca napravljeno je 36, a iz krovinskih naslaga napravljena su 24 mikroskopska preparata. Za potrebe ovog rada proučeni su svi preparati podinskih i krovinskih naslaga. Uzorci stijena prvo su izrezani dijamantnom pilom na pravokutne pločice debljine oko pola centimetra i širine oko tri centimetra. Takve pločice poliraju se na jednoj strani na staklenoj ploči uz pomoć praha 500 za poliranje. Suše se i lijepe na predmetno stakalce uz pomoć kanada balzama ili sintetičkog ljepila. Nakon što je pločica zalijepljena i ohlađena polira na ploči za brušenje i poliranje sa prahom 90, a zatim ponovo na staklenoj ploči sa prahom od 240 do 1000, ovisno o potrebi. Tako pripremljen preparat treba biti debljine 20 do 30 mikrometara kako bi bio pogodan za mikroskopiranje. Preparati su analizirani pod mikroskopom Axioplan (Opton), a određene mikrofosilne zajednice i mikrofacijsi fotografirani su kamerom Quick Photo Camera 3.0. S obzirom da su mikroskopski preparati karbonatnih stijena, strukturni tip vapnenaca određen je prema DUNHAM (1962) s nadopunom prema EMBRY & KLOVAN (1971). Mikrofacijsi su određeni pomoću priručnika SCHOLLE & ULMER-SCHOLLE (2003) te FLÜGEL (2004). Mikrofosilna zajednica određena je prema radovima VELIĆ (2007), CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011) i po potrebi referencama korištenim u tim radovima i dr.

4. Rezultati

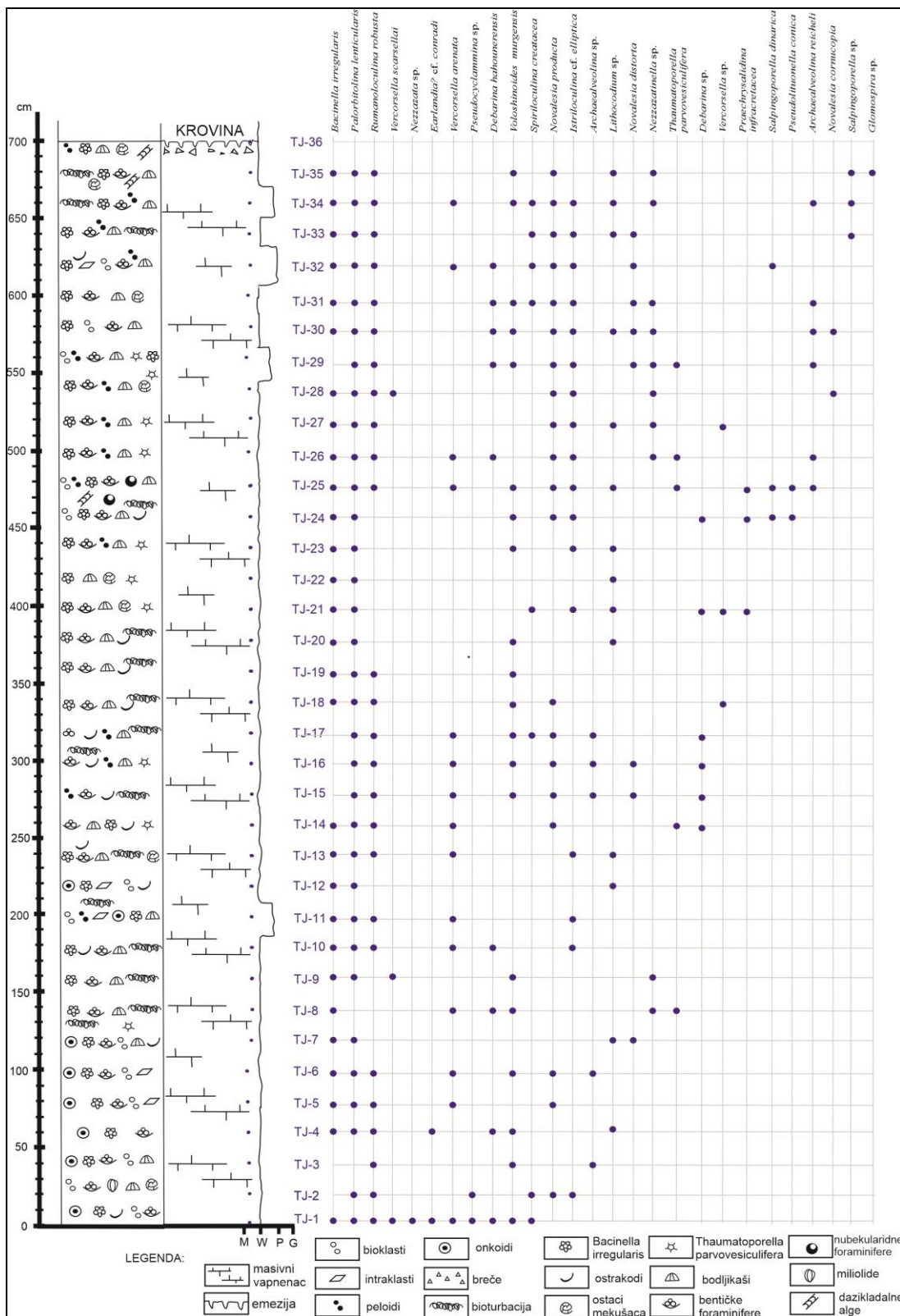
4.1. Podinske naslage gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca

Snimljeni detaljni geološki stup podine kamenoloma Tri Jezerca debljine je 7,0 m (slika 12). Uzeto je 36 uzoraka te napravljeno 36 mikroskopskih preparata. Uzorci su uzimani pravilnim razmacima od 20 cm. Podina kamenoloma je donjoaptske starosti, a sastoji se od masivnih vapnenaca. Mikrofacijesnom analizom utvrđeno je postojanje dva mikrofacijesna tipa (MF): bačinelsko-bioklastično-foraminiferski vekston (MF1) i bioklastično-peloidni vekston do pekston (MF2). U podinskim naslagama određeni su ovi MF podtipovi:

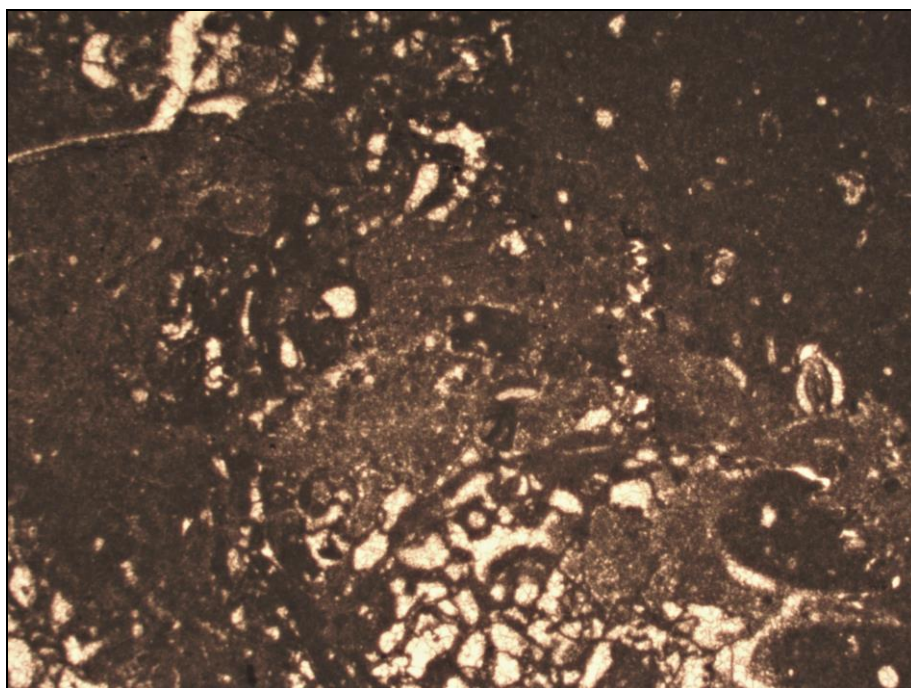
MF1a bačinelski vekston (slika 13). Nalazi se u preparatima TJ-1, TJ-3, TJ-4–TJ-9, TJ-12–TJ-13, TJ-18–TJ-23, TJ-26–TJ-28, TJ-30. U ovom podtipu prevladavaju bačinele i onkoidi bačinela. Osim bačinela prisutne su i bentičke foraminifere, rjeđe peloidi i intraklasti, dok su rijetko prepoznati fragmenti bodljikaša, ljušturice ostrakoda, fragmenti litokodijuma i mikritizirane taumatoporele. Također uočene su, iako vrlo rijetko, bioturbacije. Neki bačinelski vekstoni sadrže palorbitoline, a neki ne.

MF2a bioklastično-peloidni vekston (slika 14). Nalazi se u preparatima TJ-2, TJ-10, TJ-14–TJ-17, TJ-24–TJ-25, TJ-31, TJ-33, TJ-35, TJ-36. sadrži peloide i bioklaste bentičkih foraminifera, fragmente bodljikaša, rijetke fragmente bačinela, taumatoporela i ostrakoda. Javljaju se također i nubekularidne foraminifere, a vrlo rijetko dazikladalne alge te upitna pojava bioturbacija. Uzorak TJ-36 zadnji je u nizu podinskih naslaga i u njemu uočavamo blizinu subarskog izlaganja.

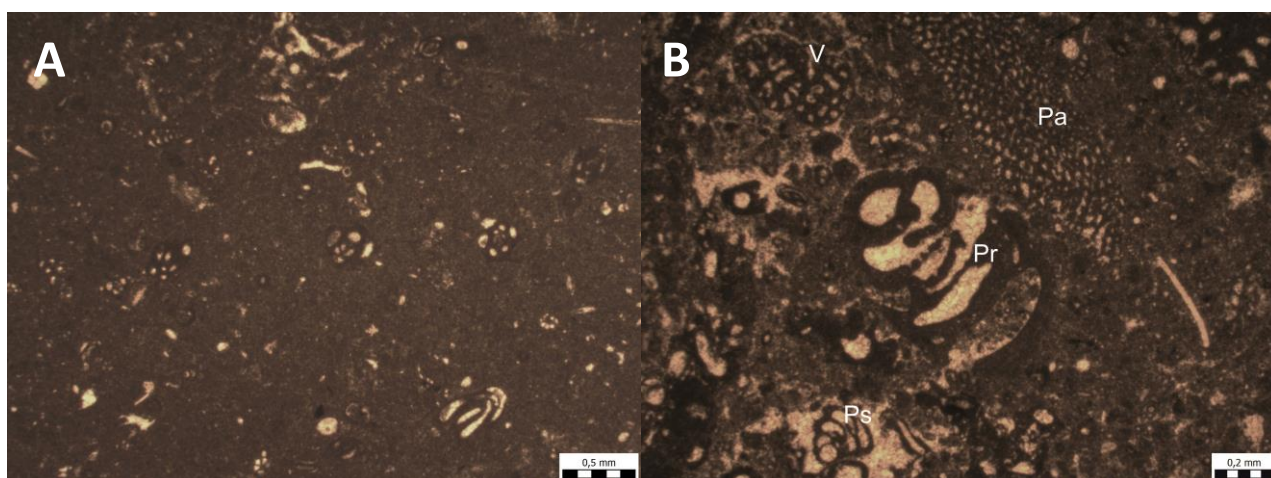
MF2b bioklastično-peloidni vekston do pekston (slika 15). Nalazi se u preparatima TJ-11, TJ-29, TJ32 i TJ-34. Uglavnom se sastoji od bioklasta bentičkih foraminifera, bodljikaša te peloida koji prevladavaju (uzorak TJK-32). Ostatak čine intraklasti i bačinelski onkoidi uz fragmente bodljikaša i moguće bioturbacije. U ovom mikrofacijesu bačinele su rijetke, pronalaze se u obliku pokojeg fragmenta. Uočene su i taumatoporele, a u litoklastima koji su prepoznati nalaze se bioklasti s rijetkim foraminiferama i fragmentima bodljikaša. Ostrakodi su u ovom mikrofacijesu vrlo rijetko prisutni. Uzorak TJ-34 u kojem također prevladavaju peloidi s prisutnim litokodijumima određen je kao pekston do grejnston zbog uočene mikrosparitne osnove.



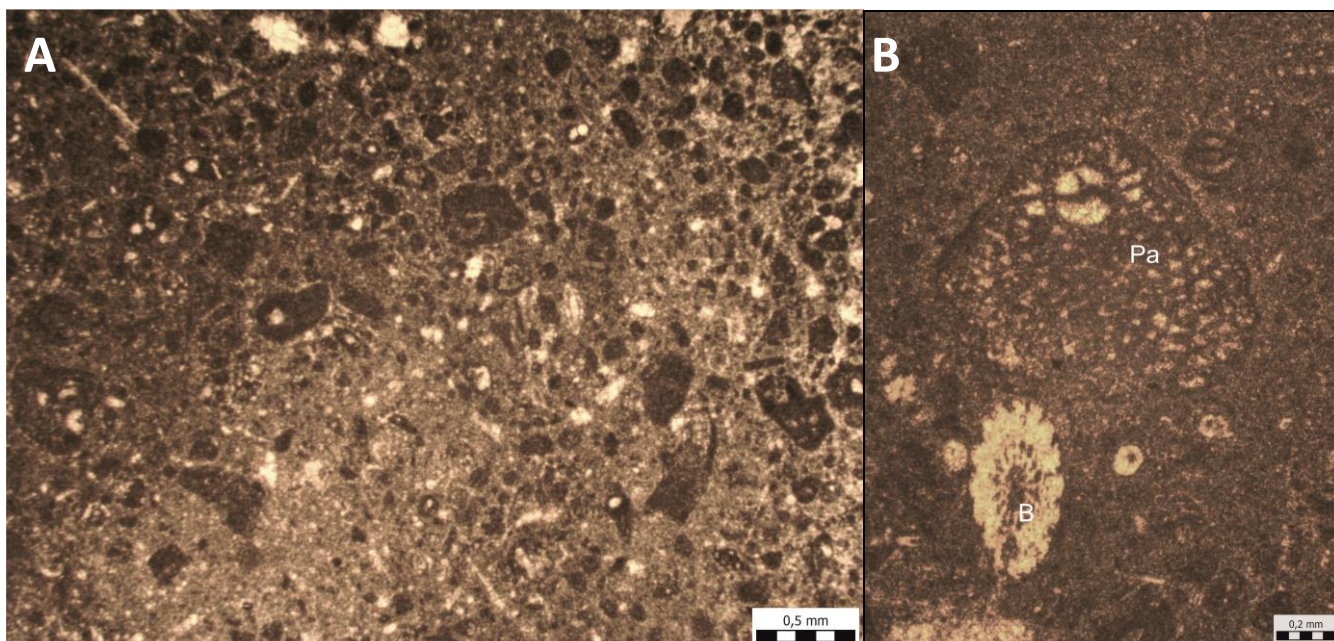
Slika 12. Geološki stup podinskih naslaga gornjoaptske emezrije kamenoloma Tri Jezerca.



