Sedimentološke značajke aptsko - albskih naslaga i emerzijskih površina kamenoloma Kanfanar, Istra

Hadžić, Eric

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:551109

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Eric Hadžić

SEDIMENTOLOŠKE ZNAČAJKE APTSKO–ALBSKIH NASLAGA I EMERZIJSKIH POVRŠINA KAMENOLOMA KANFANAR, ISTRA

Diplomski rad

Zagreb, 2023. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Eric Hadžić

SEDIMENTOLOŠKE ZNAČAJKE APTSKO–ALBSKIH NASLAGA I EMERZIJSKIH POVRŠINA KAMENOLOMA KANFANAR, ISTRA

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

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

Zagreb, 2023. godina.

Zahvale

Veliko hvala doc. dr. sc. Maji Martinuš na mentorstvu, pomoći, velikom strpljenju, razumijevanju, podršci i svim korisnim savjetima te komentarima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Hvala prof. dr. sc. Blanki Cvetko Tešović na pomoći, korisnim savjetima i komentarima kako ovaj diplomski rad učiniti što boljim te velikoj brizi i ohrabrenju u najpotrebnijim trenucima.

Zahvaljujem se i prof. dr. sc. Goranu Durnu s RGNF–a na iskazanom povjerenju i sudjelovanju u HRZZ projektu „Zapadnoistarska antiklinala kao idealni prirodni laboratorij za proučavanje regionalnih diskordancija u karbonatnim stijenama“.

Zahvaljujem se i od srca svojim dragim roditeljima, mami Diani i tati Munibu, baki i djedu na velikoj potpori, podršci i razumijevanju kroz sve moje godine cjelokupnog studiranja.

Hvala i mom najboljem prijatelju Denisu koji je izdržao sve ove godine rijetkih viđenja zbog rokova i ispita te koji je svako ljeto iskoristio da što više svog vremena provede sa mnom na utakmicama i u brojnim razgovorima što mi je neopisivo značilo.

Hvala brojnim kolegama i prijateljima kroz sve godine studiranja s kojima sam se upoznao i koji su uvijek pronašli vremena da mi pomognu i budu uz mene.

Zahvaljujem se i svim profesorima kroz cjelokupno školovanje koji su svojim prenesenim znanjem, savjetima i poticajem pomogli u ostvarenju brojnih uspjeha.

Hvala i svim onima koje nisam posebno izdvojio ili slučajno zaboravio, ali su mi mnogo pomogli i bili uz mene kad je bilo najpotrebnije.

Posebno za kraj, najveće hvala mojoj dragoj mag. geol. Raheli Šanjek na nevjerojatnoj pomoći, potpori, požrtvovnosti i velikom razumijevanju prilikom izrade ovog diplomskog rada, ali i cjelokupnog studiranja. Bez tebe ja ne bi bio geolog kakav jesam.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno–matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

SEDIMENTOLOŠKE ZNAČAJKE APTSKO–ALBSKIH NASLAGA I EMERZIJSKIH POVRŠINA KAMENOLOMA KANFANAR, ISTRA

Eric Hadžić

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

Sažetak: Slijed naslaga Kanfanar otkriven je unutar istoimenog kamenoloma u središnjoj Istri. Obuhvaća naslage starosti stariji–mlađi apt i mlađi alb koje su odijeljene glavnom emerzijskom površinom, odnosno regionalnom diskordancijom. Sedimentološke i mikropaleontološke značajke opisane su u ukupno 71 uzorku i utvrđena su četiri mikrofacijesa, svaki s dva podtipa (a i b). Mikrofacijes MF 1 (s pripadajućim podtipovima MF 1a i MF 1b) obuhvaća mikritne vapnence s bačinelama, dekastronemama, bentičkim foraminiferama, bioklastima, onkoidima te ukazuje na okoliš potplimne zone niske energije vode. Mikrofacijes MF 2 (i podtipovi MF 2a i MF 2b) obuhvaća sitnozrnastije mikritne vapnence s intraklastima, bioklastima, peloidima i bentičkim foraminiferama čime ukazuje na okoliš potplimne zone povišene energije vode. Mikrofacijes MF 3, s podtipovima MF 3a i MF 3b, obuhvaća zrnastije tipove vapnenaca s litoklastima, bioklastima, peloidima, miliolidama i dazikladalnim algama čime ukazuje na okoliš plimne zone. Mikrofacijes MF 4 predstavlja postupni prijelaz iz morskog okoliša u slatkovodni okoliš pa razlikujemo fenestralne vapnence (MF 4a) i haroficejske vapnence (MF 4b). Detaljno je opisana i određena mikrofosilna zajednica bentičkih foraminifera i dazikladalnih alga koja je potvrdila starijeaptsku do mlađealbsku starost naslaga. Glavnu emerzijsku površinu karakterizira brečirani materijal s glinovitim ispunama i ukazuje na preplavljivanje nakon dugotrajne kopnene faze. Nekoliko sličnih emerzijskih površina u krovini glavne emerzije posljedica su oscilirajuće transgresije tijekom mlađeg alba.

Ključne riječi: taložni okoliši, mikrofacijesi, mikrofosilne zajednice, apt, alb, emerzijske površine, kamenolom Kanfanar
Rad sadrži: 72+XXIV stranica, 30 slika, 3 tablice, 114 literaturnih navoda i 4 table
Jezik izvornika: hrvatski
Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF
Mentor(i): Doc. dr. sc. Maja Martinuš, PMF, Zagreb
Prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, PMF, Zagreb
Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Maja Martinuš, PMF, Zagreb
Prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, PMF, Zagreb
Mr. sc. Dražen Kurtanjek, PMF, Zagreb

Datum završnog ispita: 27.9.2023.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Graduate Thesis

SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE APTIAN–ALBIAN DEPOSITS AND EMERSION SURFACES OF THE KANFANAR QUARRY, ISTRIA

Eric Hadžić

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

Abstract: Outcrop of Kanfanar deposits is situated in a quarry of the same name in central Istria. It comprises deposits of the Early–Late Aptian and Late Albian age separated by the main emersion surface, i.e., by regional Aptian–Albian unconformity. Sedimentological and micropaleontological characteristics were described in a total of 71 samples and four microfacies were identified, each with two subtypes (a and b). Microfacies MF 1 (with corresponding subtypes MF 1a and MF 1b) comprises micrite limestones with *Bacinella irregularis*, Decastronemas, benthic foraminifera, bioclasts and oncoids indicating low water energy subtidal environments. Microfacies MF 2 (subtypes MF 2a and MF 2b) includes fine grained micrite limestone with intraclasts, bioclasts, peloids and benthic foraminifera indicating subtidal environments with increased water energy. Microfacies MF 3, with subtypes MF 3a and MF 3b, includes granular limestone types with lithoclasts, bioclasts, peloids, *Milliolidae* and dasyclad algae, indicating the environment of the intratidal zone. Microfacies MF 4 represents the gradual transition from the marine environment to the freshwater environment involving fenestral limestone (MF 4a) and charophycean limestone (MF 4b). The detaily described microfossil community composed of benthic foraminifera and dasyclad algae confirmed the Early–Late Aptian and the Late Albian age of the studied deposits. The main emersion surface is characterised by breccia material with clay fillings and indicates flooding after a long–lasting terrestrial phase. Several similar emersion surfaces in the deposits overlying the main emersion are the result of oscillating transgression during the Late Albian.

Keywords: depositional environments, microfacies, microfossil communities, Aptian, Albian, emersion surfaces, Kanfanar quarry
Thesis contains: 72+XXIV pages, 30 figures, 3 tables, 114 references and 4 plates
Original in: Croatian
Thesis deposited in: Central Library of Geology, Department of Geology, Faculty of Science
Supervisor: Maja Martinuš, Ph.D. Assistant Professor, PMF, Zagreb
Blanka Cvetko Tešović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb
Reviewers: Maja Martinuš, Ph.D. Assistant Professor, PMF, Zagreb
Blanka Cvetko Tešović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb
Dražen Kurtanjek, Ph.D. Senior Lecturer, PMF, Zagreb

Date of the final exam: 27.9.2023.

Sadržaj

1. Uvod ... 1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja ... 2
3. Geologija Istre ... 6
3.1. Geografija i geomorfologija Istre ... 6
3.2. Razvoj Istre kao dijela Jadranske karbonatne platforme ... 9
3.3. Megasekvencije na području Istre ... 16
3.3.1. Megasekvencija bat–donji kimeridž ... 16
3.3.2. Megasekvencija gornji titon–donji/gornji apt ... 20
3.3.3. Megasekvencija gornji alb–gornji cenoman/gornji santon ... 23
3.3.4. Megasekvencija paleocen–eocen ... 25
4. Kamenolomi u Istri i Istarski žuti ... 27
5. Metode istraživanja ... 33
5.1. Terenski rad ... 33
5.2. Laboratorijski rad ... 34
6. Rezultati ... 36
6.1. Mikrofacijesi ... 36
6.1.1. Mikrofacijes MF 1 ... 38
6.1.2. Mikrofacijes MF 2 ... 39
6.1.3. Mikrofacijes MF3 ... 41
6.1.4. Mikrofacijes MF 4 ... 43
6.2. Starost naslaga ... 45
6.2.1. Stariji i mlađi apt ... 46
6.2.2. Mlađi alb ... 48
6.3. Sedimentološke značajke emerzijskih površina ... 50
7. Rasprava ... 55

7.1. Taložni okoliši i starost istraživanih naslaga 55

7.1.1. Naslage donjeg apta i Istarski žuti 55

7.1.2. Naslage gornjeg apta i prijelaza u gornji alb 59

7.1.3. Naslage gornjeg alba 60

7.2. Značaj, trajanje i interpretacija emerzijskih površina 63

8. Zaključak 64

9. Literatura 66

10. Table VI

11. Prilozi XIV

1. Uvod

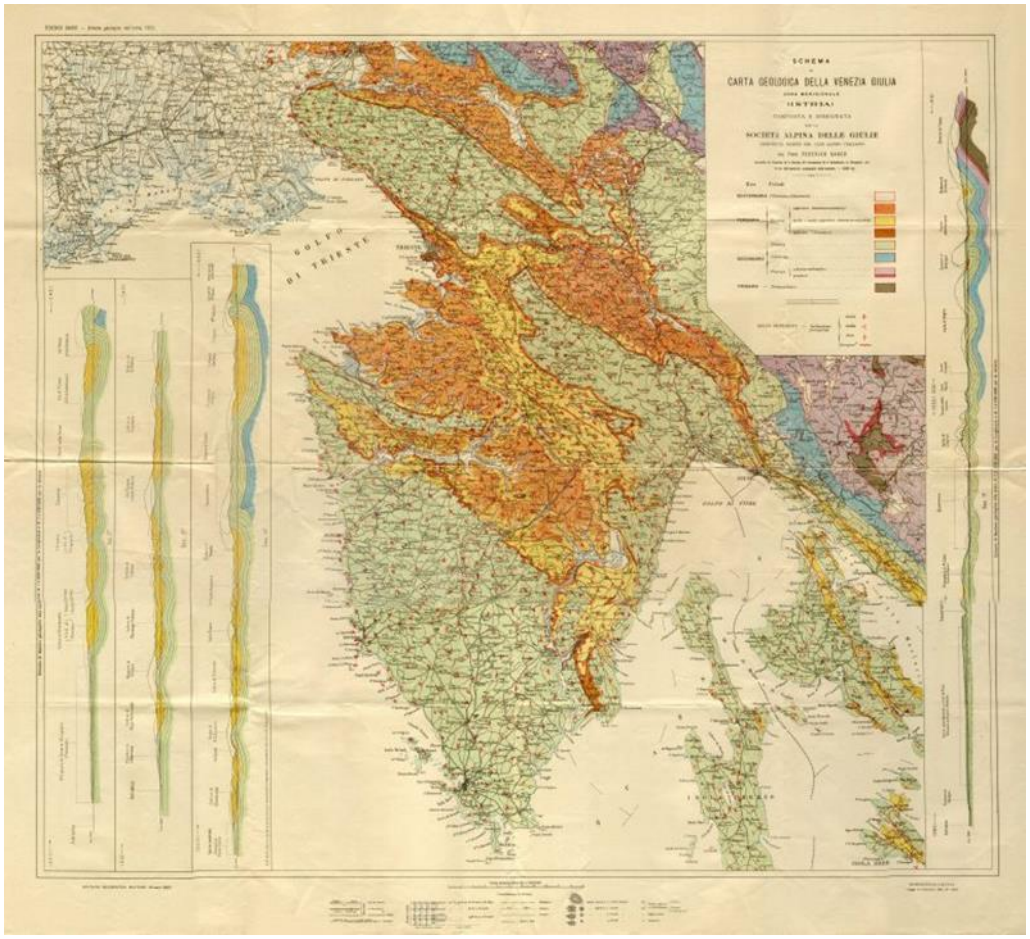
Geološka obilježja Istre predmet su dugogodišnjih istraživanja zbog toga što je prostor Istre dio nekadašnjeg sjeverozapadnog djela Jadranske karbonatne platforme (*Adriatic Carbonate Platform*, AdCP) čije naslage danas izgrađuju jadranske otoke i veći dio Dinarida (VELIĆ i sur., 1995). Geološki gledano, Istra je pretežito izgrađena od karbonatnih naslaga stratigrafskog raspona od gornjeg dogera do eocena te manjim dijelom od paleogenskih fliških naslaga. Područje današnje Istre se u vrijeme postojanja AdCP–a počelo izdizati u više faza zbog djelovanja tektonike o čemu svjedoče četiri velike megasekvencije međusobno razdvojene emerzijama. Megasekvencije su imenovane prema njihovim stratigrafskim rasponima: prva megasekvencija je starosti baton–kimeridž, druga je mlađi titon–mlađi apt, treća je mlađi alb–stariji kampan i četvrta paleocen–eocen (VELIĆ i sur., 1995).

Ciljevi ovog rada su detaljna sedimentološka analiza te određivanje mikrofosilnih zajednica i mikrofacijesa slijeda naslaga kamenoloma Kanfanar koji je dio druge i treće megasekvencije, te sedimentološka analiza emerzijskih površina unutar slijeda Potvrđivanje starosti karbonatnih naslaga nastalih krajem starije krede u razdobljima starijeg apta i mlađeg alba uz pomoć mikropaleontološke analize omogućit će usporedbu istraživanog lokaliteta s prethodnim znanjem o proučavanom području. Također, odredit će se taložni okoliši te njihove promjene unutar naslaga, tj. detaljnije opisati i interpretirati promjene koje su prethodile i slijedile glavnoj aptsko–albskoj emerziji kao i značajke glavne emerzijske površine.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Na temu geologije Istarskog poluotoka postoje brojni radovi te će u ovom poglavlju biti navedeni oni najvažniji i najutjecajniji. HAIDINGER (1845) izdaje Preglednu geološku kartu u mjerilu 1:846 000 na kojoj prvi put prikazuje geološku građu Istre. Slijede radovi o samoj geološkoj građi Istarskog poluotoka koji također datiraju iz sredine 19. st. MORLOT (1848a, b, c) prikazuje prvi geološki pregled Istre i objavljuje za to posebnu geološku kartu te se na to nadovezuju brojni manji prilozi o daljnjem poznavanju geoloških odnosa i fosilnog sadržaja šireg područja Istre (HAIDINGER, 1849; MORLOT, 1849; CORNALIA i CHIOSA, 1852; KNER, 1853; LIPOLD, 1858). STACHE (1859a) se detaljnije osvrće na stratigrafsku podjelu krednih naslaga u Istri te iste godine objavljuje (1859b) i svoj prvi od tri rada pod naslovom *Die Eocangebiete in inner Krain und Istrien* u kojem spominje prvu detaljniju podjelu paleogenskih naslaga (STACHE, 1864, 1867), izrađuje geološku kartu u mjerilu 1:144 000 u koju unosi male promjene s podacima iz gore spomenutih radova. TARAMELLI (1874) daje kratki pregled geološke građe Istre i kvarnerskih otoka te uz opširniju studiju publicira geološku kartu u mjerilu 1:288 000 (1878). U svom radu *Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte*, STACHE (1889) detaljno opisuje tzv. liburnijske naslage te pojedine razvoje ostalih paleogenskih i krednih naslaga na području Istre i pripadajućeg obalnog dijela te izrađuje geološku kartu u mjerilu 1:1 008 000 (POLŠAK i ŠIKIĆ 1973).

U međuratnom razdoblju (1918.–1939.) najveći utjecaj u detaljnijem proučavanju i geološkom snimanju Istre imali su talijanski geolozi koji objavljuju najviše radova na tu temu. SACCO (1924a) izdaje geološku kartu Istre i susjednih područja u mjerilu 1:200 000 (slika 1) te uz to priloženu knjigu *L'lstria, Cenni geologici generali* (1924b). U razdoblju između 1924. i 1928. godine D'AMBROSI (1929, 1931) vrši snimanje za izradu geološke karte lista Pazin (Pisino) u mjerilu 1:100 000 i pripadajućeg tumača, a kasnije piše o tektonskoj građi Istre (1939) (POLŠAK i ŠIKIĆ 1973).



Slika 1. Prva poznata geološka karta Istre (*Schema geologico dell' Istria*) autora Federica Saccija, 1923 godina [1]

Nakon Drugog svjetskog rata daljnja detaljnija istraživanja i snimanja terena vrše jugoslavenski geolozi i znanstvenici. D. Šikić iznosi rezultate istraživanja produktivnih ugljenonosnih naslaga u Pazinskom bazenu (ŠIKIĆ, 1951, 1953) te predstavlja nove rezultate u istraživanju paleogenskih naslaga Istre i njihovu usporedbu s razvojem istih naslaga u Dalmaciji (ŠIKIĆ, 1958a). Izvršena su i geološka snimanja pojedinih dijelova zapadne Istre (BORIĆ, 1957; RALJEVIĆ, 1957) nakon čega se pristupa snimanju cjelokupne centralne i zapadne Istre za geološku kartu u mjerilu 1:25 000 čiji su rezultati poslužili za izradu tumača za OGK Rovinj i Osnovne geološke karte list Rovinj u mjerilu 1:100 000 (POLŠAK, 1957, 1958a; ŠIKIĆ, 1958b). Svoj doprinos poznavanju krednih naslaga Istre daje POLŠAK (1958b) dok MALEZ i CRNOLATAC (1961, 1962) u svojim radovima prikazuju i predstavljaju fosilne nalaze kralježnjaka. U tom razdoblju istražena su i mnoga ležišta mineralnih sirovina u području srednje Istre te se pritom najvažniji radovi odnose na istraživanja rude boksita (SAKAČ, 1962), građevnog i ukrasnog kamena (BOLČIĆ, 1954; TOLIĆ, 1954a; BOLČIĆ i BORIĆ, 1955; JOVANOVIĆ, 1957; BOLČIĆ

i JOVANOVIĆ, 1960) i kremenog pijeska (TAKSIĆ, 1953, 1954). Od stranih autora i znanstvenika u tom razdoblju aktivan je D' AMBROSI (1954a) koji piše o površinskoj paleohidrografiji Istre dok AUBOUIN i NEUMAN (1960) daju svoj kratki osvrt na stratigrafske odnose središnje i južne Istre.

FUCHTBAUER i TIŠLJAR (1975) pišu o periplimnim ciklusima donje krede u Istri, dok se TIŠLJAR i VELIĆ (1987) bave krednom faunom zapadne Istre. Platformne facijese gornjeg titona do gornjeg alba u zapadnoj Istri s prijelazom u tempestite pruočavaju TIŠLJAR i sur. (1995), a istovremeno, VELIĆ i sur. (1995) pišu opći prikaz geološke građe Istre. Donjokrednu tektoniku opisuju PRELOGOVIĆ (1981), MARINČIĆ i MATIČEC (1991), MATIČEC (1994), TIŠLJAR i sur. (1994), MATIČEC i sur. (1996), KOIĆ (2000) i mnogi drugi. Litološke karakteristike plitkomorskog karbonatnog sustava Tethysa kao rezultat OAE 1a (oceanskog anoksičnog događaja) u starijem aptu Istre opisuju HUCK i sur. (2010) na području Kanfanara. Donjokredne mikrofacijese i mikrofosilne zajednice u rasponu od barema do u alb obradila je CVETKO TEŠOVIĆ (2000), a integriranu biostratigrafiju i stratigrafiju na temelju ugljikovih izotopa donjokrednih naslaga (barem–alb) CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011). Naslage zapadne Istre proučavaju MATIČEC i sur. (1996) te pritom postavljaju pitanje o emerziji pojedinih djelova Istre u vrijeme krede. Evolucijom i razvojem istarskog dijela Jadranske karbonatne platforme od srednje jure do santona te formacijom eocenskih fliških bazena bavili su se VELIĆ i sur. (2003). Značajniji rad o evoluciji, paleogeografiji, paleoklimatologiji te paleoekologiji Jadranske karbonatne platforme pišu VLAHOVIĆ i sur. (2005) te MIKO i sur. (2013) koji objavljuju mineraloško–geološku studiju o potencijalnim i mogućim nalazištima te postojećim rudama na području Istre. Geokemijske i mineraloške karakteristike tala u okolici termoelektrane Plomin istražuju TOMAŠEK i PONGRAC (2013). Područja istarskih kamenoloma detaljno su istraživana i opisana u radovima znanstvenika te u završnim i diplomskim radovima studenata. PETRIŠKO (2021) u svom završnom radu opisuje fizikalno mehanička svojstva arhitektonsko građevnog kamena Istarske županije pri čemu su uspoređene različite vrste arhitektonsko građevnog kamena Istre iz gornje jure, donje i gornje krede. ANTOŠ (2021) u svom diplomskom radu određuje fizikalne, granulometrijske, mineraloške i geokemijske karakteristike profila *terra rosse* u kamenolomu Kanfanar dok se istraživanjem i određivanjem mineralnog sastava, uvjeta postanka i podrijetla donjokrednog slijeda (gornji barem–gornji alb) naslaga s dvije izražene emerzijske pojave u kamenolomu Selina IV bavi RITOSSA (2018). GAŠO (2022) opisuje

taložne okoliše podinskih donjoaptskih plitkovodnih karbonatnih i krovinskih albskih transgresivnih karbonatnih naslaga gornjoaptske emerzije te u njima određuje taložne okoliše kao i sastav mikrofosilnih zajednica i njihovu starost. Glinovite sedimente taložene tijekom aptsko–albske emerzijske faze istražuju OTTNER i sur. (1999) te DURN i sur. (2003, 2006) na području Seline (kamenolom Tri jezerca), Kanfanara i Bala. Rezultate istraživanja facijesnih obilježja lokaliteta Lakovići i Kanfanar objavljuje MILEUSNIĆ (2007).

3. Geologija Istre

3.1. Geografija i geomorfologija Istre

Istra, najveći hrvatski poluotok, smještena je na najzapadnijem dijelu Republike Hrvatske te na sjeverozapadnom dijelu obale Jadranskog mora. Sa svojom površinom od 3476 km^2 ujedno je i najveći jadranski poluotok na sjevernom dijelu Jadrana od čega Hrvatskoj pripada 3130 km^2 (90 %), 346 km^2 Sloveniji te još manji dio Italiji. Sloveniji i njenom primorju pripadaju područja s Koparskim i dijelom Piranskog zaljeva sve do ušća rijeke Dragonje dok Italiji pripada manji dio Istre na sjevernoj strani poluotoka Milje [1],[2].

Na temelju geološkog sastava i specifičnih litoloških obilježja Istra se može podijeliti na tri različite geomorfološke cjeline (slika 2) (KREBS, 1907; VELIĆ i sur., 2003):

1. Bijela Istra–izdignuto, okršeno kamenito područje Učke i Ćićarije (sjeverna–sjeveroistočna Istra), građeno od okršenih krednih i paleogenskih vapnenaca;
2. Siva Istra–središnje područje Istre koje predstavlja depresiju zapunjenu fliškim materijalom;
3. Crvena Istra–jugozapadni i zapadni dio Istarskog poluotoka, svoju boju duguje velikoj količini zemlje crvenice koja prekriva zaravan građenu od jurskih i krednih karbonatnih stijena.

Slika 2. Prikaz geomorfološke podjele Istre na tri zasebne cjeline prema Norbertu Krebsu [1]

Reljefnu i morfološku strukturu Istre najbolje opisuju sljedeće prirodne cjeline: prostrani valoviti ravnjak, složene doline popraćene obalama različitog pružanja; potom brdski prostor u obliku više strukturnih stepenica Ćićarije s unutrašnjim padinama Učke te slični manji oblici u priobalnom dijelu.

Visoko i brdovito područje sjevernog dijela Istre poznato je kao Bijela Istra zbog dominantne pojave golog krša i bijelih vapnenjačkih površina (goleti) kredno–eocenske starosti bez vegetacije koje su izravna posljedica krčenja šuma. To područje uključuje planinski vrh Učke i planinu Ćićariju (obilježenih boranom, ljuskavom navlačnom strukturom) koji predstavljaju krajnji sjeveroistočni dio istarskog poluotoka. S morfološkog i geografskog stajališta razlikuju se tri jedinice gorskog hrpta Učke: sjeverni, središnji i južni dio. Na kontaktu s brežuljkastim reljefom Ćićarije i pobrđem Brkina nalazi se sjeveroistočna granica Ćićarije koja ima vrlo složenu orografsku strukturu obilježenu nizom hrptova. To bi značilo da je upravo to područje nekad bilo izloženo intenzivnim tektonskim aktivnostima što je prouzročilo različite pravce pružanja slojeva koji su specifični za taj dio Istre (RIĐANOVIĆ, 1975; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; LONČAR, 2005).

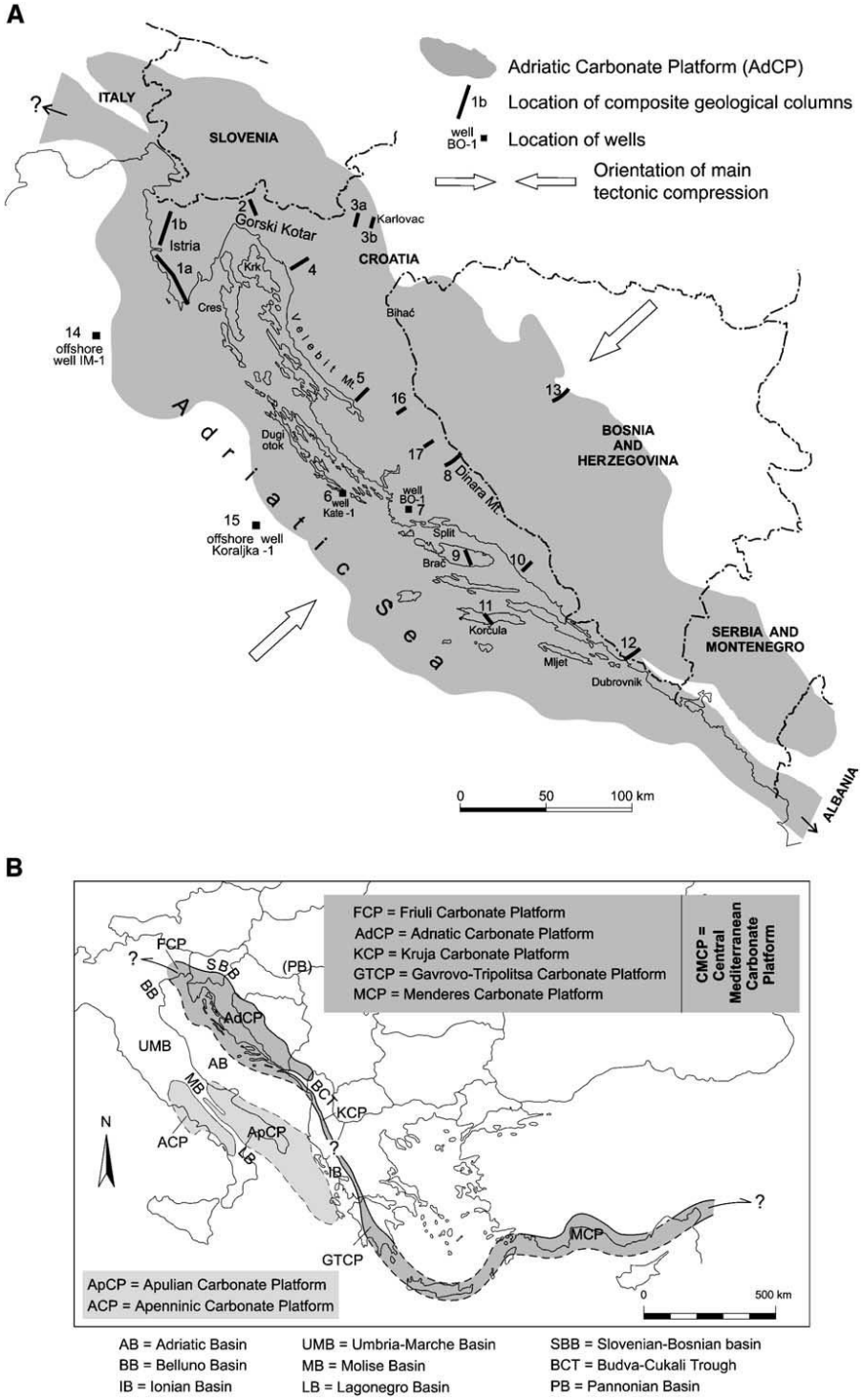
Središnji dio Istre, poznatiji i pod nazivom Siva Istra svoje je ime dobilo prvenstveno zbog eocenskih naslaga fliša, ali i zbog velike zastupljenosti lapora te njegove karakteristične sive boje. Za razliku od Bijele Istre izrazito je reljefno snižen zbog fluvijalne erozije što je posljedica vodonepropusnosti fliških naslaga u podlozi. Neizostavan element reljefa predstavljaju doline rijeka Mirne i Raše s njihovim pripadajućim pritocima čiji su smjerovi tokova uvjetovani sastavom stijena u podlozi. U predjelima s podlogom od fliških naslaga, rijeke imaju razgranatu mrežu pritoka dok u ostalim predjelima s topivim karbonatnim stijenama u podlozi dolazi do usijecanja dubokih i strmih kanjona fluvijalnim djelovanjem. Pobrđe na sjeverozapadnom području Istre izduženo je pravcem sjeverozapad–jugoistok pri čemu je došlo do oblikovanja dolina tokova rijeke Mirne, Dragonje i Pazinskoga potoka gdje je veći dio riječnih dolina predodređen rasjedima. Na mnogim područjima središnjeg dijela Istre nalazimo ogoljele uzvisine s nerazvijenim tlima koje su pritom izbrazdane krškim reljefnim oblicima te se to područje zbog svoje bujne zelene vegetacije naziva i Zelena Istra (RIĐANOVIĆ, 1975; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; LONČAR, 2005).