Slika 13. Primjer mikrofacijesa MF1a bačineljski vekston s *Bacinella irregularis* starosti donji apt (uzorak TJ-5).



Slika 14. Primjer mikrofacijesa MF2a bioklastično-peloidni vekston. A.) bioklasti *Rumanoloculina robusta* (uzorak TJ-15), B.) bioklasti *Prachrysalidina infracretacea* (Pr), *Palorbitolina lenticularis* (Pa), *Voloshinoides murgensis* (V) i *Pseudolituonella conica* (Ps) (uzorak TJ-24). Oba uzorka su starosti donji apt.



Slika 15. Primjer mikrofacijesa MF2b bioklastično-peloidni vekston do pekston. A.) uzorak TJ-11, B.) *Palorbitolina lenticularis* (Pa) na kojoj se dobro vidi embrionalni aparat i spikula bodljikaša (B) (uzorak TJ-29). Oba uzorka su starosti donji apt.

Oba mikrofacijesa podine (MF1 i MF2) vrlo su slična, a rezultat toga je slična mikrofosilna zajednica koja je zastupljena uglavnom bentičkim foraminiferama. Slijedi niz mikrofosila određenih u podini istraživanog područja od najčešćih do najrjeđih u mikroskopskim preparatima:

Bentičke foraminifere:

Palorbitolina lenticularis, *Rumanoloculina robusta*, *Vercorsella scarsellai*, *Nezzazata* sp., *Earlandia?* cf. *conradi*, *Vercorsella arenata*, *Pseudocyclamina* sp., *Debarina hahounerensis*, *Voloshinoides murgensis*, *Spiriloculina cretacea*, *Novalesia producta*, *Istriloculina* cf. *elliptica*, *Archaealveolina* sp., *Novalesia distorta*, *Nezzazatinella* sp., *Debarina* sp., *Vercorsella* sp., *Praechrysalidina infracretacea*, *Pseudolituonella conica*, *Archaealveolina reicheli*, *Novalesia cornucopia*, *Glomospira* sp.

Vapnenačke alge:

Thaumatoporella parvovesiculifera, *Salpingoporella dinarica*, *Salpingoporella* sp.

Ostalo: *Bacinella irregularis*, *Lithocodium* sp.

Tablica 1. Opis i interpretacija izrađenih mikroskopskih preparata podine kamenoloma Tri Jezerca (M-madston, W-vekston, P-pekston, G-grejnston, F-floutston).

uzorak	strukturni tip	opis	fosilni sadržaj	interpretacija	starost	MF	slika
TJ-1	Bačinelско-foraminiferski W	Rijetki onkoidi bačinelа i ljuštura ostrakoda, rijetki bioklasti bodljikaša i ostataka mekušaca te bentičke foraminifere	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella scarsellai</i> , <i>Nezzazata</i> sp., <i>Earlandia?</i> cf. <i>conradi</i> ; <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Pseudocyclammina</i> sp., <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Spiriloculina cretacea</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	tabla 1 slika 8
TJ-2	Bioklastično-foraminiferski W	Sitni bioklasti bodljikaša i ostrakoda s bentičkim foraminiferama	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Spiriloculina cretacea</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Pseudocyclammina</i> sp., <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJ-3	Bačinelско-foraminiferski W	Rijetki onkoidi bačinelа s rijetkim bioklastima bodljikaša i bentičkim foraminiferama	<i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Archaealveolina</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	

TJ-4 (x2)	Bačinski W	Dominiraju bačinski onkoidi, javljaju se bentičke foraminifere	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> sp., <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Earlandia?</i> cf. <i>conradi</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ-5	Bačinski W	Dominiraju bačinski onkoidi, javljaju se bentičke foraminifere te peloidi i intraklasti	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	slika 5
TJ-6	Bačinski W	Javljaju se bačinele ali ne dominiraju, bentičke foraminifere, peloidi i intraklasti	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>Archaealveolina</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ-7	Bačinski W	Dominiraju bačinski onkoidi, javljaju se bentičke foraminifere, peloidi, rijetki fragmenti bodljikaša i ostrakoda, bioturbacije, mikritizirane taumatoporele	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> , <i>Novalesia distorta</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ-8	Bačinski W	Česte bačinele s rijetkim	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Debarina</i>	potplimna	donji apt	MF1a	

		bentičkim foraminiferama, fragmentima bodljikaša,bioturbacije	<i>hahounerensis Nezzazatinella</i> sp., <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Vercorsella arenata</i>	zona niske energije vode	(K ₁ ⁵)		
TJ-9	Bačinelški W	Česte bačinele s rijetkim bentičkim foraminiferama, fragmentima bodljikaša,bioturbacije	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Nezzazatinella</i> sp. <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Vercorsella scarsellai</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ-10	Bioklastično-foraminiferski W	Rijetke bačinele,ljuštore ostrakoda i bentičke foraminifere, fragmenti bodljikaša,bioturbacije	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticulari</i> , <i>Vercorsella arenata Debarina</i> <i>hahounerensis</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJ-11	Bioklastično-peloidni W-P	Dominiraju bioklasti, peloidi, intraklasti, neki onkoidi obrasli bačinelama, fragmenti bodljikaša, bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Bacinella irregularis</i>	potplimna zona povišene energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2b	slika 15
TJ-12	Bačinelški W	Dominiraju bačinelški onkoidi obrasli s litokodiumom, intraklast s bioklastima ostrakoda, jedna mikritizirana palorbitolina	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> sp., <i>Paleorbitolina lenticularis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	tabla 2 slika 2

TJ-13	Bačinski W	Česte bačinele s rijetkim bentičkim foraminiferama, fragmentima bodljikaša i ostacima mekušaca te vrlo rijetkim ostrakodima, litokodium,bioturbacije	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Rumanolocolina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Lithocodium</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	tabla 2 slika 1
TJ-14	Peloidno-bioklastični W	Česte bentičke foraminifere i fragmenti bodljikaša, manje rijetke upitne bačinele, taumatoporele i rijetki ostrakodi	<i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Rumanolocolina robusta</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Debarina</i> sp., <i>Bacinella irregularis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
Tj 15	Bioklastični W	Prevladavaju bentičke foraminifere, rijetki peloidi, ostrakodi,bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>N. distorta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Rumanolocolina robusta</i> , <i>Debarina</i> sp., <i>Archaealveolina</i> sp., <i>Voloshinoides murgensis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	slika 14
TJ 16	Bioklastični W	Prevladavaju bentičke foraminifere, rijetki peloidi, ostrakodi, fragmenti bodljikaša, taumatoporele, bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>N. distorta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Rumanolocolina robusta</i> , <i>Debarina</i> sp., <i>Archaealveolina</i> sp., <i>Voloshinoides murgensis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	tabla 1 slika 9 i 10

TJ 17	Bioklastični W	Prevladavaju bentičke foraminifere, peloidi rijetki ostrakodi, vrlo rijetki fragmenti bodljikaša, bioturbacije.	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Novallesia producta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Debarina</i> sp., <i>Archaealveolina</i> sp., <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Spiriloculina cretacea</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJ 18	Baćinelski W	Rijetke bentičke foraminifere i fragmenti bodljikaša, vrlo rijetki ostrakodi, litokodium, bioturbacije	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Novallesia producta</i> , <i>Vercorsella</i> sp., <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ 19	Baćinelski W	Rijetke bentičke foraminifere i fragmenti bodljikaša, vrlo rijetki ostrakodi, litokodium i bioturbacije	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	tabla 2 slika 3
TJ 20	Baćinelski W	Rijetke bentičke foraminifere i fragmenti bodljikaša, vrlo rijetki ostrakodi, litokodium i bioturbacije	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Lithocodium</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ 21	Baćinelski W	Rijetke bentičke foraminifere i fragmenti bodljikaša, rijetki ostaci mekušaca, litokodium i upitne taumatoporele	<i>Bacinella irregularis</i> , <i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Lithocodium</i> , <i>Spiriloculina cretacea</i> , <i>Debarina</i> sp., <i>Vercorsella</i> sp., <i>Praechrysalidina infracretacea</i> ,	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	

			<i>Istriloculina cf. elliptica</i>				
TJ 22	Bačinski W	Nema bentičkih foraminifera osim jednog presjeka paleorbitoline, rijetki fragmenti bodljikaša i gastropoda, litokodium i upitna taumatoporela	<i>Bacinella irregularis, Paleorbitolina lenticularis, Lithocodium sp.</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ 23	Bačinski W	Bentičke foraminifere, peloidi, fragmentima bodljikaša, litokodium i upitna taumatoporela	<i>Bacinella irregularis, Paleorbitolina lenticularis, Lithocodium sp., Istriloculina cf. elliptica, Voloshinoides murgensis</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ 24	Peloidno-bioklastični W	Prevladavaju bioklasti, bentičke foraminifere i nubekularidne foraminifere, rijetke bačinele, fragmenti bodljikaša, vrlo rijetke dasikladalne alge, ostrakodi i bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis, Istriloculina cf. elliptica, Voloshinoides murgensis, Bacinella irregularis, Praechrysalidina infracretacea, Pseudolituonella conica, Debarina sp., Novallesia producta, Salpingoporella dinarica</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	slika 14, tabla 1 slika 2–4
TJ 25	Bačinsko-peloidno-bioklastični W	Prevladavaju bioklasti i peloidi s manje prisutnim bačinelama, česte bentičke foraminifere i rijetki bioklasti bodljikaša i	<i>Paleorbitolina lenticularis, Istriloculina cf. elliptica, Voloshinoides murgensis, Rumanoloculina robusta, Bacinella irregularis, Praechrysalidina</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	tabla 1 slika 5–7

		litokodiuma	<i>infracretacea, Pseudolituonela conica, Vercorsella arenata, Archaealveolina reicheli, Novalesia producta, Salpingoporella dinarica, Thaumaporella parvovesiculifera, Lithocodium sp.</i>				
TJ 26	Bačinski W	Bačinele, bentičke foraminifere, peloidi, fragmenti bodljikaša i upitna taumatoporela	<i>Bacinella irregularis, Paleorbitolina lenticularis, Vercorsella arenata, Archaealveolina reicheli, Novalesia producta, Nezzazatinella sp, Debarina hahounerensis, Istriloculina cf. elliptica, Rumanoloculina robusta, Thaumaporella parvovesiculifera</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ 27	Bačinski W	Bačinele, bentičke foraminifere, peloidi, fragmenti bodljikaša i moguća taumatoporela, dio uzorka je bioklastično-peloidni G	<i>Bacinella irregularis, Paleorbitolina lenticularis, Istriloculina cf. elliptica, Rumanoloculina robusta, Vercorsella sp., Novalesia producta, Nezzazatinella sp., Lithocodium sp.</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	
TJ 28	Bačinski W	Bačinele, bentičke foraminifere, peloidi, fragmenti bodljikaša, ostaci mekušaca i gastropoda,	<i>Bacinella irregularis, Paleorbitolina lenticularis, Rumanoloculina robusta, Novalesia producta, Novalesia</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	

		upitna taumatoporela, dio uzorka je bioklastično-peloidni G	<i>cornucopia</i> , <i>Nezazzatinella</i> sp, <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Vercorsella scarselai</i>				
TJ 29	Peloidno-bioklastični W-P	Prevladavaju peloidi, bioklasti bodljikaša i bentičke foraminifere, taumatoporele i fragment bačinele	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Novallesia producta</i> , <i>N. distorta</i> , <i>Nezazzatinella</i> sp, <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>	potplimna zona povišene energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2b	slika 15
TJ 30	Bačinelški W	Bačinele, bioklasti bentičkih foraminifra i bodljikaša	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Novallesia producta</i> , <i>N. distorta</i> , <i>Novallesia cornucopia</i> , <i>Nezazzatinella</i> sp, <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Lithocodium</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1a	tabla 2 slika 4
TJ 31	Bioklastičn W	Bačinele, bentičke foraminifere, fragmenti bodljikaša i ostaci mekušaca	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Novallesia producta</i> , <i>N. distorta</i> ,	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	

			<i>Nezazzatinela</i> sp., <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>cretacea</i>				
TJ 32	Bioklastični P s litoklastima bioklastičnog M-W	M-W: u litoklastima prisutni bioklasti, rijetke bačinele, bentičke foraminifere, fragmenti bodljikaša i ostrakoda P: prevladavaju peloidi, prisutne bentičke foraminifere	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Novalesia producta</i> , <i>N. distorta</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Spiroloculina cretacea</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Salpingoporella dinarica</i>	potplimna zona povišene energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2b	tabla 2 slika 5
TJ 33	Bioklastični W	Bentičke foraminifere, fragmenti bodljikaša, rijetke bačinele i moguća biorurbacija, dio uzorka je peloidno-bioklastični P	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> sp., <i>Novalesia producta</i> , <i>N. distorta</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Spiroloculina cretacea</i> , <i>Salpingoporella</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJ 34	Bioklastični W-P	W: rijetke bačinele, litokodium, bioturbacije P, mjestimice G: prevladavaju	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> sp., <i>Novalesia producta</i> , <i>Istriloculina</i> cf. <i>elliptica</i> ,	potplimna zona povišene energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2b	tabla 2 slika 6

		peloidi, rijetke bentičke foraminifere i fragmenti bodljikaša	<i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Nezazzatinela</i> sp., <i>Spiroloculina cretacea</i> , <i>Salpingoporella</i> sp.				
TJ 35	Bioklastični W	Bioturbacije s bačinelom obraslom litokodijumom, bentičke foraminifere, fragmenti bodljikaša, ostaci mekušaca i moguća dazikladalna alga	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> sp., <i>Novalesia producta</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Nezazzatinela</i> sp., <i>Glomospira</i> sp., <i>Salpingoporella</i> sp.	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJ 36	Litoklastični F	1.) peloidno-bioklastični-rekristalizirani (mikrosparit) W s fragmentom bačinele, 2.) bioklastični W s bentičkim foraminiferama (palorbitolinom, pseudonumolokulinom) te dominantnim bioklastima ježinaca, ostacima mekušaca, i mogućim fragmentima alga. 3.) bioklastični rekristalizirani (mikrosparit) W	Bioklasti bodljikaša (fragmenti i spikule), ostaci mekušaca (gastropodi i školjkaši), bentičke foraminifere, manji udio peloida,bioturbacija	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	

4.2. Krovinske naslage gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca

Snimljeni detaljni geološki stup naslaga krovine gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca debljine je 4,30 m (slika 16). Uzeta su 24 uzorka te napravljeno 25 mikroskopskih preparata. Uzorci su uzimani u razmacima od 5 cm do 30 cm ovisno o zapažanjima na terenu (vidi sliku 16). U naslagama izloženim subaerskom djelovanju koje pripadaju gornjoaptskoj emerziji uzorkovani su i pronađeni fragmenti donjoaptskih naslaga (uzorci TJK-1a–TJK-7) dok ostali prikupljeni uzorci pripadaju krovinskim naslagama, tj. uzorkovani su iz slojevitih često laminiranih vapnenca albske vjerojatno gornjoalbske starosti. Mikrofacijesnom analizom utvrđena su četiri mikrofacijesa (MF1, MF2, MF3, MF4) od kojih su podtipovi MF1b i MF2a aptske starosti, (i pripadaju gore navedenim fragmentima, (uzorci TJK-1a–TJK-7), a MF3 i MF4 su albske, tj. gornjoalbske starosti (uzorci TJK-8–TJK-24).

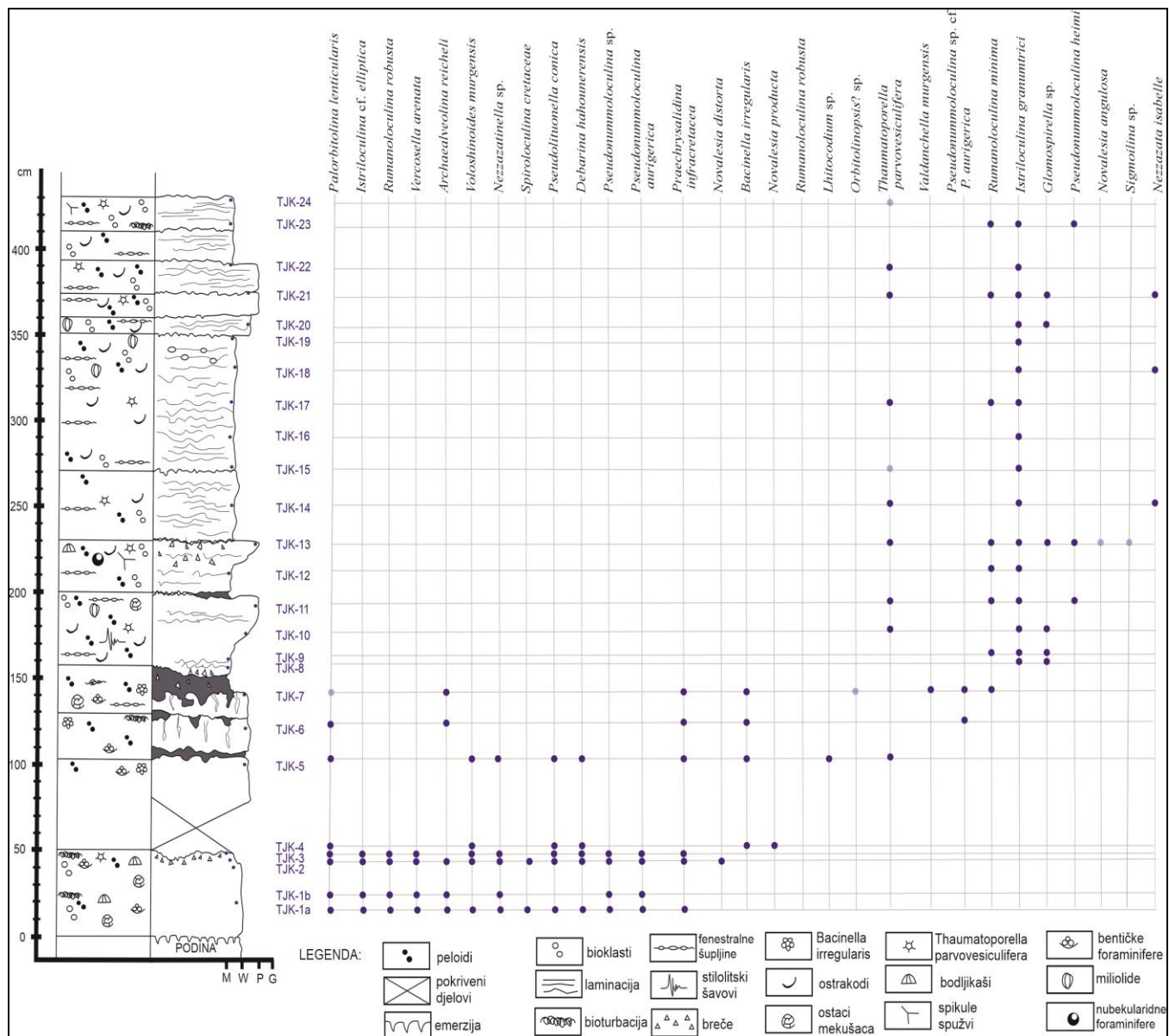
MF1b bačinelnski vekston do pekston (slika 17). Nalazi se u preparatima TJK-5–TJK-7. Ovaj podtip je nešto zrnastiji od MF1a. Karakterizira ga dominacija bačinelna te njihovo obraštanje s litokodijima. Javljaju se peloidi i bentičke foraminifere, mogući litoklasti i/ili bioturbacije s rijetkim fragmentima školjkaša i moguće briozoe. U vršnom djelu (uzorci TJK-6 i TJK-7) javljaju se rijetke fenestre i šupljine otapanja crvenkasto-smeđe boje koje ukazuju na subaersko izglaganje.

MF2a bioklastično-peloidni vekston (slika 18). Nalazi se u preparatima TJK-1a–TJK-4. Karakterizira ga pojava čestih bioklasta bodljikaša, kao što su fragmenti i spikule te ostatci mekušaca kao što su gastropodi i školjkaši. Javljaju se i bentičke foraminifere te manji udio peloida. Mjestimice su prisutne bioturbacije.

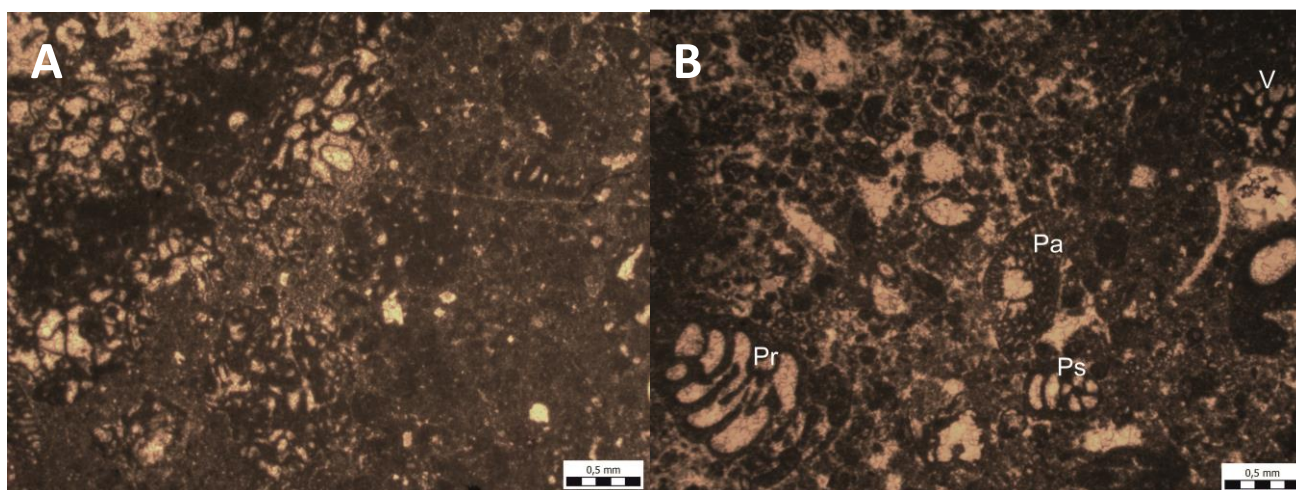
MF3 fenestralni madston do vekston (slika 19). Nalazi se u preparatima TJK-8, TJK-9, TJK-12, TJK-14–TJK-19, TJK-23 i TJK-24. Karakterizira ga pojava brojnih fenestra te peloidi i ljuštore ostrakoda. U pojedinim uzorcima javljaju se i stilolitski šavovi, peloidi, bioklasti od kojih su česte taumatoporele. Rijetka je pojava bentičkih foraminifera, a uz fenestre mogu se pronaći geopetalne ispune te su prisutne i cirkumgranularne pukotine.

MF4 laminirano bioklastično-peloidni vekston do pekston (slika 20). Nalazi se u preparatima TJK-10, TJK-11, TJK-13 i TJK-20–TJK-22. U ovom mikrofacijesu prevladavaju peloidi i fenestre. Javljaju se i ljušturice ostrakoda, taumatoporele, bioklasti

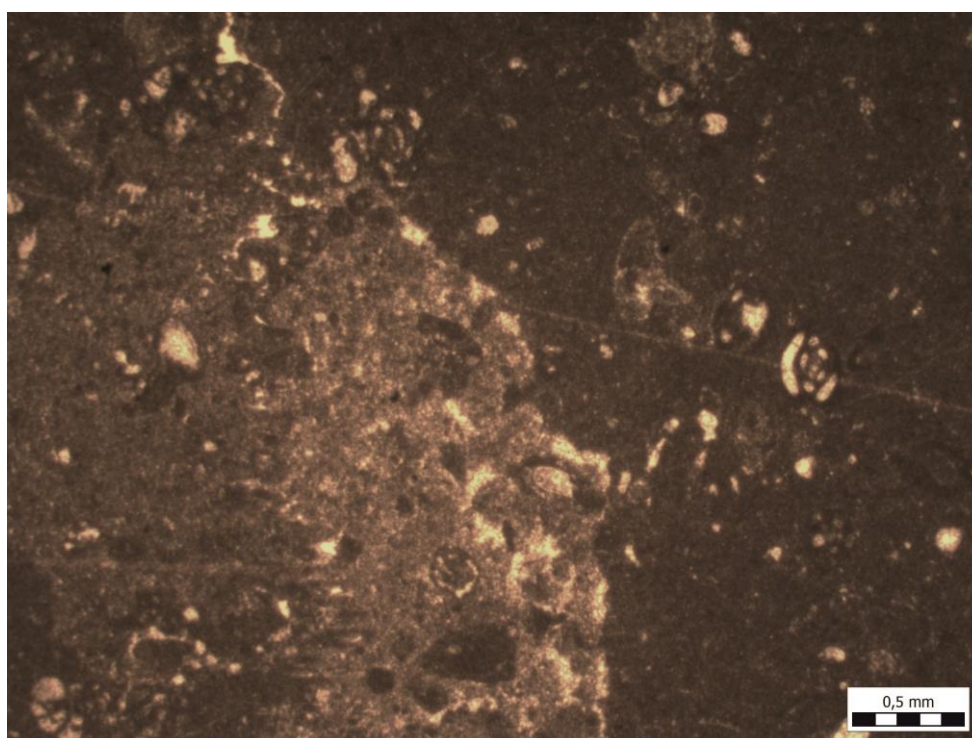
uglavnom miliolidnih foraminifera te rijetki gastropodi. Rijetko se pronalaze i nubekularidne foraminifere, spikule spužvi i geopetalne ispune.



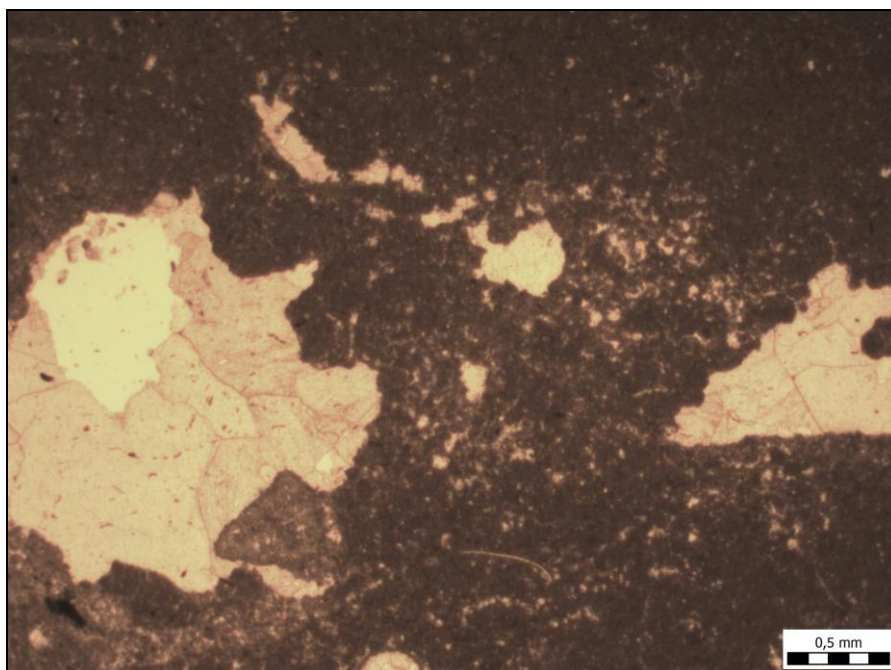
Slika 16. Geološki stup krovinskih naslaga gornjoaptske emerzije kamenoloma Trijezercje. Naslage koje upućuju na subaersko izlaganje mogu se uočiti u donjem dijelu stupa tj. u prvih 1.5 m.



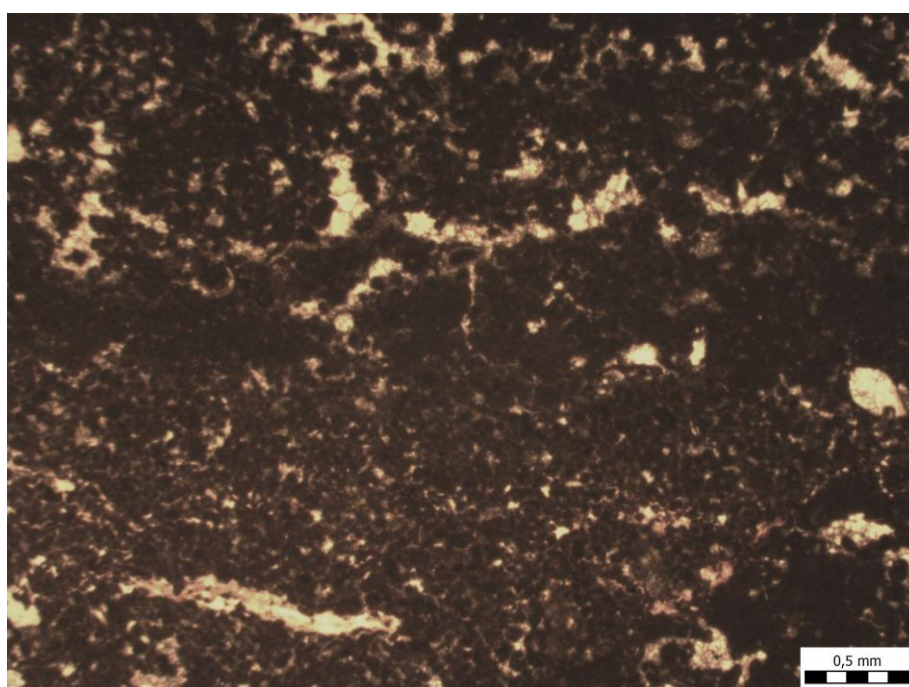
Slika 17. Mikrofacijesni tip MF1b bačinarski vekston do pekston. A.) s *Bacinnella irregularis* (uzorakTJK-7), B.) s *Palorbitolina lenticularis* (Pa), *Praechrysalidina infracretacea* (Pr), *Voloshinoides murgensis* (V), *Pseudolituonella conica* (Ps) (uzorakTJK-5).Oba uzorka su starosti donji apt.