Područje koje se proteže od Piranskog do Plominskog zaljeva dosta je nisko i zaravnjeno (Istarska zaravan), prema istoku se izdiže i do visine od 400 m te je dominantno izgrađeno od karbonatnih stijena. Taj prostor svojim velikim dijelom obuhvaća Zapadnoistarsku antiklinalu s vapnenačkim stijenama u podlozi koje su neovisno o svojoj starosti izrazito okršene stvarajući mnogobrojne krške reljefne oblike poput pukotina, škrapa, ponikvi, uvala, špilja, ponora i jama. Treća reljefna cjelina pod nazivom Crvena Istra ime je dobila zbog nakupljanja tla specifične crvene boje (crvenice), što je posljedica nemogućnosti ispiranja tla zbog blagih nagiba terena. Crvenica (*terra rossa*) je najučestalije, a ujedno i poljoprivredno najperspektivnije područje u Istri. Iako se klima mijenjala tijekom mlađeg paleogena, mlađeg neogena i početka kvartara, uvjeti taloženja su unatoč promjeni klime ostali povoljni za proces rubifikacije (dehidratacija i kristalizacija Fe–oksida adsorbiranih na površini minerala gline). Tijekom vlažnijih perioda godine intenzivira se ispiranje karbonata i akumulacija rezidua. U sušnijim razdobljima godine uz prethodno dobru drenažu supstrata tla dolazi do dehidratacije tijekom koje kristalizira hematit (crvena boja). Na tom području crvenica ispunjava pukotine i krška udubljenja te formira diskontinuirane površinske slojeve debljina i do 2,5 m (RIĐANOVIĆ, 1975; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; DURN i sur., 2003; LONČAR, 2005).

3.2. Razvoj Istre kao dijela Jadranske karbonatne platforme

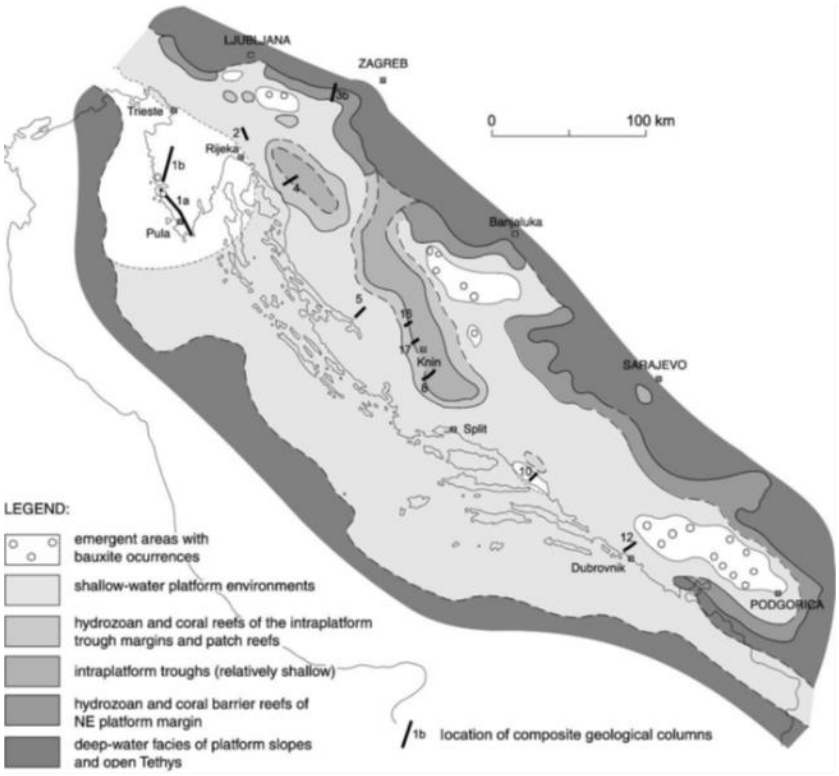
Pojam Jadranske karbonatne platforme (AdCP) odnosi se na naslage danas smještene na području veličine oko 800 x 200 km između rijeke Soče na sjeverozapadu i rijeke Bojane na jugoistoku te predstavlja jednu od najvećih mezozojskih karbonatnih platformi u Perimediteranskoj regiji. Danas je izdanke AdCP–a moguće pronaći na području Italije, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Albanije (slika 3). Jadranska karbonatna platforma predstavlja mezozojski karbonatni slijed Vanjskih Dinarida, a njezine naslage taložene su već tijekom srednjeg perma na varisciičkoj podlozi te se nastavljaju razvijati uz povremene prekide kontinuiranim taloženjem karbonatnih naslaga sve dok nije došlo do emerzije na granici krede i paleogena. Istra predstavlja područje sjeverozapadnog dijela nekadašnjeg AdCP, na kojoj su tijekom mezozoika u plitkom i toplom moru nastajale karbonatne stijene. Tijekom dugog razdoblja geološke prošlosti, od starije jure (prije približno 190 milijuna godina) do kraja krede (prije približno 65 milijuna godina) područje karbonatne platforme bilo je manje ili više izolirano od kopnenih utjecaja, tj. okruženo oceanom Tethysom (slika 6). Pod utjecajem dinamičnih procesa unutrašnjosti Zemlje, Jadranska mikroploča postupno se kretala od rubova današnje Afrike prema sjeveru te je u takvim uvjetima došlo do nastanka karbonatnih naslaga velike debljine (i do 8000 m), koje su najčešće činili vapnenci, a nešto rjeđe dolomiti. Veliko područje nekadašnje karbonatne platforme danas je prekriveno Jadranskim morem pa su njene naslage utvrđene detaljnim geološkim istraživanjima morskog dna Jadrana između hrvatske i talijanske obale (VLAHOVIĆ i sur., 2005; CVETKO TEŠOVIĆ i sur., 2011).

Tijekom starijeg trijasa na sjevernom šelfu Gondwane uvijek se odvija taloženje karbonatno–siliciklastičnog materijala. Naslage srednjeg trijasa dominantno su izgrađene od plitkomorskih karbonatnih stijena, posebice diplopornih vapnenaca. Mjestimice se pojavljuju pločasti pelagički vapnenci zajedno s tufovima (*pietra verde*), rožnjacima, pješčenjacima i šejlovima. *Pietra verde* je rezultat riftne tektonike i pratećeg bazaltnog magmatizma te ih prate bioklastični vapnenci čiji su vršni dijelovi okršeni za vrijeme gornjoladiničko–noričke emerzije. Na njih se nastavljaju boksiti i terigeni materijali te konglomerati taloženi za vrijeme gornjotrijaske transgresije na kojima se potom istaložio 60 m debeli slijed *Hauptdolomita* (taložen tijekom razdoblja norik–ret) koji ujedno označava početak taloženja plitkovodnih karbonatnih naslaga na karbonatnoj platformi (VLAHOVIĆ i sur., 2005).



Slika 3. A) Prikaz današnjeg smještaja naslaga Jadranske karbonatne platforme na temelju podataka s dostupnih izdanaka i istraživanja te lokacije istraživanih složenih geoloških stupova: 1a–zapad i jug Istre; 1b–zapad i sjever Istre; 2–Gorski Kotar (Platak); 3a–Karlovac; 3b–Karlovac (Duga Resa); 4–Velika Kapela; 5–Sjeverni Velebit; 6–*off–shore* bušotina Kate–1 (Kornati); 7–bušotina Boraja–1; 8–Dinara; 9–Brač; 10–Biokovo; 11–Korčula; 12–područje oko Dubrovnika; 13–područje oko Jajca; 14–*off–shore* bušotina Istra more IM–1; 15–*off–shore* bušotina KoraljKA-1; 16–Poštak; 17–područje oko Knina; B) Prikaz današnjeg položaja naslaga karbonatne platforme na području središnjeg Mediterana (preuzeto iz VLAHOVIĆ i sur., 2005)

Za juru je specifično taloženje karbonata u plitkovodnim platformnim okolišima. Vršni dio naslaga donje jure karakteriziran je intenzivno bioturbiranim mrljastim vapnencima (tzv. *Fleckenkalk*) koje je moguće povezati s oceanskim anoksičnim događajem (OAE). Početkom srednje jure (slika 4) na zapadnom prostoru AdCP ponovno dolazi do plitkomorskog taloženja koje traje sve do početka mlađe jure te uz lagunske facijese nastaju i ooidni te bioklastični vapnenci. Za vrijeme mlađe jure, odnosno krajem oksforda i tijekom kimeridža, mijenja se paleogeografija zapadnog i središnjeg dijela AdCP zbog djelovanja sinsedimentacijske tektonike. Dijelovi Istre su izdignuti i okopnjeni od kimeridža do mlađeg titona. Istodobno središnji dio AdCP zadržava izravnu vezu s otvorenim morem o čemu svjedoči pučinska fauna prisutna u Lemeš naslagama. Postupno se dubljemorska područja povezana s otvorenim morem zapunjavaju što tijekom mlađe jure i starije krede uzrokuje ponovno uspostavljanje plitkomorskog taloženja na cijelom području (VLAHOVIĆ i sur., 2005).



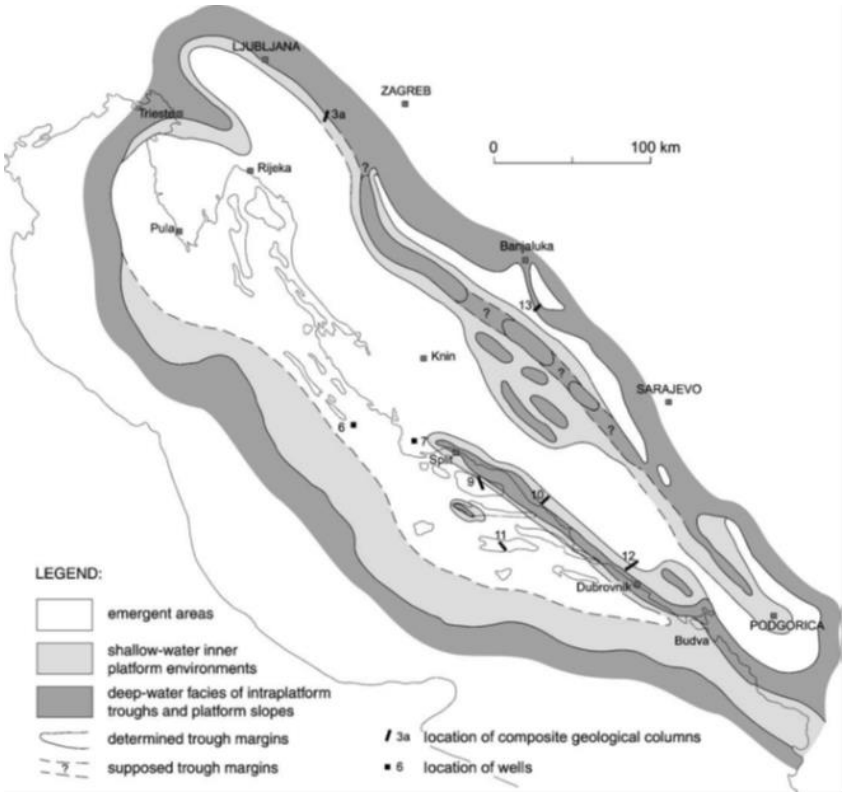
Slika 4. Paleogeografska karta koja prikazuje položaj paleookoliša na AdCP u vrijeme jure (kimeridž) (preuzeto iz VLAHOVIĆ i sur., 2005)

Na središnjem dijelu karbonatne platforme, u vrijeme prijelaza jure u kredu, mjestimično je došlo do kratkotrajne emerzije što potvrđuju mjestimične pojave boksita u zapadnoj i južnoj Hrvatskoj dok je na području Istre i na otoku Mljetu prijelaz označen debelim naslagama kasnodijagenetskog dolomita s reliktima ranodijagenetskog dolomita.

Općenito, za naslage donje krede specifično je taloženje u plitkomorskim okolišima s brojnim ciklusima oplićavanja, što uključuje i brojne kratkotrajne emerzije. To je i dokazano postojanjem otisaka dinosaura u naslagama berijasa, barema i alba Istre. Naslage barema obilježene su izmjenama stromatolita i zrnastih litotipova dok je prijelaz apta u alb obilježen regionalnom emerzijom što je ujedno i najvažniji geološki događaj u starijoj kredi. Tankouslojene naslage alba sadrže desikacijske pukotine, riplove i tragove stopala dinosaura koji svjedoče o oplićavanju (VLAHOVIĆ i sur., 2005).

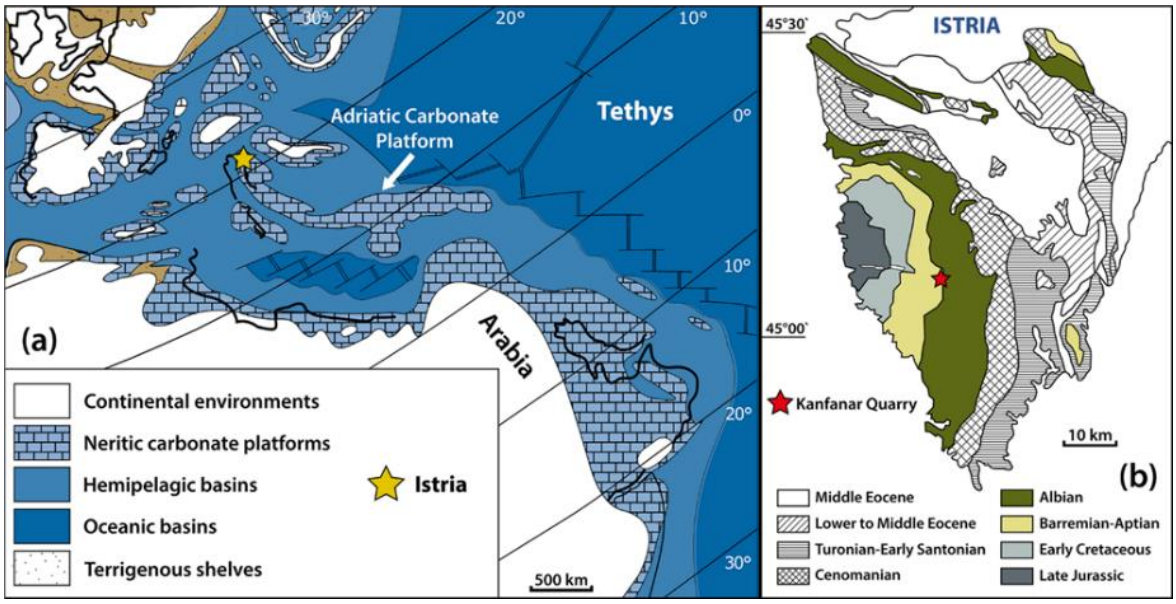
Debele naslage kasnodijagenetskog dolomita u rekristaliziranim vapnencima, uključujući i relikte ranodijagenetskog dolomita predstavljaju prijelaz iz donje u gornju kredu na većem dijelu platforme. Tijekom cenomana, plitkomorski prostor AdCP–a (slika 5) povremeno izranjava u plimnu i natplimnu zonu. Česti laminarni facijesi, ponekad s pojavama olujnih sedimenata ukazuju na uvjete sedimentacije tipične za unutarnji dio karbonatne platforme. Zbog smještaja platforme relativno blizu tektonski aktivnog rubnog dijela Tethysa, krajem cenomana dolazi do značajne diferencijacije okoliša. Na prijelazu cenoman–turon većina područja karbonatne platforme bila je potopljena kao posljedica oceanskog anoksičnog događaja (OAE2) i eustatičkog porasta morske razine. Iako se tijekom starijeg turona na nekim dijelovima AdCP nastavilo pelagičko taloženje, na većini područja AdCP ponovno se uspostavlja plitkomorska sedimentacija. Međutim, prostor današnje Istre je tijekom mlađe krede većinu vremena bio kopno. Prostor poluotoka Istre obuhvaća naslage unutarnjeg dijela AdCP (1., 2., i 3. megasekvencija) te naslage koje su nastale tijekom njene dezintegracije (4. megasekvecija). Površina Istre velikim je dijelom prekrivena razmjerno tankim slojem najmlađih, kvartarnih naslaga te je njena današnja građa posljedica opetovanih tektonskih deformacija, od kojih su se one najvažnije dogodile tijekom krede kada je područje današnje zapadne Istre tektonskim procesima morfološki izmijenjeno u prostranu Zapadnoistarsku antiklinalu te razdoblju kvartara kada je došlo do formiranja navlačnih struktura Učke i Ćićarije (slika 7). Zapadnoistarsku antiklinalu POLŠAK i ŠIKIĆ (1973) opisuju kao blago zasvođenu i uspravnu te kao jednu od najistaknutijih geoloških struktura u Istri. Njen nastanak povezuju s pokretima u laramijskoj orogenskoj fazi koja se odvila krajem krede. Naslage Zapadnoistarske antiklinale nagnute su vrlo blago (do 15°) prema sjeverozapadu, sjeveroistoku i jugoistoku (POLŠAK i ŠIKIĆ, 1973). Kontinuitet taloženja na istarskom dijelu AdCP povremeno je prekidan dužim kopnenim fazama koje su ujedno i granice velikih taložnih cjelina (megasekvencija)

(POLŠAK, 1965; VELIĆ i sur., 1995; MATIČEC i sur., 1996; TIŠLJAR i sur., 1998; VLAHOVIĆ i sur., 2003, 2005).

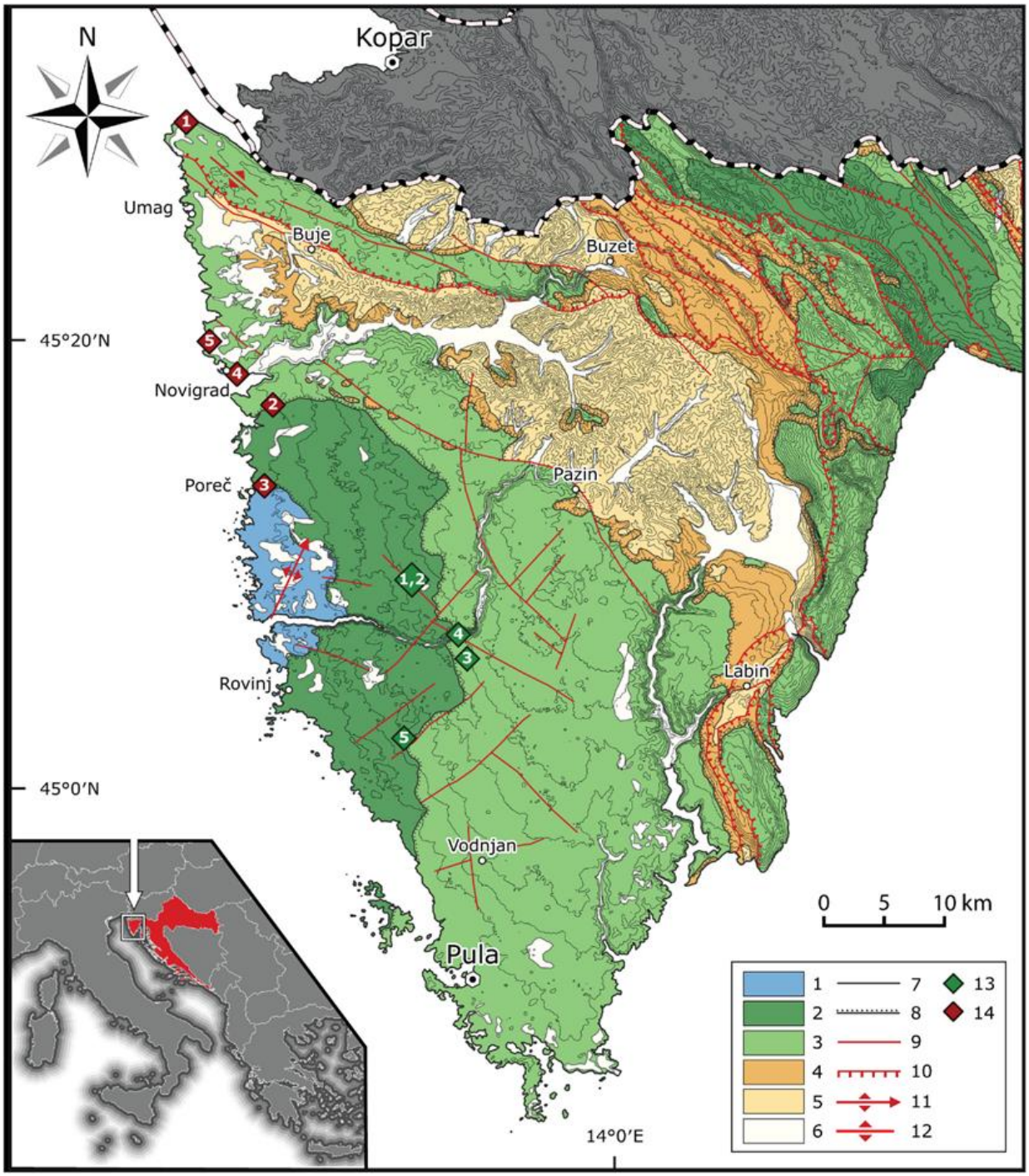


Slika 5. Paleogeografska karta koja prikazuje položaj paleookoliša na AdCP u vrijeme gornje krede (preuzeto iz VLAHOVIĆ i sur., 2005)

Na prijelazu iz krede u paleogen zabilježena je regionalana emerzija kao i pojava boksita što ujedno označava završetak taloženja na AdCP–u. Tijekom najmlađeg paleocena i eocena prostor bivše AdCP postaje zona izdizanja Dinarida, a istovremeno i zona postupnog spuštanja–Dinaridski predgorski bazen. Idući od sjeverozapada prema jugoistoku Dinaridskog predgorskog bazena mijenja se starost naslaga karbonatnih rampi: Istra–od mlađeg ipresa do bartona; sjeverna Dalmacija–od srednjeg dijela mlađeg ipresa do mlađeg lutecija/bartona; srednja Dalmacija–od starijeg/srednjeg dijela mlađeg ipra do srednjeg dijela mlađeg lutecija/bartona. Svaka od ovih karbonatnih rampi razlikuje se različitim debljinama naslaga i vremenima taloženja naslaga–kontrolirano sinsedimentacijskom tektonikom tijekom razvoja Dinaridskog predgorskog bazena, za razliku od mezozojskog izoliranog platformnog taložnog prostora, predstavljaju Dinaridski sustav karbonatnih rampi (VLAHOVIĆ i sur., 2005).



Slika 6. Položaj poluotoka Istre i kamenoloma Kanfanar u trenutku OAE 1 (preuzeto iz HUETER i sur., 2019)



Slika 7. Geološka karta istarskog poluotoka s prikazom velikih megasekvencija i pratećih rasjeda modificirana prema: VELIĆ i sur. (1995) i Osnovna geološka karta Hrvatske 1:300 000; 1–jura, 2–donja kreda, 3–gornja kreda, 4–donji eocen, 5–srednji do gornji eocen, 6–kvartar, 7–normalna geološka granica, 8–erozijska geološka granica, 9–normalni rasjed, 10–reversni rasjed, 11–Zapadnoistarska antiklinala, 12–Savudrijsko–buzetska antiklinala, 13–kredna paleotla, 14–*terra rossa* (DURN i sur., 2021)

3.3. Megasekvencije na području Istre

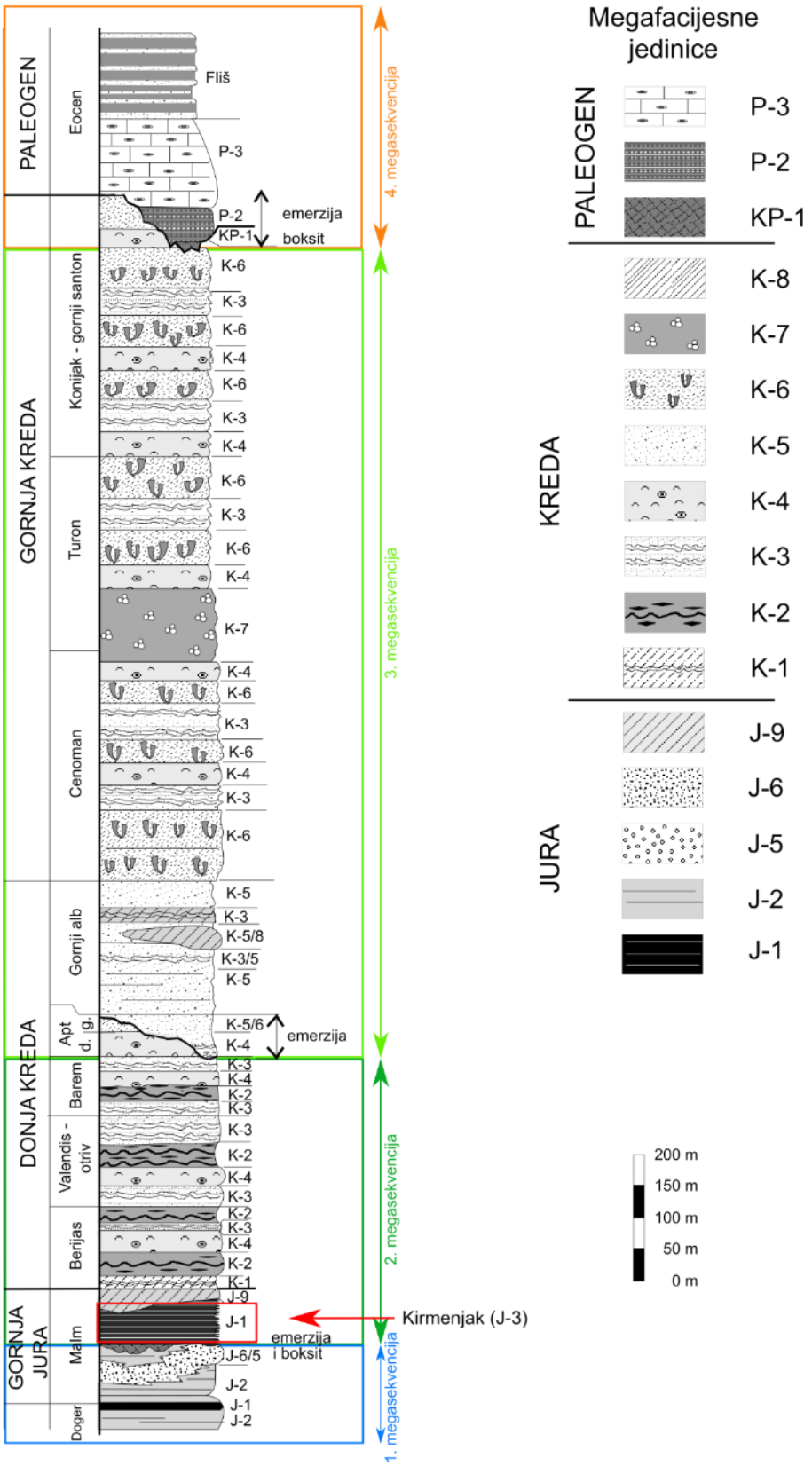
VELIĆ i sur. (2003) podijelili su slijed naslaga Istre na četiri velike megasekvencije ili sedimentacijske cjeline ograničene sa četiri regionalne diskordancije nastale dugotrajnim subaerskim izlaganjem (stratigrafski hijatusi) (slika 8):

1) Megasekvencija bat–donji kimeridž;
2) Megasekvencija gornji titon–donji/gornji apt;
3) Megasekvencija gornji alb–gornji cenoman/gornji santon;
4) Megasekvencija paleocen–eocen

3.3.1. Megasekvencija bat–donji kimeridž

Najstarija (regresivna) taložna jedinica obuhvaća slijed naslaga starosti od srednje jure (bat, otprilike 170 milijuna godina) do starijega dijela mlađe jure (oksford/donji kimeridž, otprilike 155 milijuna godina) (slika 8). U ovoj megasekvenciji mogu se razlikovati dvije formacije: Monsena i Limski kanal koje se međusobno razlikuju po starosti i fosilnom sadržaju. Formacija Monsena predstavlja najstarije naslage u Istri iz razdoblja bat–kalovij istaložene u okolišima zaštićenih plićaka u plitkoj potplimnoj zoni i lagunama. Uz slojevite madstone i fosiliferne vekstone dominantna je i pojava onkoidnih floutstona, emerzijskih breča, ljušturica školjkaša, stromatolita te desikacijskih pukotina (MIKO i sur. 2013 i reference unutra). Naslage Monsena formacije ujedno čine i jezgru Zapadnoistarske antiklinale otkrivene na području između Poreča, Limskoga kanala i Rovinja.