Slika 18. Mikrofacijesni tip MF2a bioklastično-peloidni vekston s bioklastima *Rumanoloculina robusta* starosti donji apt (uzorak TJK-3).



Slika 19. Mikrofacijes tip MF 3 fenestralni madston do vekston starosti alb/gornji alb (uzorak TJK-8).



Slika 20. Mikrofacijesni tip MF4 laminiran i fenestralni bioklastično-peloidni vekston do pekston starosti alb/gornji alb (uzorak TJK-21).

Mikrofosilnu zajednicu u uzorcima donjoaptskih fragmenata u donjem dijelu slijeda koji pokazuje obilježja subaerskog izlaganja (uzorci TJK1a–TJK7) predstavljaju tipični taksoni donjega apta, a to su:

Bentičke foraminifere: *Palorbitolina lenticularis*, *Istriloculina* cf. *elliptica*, *Rumanoloculina robusta*, *Vercosella arenata*, *Archaealveolina reicheli*, *Voloshinoides murgensis*, *Nezzazatinella* sp., *Spiroloculina cretaceae*, *Pseudolituonella conica*, *Debarina hahounerensis*, *Praechrysalidina infracretacea*, *Novalesia distorta*, *N. producta*. Prisutnost primjeraka *Pseudonummoloculina* sp., *Pseudonummoloculina aurigerica*, *Rumanoloculina minima*, *Orbitolinopsis?* sp.

Vapnenačke alge:

Thaumatoporella parvovesiculifera

Ostalo:

Bacinella irregularis, *Lithocodium* sp.

Mikrofosilnu zajednicu alba/gornjeg alba krovine od češćih prema rjeđim vrstama čine:

Bentičke foraminifere:

Istriloculina granumtrici, *Glomospirella* sp., *Pseudonummoloculina heimi*, *Novalesia angulosa*, *Sigmoilina?* sp., *Nezzazata isabellae*

Vapnenačke alge:

Thaumatoporella parvovesiculifera

Tablica 2. Opis i interpretacija izrađenih mikroskopskih preparata podine kamenoloma Tri Jezerca (M-madston, W-vekston, P-pekston).

uzorak	strukturni tip	opis	fosilni sadržaj	interpretacija	starost	MF	slika
TJK-1a	Bioklastični W	Bioklasti bodljikaša (fragmenti i spikuke), ostaci mekušaca (gastropoda i školjkaša), bentičke foraminifere i manji udio peloida	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Istriloculina cf. elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Nezzazatinella sp.</i> , <i>Spiroloculina cretacea</i> , <i>Pseudolituonella conica</i> , <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Pseudonummoloculina sp.</i> , <i>Pseudonummoloculina aurigerica</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJK-1b	Bioklastični W	Bioklasti bodljikaša (fragmenti i spikuke), ostaci mekušaca (gastropoda i školjkaša), bentičke foraminifere, manji udio peloida i bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Istriloculina cf. elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Nezzazatinella sp.</i> , <i>Pseudonummoloculina sp.</i> , <i>Pseudonummoloculina aurigerica</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	tabla 3 slika 1

TJK-2	Bioklastični W	Bioklasti bodljikaša (fragmenti i spikule), ostaci mekušaca (gastropoda i školjkaša), bentičke foraminifere, manji udio peloida i bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Istriloculina cf. elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Pseudonummoloculina sp.</i> , <i>Pseudonummoloculina aurigerica</i> , <i>Novalesia distorta</i> , <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Nezzazatinella sp.</i> , <i>Spiroloculina cretacea</i> , <i>Pseudolituonella conica</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	tabla 3 slika 2
TJK-3	Bioklastični W	Bioklasti bodljikaša (fragmenti i spikuke), ostaci mekušaca (gastropoda i školjkaša), bentičke foraminifere, manji udio peloida i bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Istriloculina cf. elliptica</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Vercorsella arenata</i> , <i>Pseudonummoloculina sp.</i> , <i>Pseudonummoloculina aurigerica</i> , <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Nezzazatinella sp.</i> , <i>Pseudolituonella conica</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i> , taumatoporele	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	slika 17, tabla 3 slika 3 i 4

TJK-4	Bioklastični W	Bioklasti bodljikaša (fragmenti i spikuke), ostaci mekušaca (gastropoda i školjkaša), bentičke foraminifere, manji udio peloida i bioturbacije	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Novallesia producta</i> , <i>Rumanoloculina robusta</i> , <i>Pseudolituonella conica</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i>	potplimna zona niske energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF2a	
TJK-5	Bačinski W-P	Prevladavaju bačinele koje obraštaju s litokodijima, peloidi i bentičke foraminifere	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella irregularis</i> , <i>Lithocodium</i> sp., <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Voloshinoides murgensis</i> , <i>Nezzazatinella</i> sp., <i>Pseudolituonella conica</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>	potplimna zona povišene energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1b	slika 18, tabla 3 slika 6 i 7
TJK-6	Bačinski W-P	Prevladavaju bačinele, peloidi, bentičke foraminifere, litoklast ili bioturbacija, vidljive šupljine otapanja crvenkasto-smeđe boje (ukazuje na subaersko izlaganje tj. željezo na rubovima šupljina)	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>dominira Bacinella irregularis</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Pseudonummoloculina</i> sp. cf. <i>P. aurigerica</i>	potplimna zona povišene energije vode	donji apt (K ₁ ⁵)	MF1b	tabla 3 slika 5
TJK-7	Bačinski	Bačinele, peloidi, bentičke	<i>Paleorbitolina lenticularis</i> , <i>Bacinella</i>	potplimna zona	donji apt	MF1b	slika 18,

	W-P	foraminifere, litokodijumi, fragmenti školjkaša i moguće briozoa, rijetke fenestre te pukotine s crveno-smeđim ispunama, bioturbacije	<i>irregularis</i> , <i>Praechrysalidina infracretacea</i> , <i>Archaealveolina reicheli</i> , <i>Debarina hahounerensis</i> , <i>Valdanchella murgensis</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> <i>Pseudonummoloculina</i> sp. cf. <i>P. aurigerica</i> , <i>Orbitolinopsis?</i> sp.	povišene energije vode	(K ₁ ⁵)		tabla 3 slika 8 i 9
TJK-8	Fenestralni M-W	Fenestre, peloidi, karapaksi ostrakoda	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Glomospirella</i> sp.?	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	slika 19
TJK-9	Fenestralni M-W	Fenestre, peloidi, karapaksi ostrakoda, stilolitski šavovi	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Glomospirella</i> sp., <i>Rumanoloculina minima</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	
TJK-10	Laminirani fenestralno- peloidni W-P	Fenestre, peloidi, karapaksi ostrakoda, taumatoporele	<i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Glomospirella</i> sp.	plimna zona povišene energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF4	tabla 5 slika 1
TJK-11	Bioklastično- peloidni P	Bioklasti uglavnom miliolidnih foraminifera, peloidi, fenestre, rijetki gastropodi	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Sitnije Pseudonummoloculina heimi</i>	plimna zona povišene energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF4	

TJK-12	Fenestralni M-W	Dominiraju fenestre, peloidi i vrlo rijetki bioklasti	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> ?	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	
TJK-13	Bioklastično- peloidni P	Prevladavaju peloidi, rjeđi bioklasti foraminifera i taumatoporela, nubekularidne foraminifere, spikule spužvi, karapaksi ostrakoda	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> , <i>Pseudonummoloculina heimi</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Novalesia angulosa</i> , <i>Sigmoilina?</i> sp., <i>Glomospirella</i> sp.	plimna zona povišene energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF4	tabla 5 slika 5 i 6
TJK-14	Fenestralni M s laminiranim peloidno- bioklastičnim W	M: Fenestre, sitni bioklasti, bioturbacija W: peloidi, bioklasti, taumatoporele, ostrakodi	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Nezzazata isabellae</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	tabla 4 slika 3 i 6
TJK-15	Laminirani bioklastično- peloidni W- M	Peloidi, fenestre, bioklasti rijetkih foraminifera i karapaksa ostrakoda	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera?</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	
TJK-16	Fenestralni M-W	Sitne fenestre, karapaksi ostrakoda	<i>Istriloculina granumtrici</i>	plimna zona niske energije	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	

				vode			
TJK-17	Fenestralni M-W	Fenestre (geopetalne ispune), karapaksi ostrakoda, cistične taumatoporele	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera?</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	tabla 4 slika 4
TJK-18	Fenestralni M-W	Fenestre, peloidi, cirkumgranularne pukotine, bioklasti miliolida i rijetki karapaksi ostrakoda	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Nezzazata isabellae</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	tabla 4 slika 5 i 7
TJK-19	Fenestralni M-W	Fenestre, rjeđe peloidi, cirkumgranularne pukotine, vrlo rijetki bioklasti miliolida i karapaksi ostrakoda	<i>Istriloculina granumtrici</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	
TJK-20	Peloidno- fenestralni W-P	Peloidi, fenestre, bioklasti ostrakoda i vrlo rijetkih miliolida	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Glomospirella</i> sp.	plimna zona povišene energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF4	tabla 5 slika 3
TJK-21	Fenestralno- peloidni P	Prevladavaju peloidi i fenestre (geopetalne ispune) uz rjeđe bioklaste ostrakoda, taumatoporele	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> , <i>Glomospirella</i> sp., <i>Nezzazata isabellae</i>	plimna zona povišene energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF4	slika 20, tabla 5 slika 2

TJK-22	Fenestralno-peloidni P	Prevladavaju peloidi i fenestre uz rjeđe bioklaste ostrakoda, taumatoporele	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i>	plimna zona povišene energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF4	tabla 5 slika 4
TJK-23	Fenestralno-bioklastični M-W	Prevladavaju bioklasti (spikule spužvi), fenestre, upitni peloidi, rijetki karapaksi ostrakoda, bioturbacije	<i>Istriloculina granumtrici</i> , <i>Rumanoloculina minima</i> , <i>Pseudonummoloculina heimi</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	.MF3	tabla 4 slika 2
TJK-24	Rekristalizirani fenestralni M-W	Fenestre, peloidi, cirkumgranularne pukotine, vrlo rijetki bioklasti miliolida i ostrakoda	<i>Thaumatoporella parvovesiculifera?</i>	plimna zona niske energije vode	alb/gornji alb (K ₁ ⁶)	MF3	tabla 4 slika 1

5. Rasprava

Predmet istraživanja bili su donjokredni vapnenci otkriveni u kamenolomu Tri Jezerca u Istri koji obuhvaćaju neposrednu podinu i krovinu gornjoaptske emerzije

Istraživani slijed Tri Jezerca dio je plitkomorskih donjokrednih naslaga središnjeg dijela zapadne Istre i pripada strukturnoj jedinici Zapadnoistarska antiklinala čija je jezgra izgrađena od naslaga srednje i gornje jure, a krila od naslaga kredne i eocenske starosti (VELIĆ i sur., 2003). To područje se još naziva i *Crvena Istra* prema zemlji crvenici (VELIĆ i sur., 1995). Mezozojske karbonatne naslage Istre nastale su na sjeverozapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme (AdCP) koja se tijekom starije krede nalazila unutar Tethysa i bila manje-više izolirana od kopnenog utjecaja (VLAHOVIĆ i sur., 2005).

5.1. Litostratigrafija naslaga kamenoloma Tri Jezerca

Slijed naslaga u kamenolomu Tri Jezerca sastoji se od podine i krovine gornjoaptske emerzije koja je ovisno o lokaciji trajala između 11 i 19 milijuna godina (VELIĆ i sur., 1989). Ovaj emerzijski horizont važan je marker koji označava granicu druge megasekvencije starosti mlađi titon–stariji apt i treće megasekvencije starosti mlađi alb–stariji kampan (TIŠLJAR i sur., 1995). Podina gornjoaptske emerzije u kamenolomu Tri Jezerca odgovara vršnom dijelu posljednje formacije druge megasekvencije, formacije *Kanfanar*. Formacija *Kanfanar* se prema VLAHOVIĆ i sur. (2002) sastoji od karakterističnih žućkastih madstona i bačinelskih floutstona s onkoidima i rijetkim kršjem rekvijenidnih školjakaša prema kojem je nazvan arhitektonsko-građevni kamen *Istarski žuti*. Debljina ovih naslaga u okolici sela Selina pa tako i u kamenolomu Tri jezerca je od 10 do 14 m (TIŠLJAR i sur., 1995). Sastav ovih vapnenaca sličan je bez obzira na njihovu debljinu i prostiru se od Lakovića u središnjoj Istri, preko Seline, Limske drage, Kanfanara, Krmeda i Bala do Velog Brijuna u jugozapadnoj Istri (TIŠLJAR i sur., 1995).

U istraživanom kamenolomu formacija se sastoji mikrofacijesa MF1a, MF2a i MF2b. Najčešći mikrofacijes u podini je MF1a (bačinelski vekston) u kojem prevladavaju bačinele i onkoidi bačinele, prisutne su i bentičke foraminifere, rjeđe peloidi i intraklasti, dok su rijetko prepoznati fragmenti bodljikaša, ljušturice ostrakoda, fragmenti litokodijuma i mikritizirane taumatoporele. MF1a čini donji i srednji dio podine, u najdonjem djelu

sadrži onkoide bačinela, a prema gore samo bačinele bez onkoida. MF2a (bioklastično-peloidni vekston) javlja se rjeđe kroz cijelu podinu, a dominira u vršnom djelu. Sadrži peloide i bioklaste bentičkih foraminifera, fragmente bodljikaša, rijetke fragmente bačinela, taumatoporela i ostrakoda. Javljaju se također i nubekularidne foraminifere, a vrlo rijetko dazikladalne alge te upitna pojava bioturbacija. Mikrofacijes MF2b (bioklastično-peloidni vekston do pekston) krupnozrnastiji je od MF2a. Vrlo je rijedak u podinskim naslagama, uglavnom se sastoji od bioklasta bentičkih foraminifera, bodljikaša te peloida. Ostatak čine intraklasti i bačinelski onkoidi te moguće bioturbacije. U ovom mikrofacijesu bačinele, taumatoporele i ostrakodi su rijetke. U uzorcima nisu uočeni rekvijenidni školjkaši. Prema VLAHOVIĆU i sur. (2002) u formaciji *Kanfana* česti mikrofosili su *Bacinella irregularis*, alga *Salpingoporella dinarica*, a od foraminifera su određene *Palorbitolina lenticularis*, *Sabaudia briacensis*, *S. minuta*, *Vercorsella laurenti*, *V. scarsellai* i dr. Prema dobivenim rezultatima terenskog i mikroskopskog istraživanja u ovome radu dominantni mikrofosil je također *Bacinella irregularis* (tabla2, slika 2; tabla3, slika6) ali *Salpingoporella dinarica* (tabla1, slika 4) je vrlo rijetka, pojavljuje se u svega tri mikroskopska preparata (više u poglavlju 5.3. Starost istraživanih naslaga). Od bentičkih foraminifera najčešće su *Palorbitolina lenticularis* (tabla 1, slika 1; tabla 2, slika 3; tabla 3, slika 1 i 7; tabla 5, slika 1), *Rumanoloculina robusta* (tabla 1, slika 9 i 10) i *Vercorsella scarsellai*, a , *Sabaudia briacensis*, *S. minuta* i *Vercorsella laurenti* nisu pronađene.