Formacija Limski kanal dijeli se na članove Lim i Muča dok je njena starost oksford–kimeridž. Prvi član Lim izgrađuju sitnozrnasti peloidni pekston do grejnston ujednačene teksture i načina slaganja čestica u mikritnom matriksu istaloženi u plićim zaljevima ili otvorenim lagunama. Drugi član Muča je ooidno–bioklastični vapnenac srednjeg i mlađeg oksforda karakteriziran ciklusima pokrupnjavanja naviše. Sedimentološke značajke upućuju na taloženje u visokoenergetskim plićacima te unutarnjim zaštićenim dijelovima platforme (lagune). Najmlađi dio naslaga sadrži pretaložene fosilne ostatke školjkaša, hidrozoa, stromatoporoida, koralja i školjkaša nastalih razaranjem organogenih grebena.



Slika 8. Prilagođeni geološki stup zapadne i južne Istre na kojem su jasno označene i obrubljene četiri megasekvencije međusobno odvojene emerzijama te pripadajuće megafacijesne jedinice (legenda na sljedećoj stranici; modificirano prema TIŠLJAR i sur., 2002).

Legenda megafacijesnih jedinica uz sliku 8:

PALEOGEN:

- P–3–Megafacijes foraminiferskih vapnenaca (miliolidni, alveolinski, numulitni i diskociklinski vapnenci): od ograničenih unutrašnjih dijelova karbonatne platforme, kroz pliće i dublje dijelove relativno otvorenih karbonatnih rampi do gornje padine;
- P–2–Megafacijes periplimnih/lagunskih stromatolitnih, peletnih i skeletnih mikritnih vapnenaca;
- P–1 (KP–1)–Megafacijes emerzijskih naslaga s boksitima te terestričkim, slatkovodnim i brakičnim Liburnijskim naslagama (taložene u najnižim dijelovima paleoreljefa);

KREDA:

- K–8–Megafacijes kasnodijagenetskih dolomita;
- K–7–Megafacijes pelagičkih vapnenaca i faune iz razdoblja kratkotrajnog potapanja karbonatne platforme;
- K–6–Megafacijes rudistnih kokina i vapnenaca (vekstoni, pekstoni, floutstoni/radstoni s rudistnim bioklastima) s manjim rudistnim biostromama i litosomima;
- K–5–Megafacijes intraklastičnih/peloidnih i skeletnih *foreshore* i *shoreface* grejnstona i pekstona;
- K–4–Megafacijes intraplatformskih lagunalnih i plitkih potplimnih onkoidnih i peloidnih mikritičnih vapnenaca;
- K–3–Megafacijes periplimnih–plimnih peletnih i skeletnih vapnenaca (vekston/pekston), pojava LLH–stromatolita, često ciklusi oplićavanja naviše;
- K–2–Megafacijes periplimnih i vadoznih vapnenaca u izmjeni s emerzijskim i *black pebble* brečama, glinama, močvarnim sedimentima, paleotlima te boksitima;
- K–1–Megafacijes natplimnih ranodijagenetskih i kasnodijagenetskih dolomita, ciklusi oplićavanja naviše sastoje se od kasnodijagenetskih potplimnih–plimnih dolomita i natplimnih ranodijagenetskih dolomita s fenestralnim stromatolitima, desikacijskim pukotinama i erozijskim površinama;

JURA:

- J–9–Megafacijes kasnodijagenetskih dolomita;
- J–6–Megafacijes skeletnih i intraklastičnih grejnstona/radstona istaloženih u plitkim uzburkanim okolišima;
- J–5–Megafacijes ooidnih grejnstona istaloženih u uzburkanim okolišima i na ooidnim prudovima;
- (J–3)–Megafacijes stilolitiziranih i fenestralnih madstona s erozijskim površinama ili desikacijskim pukotinama, često prekriveni olujnim sedimentima s vadoznom dijagenezom–periplimni ciklusi oplićavanja (Kirmenjak jedinica);
- J–2–Megafacijes lagunalnih i potplimnih intraplatformskih onkoidnih i skeletnih madstona do vekstona; sastavljeni od ooida i bioklasta briozoa, koralja, stromatoporida i foraminifera (Muča jedinica);
- J–1–Megafacijes periplimnih mikritičnih, fenestralnih i vadoznih vapnenaca sa proslojcima ranodijagenetskih dolomita, emerzijskih breča i naslagama (Lim jedinica i Monsena jedinica)

Prva taložna megasekvencija prekinuta je dugotrajnom emerzijom trajanja od 6 do 9 milijuna godina koja je posljedica snažnog izdizanja upravo tog područja Jadranske karbonatne platforme. Emergirane stijene bile su izložene okršavanju, da bi u šupljinama otapanja taložen ishodišni materijal (alumosilikati) za nastanak ležišta boksita. U vršnim dijelovima naslaga boksiti su znatno alterirani i boja im varira od zelenkasto–sive do žućkasto–bijele (koji je inače u ostatku naslaga crvene boje). Sjeverno od Rovinja jedno je od većih nalazišta jurskog boksita, a manja ležišta su u okolici Funtane, Rovinjskoga Sela i Vrsara (DURN i sur., 2003; MATIČEC i sur., 1996; POLŠAK, 1965; POLŠAK, 1967; TIŠLJAR i sur., 1998; VELIĆ i TIŠLJAR, 1988; VELIĆ i sur. 1995; VLAHOVIĆ i TIŠLJAR, 2003 i reference unutra; VLAHOVIĆ, 2005).

3.3.2. Megasekvencija gornji titon–donji/gornji apt

Druga megasekvencija obilježena je transgresivno–regresivnim slijedom i velikim razlikama u facijesima te izgrađena od naslaga raspona starosti od najmlađe jure (mlađi titon, prije oko 150 milijuna godina) do mlađega dijela starije krede (mlađega apta, prije otprilike 115 milijuna godina). Naslage ove megasekvencije dokazane su na području od Poreča do Červara, odakle se protežu zapadno od Heraka, Seline, Kanfanara, Bala, Negrina pa sve do obale–od Zlatnog rta u Rovinju do Barbarige i Velog Brijuna. Postupnim preplavljivanjem dotadašnjega kopna nastale su prostrane plimne ravnice i zaštićeni plićaci, u kojima su ciklički taloženi (oscilirajućom transgresijom) mikritni vapnenci. Oni su danas od velike ekonomske i građevne vrijednosti i od davnina su eksploatirani kao izvrstan arhitektonsko–građevni kamen poznat pod nazivom Kirmenjak, ili u litostratigrafskom smislu Kirmenjak stilolitizirani mikriti. U istoimenom kamenolomu su na slojnim spovršinama sačuvane pukotine isušivanja i rijetki otisci tragova stopala dinosaura.

U krovini jedinice Kirmenjak slijede naslage litostratigrafske jedinice Fantazija dolomiti čiji se najpoznatiji i najbolji izdanci nalaze se u istoimenom kamenolomu kraj Rovinja. Ona je obilježena općim globalnim snižavanjem morske razine koje je počelo u mlađoj juri i rezultiralo procesom evaporacije u starijoj kredi (berijasu) pri čemu se ritmično izmjenjuju parasekvencije oplićavanja naviše sastavljene od periplimnih vapnenaca i ranodijagenetskih natplimnih dolomita. Na Fantazija dolomite nastavlja se jedinica Zlatni rt čija je donja granica vršni dio Kirmenjak jedinice te je starosti mlađi titon–neokom. Izdanjuje na obali u blizini Rovinja i izgrađuju je kasnodijagenetski šećerasti dolomiti unutar kojih se nalaze vapnenački relikti s nodulama rožnjaka. Tijekom berijasa, valandisa i otriva izmjenjuju se taložni okoliši od plitkih potplimnih do natplimnih uz povremene kratkotrajne emerzije i taloženje vapnenaca sa sljedovima oplićavanja naviše. Za te je okoliše karakteristična pojava peloidno–intraklastičnih grejnstona te stilolitiziranih madstona u izmjeni s LLH–stromatolitnim vapnencima i emerzijskim brečama. U mlađim ciklusima oplićavanja naviše pojavljuju se plimne i olujne breče.

Slijedi formacija Rovinj obilježena izmjenom donjoberijaskih svijetlijih (ranodijagentskih) i tamnijih (kasnodijagenetskih) dolomita, ali i promjenjivom debljinom kao posljedicom različitih okoliša natplimne zone. Na formaciju Rovinj naliježe formacija Materada starosti stariji berijas–mlađi valendis taložena u periplimnim okolišima. U svojem donjem dijelu, formacija Materada okarakterizirana je izmjenom stilolitiziranih madstona, a u vršnim dijelovima izmjenjuju se fenestralni madstoni, grejnstoni, pekstoni i stromatoliti.

Sljedeća formacija Limska draga nastala je između srednjeg valendisa i starijeg otriva. Dijeli se na dva člana: stariji član Gradina–cisterna i mlađi član Gustinja. Na cijelom području Istre dolazi do prekida taloženja različitog trajanja u razdoblju između starijeg apta i mlađeg alba (prije približno 115 milijuna godina). Zbog međudjelovanja eustatskih promjena morske razine i tektonskih pokreta slabije izraženih na drugim dijelovima nekadašnje Jadranske karbonatne platforme, kopnena faza je različitog trajanja na različitim dijelovima platforme (od 10 do 13 milijuna godina). Taj događaj je u stijenama zabilježen pojavom do 1 m debeloga slijeda krških breča i zelenkastosivih glina taloženih u paleokrškim udubljenjima (MATIČEC i sur., 1996; TIŠLJAR i sur., 1998; VELIĆ i TIŠLJAR, 1988; VELIĆ i sur. 1995; DURN i sur., 2003; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003, 2005).

Najbolji izdanci aptskih karbonata zapadne Istre nalaze se na području Kanfanara te predstavljaju vršni dio druge megasekvencije. Relativno ujednačene litologije ukazuju na činjenicu da su karbonati istaloženi unutar općenito stabilnog lagunskog okoliša. Kao rezultat mlađeaptskog–starijealbskog subaerskog izlaganja i naknadne erozije debljina donjoaptskih karbonata značajno se razlikuje, a lokalno ih i nema. Uzimajući u obzir komercijalnu važnost rudistnih vapnenaca u Istri relativno su dobro proučeni posebice iz stratigrafske i paleookolišne perspektive. Komercijalni naziv tih naslaga je Istarski žuti. Vapnenci su detaljno istraženi duž područja doline Lima i kamenoloma Kanfanar. Dominantan facijes je predstavljen u obliku bačinelskih naslaga, koje uključuju i fragmente rudista. Sukcesija aptskih karbonata oko Kanfanara detaljno su opisali VELIĆ i sur. (1995) te VLAHOVIĆ (1999).

Donjoaptski masivni i kompaktni onkoidni vapnenci talože se na baremske gastropodne grejnstone. VLAHOVIĆ (1999) je dodijelio ove aptske karbonate neformalnoj jedinici Kanfanar koja se sastoji od donjeg člana Sv. Petar (donjoaptski masivni onkoidni vapnenci), te gornjeg člana Begovac (vršni dio donjoaptskih i gornjoaptskih vapnenaca). Član sv. Petar prikazuje bazni interval do 2 m debljine sastavljen od ritmičkih alternacija bačinelsko–onkoidnih floustona i madstona. Interval je prekriven s otprilike 2,5 m debelim bačinelsko–onkoidnim floutstonom s rudistima. Glavni dio bačinelsko–onkoidnih floutstona koji sadrži rijetke rudiste (*Requieniida*) je debljine otprilike 15 m.

Osim vrstom *Bacinella irregularis* RADOIČIĆ, vapnenci su obilježeni tipičnom donjoaptskom asocijacijom mikrofosila koja uključuje sljedeće vrste: *Salpingoporella dinarica* RADOIČIĆ, *Palorbitolina lenticularis* (BLUMEN–BACH), *Sabaudia briacensis*

ARNAUD–VANNEAU, *S. minuta* (HOFKER), *Vercorsella scarsellai* (DE CASTRO), *V. laurentii* (SARTONI & CRESCENTI), *Novalesia distorta* ARNAUD–VANNEAU, *Praechrysalidina infracretacea* LUPERTO–SINNI, *Debarina hahounerensis* FOURCADE i sur., *Mayncina bulgarica* LAUG i sur., *Voloshinoides murgensis* LUPERTO–SINNI & MASSE, *Archaealveolina* sp. i vrlo rijetka, ali biostratigrafski vrlo važna, *Praeorbitolina cormyi* SCHROEDER. Iznad bačinelsko onkoidnih floutstona pojavljuje se otprilike 2,7 m debeli interval bioklastično–skeletnog grejnstona koji sadrži vrstu *Palorbitolina lenticularis* i druge orbitolinide, primitivne alveolinide, *Pseudonummoloculina aurigerica* CALVEZ i rijetku *Pseudolituonella conica* LUPERTO–SINNI & MASSE (MATIČEC i sur., 1996).

Interval prethodno opisan kao bačinelsko–onkoidni je biostratigrafski pripisan zoni rasprostranjenosti vrste *Palorbitolina lenticularis* (VELIĆ i sur., 1995). Potom slijedi interval debljine 1,5 m bioklastičnih grejnstona s bioklastima rudista koji ukazuje na prijelaz između donjo– i gornjoaptskih naslaga u Istri. Kontinuirano je prekriven tankim gornjoaptskim naslagama koje se sastoje od 0,5 do 1,5 m debelih kokina građenih od dazikladalnih alga *Salpingoporela dinarica* i foraminifera *Praechrysalidina infracretacea* te 0,7 do 2,5 m debljine biomikrita obogaćenih *S. dinaricom* te je isto tako česta pojava *P. infracretacea* i miliolida. Prema VELIĆ i sur. (1995) ove gornjoaptske naslage nalaze se u *Salpingoporella* zoni. Prekrivajuće emerzijske breče i konglomerati, debljine 1,0 do 2,5 m, istaloženi su tijekom faze emerzije koja je trajala od starijeg dijela mlađeg apta do starijeg dijela mlađeg alba. Slijede ih vekstoni do pekstoni/grejnstoni koji sadrže sljedeće mlađealbske orbitolinide i druge foraminiferske asocijacije: „*Valdanchella*" *dercourti* DECROUEZ & MOULLADE, *Neoiraquia insolita* (DECROUEZ & MOULLADE), *Paracoskinolina fleuryi* DECROUEZ & MOULLADE, *Pseudonummoloculina aurigerica* CALVEZ, *P. heimi* (BONET), *Cuneolina pavonia* (D'ORBIGNY), *C. parva* HENSON, *Sabaudia auruncensis* (CHIOCCHINI & DI NAPOLI), *S. minuta* (HOFKER), *Vercorsella scarsellai* (DE CASTRO), *V. laurentii* (SARTONI & CRESCENTI), *Mayncina bulgarica* LAUG itd. (MATIČEC i sur., 1996).

3.3.3. Megasekvencija gornji alb–gornji cenoman/gornji santon

Treća transgresivno–regresivna megasekvencija starosti mlađi alb–stariji kampan (prije oko 112–83,5 milijuna godina) također je karakterizirana velikom debljinom naslaga (više od 1200 m), ali i različitim lateralnim i vertikalnim razvojima facijesa. Primjerice, na sjeveru Istre je prije došlo do emerzije nego na području južne Istre, i proces taloženja prekinut je krajem cenomana (prije otprilike 95–94 milijuna godina) za razliku od južne Istre i Učke gdje taloženje prestaje u mlađem santonu (prije otprilike 85–83,5 milijuna godina).

Nakon emerzije u starijem albu započinje transgresija kojom je uspostavljen plitkomorski taložni sustav na dijelu AdCP–a koji se danas nalazi na području Istre. Glavne karakteristike i obilježja naslaga treće megasekvencije su brojne pukotine isušivanja, tankouslojeni vapnenci s riplovima i kosom slojevitošću, tempestitnim obilježjima, LLH–stromatolitni vapnenci i dobro očuvani i vidljivi tragovi kretanja i otisci dinosaura na Velom Brijunu. Na području Istre krajem alba eolskim je putem s udaljenih vulkanskih područja transportiran sitni pepeo koji je postao neophodan ishodišni materijal za postanak dijagenetskih kvarcnih sedimenata. Zbog promjene uvjeta krajem alba–početkom cenomana dolazi do uspostavljanja različitih taložnih okoliša (sustava) te je za vrijeme trajanja treće megasekvencije moguće izdvojiti sveukupuno četiri taložna sustava sa sličnim uvjetima taloženja:

(a) periplimni taložni sustav (alb),

(b) *foreshore* taložni sustav (alb),

(c) diferencijacija taložnih sustava (cenoman),

(d) taložni sustav potopljene platforme (donji cenoman–gornji turon)

Transgresija se međutim nije dogodila na sjevernom području Istre, gdje je i dalje prevladavao plitkovodni okoliš taloženja, ali je došlo do emerzije gornjocenomanskih naslaga uz taloženje boksita i paleogenskih transgresivnih naslaga. Na području južne Istre i Učke je trajala oko 30 milijuna godina, dok je na području sjeverne Istre trajala oko 40 milijuna godina. U to vrijeme je zapadna Istra bila prostrani otok, stoga je na području između Rovinja i Poreča stratigrafski hijatus najduži, čak 87 milijuna godina. Prema TIŠLJARU i sur. (2005), navedena megasekvencija započinje albskom formacijom Pula obilježenom pojavom pravilnih izmjena madstona, peloidnih pekstona i bioklastično–intraklastičnih foraminiferskih grejnstona. U naslagama ove formacije nađene su

dazikladadalne alge, bentičke foraminifere te puževi poput *Nerinea cretacea* i *N. fleuriaui* te školjkaši roda *Chama*.

Formacija Pula prekrivena je cenomanskim karbonatnim naslagama formacije Rušnjak okarakteriziranom izmjenom različitih tipova vapnenaca: madstona, različitih tipova vekstona, bioklastičnih–intraklastičnih pekstona, grejnstona, floutstona i radstona. U lokalno produbljenom taložnom prostoru akumulirano je kršje rudista dok su rudistne biostrome bile smještene na plićim područjima. Sinsedimentacijska tektonika tijekom cenomana uvjetovala je različite uvjete i okoliše taloženja uključujući i specifične periplimne okoliše. Jedna od zanimljivosti ove formacije su otisci dinosaura na gornjim slojnim površinama bioklastičnih vekstona otočića Fenoliga u Istri. Između starijeg cenomana i mlađeg turona u dubljeomorskim prostorima taloženi su uslojeni svijetlosmeđi do svijetlosivi vapnenci tipa madston–vekston–pekston s pelagičkim česticama koji predstavljaju sljedeću formaciju Sveti Duh. Njen fosilni sadržaj je vrlo raznolik te od onih važnijih uključuje bentičke foraminifere, razne školjkaše, amonite i spikule spužvi.

Prostor južne Istre je krajem cenomana i početkom turona obilježen potapanjem platforme što je zabilježeno na velikom dijelu tadašnje AdCP. Kraj ove megasekvencije je obilježen taloženjem raznolikih i dobro uslojenih vapnenaca koji variraju od madstona do floatstona i radstona s fosilnim sadržajem rudista, alga i bentičkih foraminifera. Istaloženi su između turona i kampana (na samom kraju krede) te pripadaju formaciji Gornji Humac. Za vrijeme tadašnje faze okopnjavanja (laramijska orogeneza) došlo je do izostanka gornjokrednih naslaga. Zbog izrazite tektonske aktivnosti, područje sjeverne Istre bilo je prije izloženo toj fazi okopnjavanja čije je trajanje variralo ovisno o području. Okopnjavanje je bilo obilježeno paleookršavanjem i lateritizacijom tla čime se stvaraju naslage boksita u najnižim dijelovima paleoreljefa, kao posljedica dugotrajnog subaerskog izlaganje te vrućih i humidnih klimatskih uvjeta (VELIĆ i TIŠLJAR, 1988; VELIĆ i sur. 1995; MATIČEC i sur., 1996; TIŠLJAR i sur., 1998; DURN i sur., 2003; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003).

3.3.4. Megasekvencija paleocen–eocen

Četvrta i ujedno posljednja megasekvencija izgrađena je od paleogenskih (paleocen–eocen) naslaga taloženih tijekom faze postupnog preplavljivanja tektonski deformiranog kopna (prije otprilike 56 milijuna godina). Podizanjem morske razine izdiže se razina podzemne slatke vode i najniži dijelovi reljefa pretvaraju se u močvare u kojima je uz karbonatne sedimente istaložen i izvorišni materijal za nastanak debelih naslaga ugljena (područje Labina). Naslage ove megasekvenciji mogu se podijeliti na: (1) Liburnijske naslage (slatkovodne i brakične paleocenske naslage nastale u nižim dijelovima paleoreljefa), (2) foraminiferske vapnence (paleocensko–eocenski slijed postupnog produbljivanja taložnog okoliša koji se sastoji od miliolidnih (zaštićena platforma), alveolinskih (plitki okoliš), numulitnih (plitki okoliš) i diskociklinskih vapnenaca (dublji okoliš)), (3) prijelazne naslage (srednjoeocenski glinoviti vapnenci, kalcitični lapori i lapori sa sitnozrnastim karbonatnim i siliciklastičnim matriksom istaloženi u dubljim okolišima) i (4) fliš (srednjo– do gornjoeocenski karbonatni pješčenjaci u izmjeni s laporom). Fliš je najzastupljeniji na području Plominskog, Labinskog i Pazinskog bazena. (POLŠAK, 1965; POLŠAK, 1967; VELIĆ i sur., 1995; MATIČEC i sur., 1996; TIŠLJAR i sur., 1998; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003).

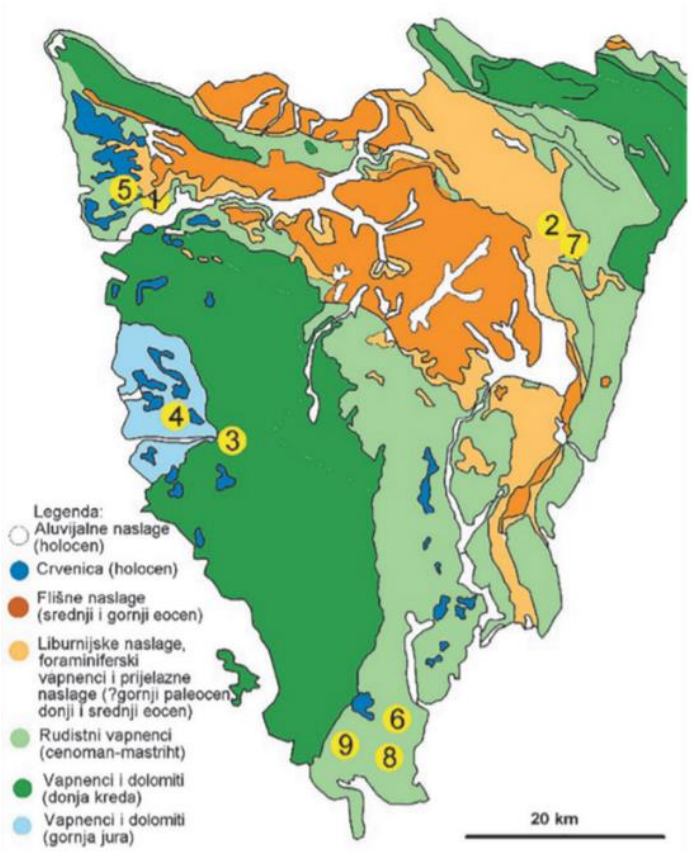
Istovremenim tektonskim deformacijama na cijelom području nekadašnje AdCP stvaraju se duboka korita u kojima se talože klastične naslage u obliku fliša koji u najnižim slijedovima naslaga obuhvaća lapore. Slijedi periodična izmjena takvih autohtonih bazenskih naslaga i ugljenonosnih tankih proslojaka većinom vapnenačkih pješčenjaka. Taj materijal potječe od pretaloživanja velike količine kućica foraminifera iz okolnih rubnih plitkomorskih okoliša trošenja, a dijelom od trošenja starijih gornjokrednih tektonski izdignutih naslaga. U mlađim naslagama fliša, pješčenjaci sadržavaju veći udio nekarbonatnih i siliciklastičnih zrna. Jedno od takvih korita, Pazinski fliški bazen, dobro je očuvan u području od doline Mirne preko Pazina i Lupoglava do okolice Labina.

Završetak zadnje megasekvencije obilježen je kopnenom fazom koja je počela prije oko 35 milijuna godina (eocen/oligocen) nakon taloženja fliša te traje i danas, a zahvatila je cjelokupno područje Istre. Za vrijeme tako dugog kopnenog razdoblja stijene svih izloženih megasekvencija intenzivno se troše, okršavaju i erodiraju, te prekrivaju crvenicom, lesom ili praporom (eolskim materijalom), kvartarnim brečama, željezovitim glinama, aluvijalnim i bujičnim nanosima te jezerskim sedimentima koji su najčešći na području Pazinskog bazena (POLŠAK, 1965; POLŠAK i ŠIKIĆ, 1973; VELIĆ i sur., 1995; MATIČEC i sur., 1996;

TIŠLJAR i sur., 1998; DURN i sur., 2003; VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2005).

4. Kamenolomi u Istri i Istarski žuti

Istra je regija u kojoj se nalaze brojni kamenolomi (slika 9) u kojima su se tijekom prošlosti vadili, a i danas se vade iznimno kvalitetni (istarski) varijeteti prirodnog kamena. Oni su zbog svoje dugotrajne upotrebe poznati i priznati ne samo na našem području, nego i u svijetu jer su upotrijebljeni u izgradnji brojnih povijesnih i znamenitih spomenika i građevina. Komercijalni varijeteti koji se eksploatiraju su: Istranka, Grožnjan, Istarski žuti s inačicama Kanfanar (slika 10), Selina i Korenići, Valtura s inačicama *unito* i *fiorito,* Vinkuran s inačicama *fiorito* i *statuario,* Marčana, Planik, Lucija, Kirmenjak. Svi navedeni varijeteti su determinirani kao vapnenci različite starosti od jurske (Kirmenjak), preko kredne (Grožnjan, Istarski žuti, Lucija, Marčana, Valtura i Vinkuran) do eocenske (Istranka, Planik) (KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019; MIKO i sur., 2013).



Slika 9. Lokaliteti istarskih kamenoloma na geološkoj karta Republike Hrvatske mjerilo 1:300 000: 1) Grožnjan, 2) Istranka, 3) Istarski žuti, 4) Kirmenjak, 5) Lucija, 6) Marčana, 7) Planik, 8) Valtura, 9) Vinkuran (preuzeto iz KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019).

Najpoznatiji varijetet iz Istre je Kirmenjak ili *Pietra d'Istria* koji je klasificiran i opisan kao stilolitizirani mikritni vapnenac mlađejurske starosti boje slonovače te se zbog svoje boje često i naziva *ivorio* ili *avorio*. Odlikuje ga iznimna čvrstoća, mala poroznost i otpornost na habanje te iznimna postojanost i izdržljivost čak i u vrlo nepovoljnim uvjetima, s obzirom na njegov geografski položaj, tj. prilikom djelovanja morske soli. Kamen Kirmenjak se koristio kao glavni građevni kamen u izgradnjo brojnih konstrukcija u Veneciji (*Ponte di Rialto* i Duždeva palača) te se obično koristio u osjetljivim dijelovima obale koja je stalno izložena plimi i oseki te naizmjeničnom vlaženju i sušenju. Do danas je sačuvao dobar izgled što pokazuje njegovu visoku kvalitetu (MIKO i sur., 2013; KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019; PETRIŠKO, 2021).