Prije same emerzije, u zadnjoj točki podine (TJ-36) uočava se blizina subaerskog izlaganja na temelju brečoidnog trošenja koje je nastalo bioturbacijama uslijed smanjenja sedimentacije. Slijedi emerzija koja se dogodila se u različito vrijeme na različitim prostorima današnje Istre zbog nejednolično izražene sinsedimentacijske tektonike i eustatičkih promjena. U kamenolomu Tri jezerca dogodila se krajem starijeg apta i njena oscilirajuća transgresijska faza trajala je sve do alba/mlađeg alba. Gornjoaptska emerzija predstavljena je sivozelenom glinom taloženom na intenzivno okršenim škrapastim piramidalnim ostacima tamnosivih do crnih vapnenaca madstona do vekstona (TIŠLJAR i sur., 1995). Emerzijske gline sadrže do 26 % karbonata prema rendgenskim analizama te ilit kao glavni mineral, montmorilonit, klorit i mali udio kvarca, albita i zeolita, a one sa udjelom karbonata i do 64 % prelaze u lapore (TIŠLJAR i sur., 1995). Vapnenci u emerzijskom horizontu su zapravo fragmenti donjeg apta i sadrže donjoaptsku faunu. U njima su određeni mikrofacijesi MF1b i MF2a. MF1b (bačinelski vekston do pekston) krupnozrnastiji je podtip od MF1a. Karakterizira ga dominacija bačinela te njihovo

obraštanje s litokodijima. Javljaju se peloidi i bentičke foraminifere, mogući litoklasti/bioturbacije s rijetkim fragmentima školjkaša i moguće brioze. U vršnom djelu javljaju se rijetke fenestre i šupljine otapanja crvenkasto-smeđe boje koje ukazuju na subaersko izglaganje. MF2a (bioklastično-peloidni vekston) je sitnozrnastiji od podinskog MF2b. Karakterizira ga pojava čestih bioklasta bodljikaša, kao što su fragmenti i spikule te ostatci mekušaca kao što su gastropodi i školjkaši. Javljaju se i bentičke foraminifere te manji udio peloida.

Nakon emerzije i gornjoaptskog diskontinuiteta sa subaerski trošenim naslagama donjeg apta dolaze prve krovinske albske naslagae. Treća megasekvencija u albu započinje formacijom *Pula*. U ovoj formaciji javlja se pravilna izmjena madstona, peloidnih pekstona i bioklastično-intraklastičnih foraminiferskih grejnstona te rijetkih proslojaka krupnokristalastih dolomita. Nađene su brojne bentičke foraminifere, zelene alge te puževi tipa *Nerinea fleuriaui* i *N. cretacea* te školjkaši iz roda *Chama* (TIŠLJAR i sur., 1995). U kamenolomu Tri Jezerca u gornjoalbskim naslagama izmjenjuju se mikrofacijesi MF3 (fenestralni madston do vekston) i MF4 (laminirani fenestralno-bioklastično-peloidni vekstoni do pekston). Oba su mikrofacijesa podjednako su zastupljena. U MF3 prisutni su bioklasti od kojih su česte taumatoporele i ljuštore ostrakodadok su bentičke foraminifere rijetke. Uz fenestre mogu se pronaći stilolitski šavovi, geopetalne ispune i cirkumgranularne pukotine. U MF4 prevladavaju peloidi i fenestre, a od bioklasta nalazimo ljušturice ostrakoda (tabla 5, slika 2 i 4), taumatoporele, miliolidne foraminifere te rijetke gastropode. Rijetko se pronalaze i nubekularidne foraminifere, spikule spužvi i geopetalne ispune. Vrste koje prevladavaju su *Istriloculina* cf. *granumtrici* (tabla 4, slika 4 i 6), *Rumanoloculina minima* (tabla 5, slika 5), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (tabla 2, slika 1).

5.2. Taložni okoliši

Na temelju CVETKO TEŠOVIĆ (2011) te određenih bentičkih foraminifera, litoloških i bioloških karakteristika rekonstruirani su sedimentološki okoliši i uvjeti koji su postojali u starijoj kredi u zapadnoj Istri.

5.2.1. Taložni okoliši podine

Za donjoaptke naslage kamenoloma Tri Jezerca rekonstruirani su niskoenergetski plićaci i lagune u kojima se taložila velika količina sitnog karbonatnog detritusa. Sedimentacija je bila vrlo spora, a ona se očituje tankim slojem naslaga u relativno dugom geološkom periodu. U razdobljima s velikim donosom, stvaranjem i taloženjem karbonatnog mulja taloženi su madstoni, a u razdobljima spore sedimentacije mulja u plićacima ili lagunama, rasle su alge i cijanobakterije uz stvaranje onkoida u kojima su vidljive bioturbacije (TIŠLJAR i sur., 1995). U kamenolomu Tri jezera otvoreno je gornjih 10 m onkolitnih vapnenaca, koji pokazuju utjecaj relativnog snižavanja morske razine kao najavu početka regresije i emerzije (TIŠLJAR i sur., 1995). Jedan od tih elemenata je pojava bioturbacije srednjeg i vršnog dijela što upućuje na slabu sedimentaciju te efekt nekadašnjog okršavanja. Tijekom transgresivne faze dolazi do stvaranja dubljevodnih okoliša koje karakterizira velika biološka raznovrsnost. Na temelju litoloških obilježja i mikrofosilnih zajednica donjeg apta razlikujemo dva mikrofacijesa MF1 (MF1a) i MF2 (MF2a, MF2b). Bačinelski vekston (MF1a) zbog pojave vrste *Bacinella irregularis* upućuje na taloženje u nešto dubljim potplimnim okolišima. Za MF1a rekonstruiran je okoliš mirne lagune s niskom energijom vode u kojoj su mogli nastajati bačinelski onkoidi kotrljanjem po njenom dnu, dok je *Palorbitolina lenticularis* dominantna tijekom visokih razina mora. Pronađena je u gotovo svim uzorcima podinskih naslaga, dakle u oba mikrofacijesa podine osim nekoliko iznimaka (uzorci TJ-2, TJ-3 i TJ-8). Upravo *P. lenticularis* ukazuje na podizanja morske razine i eutrofikaciju izazvanu oceanskim anoksičnim eventom (OAE 1) (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011) te je najbolji indeks fosil za donji apt. OAE 1 na granici apt-alb je pojava manjka ili potpunog nedostatka kisika u okolišu (< 0,2 ml/l) uz visoki sadržaj organske tvari, što dovodi do osiromašenja ili potpunog odumiranja flore i faune. Stijene nastale u takvim uvjetima tamne su boje i sadrže veći udio organske tvari u obliku bitumena ili kerogena (BRČIĆ, 2015). U plitkomorskim uvjetima najvažniji uzrok takvih događaja je vrlo velika biološka produkcija uslijed povećanog donosa nutrijenata, a u okolišima vrlo slabe cirkulacije vode (BRČIĆ, 2015). MF2a nastao je u sličnom lagunskom potplimnom okolišu ali sa blago povećanom energijom vode.

U sličnom potplimnom okolišu taložen je i drugi mikrofacijes podine bioklastično-peloidni vekston do pekston (MF2b). Ovaj mikrofacijes ukazuje na gornji dio potplimnog okoliša zaštićene karbonatne platforme s nešto većom energijom vode od MF1a i MF2a.

Spora sedimentacija očituje se pojavom bioturbacija koja je također vidljiva u oba mikrofacijesa podine. Zadnja uzorak stijena podine (TJ-36) je litoklastični floutston s različitim litoklastima koji predstavlja ostatke emerzijskih breča i konglomerata. Kraj taloženja u zapadnoj Istri karakterizira oplićavanje i dugo razdoblje subarskog izlaganja. Ovi facijesi podine predstavljaju regionalni događaj djelomičnog potapanja karbonatne platforme (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011).

5.2.2. Taložni okoliši krovine

Nakon regionalne donjoaptske emerzije u krovinskim naslagama slijedi horizont izložen subarskom trošenju koji odjeljuje donji apt od gornjeg alba. Ovaj horizont nastao je u uvjetima oscilirajuće transgresije tijekom alba/gornjeg alba što se manifestiralo pojavom slojeva periplimnih vapnenaca, visokoenergetskih brečokonglomerata, *black pebble* breča i tri do šest kraćih emerzija (TIŠLJAR i sur., 1995). Ova faza sa ciklusima oplićavanja naviše uočljiva je u uzorcima od TJK-1a do TJK-7. Okršeni vapnenci predstavljaju emerzijske ostatke donjoaptskih vapnenaca taloženih u lagunama i periplimnim plićacima. Ovi morski okoliši su snižavanjem morske razine pretvoreni u slane močvare u kojima se nakupljala organska tvar u reduktivnim uvjetima te uzrokovala zacrnjenje podinskih brečiranih vapnenaca (TIŠLJAR i sur., 1995). Mikrofacijesi MF1b i MF2a krovine također pripadaju *Palorbitolina lenticularis* superzoni. U donjoaptskom horizontu krovine također je prisutna bioturbacija koja ukazuje na sporu sedimentaciju.

Nakon horizonta oscilirajuće transgresije ulazimo u alb/gornji alb s točkom TJK-8. Za razliku od donjoaptske mikrobiološke raznolikosti, fauna alba/gornjeg alba svodi se na svega nekoliko taksona. Krovinske albske naslage zajedno s emerzijskim glinama tvore ciklus pokrupnjavanja naviše, kao rezultat taloženja u uvjetima porasta energije vode od niskoenergetskih do visokoenergetskih plićaka periplimne zone. U krovinskim naslagama gornjeg alba određena su dva mikrofacijesna tipa: MF3 i MF4. Fenestralni madston do vekston (MF3) je prvi mikrofacijes u naslagama gornjeg alba nakon oscilirajuće transgresije. Taložen je u plitkim restriktivnim uvjetima na koje upućuju sitne miliolidne foraminifere i ljušturice ostrakoda te česte fenestralne šupljine. Također u uzorku TJK-9 vidljive su i stilolitske pukotine koje su posljedica tlačnog otapanja, a u uzorku TJK-17 javljaju se geopetalne šupljine koje pokazuju položaj dna, tj. mogu ukazivati na usipavanje materijala u vadoznoj zoni. Drugi mikrofacijes gornjeg apta, MF4 je bioklastično-peloidni vekston do pekston također taložen u plimnoj zoni, ali sa nešto većom energijom vode. U

ovom facijesu prevladavaju peloidi, a javljaju se i rijetke fenestre. Pojava peloida u oba mikrofacijesa gornjeg alba ukazuju na mirniji okoliš, tj. donji dio plimne zone. Alb je predstavljen uglavnom miliolidnim rodovima kao što je *Istriloculina* cf. *granumtrici* te rijetkim *Glomospirella* sp. (tabla 5, slika 3) i *Pseudonummoloculina aurigerica* (tabla 3, slika 2 i 3), koje predstavljaju restriktivne plitke taložne uvjete (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011). U albu dolazi do oplićavanja taložnog okoliša koje se očituje pojavom laminiranih madstona do vekstona sa fenestrama (MF3) te je u vršnom uzorku TJK-24 pronađen je oogonij hara (Tabla 4, slika 1) koji ukazuje na natplimni oslađeni okoliš.

5.3. Starost istraživanih naslaga

Starost istraživanih naslaga u ovom radu određena je prema dosadašnjim istraživanjima, posebno CVETKO TEŠOVIĆ (2011), gdje je integrirana biostratigrafija i kemostratigrafija (izotopi $\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{18}\text{O}$) donjokrednih naslaga u kojem su korišteni podaci dotadašnjih relevantnih radova koji se odnose na donjokredne mikrofosile tj. mikrofosilne zajednice (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011, vidi Fig. 9.).

Naslage starosti starijeg apta (K_1^5) u kamenolomu Tri Jezerca protežu se od uzorka TJ-1 do TJ-36 u podini. Fragmenti donjoaptskih stijena javljaju se i u emerzijskom horizontu gornjeg apta od točke TJK-1 do točke TJK-7. Vrste određene u ovom radu karakteristične za stariji barem i stariji apt su *Rumanoloculina robusta*, *Spiroloculina cretacea* (tabla 2, slika 6), *Istriloculica* cf. *elliptica*. Vrste karakteristične za mlađi barem i apt su *Novalesia cornucopia*, *Novalesia distorta* (tabla 2, slika 4), *Novalesia producta* (tabla 1, slika 8), *Vercorsella arenata* (tabla 1, slika 7), *Debarina hahounerensis* (tabla 2, slika 5; tabla 3, slika 4) *Praechrysalidina infracretacea* (tabla 1, slika 3), *Palorbitolina lenticularis*. U ovome radu pronađena je vrsta *Voloshinoides murgensis* (tabla 1, slika 2) čija je pojava karakteristična samo za stariji apt, te ju možemo nazvati provodnim fosilom. Vrste uglavnom karakteristične za stariji apt su *Rumanoloculina* cf. *minima*, *Pseudolituonella conica* (tabla 1, slika 6), *Earlandia?* cf. *conradi*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*. Vrsta karakteristična za mlađi apt je *Arhaealveolina reicheli* (tabla 1, slika 5; tabla 3, slika 8), a *Sigmoilina?* sp. i *Nezzazata isabelle* (tabla 4, slika 7) su karakteristične za stariji apt i alb. U MF1a javlja se *Bacinella irregularis* koja pripada istoimenoj zajedniškoj zoni određenoj na otoku Mljetu (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011 i reference

unutra). Biostratigrafski naslage MF1a, MF1b, MF2a i MF2b pripadaju *Palorbitolina lenticularis* koja je karakteristična za stariji apt. Mlađi apt karakterizira brojna pojava dazikladalne vapnenačke alge *Salpingoporella dinarica* (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011 i reference unutra). U podinskim naslagama javlja se svega pokoji fragment u tri uzorka (TJ-24, TJ-25 i TJ-32), stoga možemo zaključiti kako podinske naslage ne pripadaju mlađem aptu. Prema TIŠLJAR i sur. (1995) vršni dio formacije *Kanfanar* u kamenolomu Tri Jezerca je aptske starosti, dok je prema mikrofosilnom sadržaju određenom ovim radom starost istog dijela preciznije određena kao stariji apt.

Naslage starosti alb/mlađi alb (K₁⁶) obuhvaćaju dio krovine od uzorka TJK-8 do TJK-24. Vrste karakteristične za alb su *Pseudonummoloculina heimi* (tabla 5, slika 6) i *Pseudonummoloculina aurigerica*. Gornjoalbske naslage su u kamenolomu karakterizirane pojavom *Valdanchella murgensis*, *Pseudonummoloculina heimi*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Rumanoloculina* cf. *minima* (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011). Gornjoaptske vrste bentičkih foraminifera nisu dobri indeks fosili stoga je teško odrediti točnu starost naslaga (CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011).

6. Zaključak

Podinske i krovinske karbonatne naslage istraživane u kamenolomu Tri Jezerca debljine su 11,3 m i pripadaju vapnencima donje krede (donji apt–alb/gornji alb). Spomenuti kamenolom nalazi se u zapadnoj Istri blizu mjesta Selina i Vošteni. Ove naslage bile su taložene na nekadašnjem sjeverozapadnom djelu Jadranske karbonatne platforme (AdCP) prije oko 115–107 milijuna godina. S obzirom da je platforma bila okružena oceanom Tethys te najvjerojatnije izolirana od kopnenih utjecaja taložili su se različiti tipovi uglavnom plitkomorskih karbonatnih sedimentnih stijena.

Period dugotrajne plitkomorske sedimentacije prekinula je gornjoaptska emerzija koja je dobro vidljiva u kamenolomu Tri Jezerca, te koja odvaja naslage podine od krovine. Ova emerzija naznačava prekid druge megasekvencije ili sedimentacijske cjeline gornji titon–donji apt. Regionalno je zahvatila Istru, ali i šire područje Dinarida. Na različitim djelovima Istre do emerzije je dolazilo u različito vrijeme s različitim početkom i trajanjem kao posljedica neujednačene sinsedimentacijske tektonike i eustatičkih promjena. To je utjecalo na različitu debljinu vapnenca facijesa *Istarski žuti* na čiju je današnju debljinu utjecala erozija te okšavanje u aptu (TIŠLJAR i sur., 1995).

Sedimentološkom analizom ukupno 60 mikropreparata određena su četiri mikrofacijesa (MF1, MF2, MF3, MF4) i njihovi podtipovi koji ukazuju na okoliše taloženja: MF1a (bačinelški vekston), MF1b (bačinelški vekston do pekston), MF2a (bioklastično–peloidni vekston), MF2b (bioklastično–peloidni vekston do pekston), MF3 (fenestralni madston do vekston) i MF4 (laminirano bioklastično–peloidni vekston do pekston). Analiza mikrofossilne zajednice pokazuje da je starost naslaga raspon stariji apt–alb/mlađi alb.

U podinskim naslagama masivnih vapnenaca starijeg apta određena su dva mikrofacijesa (MF1 i MF2). MF1a (bačinelški vekston) i MF2a (bioklastično–peloidni vekston) taloženi su u dubljim potplimnim okolišima mirne lagune s niskom energijom vode. MF2a ukazuje na povišenu energiju vode u odnosu na MF1a. Na taloženje u dubljim djelovima upućuje pojava onkoida *Bacinella irregularis* čija ciklična izmjena madstona i vekstona predstavlja arhitektonsko–građevni kamen *Istarski žuti* koji se eksploatirao u sada neaktivnom kamenolomu Tri Jezerca. Ove naslage pripadaju *Palorbitolina lenticularis* superzoni koja je karakteristična za stariji apt. MF2b (bioklastično–peloidni vekston do

pekston) taložen je u gornjem djelu potplimnog okoliša zaštićene karbonatne platforme s nešto većom energijom vode. Sadrži vrlo sličnu mikrofossilnu zajednicu kao MF1a i MF2a.

U krovinskim naslagama određeno je postojanje četiri mikrofacijesna: MF1 (MF1b), MF2 (MF2a), MF3 i MF4. MF1b i MF2a su donjoaptski i predstavljaju oscilirajuću transgresivnu fazu s ciklusima oplićavanja naviše. Također pripadaju *P. lenticularis* superzoni te predstavljaju slične dubljevodne potplimne okoliše zaštićene karbonatne platforme. MF1b predstavlja krupnozrnastiji podtip MF1a, a MF2a predstavlja sitnozrnastiji podtip MF2b. MF3 i MF4 pripadaju albu/mlađem albu. MF3 (fenestralni madston do vekston) taložen je u restriktivnim uvjetima plimnog i periplimnog okoliša. MF4 (bioklastično-peloidni vekston do pekston) je taložen u plimnoj zoni s povišenom energijom vode. Gornjoalbski facijesi sadrže rijetku faunu i bioraznolikost, a vrste koje prevladavaju su: *Istriloculina granumtrici*, *Rumanoloculina minima* i *Thaumatoporella parvovesiculifera*.

7. Dodatak

Popis vrsta citiranih u tekstu i slikama abecednim redoslijedom

Bakterije:

Acinetobacter baumannii, Bouvet and Grimont, 1986

Mekušci:

Requienia ammonia (GOLDFUSS, 1838)- *Toucasia* sp. (Masse, 2004)

Nerinea fleuriauxi d'Orbigny, 1842

Nerinea cretacea Conrad, 1852

Bentičke foraminifere:

Archealveolina sp.

Archealveolina reicheli (De Castro, 1966)

Debarina hahounerensis Fourcade, Raoult and Vila, 1972

Debarina sp.

Earlandia? cf. *conrad* Arnaud-Vanneau, 1980

Glomospirella sp.

Glomospira sp.

Istriloculina cf. *elliptica* (Iovcheva, 1962)

Istriloculina cf. *granumtrici* (Iovcheva, 1962)

Nezzazata isabellae Arnaud-Vanneau and Sliter, 1995

Nezzazata sp.

Nezzazatinella sp.

Novallesia cornucopia Arnaud-Vanneau, 1980

Novallesia distorta Arnaud-Vanneau, 1980

Novallesia producta (Magniez, 1972)

Orbitolinopsis? sp.

Palorbitolina lenticularis (Blumenbach, 1805)

Praechrysalidina infracretacea Luperto Sinni, 1979

Pseudocyclamina sp.

Pseudolituonella conica Luperto Sinni and Masse, 1993

Pseudonummoloculina sp.

Pseudonummoloculina sp. cf. *P. aurigerica*

Pseudonummoloculina aurigerica Calvez, 1988

Pseudonummoloculina heimi (Bonet, 1956)

Rumanoloculina cf. *minima* (Tappan, 1943)

Rumanoloculina robusta (Neagu, 1968)

Sabaudia briacensis Arnaud-Vanneau, 1980

Sabaudia minuta (Hofker, 1965)

Sigmoilina sp.

Spiroloculina cretacea Reuss, 1854

Vercorsella arenata Arnaud-Vanneau, 1980
Vercorsella laurenti (Sartoni & Crescenti, 1962)
Vercorsella scarsellai (De Castro, 1963)
Voloshinoides murgensis Luperto Sinni and Masse, 1993

Vapnenačke alge:

Salpingoporella sp.
Salpingoporella dinarica Radoičić, 1959
Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri, 1922)

Ostalo:

Bacinella irregularis Radoičić, 1959
Lithocodium sp.

8. Literatura

- BRČIĆ, V. (2015): Relativne promjene morske razine tijekom mlade krede nasjeverozapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 229 str.
- CVETKO TEŠOVIĆ, B., GLUMAC, B., BUCKOVIĆ, D. (2011): Integrated biostratigraphy and carbon isotope stratigraphy of the Lower Cretaceous (Barremian to Albian) Adriatic-Dinaridic carbonate platform deposits in Istria, Croatia. *Cretaceous Research*, 32/3, 301–324 str.
- DAVIS, W. M. (1907): The Istrian Peninsula. *Science*. 26/676, 838 str. DOI: 10.1126/science.26.676.838.a.
- FUCHTBAUER, H. i TIŠLJAR, J. (1975): Peritidal cycles in the lower cretaceous of Istria (Yugoslavia). *Sedimentary Geology*. 14/3, 219–233.
- GABRIĆ, A., MATIČEC, D., FUČEK, L., PALENIK, D., OŠTRIĆ, N. (2013): Mining-geological study of potential and management of raw materials in the Istarska County. *Croatian geological survey*, 19–48.
- GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača.– JAZU i Institut za geološka istraživanja, 160 str.
- HADINGER, W. (1845): Geognostische übersichtskarte der Österreichischen Monarchie, 1:864.000, Wien.
- HUSINEC, A., SOKAČ, B. (2006): Early Cretaceous benthic foraminifera association (foraminifera and calcareous algae) of a shallow tropical-water platform environment (Mljet Island, southern Croatia). *Cretaceous Research*, 27, 418–441.
- HORVAT, V. (2014): Mineraloške, geokemijske i mikromorfološke karakteristike krednog paleotla u kamenolomu Tri jezera. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 193 str.
- MASSE, J.-P., FENERCI-MASSE, M., KORBAR, T., VELIĆ, I. (2004): Lower Aptian Rudist Faunas (Bivalvia, Hippuritoidea) from Croatia. *Geologia Croatica*, 57/2, 17–137.
- HRENOVIĆ, J., DURN, G., GOIĆ-BARIŠIĆ, I., KOVAČIĆ, A. (2014): Occurrence of an Environmental *Acinetobacter baumannii* Strain Similar to a Clinical Isolate in Paleosol from Croatia. *ASM Journals, Applied and Environmental Microbiology*, 80/9:2860. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.00312-14>.

- MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I., TIŠLJAR, J. (1996): Deposits of Western Istria (Croatia): Did Some Parts of Present Istria Form Land During the Cretaceous? *Geologia Croatica*, 49/1. DOI: 10.4154/GC.1994.46.
- MIKO, S., KRUK, B., DEDIĆ, Ž., KRUK, LJ., PEH, Z., KOVAČEVIĆ GALOVIĆ, E., PETRIŠKO, M. (2021): Fizikalno mehanička svojstva arhitektonsko građevnog kamena Istarske županije. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet. 27 str.
- POLŠAK, A. (1965): Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga (*Géologie de l'Istrie méridionale spécialement par rapport a la biostratigraphie des couches Crétacées*). *Geološki vjesnik*, 18, 415–509.
- POLŠAK, A. (1967): Kredna makrofauna južne Istre (*Macrofaune Crétacée de l'Istrie méridionale, Yugoslavie*). *Palaeontologia Jugoslavica*, 8, 1–219.
- POLŠAK, A. (1970): Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Pula. Institut za geološka istraživanja Zagreb, (1963). Savezni geološki zavod, Beograd, 44 str.
- POLŠAK, A. i ŠIKIĆ, D. (1969): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000., list Rovinj L33-100. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1957-1963), Savezni geološki zavod, Beograd.
- POLŠAK, A. i ŠIKIĆ, D. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Rovinj L33-100. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1957–1963). Savezni geološki zavod, Beograd, 51 str.
- STACHE, G. (1859): Küstenland (Istrianer). *Jahrb. Geol. Reichsanst* 10, Verh., Wien.
- STACHE, G. (1864): Die Eozangebiete in inner Krain un Istrien. *Jahrb. Geol. Reichsanst* 14, Wien, 11–114.
- STACHE, G. (1867): Die Eozänbeite in Innerkrain und Istrien, VIII. Die Eozänstraiche der Quarnerischen inseln. *Jahrb. Geol. Reichsanst* 17, Wien.
- STACHE, G. (1889): Die Liburnische Stufe und deren Grenz-horizonte.- *Abh. Geol. Reichsanst*, 13/1, Wien, 170 str.
- TOMAŠEK, I., PONGRAC, P. (2013): Geokemijske i mineraloške karakteristike tala u okolici termoelektrane Plomin. Sveučilište u Zagrebu. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 60 str.
- TIŠLJAR, J. (1978): Onkolitni i stromatolitni vapnenci u donjokrednim sedimentima Istre (Hrvatska, Jugoslavija). *Geološki Vjesnik*, 30, 363–382.

- TIŠLJAR, J., VELIĆ, J. (1987): The Kimmeridgian tidal-bar calcarenite facies of western Istria (Western Croatia, Yugoslavia). *Facies*, 17, 277–283.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC, D. & VELIĆ, I. (1995): Platformni facijesi od gornjeg titons do gornjeg alba u zapadnoj Istri i prijelaz u tempestitne, kliniformne i rudistne biolititne facijese donjega cenomana u južnoj Istri (ekskurzija B) (Platform Facies from the Upper Tithonian to Upper Albian in Western Istria and Transition into Tempestite, Cliniform and Rudist Biolithite Facies of the Lower Cenomanian in Southern Istria). U: VLAHOVIĆ, I & VELIĆ, I. (ur.): 1. Hrvatski geološki kongres, Opatija 1995, Vodić ekskurzija, 67–110, Zagreb.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. & SOKAČ, B. (2002): Carbonate Platform megafacies of the Jurassic and Cretaceous Deposits of the Karst Dinarides. *Geologia Croatica*, 55/2, 139–170.
- VELIĆ, I. i TIŠLJAR, J. (1988): Litostratigrafske jedinice u dogeru i malmu zapadne Istre (zapadna Hrvatska, Jugoslavija). *Geološki vjesnik*, 41, 25–49.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J. & MATIČEC, D. (1995): Opći prikaz geološke građe Istre (A Review of the Geology of Istria). U: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (ur.): 1. Hrvatski geološki kongres, Opatija 1995, Vodić ekskurzija, 5–30, Zagreb.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC, D., BERGANT, S. (2003): Evolution of the Istrian Part of the Adriatic Carbonate Platform from the Middle Jurassic to the Santonian and Formation of the Flysch Basin during the Eocene: Main Events and Regional Comparison. U: VLAHOVIĆ, I. & J. TIŠLJAR (ur.), Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin, Field Trip Guidebook, 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija, 3–17.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC, D., KORBAR, T., MORO, A., ĆOSOVIĆ, V. (2002): Geological evolution of Istria (NW part of the Adriatic Carbonate Platform, Croatia). U: VLAHOVIĆ, I. & KORBAR, T. (ur.): 6th International Congress on Rudists, Rovinj.–Abstracts and Excursion Guidebook, Zagreb, 83–93.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., SOKAČ, B. (1989): The variability of thicknesses of the Barremian, Aptian and Albian Carbonates as a Consequence of Changing Depositional Environments and Emersions in Western Istra (Croatia, Yugoslavia). *Mem. Soc. Geol. Italia*, 40, 209–218.

- VLAHOVIĆ, I. (1999): Karbonatni facijesi plitkovodnih taložnih sustava od kimeridža do gornjega alba u zapadnoj Istri. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 327 str.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220, 333–360.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D., SKELTON, P. W., MORO, A., KORBAR, T. (2002): Aptian deposits with requieniids below a Late Aptian-Early Albian regional emersion surface (Kanfanar and Dvigrad, Central Istria). U: VLAHOVIĆ, I. & KORBAR, T. (ur): Abstract and excursion guidebook, 6th International Congress on Rudists, Rovinj, 2002, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 95–100.