Slika 10. Kamenolom Kanfanar (fotogr. M. Martinuš)

Drugi najpoznatiji varijetet iz Istre je Istarski žuti (*Giallo d'Istria*) ili samo Kanfanar koji se eksploatira u kamenolomima Kanfanar, Selina i Korenići te se prema navedenim kamenolomima i nazivaju različite inačice tog kamena. Važno je naglasiti kako se u tim kamenolomima obavlja jedina podzemna eksploatacija u Republici Hrvatskoj. Iz povijesnih zapisa se može zaključiti kako se ovaj tip kamena u 15. stoljeću prevozio s otočića Sv. Jerolim (Brijunski otoci) u Anconu po preporuci Jurja Dalmatinca. Kanfanar je vapnenac prepoznatljive žute boje (odakle i porijeklo naziva Istarski žuti) te je isto tako lako prepoznatljiv po svojoj veoma jasno vidljivoj izmjeni svjetlijih (mikrit) i tamnijih dijelova

(nepravilno obavijeni onkoidi). Zbog dominantne pojave mezozojske alge *Bacinella irregularis* RADOIČIĆ nazivaju se i bačinelskim onkoidima te je Istarski žuti klasificiran kao vapnenac tipa onkoidni floutston (slika 11) (MIKO i sur., 2013; KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019; PETRIŠKO, 2021).

Slika 11. a) Baćinelski onkoidni vapnenac (Istarski žuti) s presjekom paralelnim sa slojevitošću (lupa kao mjerilo); b) baćinelski onkoidni vapnenac s presjekom okomitim na slojevitost (preuzeto iz MIKO i sur., 2013)

Najveća ležišta arhitektonsko–građevnog kamena u Istri vezana su za područje Zapadnoistarske jursko–kredne antiklinale. Za cijeli taj eksploatacijski bazen karakteristične su tri grupe ležišta koje su potpuno različite po pojavnosti, boji, rudarsko–tehnološkim elementima eksploatacije i po komercijalnim učincima ostvarenim njihovom eksploatacijom. U kontinuiranom slijedu donjokrednih naslaga Zapadnoistarske antiklinale Istarski žuti stratigrafski pripada naslagama donjeg apta. Te su naslage predstavljene deblje uslojenim vapnencima žućkaste boje. Naslage se protežu od Brijunskog otočja, preko otoka Sv. Jerolima, Bala, Čabrunića, Kanfanara, Korenića, pa sve do Seline. Stratigrafski slijed naliježućih naslaga platformskih karbonata jure i krede u zapadnoj Istri podijeljen je u tri megasekvencije omeđene velikim diskontinuitetima–emerzijskim površinama za koje su

karakteristična vremenska razdobljima subaerske izloženosti s neujednačenom akumulacijom boksitnih laterita (ANTOŠ, 2021).

Kamen je u Istri stoljećima eksploatiran prvenstveno zbog dvije najosnovnije i najvažnije svrhe. Prva se odnosi na proizvodnju tehničko–građevnog kamena za izgradnju cesta i saniranje obala dok druga uključuje eksploataciju arhitektonsko–građevnog kamena pogodnog za izradu elemenata za gradnju kuća, crkvi, zvonika i drugih građevina. Jedna od najstarijih, najprepoznatljivijih, ali ujedno i najprimitivnijih kamenih građevina su istarski kažuni koji su izgrađeni i zidani od neobrađenog prirodnog kamena bez uporabe vezivnog materijala tzv. tehnikom suhozida. Antičko je razdoblje poznato po upotrebi kamena za građenje monumentalnih rimskih građevina, akvedukata, mostova i skulptura. Najpoznatiji kamenolomi iz kojih se tada vadio kamen su Vinkuran i Vintijan u Istri, južno od Pule, gdje su se vadili kredni vapnenci. Najpoznatija građevina građena od tog kamena je rimski amfiteatar, popularno nazvan Arena u Puli, koja je građena u 1. st. za vrijeme rimskog cara Vespazijana. Kamen je dopreman s Brijunskih otoka, odnosno otoka sv. Jerolima u Fažanskom zaljevu i iz zaljeva Saline, južno od Rovinja. Od značajnijih spomenika još se ističe i slavoluk Sergijevaca u Puli (MIKO i sur., 2013; KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019; PETRIŠKO, 2021; [1]).

Prema dostupnim podacima prva zabilježena eksploatacija, i danas aktivnog, kamenoloma Kirmenjak, tada zvanog Orsera (Montraker), datira još iz 568. godine. Tada je započela gradnja grada Venecije, koja svoju ljepotu najviše duguje ovom kamenu tj. njegovim karakteristikama, kvaliteti i boji. Prema nekim zapisima procijenjeno je da je otprilike 80 % Venecije izgrađeno kamenom iz kamenoloma kod Vrsara i Zlatnog rta kod Rovinja. Zbog svojih izvanrednih i cijenjenih fizičko–mehaničkih karakteristika te pogotovo otpornosti na djelovanje morske vode ovaj je kamen postao glavni materijal prilikom izgradnje brojnih građevina, kako vjerskih tako i vojnih (Arsenal) i civilnih te gradskih palača od kojih je najpoznatija velebna Duždeva palača u Veneciji. Kamen Kirmenjak, kao i kamen iz okolice Buja korišten je pri gradnji starokršćanske Eufrazijeve bazilike u Poreču koja datira iz 6. stoljeća (MIKO i sur., 2013; KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019; PETRIŠKO, 2021; [1]).

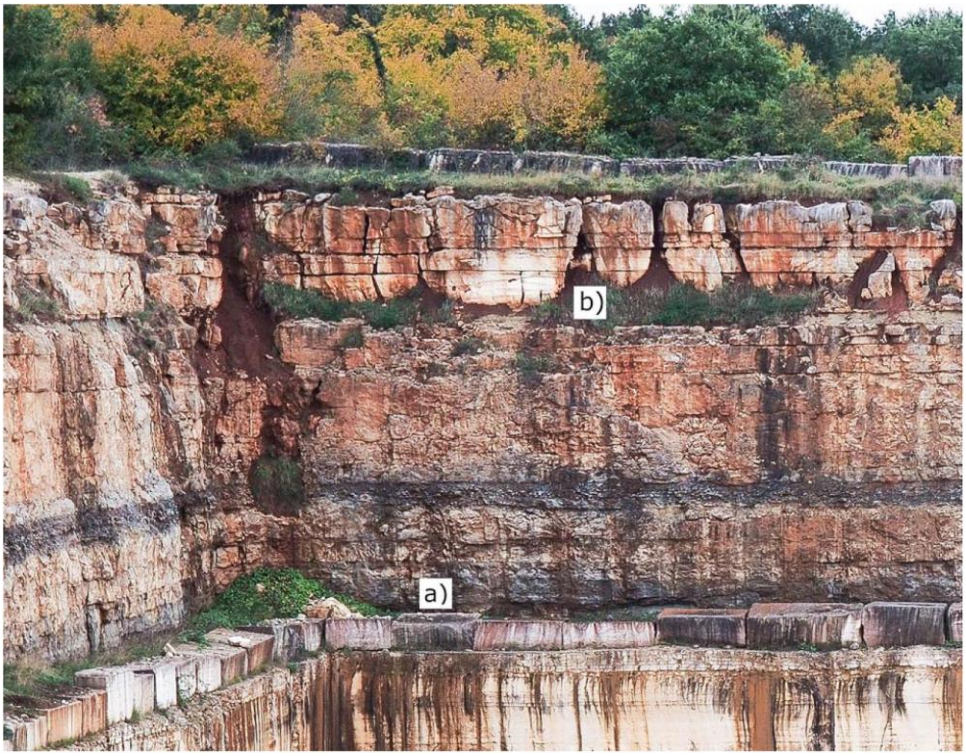
Početkom 19. stoljeća i dolaskom Austro–Ugarske Monarhije na područje Istre dolazi do otvaranja kamenoloma Marčane, Planika i drugih, a kamen vađen na tim lokalitetima često je korišten pri gradnji raznih objekata diljem Austro–Ugarske Monarhije. U drugoj

polovici 19. stoljeća u okolici Žminja eksploatirao se kamen pogodan za gradnju zgrada, arhitektonskih detalja i spomenika.

Do početka Prvog svjetskog rata otvoreno je čak deset kamenoloma, a eksploatirani kamen se potom izvozio u SAD, Italiju, pa čak i Perziju (Iran) te druge daleke zemlje. U razdoblju do kraja 1945. godine u Istri djeluju kamenolomi: Valkarin, Žminj, Turska vala, Montraker, Sv. Stjepan, Bale, Kirmenjak, Kloštar, Valtura, Vinkuran, Funtana, Negrin, Grožnjan i mnogi drugi. Međutim, nakon 1. svjetskog rata samo su 3 od prethodno 20 registriranih poduzeća za eksploataciju kamena ostala djelovati, da bi i one 1954. godine se udružile u tvrtku Kamen d.d. Pazin koja djeluje i danas (MIKO i sur., 2013;KOVAČEVIĆ ZELIĆ i sur., 2019; PETRIŠKO, 2021; [1]).

Eksploatacija Istarskog žutog se u kamenolomu Kanfanar vrši i podzemnim i površinskim načinom otkopavanja. Vapnenci u kamenolomu su eksploatabilno podijeljeni u slojeve, koji se razlikuju po estetskom izgledu i fizičko–mehaničkim svojstvima što uzrokuje njihovu različitu kvalitetu. S obzirom na svoja obilježja, ležište se može podijeliti na tri stratigrafska člana: podinu, produktivni sloj i krovinu. U podini produktivnog sloja se nalaze vapnenci gornjeg barema s proslojcima pelsparita, pelmikrita, biopelsparita, intrasparita i stromatolita, dok se ispod Istarskog žutog nalazi 0,3–0,8 m debeo sloj onkoidnog gastropodnog biointrasparita. Krovinu produktivnog sloja čini otkrivka, visine 10–15 m. Neposredno iznad Istarskog žutog nalazi se primarna otkrivka, koju čine homogeni vapnenac sličnih svojstava kao produktivni sloj te iznad njega vapnenac slabije kvalitete. Iznad primarne otkrivke se nalazi sekundarna otkrivka debljine 0–4 m, koja je izgrađena od pločastih vapnenaca i *terra rosse* (slika 12). Na kraju mjestimično slijede naslage fliša (ANTOŠ, 2021; PETRIŠKO, 2021).

Eksploatirani kamen varira sa svojim sadržajem i izgledom te što su slojevi na većoj dubini to su oni u pravilu kvalitetniji te samim time cjenjeniji. Zadnji sloj u kamenolomu s estetskog je gledišta najkvalitetniji jer u njemu ima najviše fosilnih ostataka. Masivan je i tvrdoće 3 po Mohsovoj skali dok su njegova fizikalno mehanička svojstva veoma dobra. Zbog sposobnosti slabog upijanja vode jako se teško smrzava što znači da se može koristiti kao građevni kamen i u uvjetima jako niskih temperatura. Isto tako, zbog svojih prethodno navedenih odličnih karakteristika može se koristiti i za vanjsko i unutarnje oblaganje (ANTOŠ, 2021; PETRIŠKO, 2021).



Slika 12. Otkriveni izdanak krednih vapnenaca u kamenolomu Kanfanar sa vidljivim horizontima krednih paleotala (a), i crvenicom (terra rossa) koja prekriva izdanak. Horizont krednih paleotala je djelomično prekriven blokovima arhitekstonskog kamena; Istarski žuti (preuzeto iz DURN i sur., 2021)

5. Metode istraživanja

5.1. Terenski rad

Kamenolom Kanfanar smješten je na obje strane ceste koja povezuje Kanfanar i Rovinj te se ležište Kanfanar dijeli na 3 polja: Kanfanar–Dvigrad, Kanfanar–Sjever i Kanfanar–Jug. Istraživani slijed naslaga nalazi se unutar ležišta Kanfanar–Jug (slika 13).

Slika 13. Kamenolom Kanfanar (fotogr. Martinuš)

U okviru terenskog rada i istraživanja na području kamenoloma Kanfanar snimljen je slijed naslaga debljine 20,85 m koji je uzorkovan i opisan u dva dijela: Kanfanar podina (stup KA, uzorci oznaka KA) i Kanfanar krovina (stup KAK, uzorci KAK; slika 14). Slijed Kanfanar podina debljine je 9,60 m dok je slijed Kanfanar krovina debljine 11,25 m. Na terenu je sveukupno prikupljen 71 uzorak (31 uzorak podine i 40 uzoraka krovine). Uzorci KA-1 do KA-10 uzimani su svakih 0,5 m, a uzorci KA-11 do KA-31 uzimani su svakih 0,2 m. Detaljni geološki stup snimljen je i uzorkovan 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).

Slika 14. Prikaz položaja stupova podine i krovine u kamenolomu iz kojih su uzeti uzorci (Fotogr. M. Martinuš)

5.2. Laboratorijski rad

Iz prikupljenih uzoraka izrađeni su mikroskopski izbrusci u laboratoriju Rudarsko–geološko–naftnog fakulteta s ciljem određivanja okoliša i uvjeta taloženja kao i mikrofosilnih zajednica, tj. mikrofacijesa. Iz podinskog slijeda naslaga napravljen je 31, a iz krovinskih naslaga 40 mikroskopskih preparata.

Postupak izrade preparata uključuje rezanje uzoraka stijena dijamantnom pilom na pravokutne pločice dimenzija 0,5 cm (debljina) x 3 cm (širina) koje se potom poliraju prahom 500 za poliranje na jednoj strani na staklenoj ploči. Potom se suše i pomoću kanada balzama ili sintetičkog ljepila lijepe na predmetno stakalce, a nakon sušenja, pločica se polira na ploči za brušenje prahom 90, da bi se zatim postupak opet ponovio na staklenoj ploči sa prahom od 240 do 1000, ovisno o potrebi.

Kako bi preparat bio pogodan za mikroskopiranje, potrebno je da pripremljen preparat bude debljine 20–30 μm. Preparati su analizirani pod mikroskopom Axioplan (Opton) (slika 15), a određene mikrofosilne zajednice i mikrofacijesi fotografirani su kamerom Quick Photo Camera 3.0 na Mineraloško–petrografskom zavodu Geološkog odsjeka PMF–a. Određivanje strukturnog tipa vapnenca vršeno je prema DUNHAM (1962) s nadopunom prema EMBRY i KLOVAN (1971) dok su za određivanje mikrofacijesa poslužili priručnici SCHOLLE i ULMER–SCHOLLE (2003) te FLÜGEL (2004). Mikrofosilna zajednica

određena je prema radovima VELIĆ (2007) te CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011). Svi dobiveni podaci potom su detaljno obrađeni, prikazani i uneseni u za to odgovarajuće geološke stupove koji su izrađeni u programu Adobe Illustrator CS6 zajedno s pripadajućom legendom.

Slika 15. Polarizacijski mikroskop proizvođača Opton Axioplan korišten u izradi diplomskog rada; povećanja do 100x čija je primjena vezana uz mikropaleontološke analize [3]

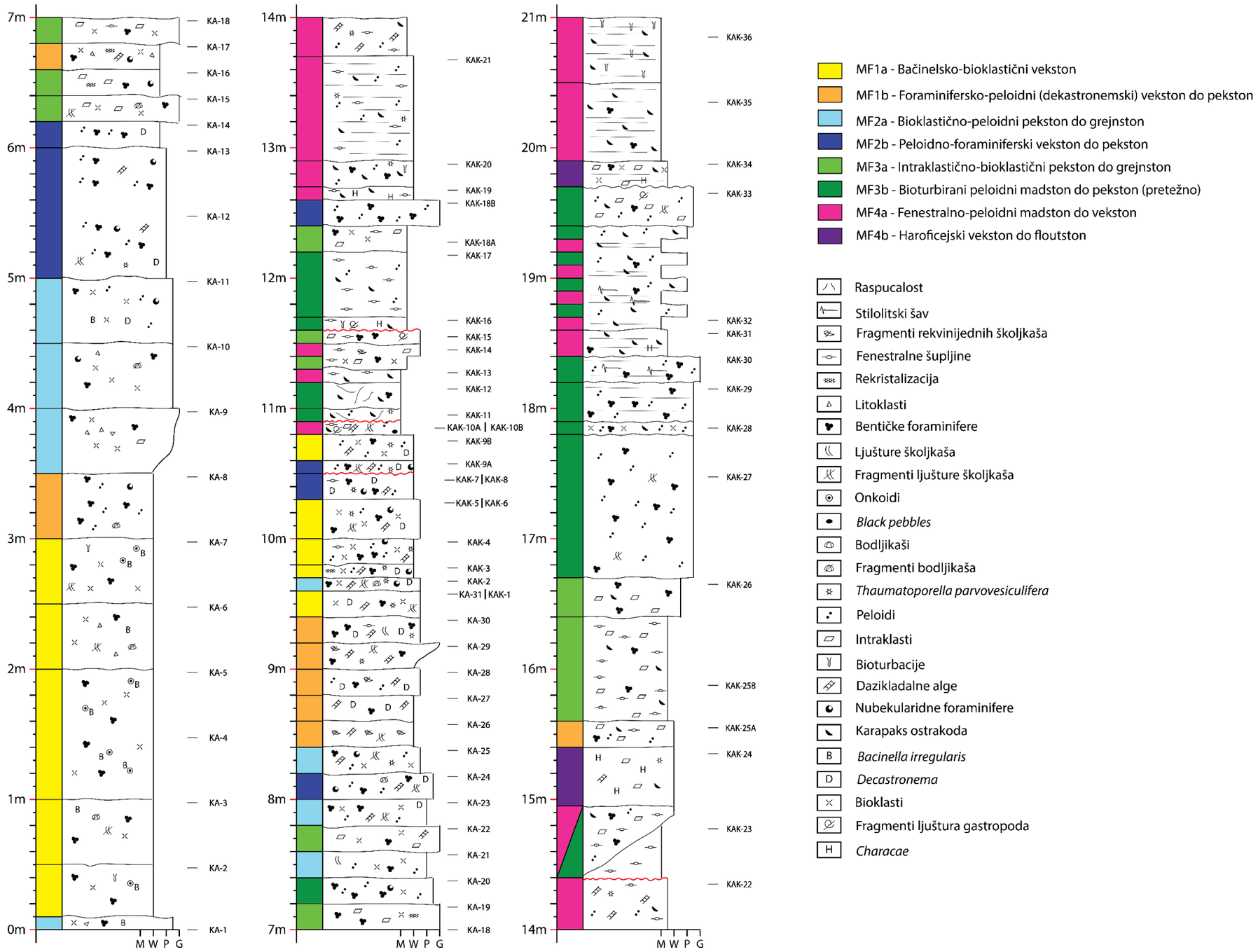
6. Rezultati

6.1. Mikrofacijesi

Na temelju sedimentoloških i mikropaleontoloških značajki u naslagama kamenoloma Kanfanar određena su četiri mikrofacijesa (MF 1–MF 2) svaki s po dva podtipa (tablica 1; slika 16). Detaljan opis svih uzoraka nalazi se u Tablicama 1 i 2 u Prilozima, a ovdje pregled glavnih mikrofacijesnih tipova (tablica 1; slika 16). Glavna emerzijska površina, tj. regionalna aptsko–albska diskordancija nalazi se na 9,6 m slijeda i uzorci oznaka KA odnose se na podinu te diskordancije, a uzorci oznaka KAK na krovinu diskordancije (slika 16). U opisu litofacijesa korištene su sljedeće kratice: madston–M; vekston–V; pekston–P; grejnston–G; floutston–F.

Tablica 1. Pregled mikrofacijesnih tipova i podtipova po uzorcima u slijedu Kanafanar.

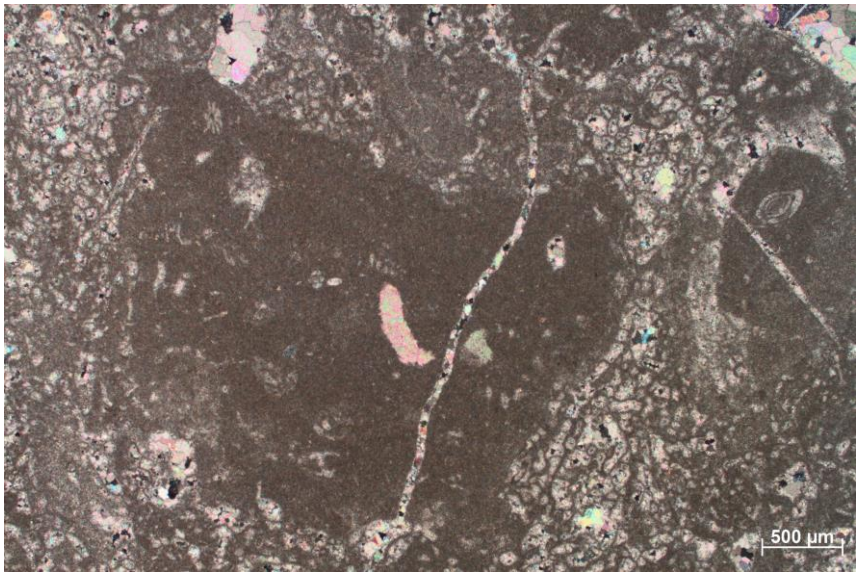
Mikrofacijesni tipovi i podtipovi		**Naziv**	**Uzorci**
MF 1	MF 1a	Bačinelsko–bioklastični vekston	KA-2,KA-3, KA-4, KA-5, KA-6, KA-7, KA-31, KAK-4, KAK-5, KAK-6, KAK-9B
	MF 1b	Foraminifersko–peloidni (dekastronemski) vekston do pekston	KA-8, KA-17, KA-26, KA-27, KA-28, KA-29, KA-30, KAK-3, KAK-25A
MF 2	MF 2a	Bioklastično–peloidni pekston do grejnston	KA-1, KA-9, KA-10, KA-11, KA-21, KA-23, KA-25, KAK-2
	MF 2b	Peloidno–foraminiferski vekston do pekston	KA-12, KA-13, KA-14, KA-24, KAK-7, KAK-8, KAK-9A i KAK-18B
MF 3	MF 3a	Intraklastično–bioklastični pekston do grejnston	KA-15, KA-16, KA-18, KA-19, KA-22, KAK-14, KAK-15, KAK-18A, KAK-25B, KAK-26
	MF 3b	Bioturbirani peloidni madstoni do pekstoni (pretežno)	KA-20, KAK-11, KAK-16, KAK-17, KAK-23B, KAK-27, KAK-28, KAK-29, KAK-30, KAK-32, KAK-33
MF 4	MF 4a	Fenestralno–peloidni madston do vekston	KAK-10A, KAK-10B, KAK-12, KAK-13, KAK-14, KAK-19, KAK-20, KAK-21, KAK-23A, KAK-31, KAK-32, KAK-35, KAK-36
	MF 4b	Haroficejski vekston do floutston	KAK-24, KAK-34



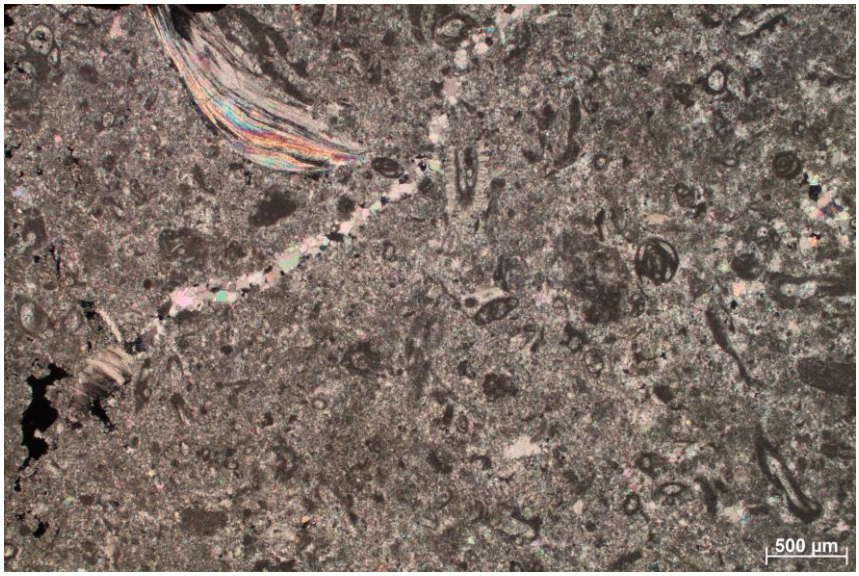
Slika 16. Geološki stup naslaga u kamenolomu Kanfanar koji prikazuje uzorke, njihov fosilni sadržaj i pripadajuće mikrofacijese.

6.1.1. Mikrofacijes MF 1

Mikrofacijes MF 1 obuhvaća mikritne vapnence (vekstone–pekstone) s bačinelama, dekastronemama, bentičkim foraminiferama, bioklastima, onkoidima i fragmentima školjkaša (većinom rudista) te ukazuje na okoliš potplimne zone niske energije vode. Neke od najčešćih vrsta prisutnih u ovom mikrofacijesu su redom po svojoj učestalosti: *Bacinella irregularis, Praechrysalidina infracretacea, Palorbitolina lenticularis, Rumanolocuina robusta, Debarina hahounerensis, Novalesia distorta, Istriloculina* cf. *granumtrici, Salpingoporella dinarica, Thaumatoporella parvovesiculifera, Lithocodium* sp. itd. Na temelju prisutnosti navedenih fosila uzorci s prevladavajućim udjelom bačinela, onkoida i bioklasta čine podtip MF 1a (slika 17) dok uzorci u kojima većinom prevladavaju bentičke foraminifere, dekastroneme, fragmenti ljuštura školjkaša i dazikladalne alge čine podtip MF 1b (Tablica 1, slika 18). Uzorci koji pripadaju opisanom mikrofacijesu pripadaju većinom podinskim te u manjoj mjeri krovinskim naslagama aptsko–albske diskordancije (Tablica 1; slika 16). Prema svom fosilnom sadržaju i opisnim karakteristikama ovaj mikrofacijes pripada velikom većinom razdoblju između mlađeg barema i starijeg apta.



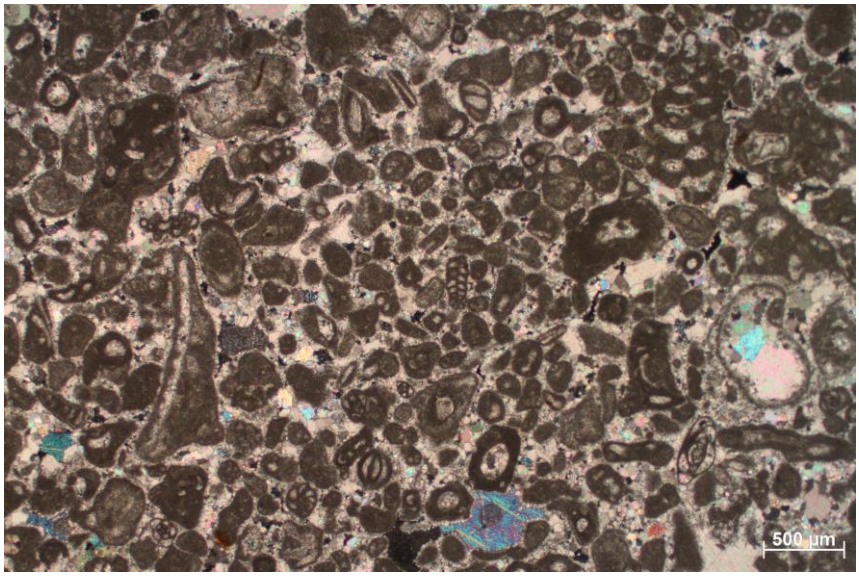
Slika 17. Mikrofacijesni podtip MF 1a (bačinelsko–bioklastični V) sadrži bačinele i bioklaste (uzorak KA-2).



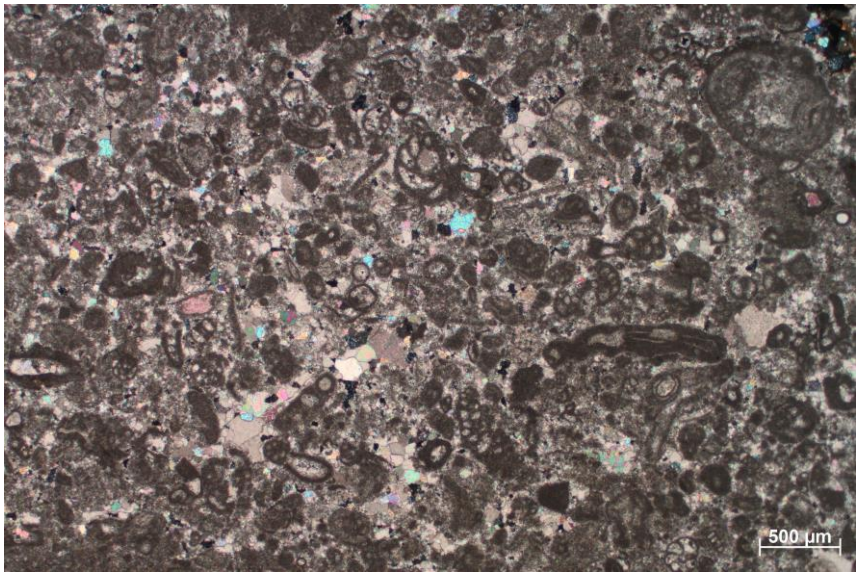
Slika 18. Mikrofacijesni podtip MF 1b (foraminifersko–peloidni (dekastronemski) vekston do pekston) sadrži dekastroneme, bentičke foraminifere te fragmente školjkaša (uzorak KA-28).

6.1.2. Mikrofacijes MF 2

Mikrofacijes MF 2 obuhvaća sitnozrnastije mikritne vapnence (većinom madstone–pekstone) s intraklastima, bioklastima, peloidima, bentičkim foraminiferama te ljušturama školjkaša čime ukazuje na okoliš potplimne zone niske energije vode. Neke od najčešćih vrsta prisutnih u ovom mikrofacijesu su redom po svojoj učestalosti: *Palorbitolina lenticularis, Rumanoloculina robusta, Debarina hahounerensis, Bacinella irregularis, Novalesia producta, Pseudonumoloculina* sp., *Rumanoloculina minima,, Istriloculina elliptica, Bacinella irregularis, Praechrysalidina infracretacea* itd. Na temelju navedenih elemenata razlikujemo podtip MF 2a (slika 19), u kojem prevladavaju intraklasti, bioklasti kao i bentičke foraminifere dok peloidne čestice, bentičke foraminifere te u manjoj mjeri bioklasti prevladavaju u podtipu MF 2b (slika 20). Uzorci koji pripadaju opisanom mikrofacijesu pripadaju većinom podinskim te u manjoj mjeri i krovinskim naslagama aptsko–albske diskordancije (tab 1). S obzirom na svoj fosilni sadržaj ovaj mikrofacijes pripada velikom većinom razdoblju između starijeg barema i mlađeg apta.



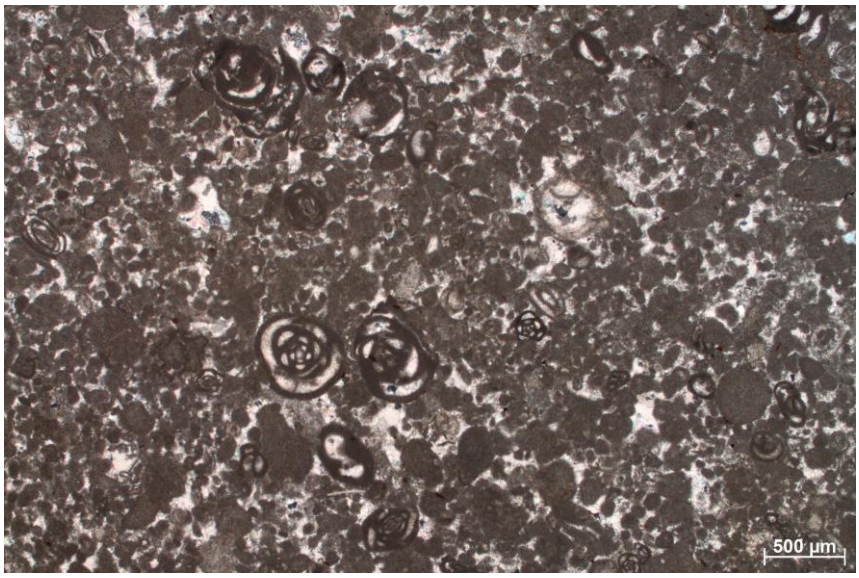
Slika 19. Mikrofacijesni podtip MF 2a (bioklastično–peloidni pekston do grejnston) sadrži litoklaste, intraklaste, bioklaste kao i bentičke foraminifere (uzorak KA-9).



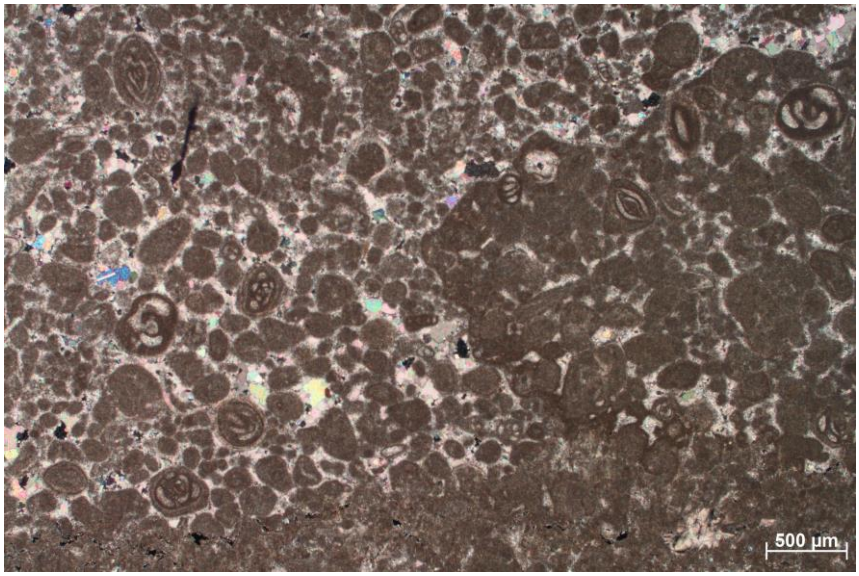
Slika 20. Mikrofacijesni podtip MF 2b (peloidno–foraminiferski vekston do pekston) sadrži peloidne čestice, bentičke foraminifere te u manjoj mjeri bioklaste (uzorak KA-24)

6.1.3. Mikrofacijes MF3

Mikrofacijes MF 3 obuhvaća zrnastije tipove vapnenaca (većinom vekstone–pekstone uz neke grejnstone) s litoklastima, bioklastima, peloidima, bentičkim foraminiferama (miliolidama), dekastronemama i dazikladalnim algama čime ukazuje na okoliš plimne zone. Neke od najčešćih vrsta prisutnih u ovom mikrofacijesu su redom po svojoj učestalosti: *Salpingoporella dinarica, Rumanoloculina minima, Rumanoloculina robusta, Istriloculina* cf. *granumtrici, Sigmoilina*? sp., *Pseudonumoloculina* sp., *Nezzazata isabellae*?, *Debarina* sp., *Spiriloculina cretacea, Praechrysalidina infracretacea, Pseudonummoloculina aurigerica, Thaumatoporella parvovesiculifera, Glomospirella* sp. itd. Na temelju prisutnosti navedenih fosila u uzorcima izdvojen je podtip MF 3a (slika 21) u kojem dominiraju litoklastične i bioklastične komponente, a u podtipu MF 3b (slika 22) prevladavaju bentičke foraminifere i peloidi. Uzorci koji pripadaju opisanom mikrofacijesu velikim dijelom pripadaju krovinskim naslagama te u manjoj mjeri podinskim naslagama aptsko–albske diskordancije (tab 1). Ovaj mikrofacijes s obzirom na fosilni sadržaj te svoje karakteristike velikim dijelom pripada razdoblju od donjeg do gornjeg apta.



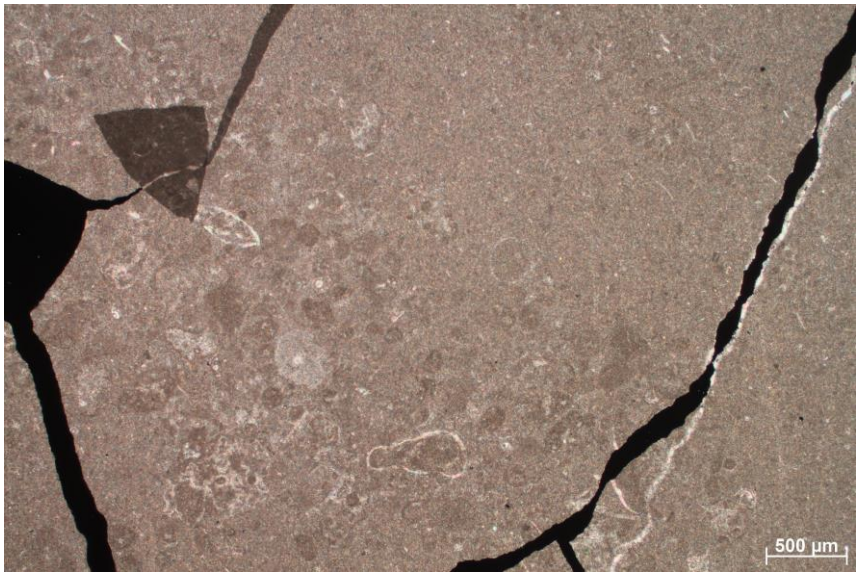
Slika 21. Mikrofacijesni podtip MF 3a (intraklastično–bioklastični pekston do grejnston) s intraklastima, pelodima i bentičkim foraminiferama (uzorak KAK-18A).



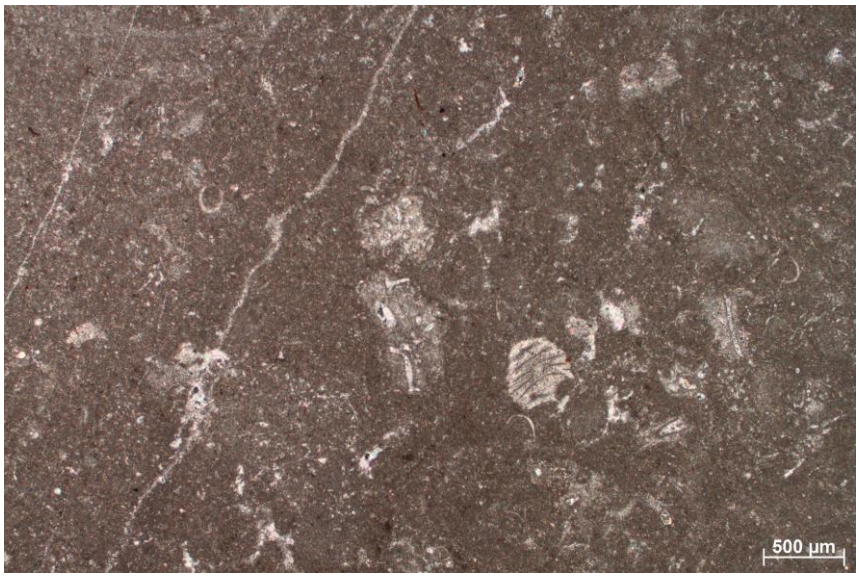
Slika 22. Mikrofacijesni podtip MF 3b (bioturbirani peloidni madstoni do pekstoni (pretežno) u kojem prevladavaju bentičke foraminifere i peloidi (uzorak KAK-33)

6.1.4. Mikrofacijes MF 4

Mikrofacijes MF 4 predstavlja prijelaz iz morskog okoliša (plimne zone) u slatkovodni okoliš pa razlikujemo fenestralne vapnence, podtip MF 4a (slika 23), s fragmentima ljuštura ostrakoda, fenestralnim šupljinama, bioturbacijama i foraminiferama; te haroficejske vapnence, podtip MF 4b (slika 24), s dominantnom pojavom haroficeja i ostrakoda. Neke od najčešćih vrsta prisutnih u ovom mikrofacijesu su redom po svojoj učestalosti*: Rumanoloculina* cf. *minima, Nezzazata isabellae, Sigmoilina*? sp., *Pseudonumoloculina* sp., *Pseudonummoloculina aurigerica, Salpingoporella dinarica, Debarina* sp., *Novalesia* cf. *angulosa, Thaumatoporella parvovesiculifera.* Uzorci koji pripadaju opisanom mikrofacijesu pripadaju u potpunosti krovinskim naslagama aptsko–albske diskordancije (tab 1; slika 16). S obzirom na fosilni sadržaj te svoje karakteristike, ovaj mikrofacijes velikim dijelom pripada razdoblju alba.



Slika 23. Mikrofacijesni podtip MF 4a (fenestralno–peloidni madston do vekston) sadrži fenestralne šupljine, bioturbacije i foraminifere (uzorak KAK-31)



Slika 24. Mikrofacijesni podtip MF 4b (haroficejski vekston do floutston) u kojem prevladava pojava haroficeja i ostrakoda (uzorak KAK-24)

6.2. Starost naslaga

Mikrofosilna zajednica s vrstama *Palorbitolina lenticularis, Praechrysalidina infracretacea, Voloshinoides murgensis, Archaealveolina reicheli* ukazuje na starijeaptsku starost donjeg dijela slijeda. Na oko 10 m slijeda nalazi se trošniji horizont karakteriziran brečiranim i okršenim vapnencima s udubljenjima ispunjenim glinom. Mikrofosilna zajednica u uzorcima neposredno ispod te emerzijske površine je mlađeaptske (npr. *Salpingoporella dinarica, Protochrysalidina elongata, Rumanoloculina minima*), a iznad mlađealbske starosti (npr. *Debarina hahounerensis, Cuneolina parva, Nezzazatinella picardi*), ukazujući da je to glavna aptsko–albska diskordancija. Emerzijske površine sličnih značajki nalaze se i na oko 14 m te 16,5 m slijeda mlađeg alba.

6.2.1. Stariji i mlađi apt

Mikrofosilnu zajednicu naslaga donjeg i gornjeg apta (slika 25 a,b,c, vidi u tablicama) čine većinom bentičke foraminifere:

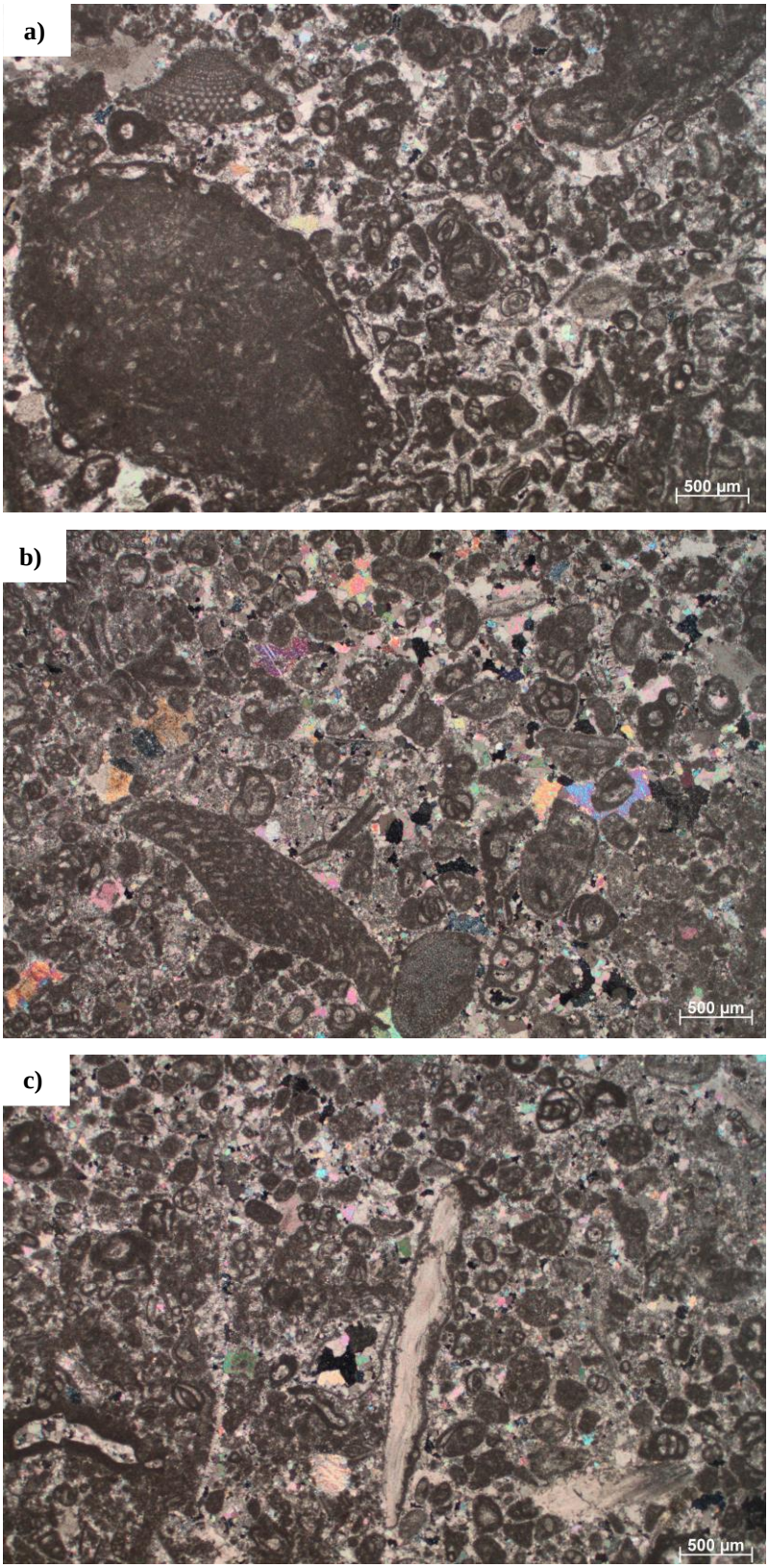
- *Archaealveolina reicheli*
- *Debarina hahounerensis* (Fourcade, Raoult i Vila, 1972)
- *Earlandia*? cf. *conradi* (Arnaud–Vanneau, 1980)
- *Istriloculina* cf. *elliptica* (Iovcheva, 1962)
- *Istriloculina* cf. *granumtrici* (Iovcheva, 1962)
- *Maycina bulgarica* (Laug, Peybernès and Rey, 1980)
- *Nezzazatinella* sp.
- *Novalesia cornucopia* (Arnaud–Vanneau, 1980)
- *Novalesia distorta* (Arnaud–Vanneau, 1980)
- *Palorbitolina lenticularis* (Blumenbach, 1805)
- *Praechysalidina infracretacea* (Luperto Sinni, 1979)
- *Pseudonummoloculina* sp.
- *Pseudonummoloculina aurigerica* (Calvez, 1988)
- *Rumanoloculina robusta* (Neagu, 1968)
- *Rumanoloculina* cf. *minima* (Tappan, 1943)
- *Spiroloculina cretacea* (Reuss, 1854)
- *Vercorsella arenata* (Arnaud–Vanneau, 1980)

Od vapnenjačkih alga prisutne su :

- *Salpingoporella dinarica* (Radoičić, 1959)

Od ostalih vrsta prisutne su i specifične tvorevine poput:

- *Bacinella irregularis* (Radoičić, 1959)
- *Lithocodium aggregatum* (Elliot, 1956)



Slika 25. a), b), c) Bioklastično–peloidni pekston do grejnston s vrstama *Palorbitolina lenticularis, Archaealveolina reicheli, Novalesia distorta, Nezzazatinella* sp, *Debarina hahounerensis, Istriloculina* cf. *elliptica, Rumanoloculina robusta, Thaumatoporella parvovesiculifera, Salpingoporella dinarica* (uzorak KA-25)

6.2.2. Mlađi alb

Mikrofosilnu zajednicu naslaga gornjeg alba (slika 26 a, b,c, vidi u tablicama) čine sljedeće vrste bentičkih foraminifera:

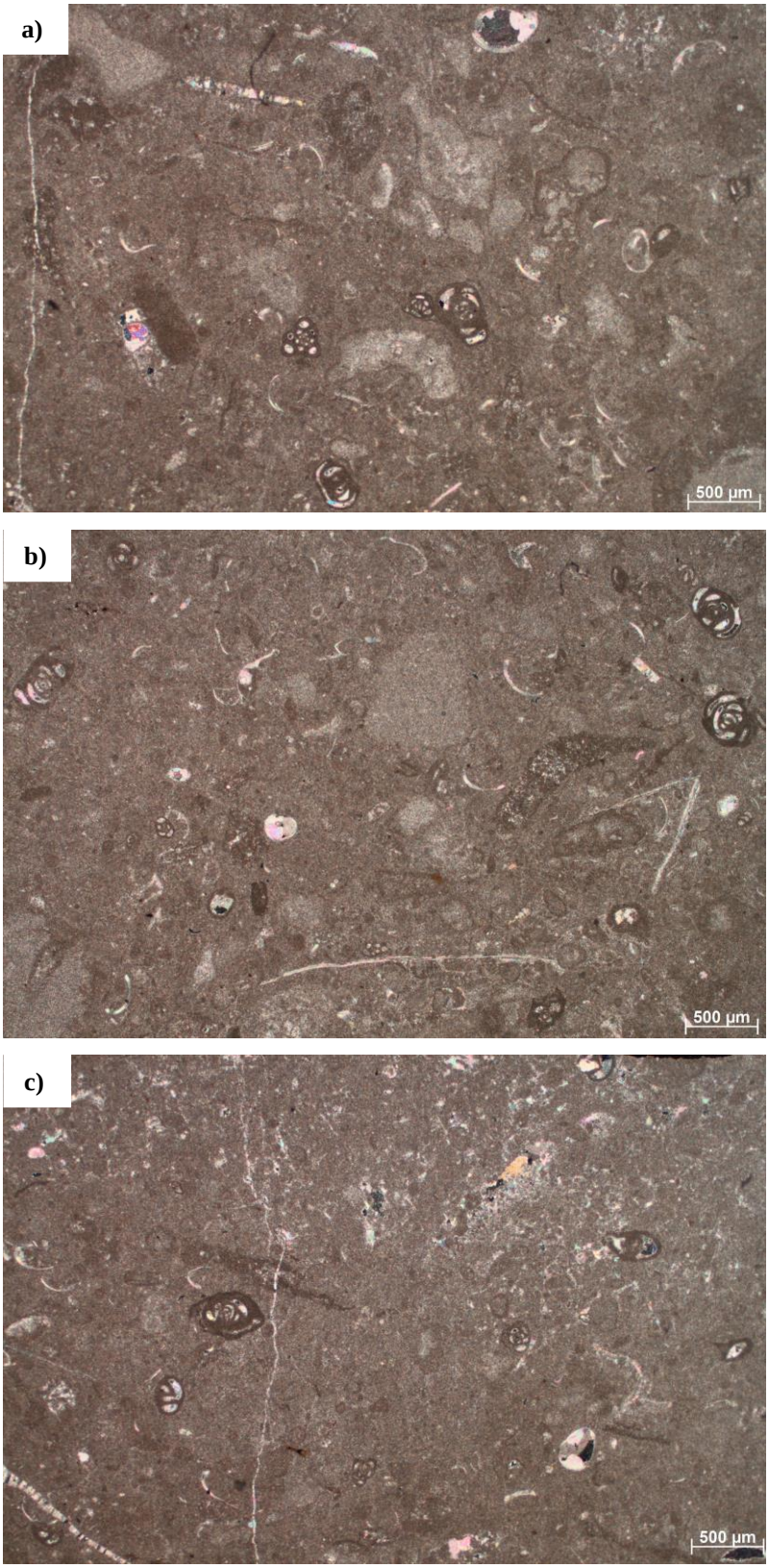
- *Debarina* sp.
- *Istriloculina* cf. *granumtrici* (Iovcheva, 1962)
- *Nezzazata isabellae* (Arnaud–Vanneau and Sliter, 1995)
- *Nezzazatinella picardi* (Henson, 1948)
- *Pseudonummoloculina heimi (Bonet, 1956)*
- *Rumanoloculina* cf. *minima* (Tappan, 1943)

Od vapnenjačkih alga prisutne su:

- *Salpingoporella* sp.
- *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Ranieri, 1922)

Od ostalih vrsta prisutne su i specifične tvorevine poput:

- *Charophyta*



Slika 26. a), b), c) Haroficejski vekston do floutston s ostacima haraceja *i* vrstama *Cuneolina* sp., *Rumanoloculina* cf. *minima*, *Axiopolina* sp. i karapaksima ostrakoda (uzorak KAK-34)

6.3. Sedimentološke značajke emerzijskih površina

U pojedinim uzorcima primijećena su različita litološka i sedimentološka obilježja koja se usko vežu za pojavu i razvoj površina subaerskog izlaganja. Neki od najbitnijih i najznačajnijih indikatora subaerskog izlaganja koji su prisutni u obrađenim uzorcima su: fenestralne i geopetalne šupljine s ispunama kalcita ili kršjem rudista i fragmenata školjkaša, šupljine otapanja, cirkumgranularne šupljine, izražene pukotine isušivanja, *in situ* brečiranje, glinovite ispune, rizokonkrecije i rizoliti zabilježeni unutar samih uzoraka, kao i na terenu, koji jasno odjeljuju dvije različite vrste sedimenta. Značajke poput fenestralnih i geopetalnih šupljina, te desikacijskih pukotina uglavnom ukazuju na kratkotrajna izlaganja u plimnoj i natplimnoj zoni, i uočene su u cijelom slijedu. *In situ* brečiranje, glinovite ispune, cirkumgranularne šupljine, rizokonkrecije i rizoliti ukazuju na dugotranija subaerska izlaganja i kopnene uvjete, i uočeni su u više nivoa u središnjem i gornjem dijelu slijeda, tj. između 9,5 i 12 m slijeda koji uključuje aptsko–albsku diskordanciju, između 14 i 15 m, te u vršnom dijelu slijeda (slika 16).

U donjem dijelu slijeda u uzorcima KA-2, KA-4, KA-5 i KA-7 mikrofacijesa MF 1a mogu se vidjeti neka zanimljiva obilježja u obliku geopetalnih šupljina i njihove mikritne ispune dok se isto tako javljaju i prvi tragovi bioturbacije. Uzorci KA-28, KA-29, KA-30 unutar mikrofacijesa MF 1b sadrže geopetalne strukture, tj. šupljine ispunjene mikritnom ispunom ili fragmentima rudista te fenestralne šupljine. U nekim uzorcima poput KA-16 i KA-19 (mikrofacijes MF 3a) mogu se primijetiti tragovi rekristalizacije koja može biti povezana s otapanjem pod utjecajem meteorske vode.

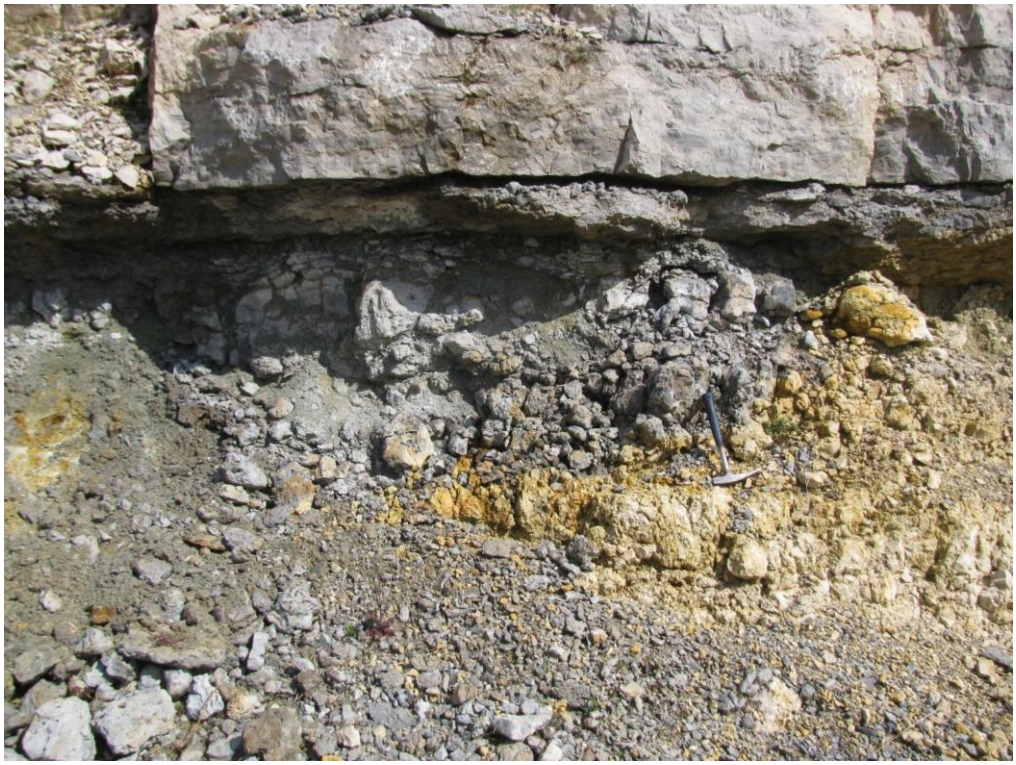
Značajke kratkotrajnih izlaganja u natplimnoj i plimnoj zoni posebno su učestale i u središnjem i gornjem dijelu slijeda. Primjerice, u uzorcima KAK-4 i KAK-9B (mikrofacijes MF 1a) primijećene su fenestralne šupljine, kao i geopetalne strukture. Uzorci unutar mikrofacijesa MF 1b također sadrže slične značajke: uzorak KAK-3 sadrži rekristalizirane bioklaste i peloide, a KAK-25A uz klasične fenestralne strukture (šupljine s ispunom) za razliku od ostalih sadrži velike intraklastne čestice koje indiciraju na plimne uvjete. Uzorak KAK-7 (mikrofacijes MF 2b) ima brojne fenestralne šupljine .