URL 1:

<https://www.google.com/maps/place/45%C2%B009'57.0%22N+13%C2%B046'03.9%22E/@45.1766233,13.7334745,87836m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x147f03d477d6c444!8m2!3d45.1658247!4d13.7677594, 2022.>

9. Table

TABLA 1*Podina*

- Slika 1. **MF2a** Bioklastični W s *Palorbitolina lenticularis* (uzdužni presjek s embrionalnim aparatom) (uzorak TJ-35).
- Slika 2. **MF2a** Peloidno-bioklastični W s *Voloshinoides murgensis* (kosi bazni presjek) (uzorak TJ-24).
- Slika 3. **MF2a** Peloidno-bioklastični W s *Praechrysalidina infracretacea* (uzdužni presjek) (uzorak TJ-24).
- Slika 4. **MF2a** Peloidno-bioklastični W sa *Salpingoporella dinarica* (uzdužni presjek) (uzorak TJ-24).
- Slika 5. **MF2a** Bačinsko-peloidno-bioklastični W s *Archaealveolina reicheli* (ekvatorijalni presjek) (uzorak TJ-25).
- Slika 6. **MF2a** Peloidno-bioklastični W s *Pseudolituonella conica* (kosi uzdužni presjek) (uzorak TJ-25).
- Slika 7. **MF2a** Peloidno-bioklastični W s *Vercorsella arenata* (uzdužni presjek) (uzorak TJ-25).
- Slika 8. **MF2a** Bioklastični W s *Novallesia producta* (uzdužni presjek) (uzorak TJ-1).
- Slika 9. **MF2a** Bioklastični W s *Rumanoloculina robusta* (uzdužni presjek) (uzorak TJ-16).
- Slika 10. **MF2a** Bioklastični W s *Rumanoloculina robusta* (poprečni presjek) (uzorak TJ-16).

TABLA 1

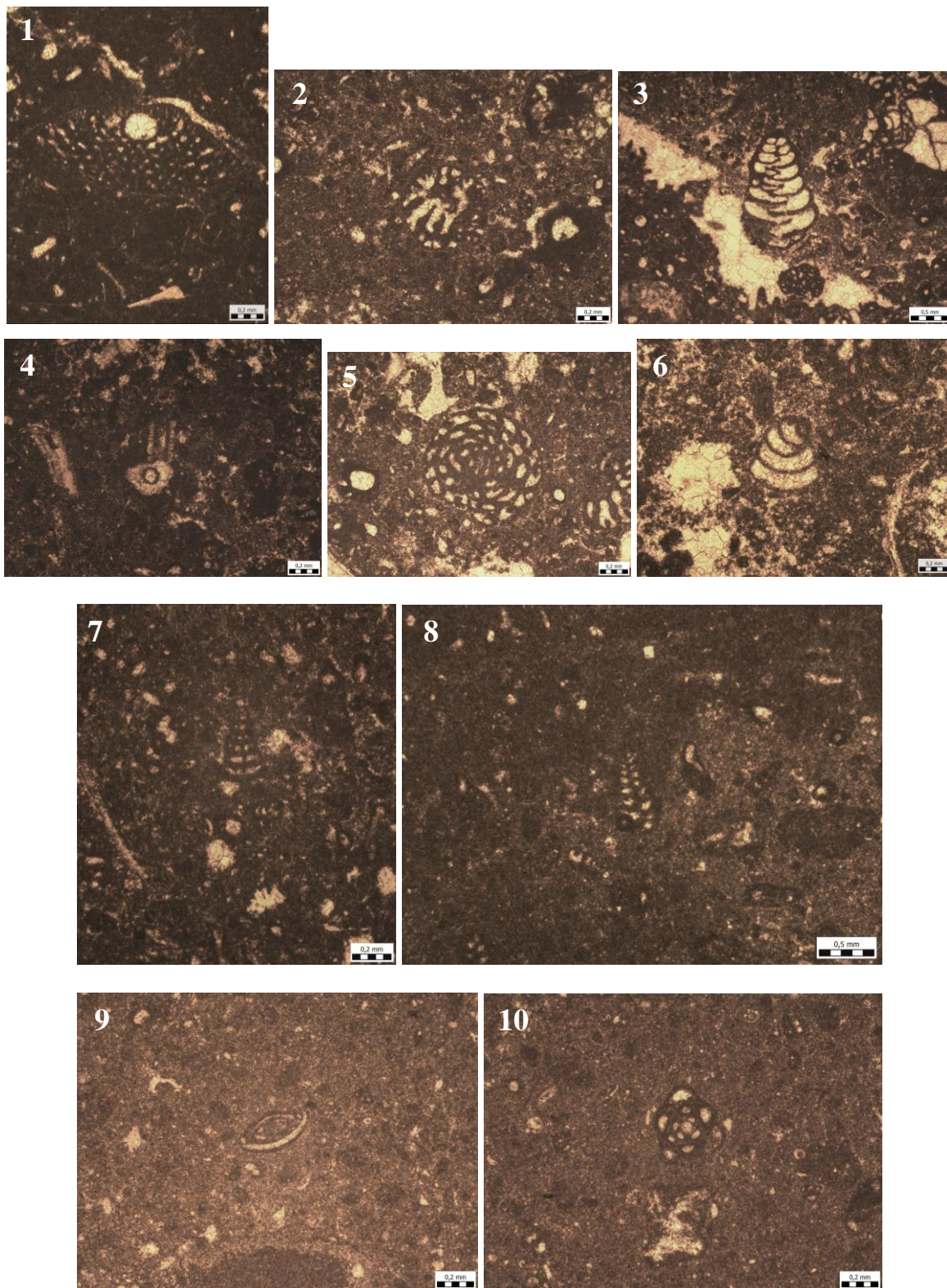


TABLA 2*Podina*

Slika 1. **MF1a** Bačinarski W s bioklastima mekušaca, *lithocodium* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera* (uzorak TJ-13).

Slika 2. **MF1a** Bačinarski W s *Bacinella irregularis* (uzorak TJ-12).

Slika 3. **MF1a** Bačinarski W s *Palorbitolina lenticularis* (kosi uzdužni presjek s embrionalnim aparatom) (uzorak TJ-19).

Slika 4. **MF1a** Bačinarski W s *Novalesia distorta* (kosi uzdužni presjek) (uzorak TJ-30).

Slika 5. **MF2b** Bioklastični P s litoklastima bioklastičnog M-W s *Debarina hahounerensis* (kosi ekvatorijalni presjek) (uzorak TJ-32).

Slika 6. **MF2b** Bioklastični W-P s *Spiroloculina cretacea* (poprečni presjek) (uzorak TJ-34).

TABLA 2

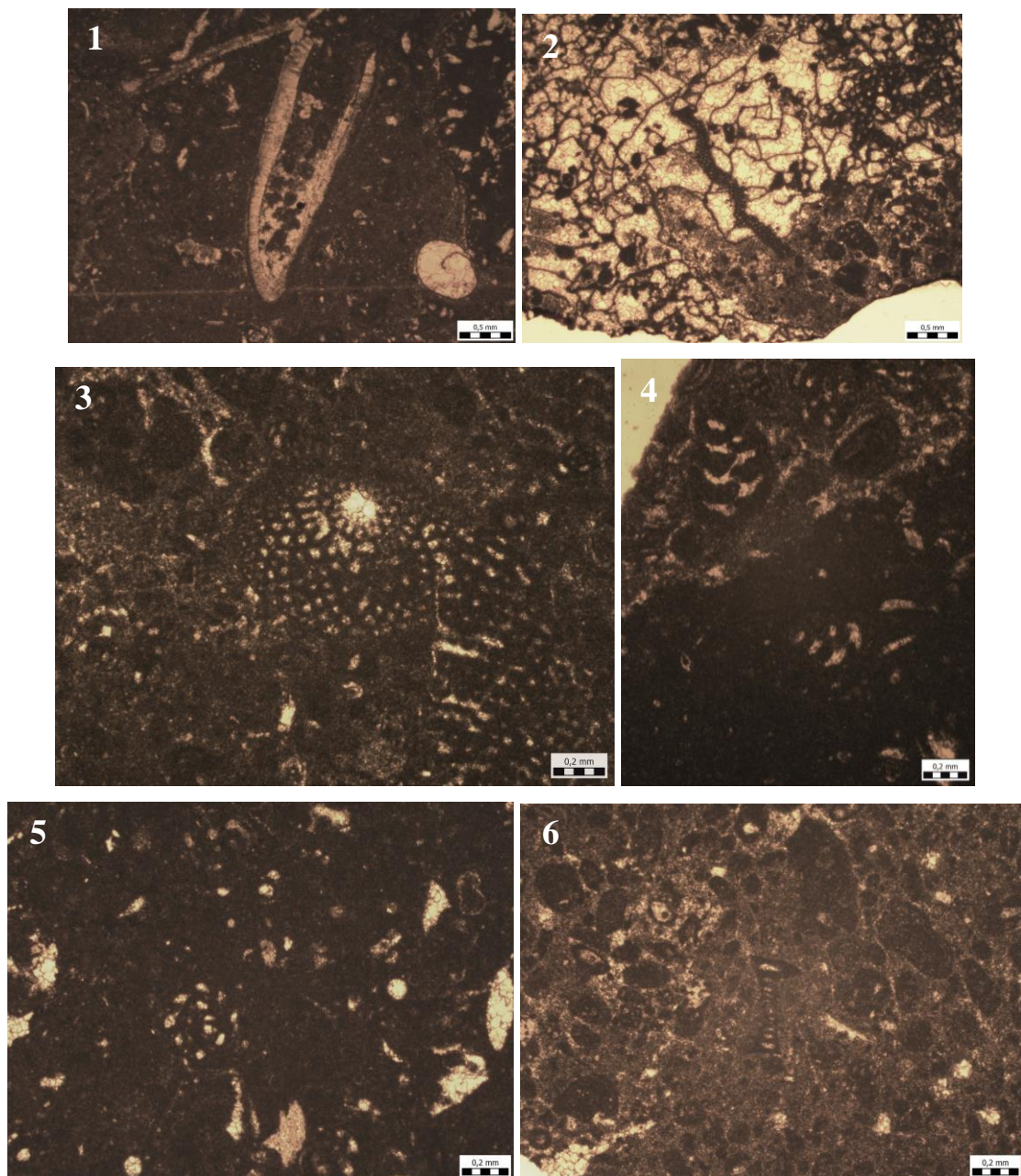


TABLA 3*Krovina*

- Slika 1. **MF2a** Bioklastični W s fragmentima *Palorbitolina lenticularis* (kosi uzdužni presjek s embrionalnim aparatom) (uzorak TJK-1b).
- Slika 2. **MF2a** Bioklastični W s *Pseudonummoloculina aurigerica* (poprečni presjek) (uzorak TJK-2).
- Slika 3. **MF2a** Bioklastični W s *Pseudonummoloculina aurigerica* (kosi poprečni presjek) (uzorak TJK-3).
- Slika 4. **MF2a** Bioklastični W s *Debarina hahounerensis* (kosi ekvatorijalni presjek) (uzorak TJK-3).
- Slika 5. **MF1b** Bačinelški W-P s *Arhaealveolina* sp. (kosi osni presjek) (uzorak TJK-6).
- slika 6. **MF1b** Bačinelški W-P s bioklastom u bačinelama (uzorak TJK-5).
- Slika 7. **MF1b** Bačinelški W-P s *Palorbitolina lenticularis* (kosi uzdužni presjek s embrionalnim aparatom) (uzorak TJK-5).
- Slika 8. **MF1b** Bačinelški W-P s *Archealveolina reicheli* (osni presjek) (uzorak TJK-7).
- Slika 9. **MF1b** Bačinelški W-P s *Orbitolinopsis?* sp. (uzdužni kosi presjek) (uzorak TJK-7).

TABLA 3

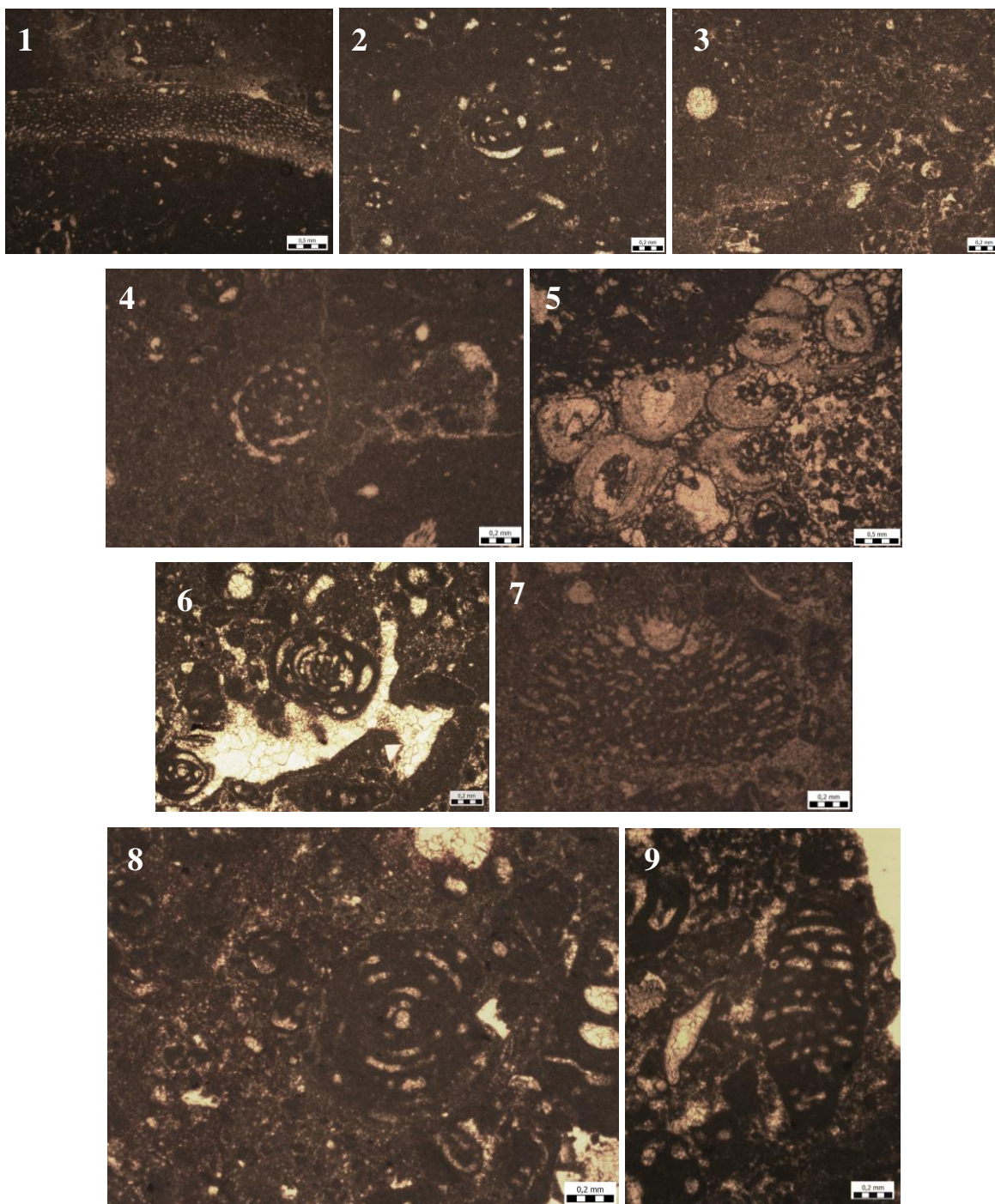


TABLA 4*Krovina*

- Slika 1. **MF3** Rekristalizirani fenestralni M-W s ogonijem harofita (uzorak TJK-24).
- Slika 2. **MF3** Fenestralno-bioklastični M-W s *Pseudonumoloculina* sp. (poprečni presjek) (uzorak TJK-23).
- Slika 3. **MF3** Fenestralni M s peloidno-bioklastičnim W s *Glomospira* sp. (kosi presjek) (uzorak TJK-14).
- Slika 4. **MF3** Fenestralni M-W s *Istriloculina granumtrici* (uzdužni kosi presjek) (uzorak TJK-17).
- Slika 5. **MF3** Fenestralni M-W s cirkumgranularnim pukotinama (uzorak TJK-18).
- Slika 6. **MF3** Fenestralni M-W s *Istriloculina granumtrici* (poprečni presjek) (uzorak TJK-14).
- Slika 7. **MF3** Fenestralni M-W s *Nezzazata isabellae* (kosi presjek) (uzorak TJK-18).