Uzorci mikrofacijesa MF 3 i MF 4 dominantno sadrže karbonatni mulj (mikrit) u kojem je vidljiv manji udio mikrofosila u odnosu na uzorke mikrofacijesa MF 1 i MF 2. Ta su dva mikrofacijesa najvećim dijelom zastupljena u središnjem i gornjem dijelu slijeda i

često sadrže fenestralne šupljine naknadno ispunjene mikrosparitom, a u pojedinim uzorcima je vidljiva i poroznost stijena nastala trošenjem (slika 16). Obilježja djelomičnog brečiranja uzoraka vjerojatno su posljedica trošenja površinskih desikacijskih pukotina. Takve značajke ukazuju na učestala izronjavanja u plimnu i natplimnu zonu. Uzorci mikrofacijesa MF 3a učestalo sadrže fenestralne šupljine i intraklaste (KAK-14, KAK-15, KAK-18A) uz koje mjestimice ima izraženih cirkumgranularnih pukotina (KAK-11, KAK-25B). U uzorcima KAK-16, KAK-17 koji pripadaju mikrofacijesu MF 3b dominantna je pojava fenestralnih šupljina s geopetalnim ispunama.

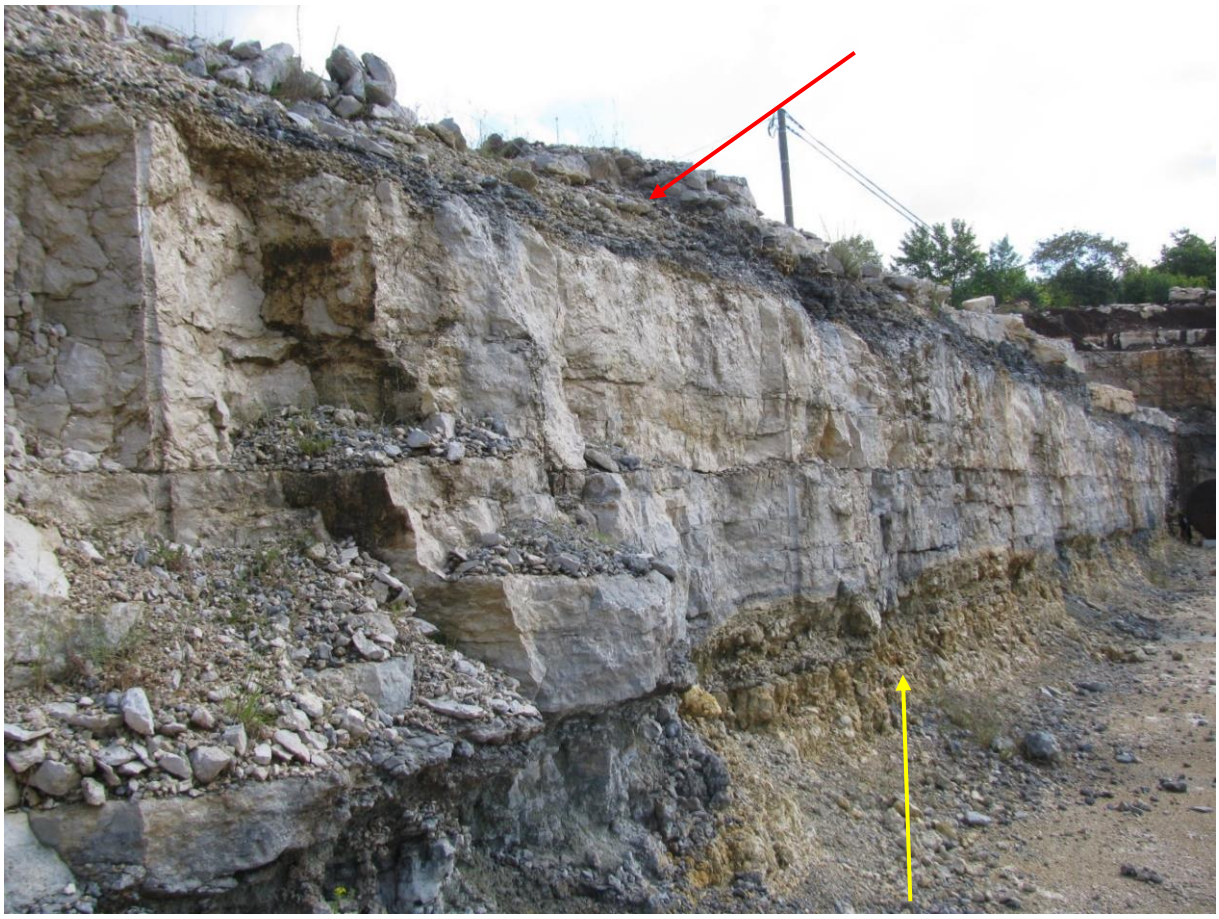
Mikrofacijes MF 4, i to posebno podtip MF 4a obuhvaća uzorke koji se mogu skupno približno klasificirati kao fenestralno–peloidni madstoni do vekstoni i kao takvi ukazuju na pretežni nastanak u plimnoj zoni i učestala kratkotrajna izlaganja. Uz tipičnu pojavu fenestri uzorci podtipa MF 4a; KAK-12, KAK-13 i KAK-19 sadrže desikacijske pukotine i mjestimice brečiranje koji upućuju na značajnija izlaganja. Podtip MF 4b uključuje samo dva uzorka (KAK-24 i KAK-34) klasificiriana kao haroficejski vekstoni do floutstoni koji ukazuju na nastanak u slatkovodnim okolišima.

Uz dosad opisane značajke izlaganja u plimnoj i natplimnoj zoni te kratkotrajnih kopnenih uvjeta, središnji i gornji dio slijeda sadrži nekoliko brečiranih nivoa s glinovitim ispunama koji ukazuju na dugotrajne kopnene uvjete. Jasno je vidljivo da u pregledanim uzorcima da što su mlađi sadrže sve više pokazatelja emerzijskih površina. Zbog transgresivnih oscilacija tijekom alba, česta je pojava madstona s fenestralnim šupljinama i stilolitima, glinovito–laporovitim proslojcima i emerzijskim brečama (TIŠLJAR i sur., 1995). Glavni brečirani nivo s ispunama gline nalazi se na 11 m slijeda koji odgovara aptsko –albskoj diskordanciji (slika 27). Obilježen je krupnim litoklastima, sivom glinom i šupljinama otapanja (slika 28 a, b). Slična površina nalazi se i na 14 m stupa (slika 29).



Slika 27. Prikaz brečiranog nivoa u kamenolomu Kanfanar s ispunama gline; čekić na slici kao mjerilo (Fotogr. M. Martinuš)

Slika 28. a), b) Primjer šupljina otapanja na jednom uzorku u kamenolomu Kanfanar (Fotogr. M. Martinuš)



Slika 29. Brečirani nivoi s ispunama gline obilježenih krupnim litoklastima i sivom glinom koji se nalazi se na 11 m slijeda (žuta strelica) i 14 m slijeda (crvena strelica) koji odgovara aptsko –albskoj diskordanciji (Fotogr. M. Martinuš)

7. Rasprava

Predmet istraživanja bili su donjokredni vapnenci uzorkovani u kamenolomu Kanfanar u Istri koji obuhvaćaju podinske i krovinske naslage regionalne aptsko–albske emerzije. Emerzijski nivoi, čija se debljina lateralno mijenja, na temelju mikropaleontoloških istraživanja njihove podine i krovine su smješteni u to vrijeme nastanka.

Slijed naslaga u kamenolomu Kanfanar čine donjoaptski onkolitni vapnenci, nekoliko metara debele gornjoaptske naslage te gornjoalbske naslage, predstavljajući početak treće velike sekvencije. Gornjoaptske i gornjoalbske naslage sadrže više emerzijskih površina. Najznačajnija je emerzijska površina koja predstavlja kontakt naslaga mlađeg apta i mlađeg alba, odnosno aptsko–albsku diskordanciju. U podlozi donjoaptskih onkolitnih vapnenaca su karbonatne naslage Dvigradske formacije, koje su istaložene tijekom barema, u periplimnoj sredini u unutrašnjosti Jadranske karbonatne platforme (AdCP) (slika 30) (VELIĆ i sur., 1989; VELIĆ i sur., 2003; RITOSSA, 2018).

7.1. Taložni okoliši i starost istraživanih naslaga

7.1.1. Naslage donjeg apta i Istarski žuti

U uzorcima naslaga podine aptsko–albske emerzije najvećim su dijelom određeni mikrofacijesi MF 1 i MF 2, s time da se MF 1 pojavljuje isključivo u podini emerzije, dok je MF 2 mjestimice zastupljen i u njezinoj krovini (slika 16).

Uzorci mikrofacijesnog podtipa MF 1a u pravilu su klasificirani kao bačinelsko–bioklastični vekstoni u kojima je česta pojava bioklastičnih čestica, poznate kalcimikrobne mezozojske strukture *Bacinella irregularis* kao i bačinelskih onkoida koja je najučestalija pojava u prvih nekoliko uzoraka iz podinskih naslaga. Isto tako uočljiva je i razmjerno velika prisutnost bentičkih foraminifera pogotovo vrste *Palorbitolina lenticularis*. Već u uzorcima podine poput KA-2, KA-4, KA-5 i KA-7 mikrofacijesa MF 1a mogu se vidjeti neka zanimljiva obilježja u obliku geopetalnih šupljina i njihove mikritne ispune dok se isto tako javljaju i prvi tragovi bioturbacije. Podtip mikrofacijesa MF 1b obuhvaća kao i prethodni podtip u velikoj većini uzorke iz podinskih naslaga te su oni klasificirani pretežno kao foraminifersko–peloidni (dekastronemski) vekstoni do pekstoni u kojima je najviše izražena prisutnost sitnih peloidnih čestica, bentičkih foraminifera (pretežno miliolidnih), od kojih se

po svojoj učestalosti u pojavljivanju ističu *Praechrysalidina infracretacea*, *Rumanoloculina minima*, *R. robusta*, *Istriloculina eliptica* i *Pseudonumoloculina* sp. te sitnih filamentoznih mikroorganizama (cijanobakterija) zvanih *Decastronema.* Nadalje, prema krovini je sve veća i jasno vidljiva prisutnost dazikadalnih alga poput *Salpingoporella dinarica* i *Thaumatoporella parvovesiculifera* što je vidljivo u uzorcima KA-26, KA-27, KA-28, KA-29 i KA-30. Uzorak KA-26 se posebno ističe od ostalih uzoraka istog mikrofacijesa u podinskim naslagama zbog endolitnih bušotina, ali i velikih fragmenata ljuštura rekvinijednih školjkaša (*Toucasia* sp.) koje su matriksom povezane u strukture veće od 2 mm te se klasificira kao rudistni floutston a bioklastičnim vekstonom. Uzorci KA-28 , KA-29 , KA-30 u sebi sadrže geopetalne strukture tj. šupljine koje imaju mikritnom ispunom ili sa fragmentima rudista te fenestralne šupljine.

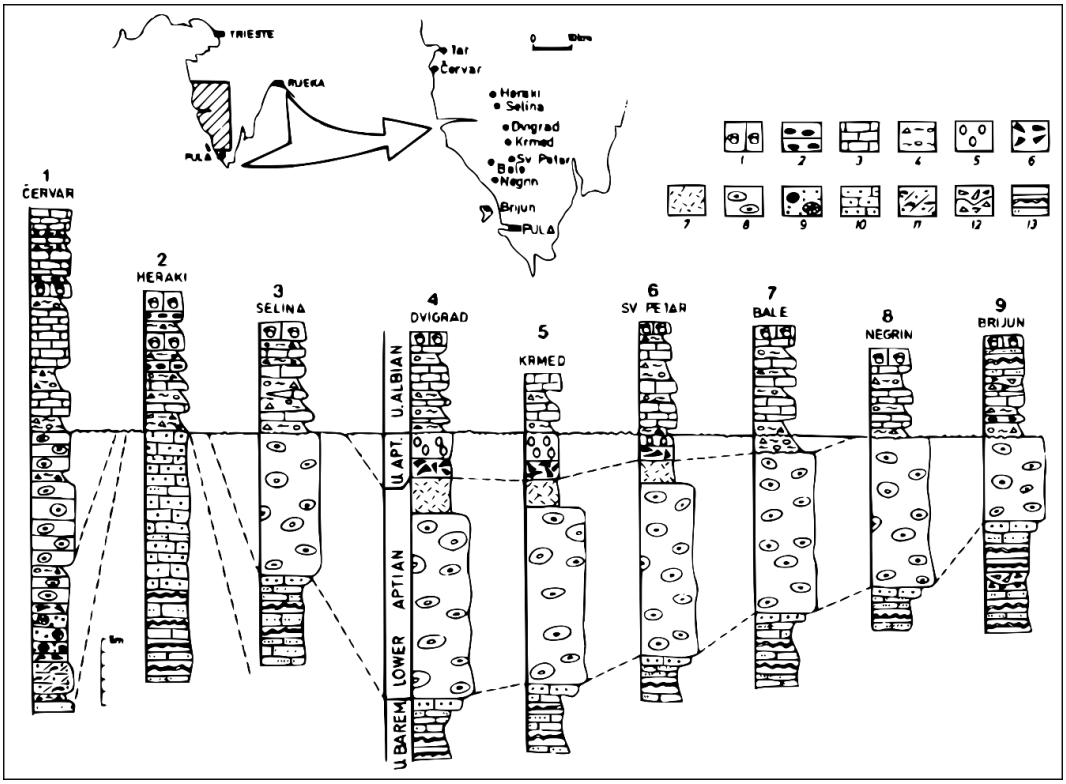
Podtip mikrofacijesa MF 2a klasificiran je pretežno kao bioklastično-peloidni pekston do grejnston sa značajnim udjelom bioklastičnih i peloidnih čestica te bentičkih miliolidnih foraminifera kao i dazikladalnih alga dok su u manjoj mjeri prisutni intraklasti i litoklasti te *Decastroneme* i fragmenti školjkaša. Od bentičkih foraminifera tipično dominira vrsta *Praechrysalidina infracretacea* uz *Istriloculina elliptica*, *Archaealveolina reicheli*, *Novalesia producta* i ostale prije spomenute vrste dok su *Salpingoporella dinarica* i *Thaumatoporella parvovesiculifera* najčešći predstavnici dazikladalnih alga u ovom podtipu. Isto tako javljaju i u manjoj mjeri i agregati iz prethodnog mikrofacijesa *Bacinella irregularis* te se jasno može vidjeti kako se odmicanjem od podine uočava njena sve manja pojava i učestalost u uzorcima. MF 2b je sljedeći podtip mikrofacijesa MF 2 koji obuhvaća po 4 uzorka iz podinskih (KA-12, KA-13, KA-14 i KA-24) i krovinskih (KAK-7, KAK-8, KAK-9A i KAK-18B) naslaga te se mogu klasificirati kao peloidno-foraminiferski vekston do pekston. Važno je istaknuti činjenicu da su uzorci iz podinskih naslaga veoma ujednačeni svojim sedimentološkim značajkama i opisom. U njima je dominantna pojava peloidnih čestica i bentičkih foraminifera (npr. *Istriloculina elliptica*, *Praechrysalidina infracretacea*, *Rumanoloculina robusta*) te u manjoj mjeri dazikladalnih alga (*Salpingoporella dinarica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*) i pojava *Decastronema.*

Prema detaljnoj biostratigrafskoj studiji donjokrednih (stariji barem–mlađi alb) plitkovodnih naslaga na području zapadne Istre CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011), zaključili su da postoji devet mikrofosilnih facijesa bentičkih foraminifera i vapnenjačkih alga *Dasycladacea*. Mikrofosilna zajednica opisanog mikrofacijesa MF 1 sa svoja dva podtipa, nasličnija je mikrofosilnoj zajednici MA II (kasni barem) i MA III (rani apt) prema

CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011). Mikrofosilna zajednica MA II je prepoznata u slojevima plitkomorskih vapnenaca koji se javljaju krajem barema u kojima su dominirali vapnenci sa zrnskom potporom i prisutan je rod *Novalesia* i prvo pojavljivanje vrsta *Debarina hahounerensis, Praechrysalidina infracretacea* dok je pojava vrsta *Bacinella irregularis* i *Voloshinoides murgensis* blizu vrha MA II rezultirala postavljanjem baremsko–aptske granice. Starijeaptska mikrofosilna zajednica MA III niske je raznolikosti i prisutna je u vekstonima i bačinelskim floutstonima iz nešto dubljih potplimskih okoliša. U MA III je kao i u mikrofacijesu MF 1 karakteristična pojava određenih provodnih fosila, pogotovo vrste *Palorbitolina lenticularis,* dok je u MA II zabilježena i pojava provodnih vrsta *Pseudolituonella conica* i *Voloshinoides murgensis* koje se javljaju zajedno s drugim vrstama sa širim stratigrafskim rasponima (npr. *Novalesia*, miliolide i drugi).

Mikrofacijes MF 2 sa svojim pripadajućim podtipovima MF 2a i MF 2b svojim je fosilnim sadržajem najsličniji mikrofosilnim zajednicama MA III i MA III-IV. Potonja označava prijelaz između starijeg i mlađeg apta te je nastala u središnjem dijelu Istre gdje se nastavila sedimentacija unutar ponovno uspostavljenih plitkovodnih okoliša. *P. lenticularis* je najbolji starijeaptski provodni fosil, dok je mlađeaptsko doba uobičajeno predstavljeno učestalom pojavom vrste *S. dinarica*.

Aptski vapnenci koji se neformalno nazivaju Kanfanarska formacija, mogu se podijeliti u donjoaptske masivne onkolitne vapnence (član Sv. Petar – poznat kao arhitektonsko-građevinski kamen Istarski žuti zbog svoje uobičajene žućkaste boje) i vršne donjoaptske i gornjoaptske naslage promjenjive debljine (Begovac član) (slika 32) (VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; RITOSSA, 2018).



Slika 30. Shema korelacije dijelova donjokrednih naslaga (barem-gornji alb) u Istri.

Legenda: 1) foraminiferski biomikrit/biosparit; 2) *black-pebble* breča; 3) mikriti i fenestralni mikriti; 4) emerzijske breče, glina, paleotla i konglomerati; 5) algalni biomikrit/biosparit; 6) kokina; 7) dobro sortiran biosparit; 8) masivni onkoliti/mikriti (Istarski žuti); 9) biosparrudit (koralji); 10) intrasparit; 11) biosparit; 12) visokoenergetske breče/konglomerati; 13) stromatoliti/pelmikriti (VLAHOVIĆ i sur., 2003)

Masivni donjoaptski vapnenci (facijes arhitektonsko-građevinskog kamena Istarski žuti) vrlo su prepoznatljivi svojom morfologijom na terenu te se sastoje od cikličke izmjene dvaju litotipova: madstoni i onkolitni floatstoni koji tvore tanje ili deblje slojeve. Onkoidi *Bacinella* koji su uobičajeni u donjoaptskim vapnencima diljem Dinarida su uvijek nepravilnog oblika i relativno velike veličine te se stoga ponekad nazivaju makroidi. Onkoidi obično čine do 40 % volumena stijena, a na nekim dijelovima su formirane onkoidne kore koje liče na tvrde podloge s nepravilnim površinama (VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; RITOSSA, 2018).

Naslage Istarskog žutog su nastale u dubljim lagunskim okolišima niske energije vode, koji su uspostavljeni u manje-više zatvorenoj laguni bez utjecaja iz plitkomorskih okoliša, kao i utjecaja otvorenog mora (VLAHOVIĆ i sur., 2003). Madstoni su taloženi tijekom razdoblja intenzivnije akumulacije, dok su tijekom razdoblja niske razine akumulacije formirani onkoidi koji su intenzivno bioturbirani. Cijelu jedinicu obilježilo je taloženje u relativno dubljim sredinama što je rezultiralo stopama akumulacije približno tri puta nižima

od prosjeka za naslage donje krede u Istri. Glavni facijes karakterističan za donjoaptske naslage je prisutnost onkoida s *Bacinellom irregularis* RADOIČIĆ. U donjem dijelu su česti rudistni floatstoni građeni od smeđih bioklasta ili cjelovitih školjki *Toucasia* sp. Donjoaptske naslage Istre ne mogu se biostratigrafski zonirati zbog nedostatka orbitolinida, stoga su ove naslage neformalno nazvane *Palorbitolina lenticularis* taksonomskom zonom. Debljina donjoaptskih onkolitnih vapnenaca varira zbog razlika u početku i trajanju regionalne emerzije tijekom apta-alba što je posljedica različitog intenziteta sinsedimentacijske tektonike, erozije i okršavanja tijekom kasnog apta i ranog alba (VELIĆ i sur. 2003; VLAHOVIĆ i sur. 2003; RITOSSA, 2018).

7.1.2. Naslage gornjeg apta i prijelaza u gornji alb

U dijelu naslaga čija odgovara mlađem aptu i prijelazu u mlađi alb nalaze se podtipovi mikrofacijesa MF 3 i više brečiranih razina s glinama, odnosno više razina paleotala. Uzorci mikrofacijesa MF 3 i MF 4 dominantno sadrže karbonatni mulj (mikrit) u kojem je vidljiv manji udio mikrofosila u odnosu na uzorke mikrofacijesa MF 1 i MF 2. Uz manji broj bentičkih foraminifera, često se pojavljuju fragmenti ostrakoda te u nekim slučajevima bioklasti i litoklasti. Pritom je veoma česta pojava fenestralnih šupljina koje su naknadno ispunjene mikrosparitom a u pojedinim uzorcima je vidljiva i poroznost stijena nastala trošenjem. Obilježja djelomičnog brečiranja uzoraka vjerojatno su posljedica trošenja površinskih desikacijskih pukotina, pa ga možemo nazvati i desikacijskom brečom.

Vršne donjoaptske i gornjoaptske naslage oko Kanfanara čine Begovac član predstavljen sedimentima debljine 3 – 4 m, koji se sastoje od naslaga floatstona s fosilnim ostacima mekušaca i slojeva *Salpingoporella* vekstona s brojnim primjercima zelene alge *Salpingoporella dinarica* RADOICIC i bentičke foraminifere *Praechrysalidina infracretacea* LUPERTO-SINNI. Najveća učestalost *S. dinarica* je karakteristična za gornji apt, ne samo u Istri nego i diljem AdCP-a pa se prema tome i biostratigrafski naziva *Salpingoporella dinarica* zona. Gornjoaptske naslage su prekrivene 1 – 2 m debelim slojem emerzijskih brečo-konglomerata s glinovito-laporovitim matriksom. Klasti se sastoje od ulomaka i oblutaka aptskih vapnenaca i matriksa emerzijskih glina i/ili paleotla. Ove naslage predstavljaju granicu između dviju velikih sekvencija (jedna pripada gornjotitonsko – gornjoaptskom stratigrafskom rasponu, a druga gornjoalbsko – gornjosantonskom rasponu) te je stoga vrlo važna za proučavanje geologije Istre i susjednih područja. Trajanje emerzije

bilo je promjenjivo, od 11 do 19 milijuna godina, ovisno o paleogeografskom položaju različitih lokaliteta. U kamenolomu Kanfanar i široj okolici, emerzijski brečo-konglomerati iz gornjeg apta do donjeg alba prekriveni su transgresivnim naslagama gornjeg alba. To je posljedica oscilacilirajuće transgresije koja je postupno zahvatila cijelo područje Istre na početku mlađeg alba, obilježavajući početak taloženja nove sekvencije velikih razmjera, koja je trajala sve do kasnog santona (VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; RITOSSA, 2018).

7.1.3. Naslage gornjeg alba

Mikrofacijesni podtip MF 3a u podjednakom je broju uzoraka određen i u podinskim i krovinskim naslagama aptsko–albske emerzije (slika 16). Obuhvaća dominantno uzorke koji se mogu grupno klasificirati kao intraklastično-bioklastični pekstoni do grejnstoni s raznovrsnim bentičkim foraminiferama koje uključuju sve učestaliju pojavu novijih vrsta poput *Arhaealveolina* sp., *Sigmoilina*? sp., *Nezzazata isabellae*?, *Debarina* sp., *Spiriloculina cretacea* i *Vercorsella arenata* .U uzorku KAK-14 bilježimo kontakt između fenestralno-intraklastično-bioklastičnog vekstona do pekstona te intraklastično-fenestralnog madstona gdje se vidi postupni prijelaz u zadnji mikrofacijes MF 4a. U zadnjem uzorku iz krovine podtipa MF 3a dominira velik broj raznovrsnih vrsta miliolidnih foraminifera i intraklasti uz sve izrazitiju pojavu sitnih ljuštura (karapaksa) ostrakoda.

Podtip MF 3b skoro isključivo obuhvaća uzorke koji pripadaju krovini osim KAK-20 koji se nalazi u podini. Uzorci koji pripadaju ovom mikrotipu većinom su klasificirani kao bioturbirani peloidni madstoni do pekstoni iako postoji određeni broj uzoraka koji u nekoj mjeri odstupaju od ove klasifikacije poput KAK-20 koji je peloidno-miliolidno-bioklastični pekston do grejnston s foraminiferama *Novalesia producta*, *Spiriloculina cretacea*, *Istriloculina* cf. *elliptica*, *Istriloculina* cf. *elliptica*. U KAK-16 vide se i tragovi bioturbacija, fragmenti ljuštura gastropoda, dazikladalnih alga i pripadnika *Characeae*. Uzorci KAK-17 i KAK-23B su slični po svom fosilnom sadržaju i mikroskopskom opisu što se vidi u sličnim vrstama bentičkih (miliolidnih) foraminifera i dazikladalnih alga koje su nađene u njima. Uzorci KAK-27 i KAK-28 opet odstupaju od generalne klasifikacije podtipa te su opisani kao sitnozrnasti peloidno-miliolidni (bioklastični) pekston do grejnston gdje su najviše prisutne peloidne čestice, miliolidne foraminifere (npr. *Rumanoloculina* cf. *minima*, *Debarina* sp., *Sigmoilina* sp., *Istriloculina* cf. *granumtrici*,) te potom bioklasti. U uzorku

KAK-27 vidljiva je i sklonišna poroznost. Zatim slijede uzorci opisani kao peloidno-miliolidni (pekston do) grejnston KAK-29 i KAK-30 u kojima dominiraju peloidne čestice i miliolidne foramnifere poput *Rumanoloculina minima, Pseudonummoloculina heimi, Sigmoilina*? sp., *Glomospirella* sp. i *Istriloculina granumtrici*. Zadnji zabilježeni primjer podtipa MF 3b je nađen u uzorku KAK-33 gdje prevladavaju peloidi i intraklasti uz manji udio bentičkih foraminifera te fragmenata ljuštura ostrakoda i potencijalno gastropoda.

Prema CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011), s obzirom na svoj fosilni sadržaj i opisne značajke, mikrofacijes MF 3 sa svojim pripadajućim podtipovima MF 3a i 3b najsličniji je mikrofosilnim zajednicama MA IVA i MA V koje su tipične za razdoblje između mlađeg apta i starijeg alba. Mikrofosilna zajednica MA IVA prepoznata je u Kanfanaru i Dvigradu, u sukcesiji subaerski izloženih do transgresivnih breča/konglomerata, Ovaj stratigrafski horizont predstavlja subaerskuu izloženost – transgresivnu razinu, a fosilna zajednica ima nisku raznolikost i sadrži uglavnom miliolidne taksone i rijetke primjerke *Glomospira urgoniana, Pseudonummoloculina aurigerica i Sigmoilina*? sp., kao i u manjem mjeri rekristalizirane ostatke *Salpingoporella dinarica.* Mikrofosilna zajednica MA V, iako prepoznata na samo jednom lokalitetu (Lakovići sjever) u plitkim potplimnim karbonatima prošaranim naslagama gline, lapora i *black pebbles* brečama, ukazuje na ograničene redukcijske uvjete i može djelomično predstavljati močvarne naslage. Ova zajednica predstavljena je miliolidnim vrstama (*Rumanoloculina robusta, Rumanoloculina* cf. *minima, Pseudonummoloculina aurigerica, Scandonea* aff. *phoenissa, Sigmoilina*? sp.), *Glomospira urgoniana* i *Nezzazata isabellae,* rijetko *Nezzazatinella picardi* i vrlo rijetka *Cuneolina pavonia*.

Iz zadnjeg mikrofacijesa MF 4 izdvojen je podtip MF 4a koji sadrži uzorke koji se u potpunosti nalaze u krovinskim naslagama te se mogu klasificirati kao fenestralno-peloidni madstoni do vekstoni. U MF 4a dominiraju brojne specifične strukture i pojave usko povezane sa emerzijskim površinama i subaerskim uvjetima izlaganja. Dominantna je pojava fenestralnih šupljina sa ispunama i peloidnih čestica, dok su u malo manjoj mjeri u uzorcima prisutni i fragmenti ljuštura školjkaša, fragmenti karapaksa ostrakoda, puževa pa čak i ponegdje bentičkih foraminifera te dazikladalnih alga. To je slučaj u uzorcima KAK-10a i KAK-10b dok u uzorcima KAK-12 i KAK-13 ni nema vidljivog i raspoznatljivog fosilnog sadržaja te je riječ o skoro čistim madstonima dok su u njima česte pojave pukotina isušivanja te precipitacija minerala, geopetalnih struktura. U slučaju uzorka KAK-14 imamo uzorak koji ima obilježja podtipa MF 3a zbog raznih specifičnih vrsta prisutnih bentičkih

foraminifera poput *Vercorsella arenata*, *Voloshinoides murgensis*, *Sigmoilina*? sp. te intraklasta i bioklasta, ali je ipak svrstan u mikrofacijes MF 4a jer je u njemu dominantniji madston s pojavama fenestralnih šupljina i endolitnih bušotina.

Zadnji mikrofacijesni podtip MF 4b uključuje samo dva uzorka iz krovinskih naslaga; KAK-24 i KAK-34 klasificirane kao haroficejski vekstoni do floutstoni. U uzorku KAK-24 uočljiv je veliki broj i učestala pojava talusa *Chara* pa potom intraklasta dok su vidljivi i fragmenti, ali i mnogo cjelovitiji karapaksi ostrakoda. U KAK-34 su dominantni bioklasti i intraklasti, prisutne su i bentičke foraminifere od kojih je poželjno izdvojiti vrste *poput Pseudonummoloculina aurigerica*, *Maycina bulgarica?*, *Nezzazatinella picardi*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Rumanoloculina* cf. *minima* i *Axiopolina* sp., karapaksi ostrakoda, ostaci *Chareceae* i u manjoj mjeri dazikladalnih algi.

Prema CVETKO TEŠOVIĆ i sur. (2011), s obzirom na svoj fosilni sadržaj i opisne značajke mikrofacijesa MF 4 s njegovim podtipovima odgovaraju mikrofosilnim zajednicama MA VI i MA VIA koje su specifični za razdoblje mlađeg alba. Mikrofosilna zajednica MA VI sastoji se pretežno od vrsta *Valdanchella dercourti*, *Pseudonummoloculina heimi*, *Cuneolina pavonia* i *Salpingoporella turgida*, koje se nalaze u naslagama sa značajkama oscilirajuće transgresije i karakteriziraju ih periplimni vapnenci, breče/konglomerati visoke energije, uobičajene laminirane naslage s dobro razvijenim fenestrama i stilolitima te nekoliko konglomeratnih slojeva s *black pebbles*. Mikrofosilna zajednica MA VIA slična je MA VI, ali je niske raznolikosti i nedostaju joj provodne vrste *Valdanchella dercourti* i *Salpingoporella turgida*. Ova zajednica sadrži uobičajene albske miliolidne oblike *Pseudonummoloculina heimi*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Rumanoloculina* cf. *minima*, a rjeđe *Glomospira urgoniana* i *Scandonea* aff. *phoenisa*. Doba mlađeg alba je također dokazano pojavama smještenih stratigrafski iznad MA IVA ili iznad subaerske transgresivne razine.

7.2. Značaj, trajanje i interpretacija emerzijskih površina

Kanfanar jedinica rezultat je trenda oplićavanja koji je na širem prostoru vidljiv kroz donjokrednu sukcesiju što je obilježeno uobičajenim strukturama isušivanja, tragovima dinosaura te velikim količinama plimnih naslaga (VELIĆ i sur., 2003). U kamenolomu Kanfanar ova je jedinica izuzetno dobro otkrivena s vidljivom glavnom aptsko–albskom emerzijom kao i nekoliko sličnih emerzijskih površina u njezinoj krovini (slika 29). Gornjoaptske naslage su prekrivene 1 – 2 m debelim slojem emerzijskih brečo–konglomerata s glinovito–laporovitim matriksom. Klasti se sastoje od ulomaka i oblutaka aptskih vapnenaca i matriksa emerzijskih glina i/ili paleotla. Ove naslage predstavljaju granicu između dviju velikih sekvencija (jedna pripada gornjotitonsko – gornjoaptskom stratigrafskom rasponu, a druga gornjoalbsko – gornjosantonskom rasponu) te je stoga vrlo važna za proučavanje geologije Istre i susjednih područja (VLAHOVIĆ i sur., 2003). Trajanje emerzije bilo je promjenjivo, od 11 do 19 milijuna godina, ovisno o paleogeografskom položaju različitih lokaliteta (VLAHOVIĆ i sur., 2003; MILEUSNIĆ, 2007). Emerzijski brečo–konglomerati s glinovito–laporovitim matriksom prema Mileusnić (2007) nastali su u plimnim kanalima i akumulirani koluvijacijom u udubljenja nastala okršavanjem.

U kamenolomu Kanfanar i široj okolici, emerzijski brečo–konglomerati iz gornjeg apta do donjeg alba prekriveni su transgresivnim naslagama gornjeg alba. To je posljedica oscilirajuće transgresije koja je postupno zahvatila cijelo područje Istre na početku mlađeg alba, obilježavajući početak taloženja nove sekvencije velikih razmjera, koja je trajala sve do mlađeg santona (VELIĆ i sur., 2003; VLAHOVIĆ i sur., 2003; RITOSSA, 2018). Na oscilirajuću transgresiju ukazuje i nekoliko emerzijskih površina u krovini glavne aptsko–albske emerzije u kamenolomu Kanfanar. Na području Istre prvi dio albske sukcesije karakteriziraju izmjene periplimnih madstona, fosilnih vekstona i pekstona, visokoenergetskih obalnih konglomerata i *black pebble* breča, uključujući horizonte koji predstavljaju tri do šest kratkih faza emerzije (VLAHOVIĆ i sur., 2003). Specifična karakteristika slijeda naslaga u kamenolomu Kanfanar je obilna pojava pocrnjelih periplimnih naslaga kao posljedica anoksičnih močvarnih uvjeta (VLAHOVIĆ i sur., 2003) koji su uočeni u emerzijskim brečama.

8. Zaključak

Istraženi slijed donjokrednih (donji apt–gornji alb) naslaga, na području kamenoloma Kanfanar istaložen je na sjeverozapadnom dijelu nekadašnje Jadranske karbonatne platforme (AdCP) te je opisani slijed naslaga istaložen na sjeverozapadnom području nekadašnjeg AdCP–a u razdoblju između 115–107 milijuna godina. Došlo je do taloženja različitih tipova pretežno plitkomorskih vapnenaca prvenstveno zbog činjenice da je u to vrijeme platforma bila u potpunosti izolirana jedinica te u cijelosti okružena Tethys oceanom. Prisutnost emerzijskih naslaga te pojedinih obilježja ukazuju na događaj prekida druge megasekvencije (sedimentacijske cjeline) gornji titon–donji apt. Emerzija se na različitim dijelovima Istre pojavljivala u različito vrijeme s različitim početkom i trajanjem što je posljedica neujednačene sinsedimentacijske tektonike i eustatičkih promjena što je dovelo do pojave u obliku različitih debljina vapnenaca iz facijesa Istarski žuti na čiju je današnju debljinu utjecala erozija i proces okršavanja u aptu (TIŠLJAR i sur., 1995).

Sedimentološkom analizom ukupno 71 mikropreparata, 31–og iz podinskih i 40 iz krovinskih naslaga određena su četiri glavna mikrofacijesna tipa (MF 1 , MF 2, MF 3, MF 4) i njihovi podtipovi koji ukazuju na različite okoliše taloženja. Mikrofacijes MF 1 obuhvaća mikritne vapnence (vekstone–pekstone) s bačinelama, dekastronemama, bentičkim foraminiferama, bioklastima, onkoidima i fragmentima školjkaša (većinom rudista) te ukazuje na okoliš potplimne zone niske energije vode. Na temelju prisutnosti navedenih fosila uzorci sa prevladavajućim udjelom bačinela, onkoida i bioklasta čine podtip MF 1a (bačinelsko–bioklastični vekstoni) dok uzorci u kojima većinom prevladavaju bentičke foraminifere, dekastroneme, fragmenti ljuštura školjkaša i dazikladalne alge čine podtip MF 1b (foraminifersko–peloidni (dekastronemski) vekstoni do pekstoni). Mikrofacijes MF 2 obuhvaća sitnozrnatije mikritne vapnence (većinom madstone do pekstone) s intraklastima, bioklastima, peloidima, bentičkim foraminiferama te ljušturama školjkaša čime ukazuje na okoliš potplimne zone povišene energije vode. Na temelju navedenih elemenata razlikujemo podtipove MF 2a (bioklastično–peloidni pekston do grejnston), u kojem prevladavaju intraklasti, bioklasti kao i bentičke foraminifere dok peloidne čestice, bentičke foraminifere te u manjoj mjeri bioklasti prevladavaju u podtipu MF 2b (peloidno–foraminiferski vekston do pekston).

Mikrofacijes MF 3 obuhvaća zrnastije tipove vapnenaca (većinom vekstone–pekstone uz neke grejnstone) s litoklastima, bioklastima, peloidima, bentičkim foraminiferama (miliolidama), dekastronemama i dazikladalnim algama čime ukazuje na okoliš plimne zone.

Na temelju prisutnosti navedenih fosila u uzorcima izdvojen je podtip MF 3a (intraklastično–bioklastični pekstoni do grejnstoni) u kojem dominiraju pretežno intraklastične i bioklastične komponente; u MF 3b (bioturbirani peloidni madstoni do pekstoni) prevladava prisutnost bentičkih foraminifera i peloida. Mikrofacijes MF 4 predstavlja prijelaz iz morskog okoliša (plimne zone) u slatkovodni okoliš pa razlikujemo fenestralne vapnence (fenestralno–peloidni madstoni do vekstoni) , MF 4a , sa fragmentima ljuštura ostrakoda, fenestralnim šupljinama, bioturbacijama i foraminiferama; te haroficejske vapnence (haroficejski vekstoni do floutstoni), MF 4b, sa dominantnom pojavom slatkovodnih haroficeja i ostrakoda. Prema analizi mikrofosilne zajednice može se doći do zaključka da je starost naslaga pretežno u rasponu donji apt–donji alb.

Mikrofosilna zajednica s vrstama *Palorbitolina lenticularis, Praechrysalidina infracretacea, Voloshinoides murgensis, Archaealveolina reicheli* ukazuje na starijeaptsku starost donjeg dijela slijeda. Na oko 10 m slijeda nalazi se trošniji horizont karakteriziran brečiranim i okršenim vapnencima s udubljenjima ispunjenim glinovitim matriksom. Mikrofosilna zajednica u uzorcima neposredno ispod te emerzijske površine je mlađeaptske (npr. *Salpingoporella dinarica, Protochrysalidina elongata, Rumanoloculina minima*), a iznad mlađealbske starosti (npr. *Debarina hahounerensis, Cuneolina parva, Nezzazatinella picardi*), ukazujući da je to glavna aptsko–albska diskordancija. Emerzijske površine sličnih značajki nalaze se i na oko 14 m te 16,5 m slijeda mlađeg alba. Istraživani slijed naslaga ukazuje na relativno oplićavanje taložnih okoliša tijekom apta i uspostavljanje kopnenih uvjeta i nastanka paleotla na prijelazu apt–alb. Slijed alba u krovini paleotla karakteriziran je oscilirajućom transgresijom na koju ukazuju brojne emerzijske površine.

9. Literatura

AMBROSI, C. D` (1926a): Gli echinidi eocenici dell' Istria e la loro posizione stratigrafica. Atti Mus. Civico Storia Nat. 9, Trieste.

AMBROSI, C. D` (1926b): Raporti fra morfologia e transgresioni nel cretaceo e nel terziario dell' Istria. Atti Accad. Veneto–Trent. – Istr. 16, Padova

AMBROSI, C, D` (1929): Carta geologica delle tre Venezie: foglio Pisini 1 : 100 000, Firenze

AMBROSI, C. D` (1931): Note illustrative della carta geologica delle tre Venezie: foglio Pisino, Padova

AMBROSI, C. D` (1939): Richerche sullo sviluppo tettonico e morfologico dell' Istria e sulle probabili relazioni tra l'attivita sismica e la persistente tendenza corrugamento della regione. Bull. Soc. Adriat. Sc. Nat.37, Trieste

AMBROSI, C. D` (1954a): Paleoidrografia miocenica in Istria e sua succesiva trasformazione rapporte con lo sviluppo del carsismo. Atti 6. Congr. Naz. speleologia, Trieste.

ANTOŠ, L. (2022.): Fizikalne i geokemijske karakteristike profila Terra Rosse u kamenolomu Kanfanar. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko–geološko naftni fakultet. 106 str.

AUBOUIN, J. & NEUMANN, M. (1960) Surlageologie del'Istrie meridionale. comparasion avec les regions Dinariques et Helleniques correspondantes. Bull. Soc. geol. France, 7e ser. T. 2/4. Paris

BOLČIĆ, I. (1954): Geološko rekognisciranje kamenoloma na području NO–a kotara Pazin. Arhiv Inst. za geol. istr. br. 2291, Zagreb.

BOLČIĆ, I. (1955): Geološko rekognisciranje kamenoloma u kotaru Pazin. Arhiv Inst. za geol. istr. br. 2535. Zagreb.

BOLČIĆ, I. & BORIĆ, M. (1955): Geološko rekognisciranje kamenoloma poduzeća Istarski boksiti u Rovinju. Arhiv. Inst. za geol. istr. br. 2533, Zagreb.

BOLČIĆ, I. & JOVANOVIĆ, D. (1960): Procjene rezervi vapnenca kao ukrasnog kamena u eksploataciji poduzeća Kamen Pazin. Arhiv Inst.za geol. istr. br. 3345, Zagreb.

CORNALIA, E. & CHIOZZA, L. (1852): Cenni geologici sull'Istria. Atti dell'Ist. Lomb. 3, Milano

CRNOLATAC, I. & MALEZ, M. (1961): Ein neuer fundort pleistozäner fauna in Südistrien. Bull. scient. Cons. Acad. R.P.F. Yougosl. Lettres 6/2. Zagreb

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

DURN, G., OTTNER, F., TIŠLJAR, J., MINDSZENTY, A. & BARUDŽIJA, U. (2003): Regional Subaerial Unconformities in Shallow–Marine Carbonate Sequences of Istria: Sedimentology, Mineralogy, Geochemistry and Micromorphology of Associated Bauxites, Palaeosols and Pedo–Sedimentary Complexes.– u: Vlahović, I. i Tišljar, J. (ur.): Evolution of Depositional Environments from the Paleozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin.–22 nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija– September 17–19, 2003, Field Trip Guidebook, 207–254.

DURN, G., OTTNER, F., MINDSZENTY, A., TIŠLJAR, J. I MILEUSNIĆ, M. (2006): Clay mineralogy of bauxites and palaeosols in Istria formed during regional subaerial exposures of the Adriatic Carbonate Platform.– U: Vlahović, I., Tibljaš, D. i Durn, G. (ur.): 3rd Mid–European Clay Conference: Field Trip Guidebook, University of Zagreb, Faculty of Science and Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, 3–30.

DURN, G., PERKOVIĆ, I., STUMMEYER, J. & MILEUSNIĆ, M. (2021): Differences in the behaviour of trace and rare– earth elements in oxidizing and reducing soil environments: Case study of Terra Rossa soils and Cretaceous palaeosols from the Istrian peninsula, Croatia. U: GEOCHEM 2021 – Geochemical Society Meeting. 23–23

EMBRY, A., F. & KLOVAN, J., E. (1971): A Late Devonian reef tract on northeastern Banks island, N.W.T. Bulletin of Canadian petroleum geology. 19, 730–781

FLÜGEL, E. (2004): Microfacies of carbonate rocks. Analysis, Interpretation and Application. 2nd edition, Springer, 984 str.

FUCHTBAUER, H. i TIŠLJAR, J. (1975): Peritidal cycles in the lower cretaceous of Istria (Yugoslavia). Sedimentary Geology. 14/3,219–233.

GAŠO, V. (2022): Taložni okoliši i mikrofosilne zajednice podinskih i krovinskih karbonatnih naslaga gornjoaptske emerzije kamenoloma Tri Jezerca kod Seline, Istra, diplomski rad, diplomski, Prirodoslovno–matematički fakultet, Zagreb. 62 str.

GOHRBARDT, K. (1962): Vorläufige mitteilungen über ökologische untersuchungen an kleinforaminiferen aus dem flyschbereich von Istrien. Beobachtungen in Flysch von Istrien (Yugoslavien). Verh. Geol. BundesanstaIt 2. Wien.

HAIDINGER, W. (1845): Geognostische übersichtskarte der Österreichischen Monarchie. 1: 864.000. Wien.

HAIDINGER, W. (1849): Versteinerungen von Istrien. Berichte von Haidinger 5, Wien.

HAUER, F.V. (1868): Geologische uebersichtskarte zu der Österreichischen Monarchie. Blatt. 6. Östliche Alpenländer. Jahrb. Geol. Reichsanst. 18, Wien.

HUCK, S., RAMEIL, N., KORBAR, T., HEIMHOFER, U., WIECZOREK, T. D. & IMMENHAUSER, A. (2010): Latitudinally different responses of Tethyan shoal–water carbonate systems to the Early Aptian oceanic anoxic event (OAE 1a).– Sedimentology 57, 1585–1614.

HUETER, A., HUCK, S., BODIN, S., HEIMHOFER, U., WEYER, S., JOCHUM, K., & IMMENHAUSER, A. (2019): Central Tethyan platform–top hypoxia during Oceanic Anoxic Event 1a. Climate of the Past. 15. 1327–1344.

JOVANOVIĆ, D. (1957): Ukrasno–građevni kamen aktivnih kamenoloma u eksploataciji istarskih rudnika nemetala u Puli. Arhiv. Inst. za geo. istraž. br. 2825, Zagreb.

KOIĆ, M. (2000): Geodinamički razvoj naslaga srednje krede zapadne Hrvatske.– Doktorska disertacija, Prirodoslovno–matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 211 str.

KOLLMANN, K. (1962): Ostracoden aus dem mitteleozäne „flysch" des beckens von Pazin (Istrien, Jugoslawien). Beobachtungen im Flysch von Istrien (Yugoslawien). Verh. Geol. Bundensanstalt 2. Wien.

KOVAČEVIĆ ZELIĆ, B.; MARIČIĆ, A.; BUREČIĆ ŠAFRAN, M.; HRŽENJAK, P. (2019): Kontinuitet kamenarstva i života s kamenom u Hrvatskoj; Godišnjak Akademije tehničkih znanosti Hrvatske 2019, 191–206.

KREBS, N. (1907): Die Halbinsel Istrien: Landeskundliche Studie. Kessinger Publishing, 2010, 186 str.

KÜPPER, H. (1962): Einleitung und ausblick auf resultate. Beobachtungen im flysch von Istrien. (Yugoslawien). Verh. Geol. Bundesanstalt 2. Wien.

LIPOLD, M. V. (1858): Kreide und eocan von 'priest und Istrien. Jahrb. Geol. Reichsanst. 9. Wien.

LONČAR, N. (2005) Geomorfologija. U: Bertoša, M. & Matijašić, R. (ur.) Istarska enciklopedija. Zagreb, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 249–252.

MARINČIĆ, S. I MATIČEC, D. (1991): Tektonika i kinematika deformacija na primjeru Istre (Tectonics and kinematic of deformations–an Istrian model).– Geološki vjesnik, 44, 247–268.

MATIČEC, D. (1994): Neotectonic Deformations in Western Istria, Croatia.– Geologia Croatica 47/2, 199–204.

MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1996a): Deposits of Western lstria (Croatia): Did Some Parts of Present lstria Form Land During the Cretaceous? Geologia Croatica, 49/1. DOI: 10.4154/GC.1994.46

MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1996b): Eocene Limestones Overlying Lower Cretaceus Deposits of Westren Istria (Croatia): Did Some Parts of Present Istria Form Land During the Cretaceous? Geologia Croatica, 49/ 1 117–127.

MIKO, S., KRUK, B., DEDIĆ, Ž., KRUK, L., PEH, Z., KOVAČEVIĆ GALOVIĆ, E., GABRIĆ, A., MATIČEC, D., FUČEK, L., PALENIK, D. & OŠTRIĆ, N. (2013): Rudarsko–geološka studija potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama na području Istarske županije. Hrvatski geološki institut. Elaborat/studija.

MILEUSNIĆ, M. (2007): Podrijetlo, uvjeti nastanka i sastav glinovitih naslaga taloženih tijekom aptsko–albske emerzije u Istri.– Doktorska disertacija. RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 161 str.

MORLOT, A.(1848a): Geologische verhältnisse von Istrien. Berichte von Haidinger 2, Wien

MORLOT, A. (1848b): Geologie von Istrien. Berichte von Haidinger 4. Wien.

MORLOT, A. (1848c): Geologische karte von Istrien. Berichte von Haidinger, 4. Wien.

MORLOT, A. (1849): Geologie von Istrien und dem küstenlande. Neues Jahrb. Min. Geol. u. Pal.

OTTNER, F., DURN, G., SCHWAIGHOFER, B. I TIŠLJAR, J. (1999): Clay minerals in paleosols of Cretaceous age in Istria, Croatia.– Chinese Science Bulletin, 44, Suppl. 1, Climatic Change: Paleopedological and Soil Rocks Magnetic Approaches, 145–151, Beijing.

PAPP, A. (1962): Ueber die altersstellung autochtoner kalke im profil Pazin– Vranja (mittel Istrien) und bemerkungen ober den charakter des flysches in diesen gebiet. Beobachtungen in Flysch von Istrien. (Yugoslawien). Geol. Bundesanstalt 2, Wien.

PARONA, C. F. (1925): Nuova osservazioni sui calcari con „*Heterodiceras luci*" della costa parentina in Istria. Rend. Accad. dei Lincei. Ser. 6, Vol. 1, Torino.

PARONA, C. F. (1926): Ricerche sulle rudiste e su altri fosili del cretacico superiore del carso goriziano e dell'Istria. Padova

PETRIŠKO, M. (2021): Fizikalno mehanička svojstva arhitektonsko građevnog kamena Istarske županije. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko–geološko–naftni fakultet. 27 str.

PRELOGOVIĆ, E., BLAŠKOVIĆ, I., CVIJANOVIĆ, D., SKOKO, D., I ALJINOVIĆ, B. (1981): Seizmotektonske značajke vinodolskog područja.– Geološki vjesnik 33, 75–93.

POLŠAK, A. (1957): Geološka građa zapadnog i centralnog dijela južne Istre. Arhiv. Inst. za geol. istraž. u Zagrebu br. 2880, Zagreb.

POLŠAK, A. (1958a): Izvještaj o izradi geološke karte zapadne Istre. Arhiv. Inst. za geol. istraž., Zagreb

POLŠAK, A. (1958b): Recherches Géologiques des couches cretacées superieures du sud de L'Istrie. Bull. Scient. Cons. Acad. Yougosl. Lettres 4/1. Zagreb.

POLŠAK, A. (1965) Stratigrafija jurskih i krednih naslaga srednje Istre, Geološki vjesnik, 18,1

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. & 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. & 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.

PREY, S. (1962): Zu den foraminiferenfaunen des flysches in Istrien im abschnitt Pazin–Poljice. Beobachtungen im Flysch von Istrien (Yugoslawien). Verh. Geol. Bundesanstalt 2. Wien.

RALJEVIĆ, B. (1957): O geološkom kartiranju zapadnog dijela centralne istre. Arhiv. Inst. za geol. istraž. br. 2878. Zagreb.

RIĐANOVIĆ, J. (1975) Istra, u: Geografija SR Hrvatske, sv. 5, Zagreb

RITOSSA, A. (2018): Donjokredne emerzijske pojave u kamenolomu Selina kraj Svetog Lovreča. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno–matematički fakultet, 94 str.

SACCO, F. (1924a): Shema geologica dell'Istria. 1 : 200.000 L'Universo 5.

SACCO, F. (1924b): L'Istria, cenni geologici generali. Mem. Servo Carta geol. Italia. Mondovi.

SAKAČ, K. (1962): Boksiti Istre, Drniša, Ervenika. Arhiv. Inst. za geol. istraž. br. 3540. Zagreb.

SCHOLLE, P.,D. & ULMER–SCHOLLE, D., S. (2003): A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. American Association of Petroleum Geologists, 77, 459 str. DOI: 10.1306/M77973

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 Eozängebeite in Innerkrain und Istrien, WIII. 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.

STEFANI, C. DE., (1921): Comparazione geologica fra il carso, l'Istria ed il rimanente d'Italia. Atti Soc. Ital. per il progreso delle Scienze, Riunione. Trieste.

STRADNER, H. (1962): Ueber das fossile nannoplankton des eozan–flysch von Istrien. Beobachtung im Flysch von Istrien (Yugoslawien). Verh. Geol. Bundesanstalt 2. Wien.

ŠIKIĆ, D. (1951–53): O mogućnosti nalaska novih produktivnih ugljenonosnih naslaga u Pazinskom bazenu Istre. Geol. vjesnik 5–7 , Zagreb.

ŠIKIĆ, D. (1955a): Entwicklung des jo'ngeren palaogens in Istrien und Dalmatien. Bull. sc. Con. Acad. R.P.F. Yougoslav. Lettres 4/1. Zagreb.

TAKŠIĆ, A. (1953): Kremeni pijesci okolice Pule. Arhiv. Inst. za geol. istraž. u Zagrebu br. 2193, Zagreb.

TAKŠIĆ, A. (1954): Proračun zaliha kremenog pijeska Istre. Arh. Inst. za geol. istraž. u Zagrebu, br. 2348. Zagreb.

TARAMELLI, T. (1874): Appunti sulla storia geologica dell'Istria e delle isole del Quarnero. Ani R. inst. Veneto 3. Venezia.

TARAMELLI, T. (1878): Descrizione geognostica del margravisto d'Istria (con carta geologica). Milano.

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, Jugoslavia). 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, klinoformne 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, Clinoform 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., MATIČEC, D. & ROBSON J. (1998) Carbonate facies evolution from the Late Albian to Middle Cenomanian in southern Istria (Croatia): influence of synsedimentary tectonics and extensive organic carbonate production, Facies, 38, 137–151

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.

TOLIĆ, LJ. (I954a): Geološko istraživanje gliništa ciglane „Mirna" u Novigradu – kotar Buje. Arhiv. Inst. za geol. istraž. br. 2330. Zagreb.

TOLIĆ, LJ. (1954b): Mogućnost otvaranja novih kamenoloma u okolici Pazina. Arhiv. Inst. za geol. istraž. br. 2298, Zagreb.

TOMAŠEK, I. & PONGRAC, P. (2013): Geokemijske i mineraloške karakteristike tala u okolici termoelektrane Plomin. Sveučilište u Zagrebu. Rudarsko–geološko–naftni fakultet, 60 str.

VELIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1988): Litostratigrafske jedinice u dogeru i malmu zapadne Istre (Lithostratigraphic units in the Dogger and Malm of western Istria).– Geol. vjesnik. 41, 25–49, Zagreb.

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.

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, Vodič 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. i TIŠLJAR, J. (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. i KORBAR, T. (ur.): 6th International Congress on Rudists, Rovinj.–Abstracts and Excursion Guidebook, Zagreb, 83–93.

VELIĆ, I. (2007): Stratigraphy and paleobiogeography of Mesozoic benthic foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe).– Geologia Croatica 60, 1–113.

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., 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.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I ., MATIČEC, D.; SKELTON, P.; ORBAR, T. & FUČEK, L. (2003) Main events recorded in the sedimentary succession of the Adriatic Carbonate Platform from the Oxfordian to the Upper Santonian in Istria (Croatia), u: VLAHOVIĆ, I. i TIŠLJAR, J. (2003): Field Trip Guidebook: Evolution of Depositional Environments from the Paleozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin / 22nd IAS Meeting of sedimentology – Opatija. Zagreb: Institute of Geology, 19–58 .

VLAHOVIĆ, I.,T, 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.

WAAGEN, LJ. (1910a): Die unterirdische entwässerung Istriens und die wasser versorgung dieses landes. Verh. geol. Reichsanst. Wien.

WAAGEN, LJ. (1910b): Karsthydrographie und wasserversorgung in Istrien. Zeitschrift f. praktische Geologie. 18.

WIESENEDER, H. (1962): Sedimentologische und sedimentpetrographische beobachtungen im profil Pazin–Poljice. Beobachtungen im flysch. Von Istrien (Yugoslawien). Verh. Geol. Bundesanstalt 2, Wien.

WOLETZ, C. (1962): Schwermineralanalysen von flyschsandsteinen aus Istrien. Beobachtungen im flysch von Istrien (Yugoslawien). Verh. Geol. Bundesanstalt 2, Wien. 47

[1]: https://www.geotech.hr/geolosKA-grada–istre/ (1.12.2022.)