TABLA 4

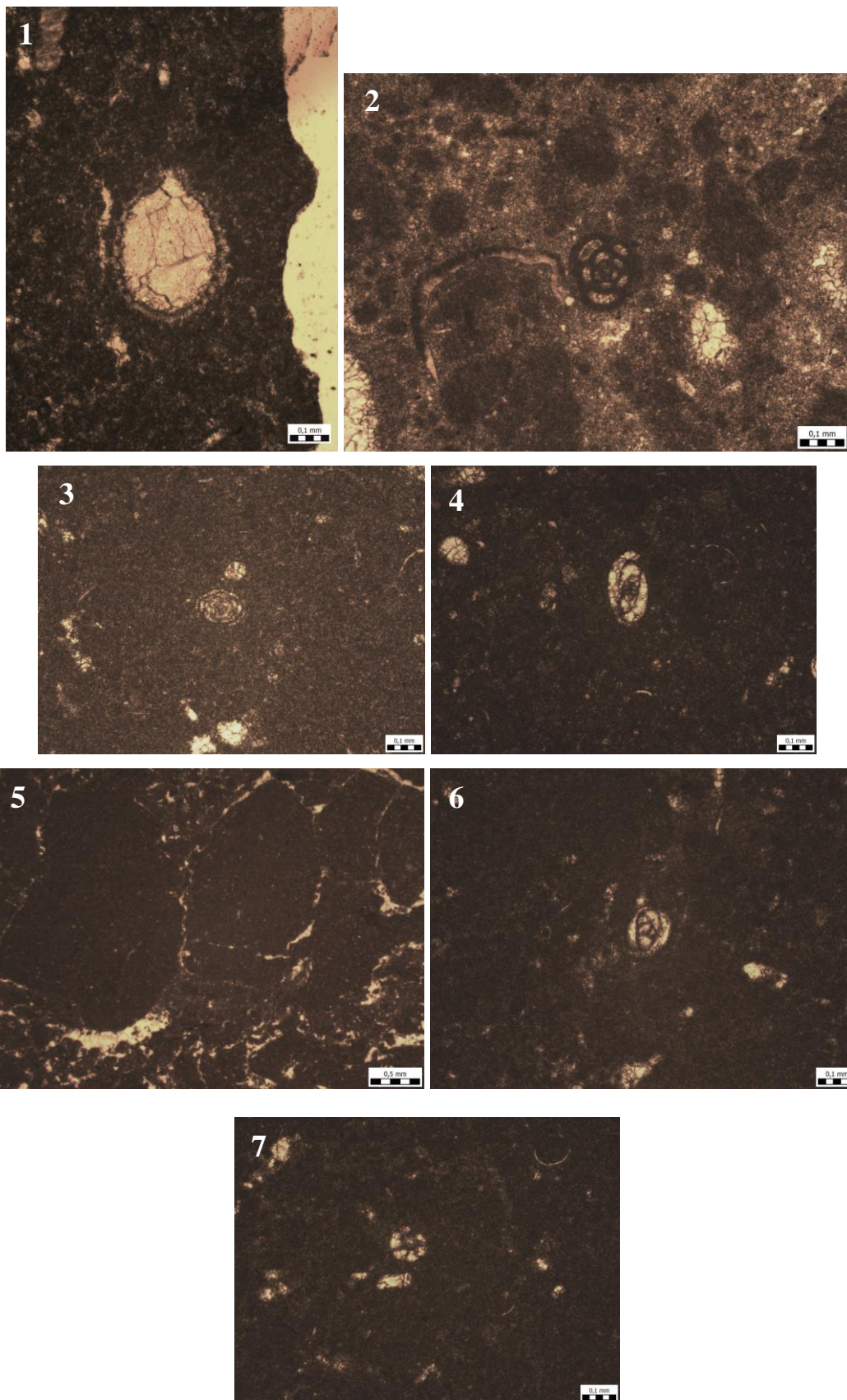
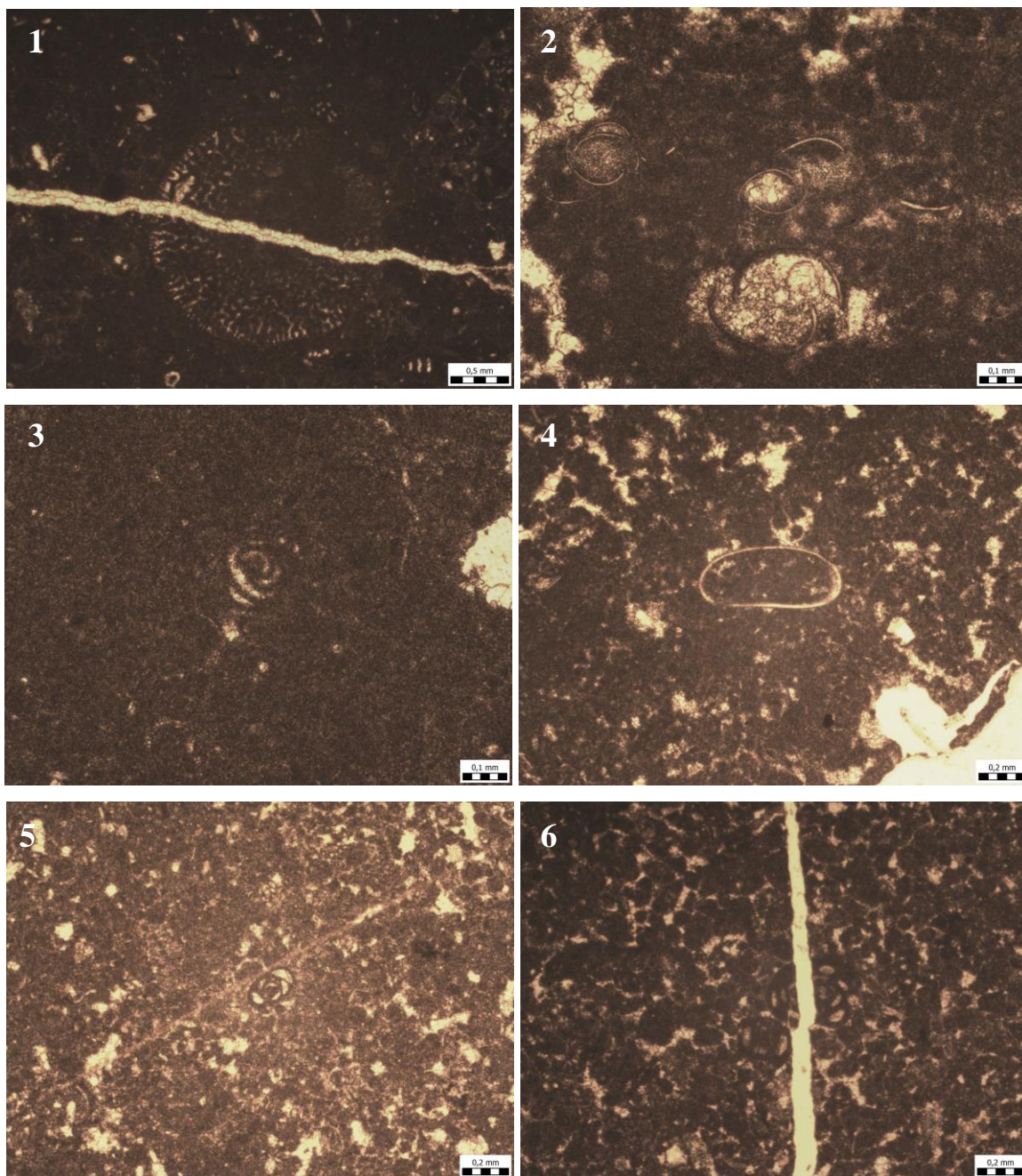


TABLA 5*Krovina*

- Slika 1. **MF4** Bioklastično-foraminiferski W s *Palorbitolina leticularis* (poprečni presjek blizak baznom) (uzorak TJK-10).
- Slika 2. **MF4** Fenestralno-peloidni P s karapaksima ostrakoda (uzorak TJK-21).
- Slika 3. **MF4** Peloidno-fenestralni W-P s *Glomospirella* sp. (kosi presjek) (uzorak TJK-20).
- Slika 4. **MF4** Fenestralno-peloidni P s karapaksom ostrakoda (uzorak TJK-22).
- Slika 5. **MF4** Bioklastično-peloidni P s *Rumanoloculina minima* (kosi presjek) (uzorak TJK-13).
- Slika 6. **MF4** Bioklastično-peloidni P s *Pseudonummoloculina heimi* (poprečni presjek) (uzorak TJK-13).

TABLA 5



10. Prilozi

POPIS SLIKA U TEKSTU

Slika 1. Lokacija kamenoloma Tri Jezerca (URL 1, 2022).....	2
Slika 2. Kamenolom Tri Jezerca (Foto: I. Perković).....	2
Slika 3. Distribucija naslaga Jadranske karbonatne platforme (izmijenjeno prema VLAHOVIĆ i sur., 2005).....	5
Slika 4. Geomorfološka podjela Istre na bijelu, sivu i crvenu (prema TOMAŠEK i PONGRAC, 2013).	6
Slika 5. Isječak iz Geološke karte RH M 1:300.000 s prikazom geoloških i tektonskih jedinica Istre (izrađeno u QGIS programu).	8
Slika 6. Podjela Istre na taložne transgresivno-regresivne megasekvencije (preuzeto iz BRČIĆ, 2015).	9
Slika 7. Korelacijska karta glavnih facijesnih tipova naslaga krede u Istarskom djelu AdCP (prilagođeno prema VLAHOVIĆ i sur., 2005 i VELIĆ i sur, 2003).	13
Slika 8. Detaljni geološki stup aptskih i albskih naslaga u kamenolomu Tri jezerca. Tumač: 1) ritmička izmjena bačineljskih onkolita i madstona; 2) bioturbacije; 3) gastropodi i/ili kalupne šupljine gastropodnih skeleta; 4) glina i glinoviti lapor; 5) fenestrani peloidni vekston; 6) intraklastični grejnston s laminama pekstona i madstona; 7) loše sortirani krupnozrnasti brečokonglomerat; 8) stilolitizirani madston; 9) stromatoliti; 10) periplimna breča (prilagođeno prema TIŠLJAR i sur., 1995).	15
Slika 9. Krovinske i podinske naslage te horizont gornjoaptske emerzije u kamenolomu Tri Jezerca (Foto: I. Perković).	19
Slika 10. Gornjoaptski diskontinuitet sa subaerski trošenim naslagama donjeg apta čiji se fragmenti mogu uočiti na slici 9 (gornjoaptska emerzija) i prvim krovinskim albskim naslagama u kamenolomu Tri Jezerca (Foto: M. Martinuš).	19
Slika 11. Krovinske albske naslage ispod kojih je vidljiva gornjoaptska emerzija u kamenolomu Tri Jezerca. Uzorci TJK 5–7 su fragmenti donjoaptskih naslaga u emerzijskom horizontu (Foto: I. Perković).	20
Slika 12. Geološki stup podinskih naslaga gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca. .	23
Slika 13. Primjer mikrofacijesa MF1a bačineljski vekston s <i>Bacinella irregularis</i> starosti donji apt (uzorak TJ-5).	24
Slika 14. Primjer mikrofacijesa MF1b bioklastično-peloidni vekston. A.) bioklasti <i>Rumanoloculina robusta</i> (uzorak TJ-15), B.) bioklasti <i>Prachrysalidina infracretacea</i> (Pr), <i>Palorbitolina lenticularis</i> (Pa), <i>Voloshinoides murgensis</i> (V) i <i>Pseudolituonella conica</i> (Ps) (uzorak TJ-24). Oba uzorka su starosti donji apt.	24

Slika 15. Primjer mikrofacijesa MF2 bioklastično-peloidni vekston do pekston. A.) uzorak TJ-11, B.) <i>Palorbitolina lenticularis</i> (Pa) na kojoj se dobro vidi embrionalni aparat i spikula bodljikaša (B) (uzorak TJ-29). Oba uzorka su starosti donji apt.....	25
Slika 16. Geološki stup krovinskih naslaga gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca. Naslage koje upućuju na subaersko izlaganje mogu se uočiti u donjem dijelu stupa tj. u prvih 1.5 m.	37
Slika 17. Mikrofacijesni tip MF1c bačineljski vekston do pekston. A.) s <i>Bacinella irregularis</i> (uzorakTJK-7), B.) s <i>Palorbitolina lenticularis</i> (Pa), <i>Praechrysalidina infracretacea</i> (Pr), <i>Voloshinoides murgensis</i> (V), <i>Pseudolituonella conica</i> (Ps) (uzorakTJK-5). Oba uzorka su starosti donji apt.....	38
Slika 18. Mikrofacijesni tip MF2 bioklastično-peloidni vekston s bioklastima <i>Rumanoloculina robusta</i> starosti donji apt (uzorak TJK-3).	38
Slika 19. Mikrofacijes tip MF 3 fenestralni madston do vekston starosti alb/gornji alb (uzorak TJK-8).	39
Slika 20. Mikrofacijesni tip MF4 laminiran i fenestralni bioklastično-peloidni vekston do pekston starosti alb/gornji alb (uzorak TJK-21).....	39

POPIS TABLICA U TEKSTU

Tablica 1. Opis i interpretacija izrađenih mikroskopskih preparata podine kamenoloma Tri Jezerca (M-madston, W-vekston, P-pekston, G-grejnston, F-floutston).	26
Tablica 2. Opis i interpretacija izrađenih mikroskopskih preparata podine kamenoloma Tri Jezerca (M-madston, W-vekston, P-pekston).	41