[2]: http://stariweb.istra–istria.hr/index.php?id=263 (5.12.2022.)

[3]: https://www.pmf.unizg.hr/geol/znanost/infrastruktura/opticki_laboratorij (7.12.2022.)

10. Table

TABLA 1

Uzorci podine aptsko–albske diskordancije

Slika 1. Bačinelsko–bioklastični vekston iz potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 1a (uzorak KA-4)

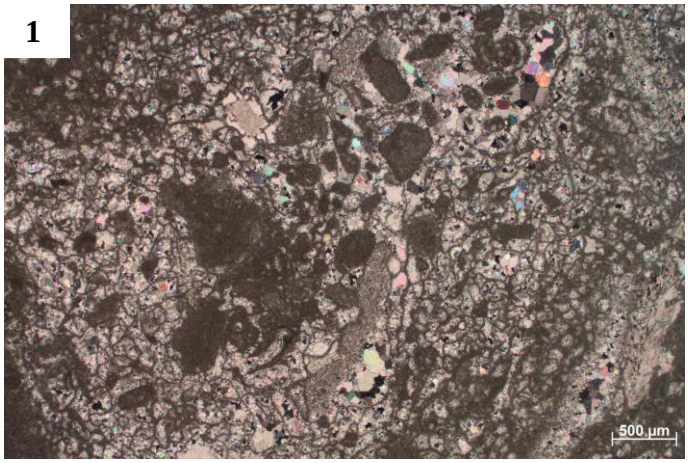
Slika 2. Litoklastično–bioklastični vekston–grejnston iz potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 2a (uzorak KA-9)

Slika 3. Bioklastično–peloidni pekston do grejnston iz potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 2a (uzorak KA-11)

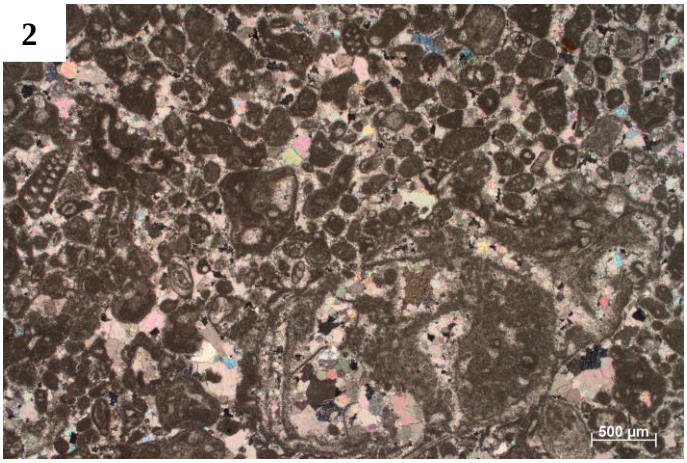
Slika 4. Peloidno–foraminiferski vekston do pekston iz potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 2b (uzorak KA-14)

Slika 5. Intraklastično–bioklastični pekston do grejnston iz potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 3a (uzorak KA-16)

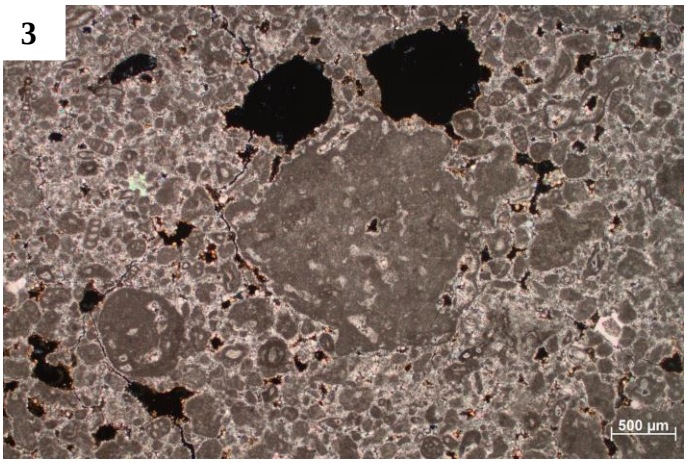
1



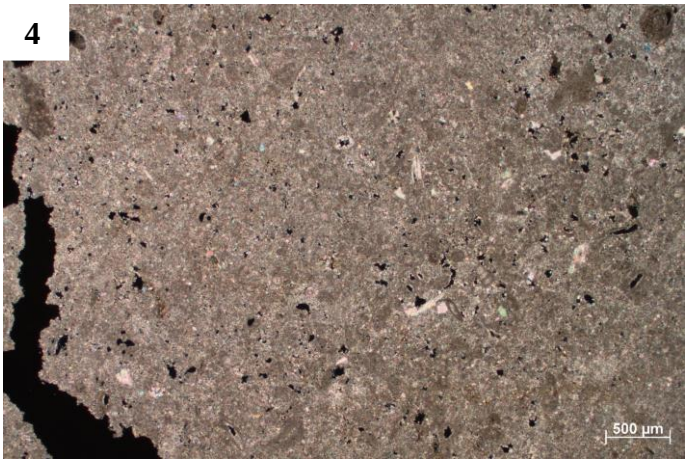
2



3



4



5

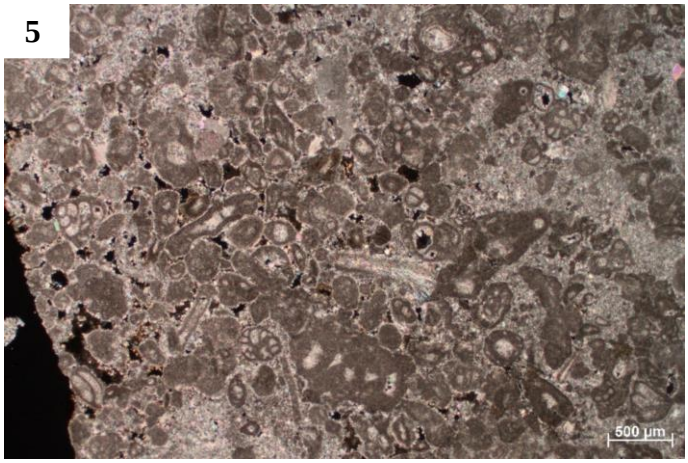


TABLA 2

Uzorci podine aptsko–albske diskordancije

Slika 1. Bačinelsko–bioklastični vekston iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 1a (uzorak KA-7)

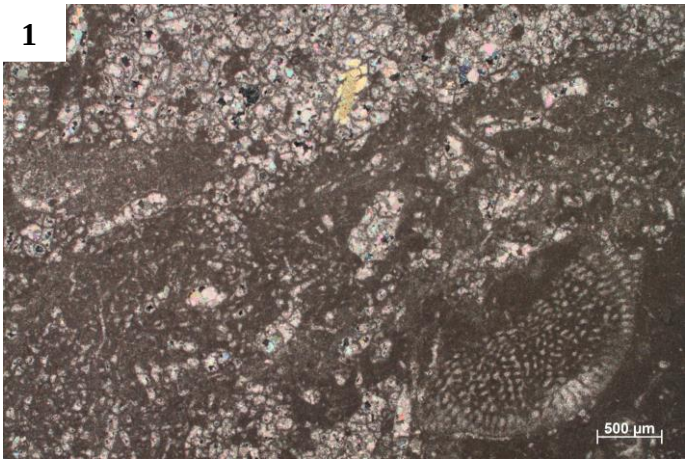
Slika 2. Intraklastično–bioklastični pekston do grejnston iz okoliša potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 3a (uzorak KA-19)

Slika 3. Bioklastično–peloidni pekston do grejnston iz okoliša plimne zone zone povišene enrgije vode; mikrofacijes MF 2a (uzorak KA-21)

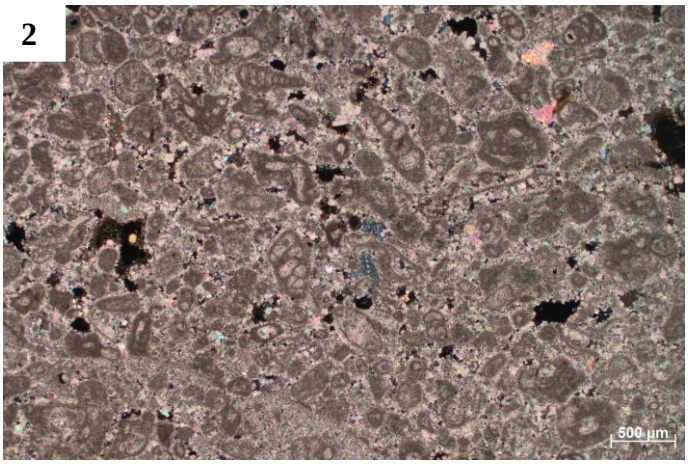
Slika 4. Foraminifersko–peloidni (dekastronemski) vekston do pekston iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 1b (uzorak KA-26)

Slika 5. Foraminifersko–peloidni (dekastronemski) vekston do pekston iz okoliša plimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 1b (uzorak KA-29)

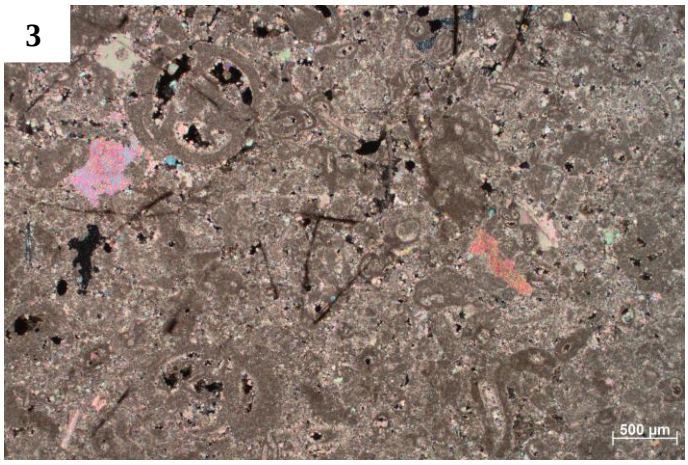
1



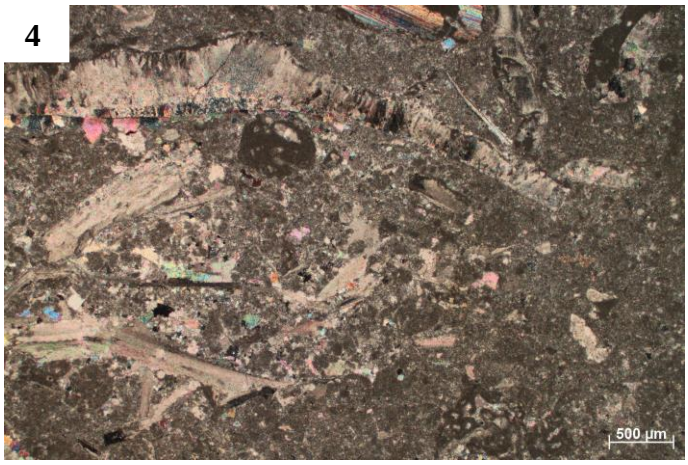
2



3



4



5

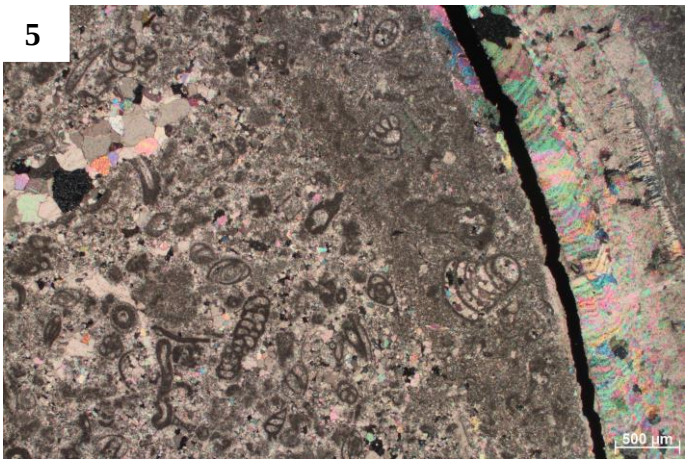


TABLA 3

Uzorci krovine aptsko–albske diskordancije

Slika 1. Bioklastično–peloidni pekston do grejnston iz okoliša potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 2a (uzorak KAK-2)

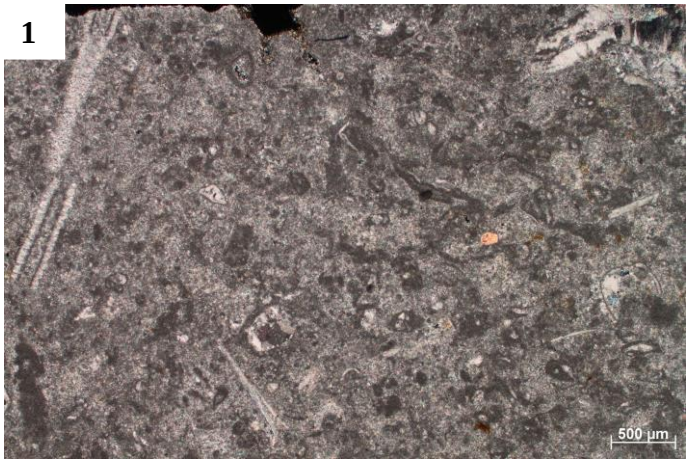
Slika 2. Bačinelsko–bioklastični vekston iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 1a (uzorak KAK-4)

Slika 3. Peloidno–foraminiferski vekston do pekston iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 2b (uzorak KAK-7)

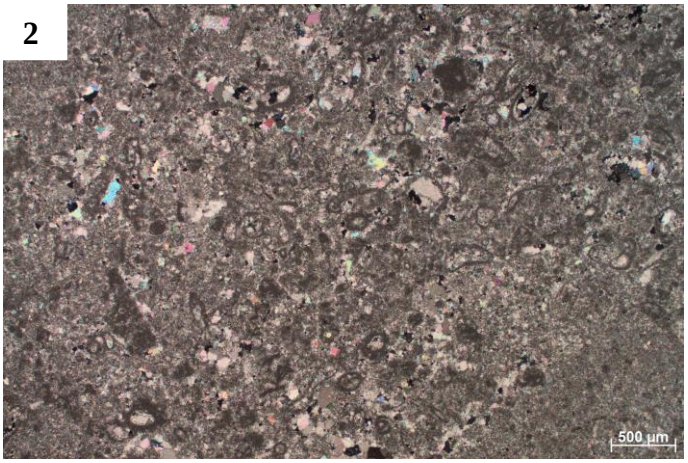
Slika 4. Bačinelsko–bioklastični vekston iz okoliša subaerskih uvjeta, mikrofacijes MF 1a (uzorak KAK-9B)

Slika 5. Fenestralno–peloidni madston do vekston iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 4a (uzorak KAK-10A)

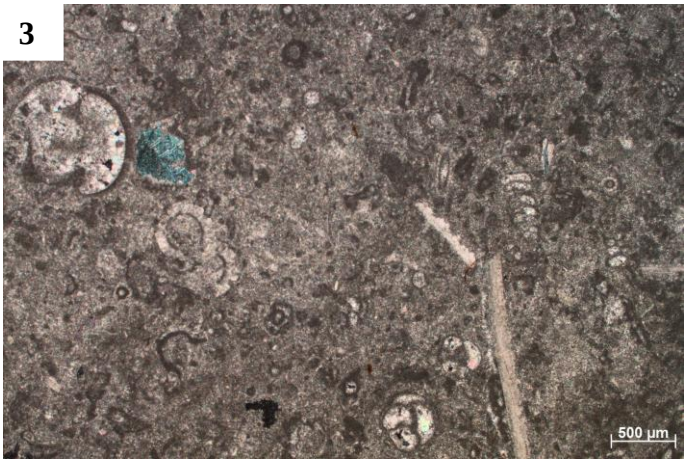
1



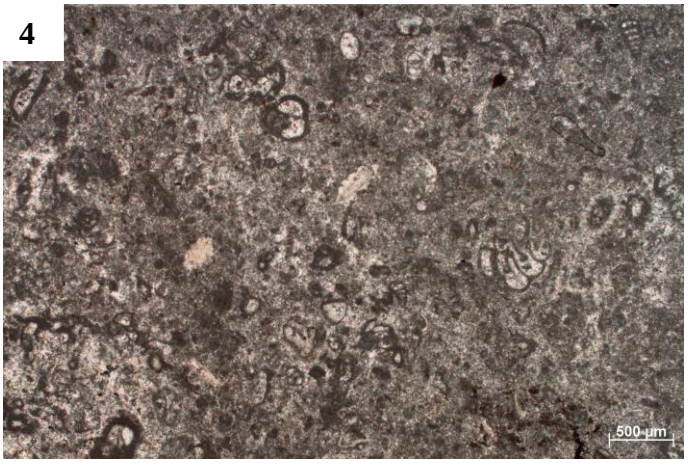
2



3



4



5

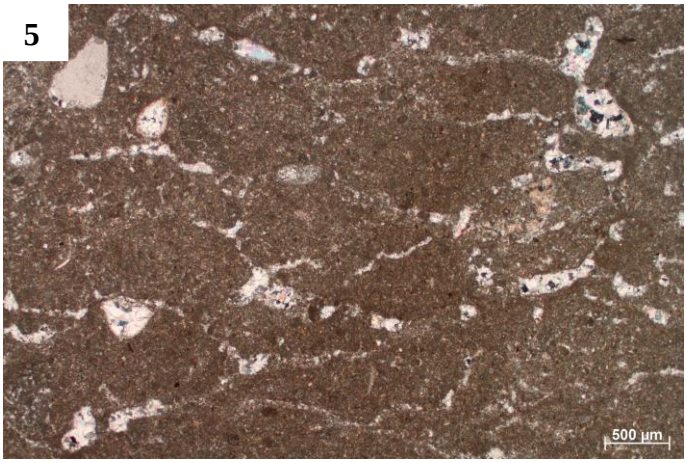


TABLA 4

Uzorci krovine aptsko–albske diskordancije

Slika 1. Bačinelsko–bioklastični vekston iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 1a (uzorak KAK-4)

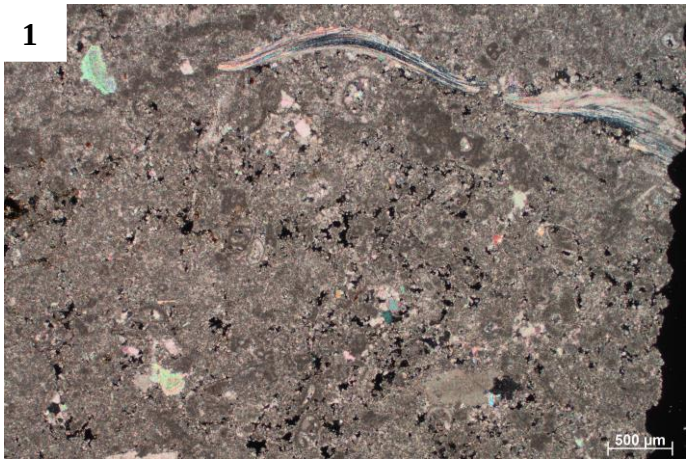
Slika 2. Bioturbirani peloidni madstoni do pekstoni iz okoliša potplimne zone niske energije vode; mikrofacijes MF 3b (uzorak KAK-16)

Slika 3. Fenestralno–peloidni madston do vekston iz okoliša plimne zone; mikrofacijes MF 4a (uzorak KAK-21)

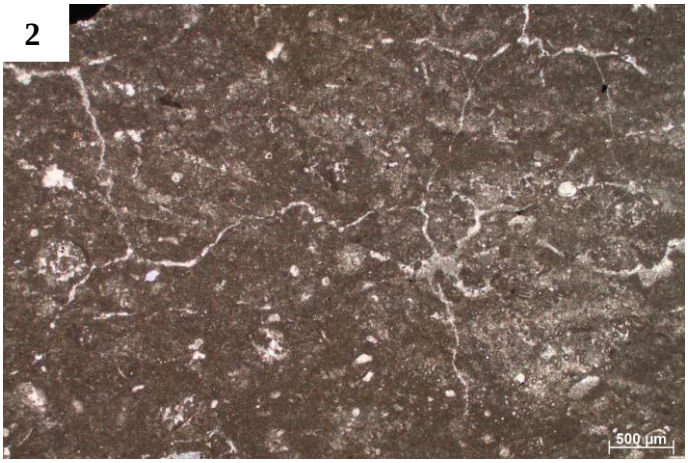
Slika 4. Intraklastično–bioklastični pekston do grejnston iz okoliša plimne zone, mikrofacijes MF 3a (uzorak KAK-25B)

Slika 5. Bioturbirani peloidni madstoni do pekstoni iz okoliša potplimne zone povišene energije vode; mikrofacijes MF 3b (uzorak KAK-27)

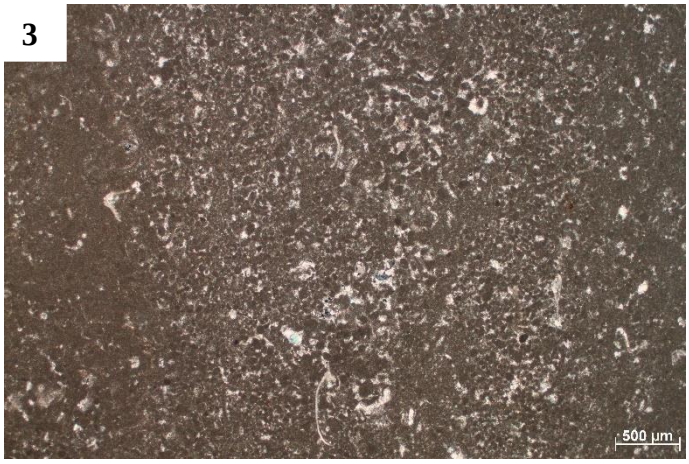
1



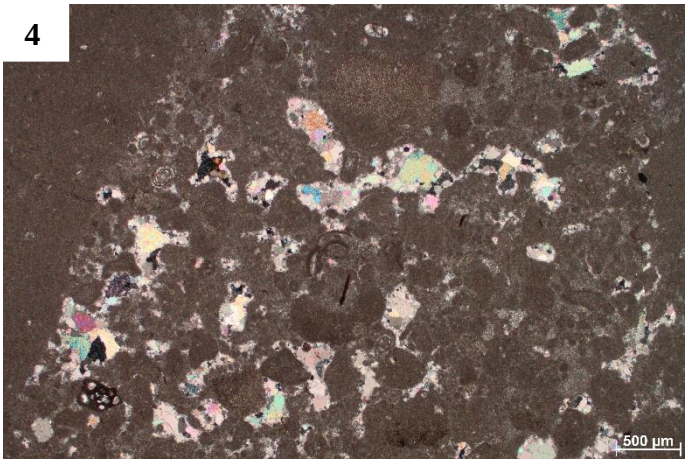
2



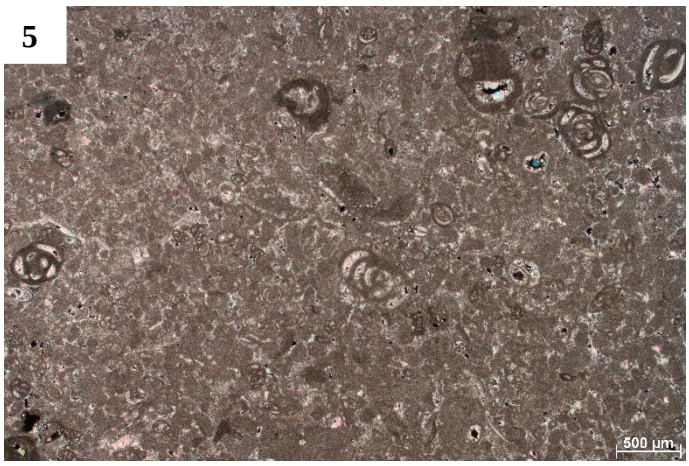
3



4



5



11. Prilozi

Tablica 1. Opis i interpretacija izrađenih mikroskopskih preparata podine aptsko-albske emerzije u kamenolomu Kanfanar

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KA-1	Litoklastično–bioklastični P–G	U uzorku su vidljive sitne bentičke foraminifere (miliolide i orbitoline) te krupni litoklasti i bioklasti povezani bačinelama.	*Palorbitolina lenticularis, Rumanoloculina robusta, Bacinella irregularis*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2a
KA-2	Bačinelsko–bioklastični V	Česta je pojava bačinelskih onkoida i bioklasta u uzorku te su vidljive bioturbacije, prisutne su i bentičke foraminifere (miliolide i palorbitoline)	*Bacinella irregularis, Palorbitolina lenticularis, Rumanolocuina robusta, Debarina hahounerensi, Novalesia producta, Istriloculina* cf. *elliptica*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1a
KA-3	Bioklastični V	Bentičke foraminifere (*Millilolidae*), fragmenti bodljikaša i školjkaša, bioklasti, bušotine sa geopetalnim ispunama	*Palorbitolina lenticularis, Rumanolocuina robusta, Debarina hahounerensi, Novalesia distorta, Istriloculina* cf. *elliptica*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1a
KA-4	Bačinelsko–bioklastični V	Geopetalne ispune, in–situ brečiran uzorak, u šupljinama prisutan mikrit, prevladavaju onkoidi bačinela i bioklasti	*Bacinella irregularis, Palorbitolina lenticularis, Rumanoloculina robusta, Istriloculina* cf. *elliptica*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1a
KA-5	Bačinelsko bioklastični V	Geopetalne ispune, in–situ brečiran uzorak, u šupljinama prisutan mikrit, prevladavaju onkoidi bačinela i bioklasti	*Bacinella irregularis, Palorbitolina lenticularis*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1a
KA-6	Lito–bioklastični V	Prevladavaju litoklasti i bioklasti u uzorku uz manju pojavu bodlji ježinaca i fragmenata ljuštura školjkaša, prisutne sitne (miliolidne) foraminifere	*Palorbitolina lenticularis, Rumanoloculina robusta, Psudonummoloculina* sp.	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1a
KA-7	Bačinelsko–bioklastični V	Česti su primjerci bačinelskih onkoida i bioklasta u uzorku; fragmenti povezani sa algalnim bačinelskim strukturama, vidljive bioturbacije; prisutne su i bentičke foraminifere (miliolide i palorbitoline); uočljivi su i fragmenti ljuštura školjkaša	*Bacinella irregularis, Palorbitolina lenticularis, Praechrysalidina infracretacea, Rumanoloculina robusta*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1a

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KA-8	Foraminifersko–peloidni V	U uzorku prevladavaju foraminifere (miliolide, prekrisalidine, palorbitoline i nubekularide) i peloidne čestice; vidljivi fragmenti bodljikaša	*Istriloculina* cf. *elliptica, Pseudolituonella conica, Praechrysalidina infracretacea, Rumanoloculina robusta, Palorbitolina lenticularis*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1b
KA-9	Litoklastično–bioklastični V–G	Prevladavaju litoklastične i bioklastične komponente dok su vidljivi i intraklasti, u uzorku vidljiv sintaksijalni cement	*Praechrysalidina infracretacea, Archaealveolina reicheli, Novalesia producta, Pseudonumoloculina* sp., *Rumanoloculina robusta, Pseudonummoloculina* sp., *Istriloculina* cf. *elliptica*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2a
KA-10	Foraminifersko–bioklastični P–G	Veliki udio bioklasta i foraminifera (miliolida, nubekularija i prekrisalidina) u uzorku, manje litoklasta prisutni su i fragmenti bodljikaša	*Praechrysalidina infracretacea, Pseudonumoloculina* sp., *Archaealveolina reicheli, Istriloculina* cf. *elliptica, Spiriloculina cretacea, Debarina* sp., *Novalesia producta*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2a
KA-11	Peloidno–bioklastični P–G	U uzorku prevladavaju peloidne čestice i bioklasti; vidljive dekastroneme, foraminifere (miliolide, nubekularije i prekrisalidina i fragmenti školjkaša	*Archaealveolina reicheli, Rumanoloculina robusta, Novalesia distorta (Novalesia producta), Praechrysalidina infracretacea*, dekastroneme	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2a
KA-12	Peloidno–foraminiferski P	Dominiraju peloidi i foraminifere (nubekularije, prekrisalidina, miliolide, palorbitolina), dekastronema, fragmenti ljuštura školjkaša	*Praechrysalidina infracretacea, Thaumatoporella pavovesiculifera, Palorbitolina* (fragment), *Istriloculina* cf. *elliptica*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2b
KA-13	Peloidno–foraminiferski P	Dominiraju peloidi i foraminifere (nubekularije i prekrasilidine)	*Praechrysalidina infracretacea, Rumanoloculina robusta, Novalesia cornucopia*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2b
KA-14	Foraminifersko–peloidni V–P	Dominiraju foraminifere (miliolide) i peloidi; vidljive dekastroneme	*Rumanoloculina robusta, Debarina hahounerensis, Vercorsella arenata*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2b

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KA-15	Intraklastično–bioklastični G	U uzorku su velikim dijelom prisutni intraklasti i bioklasti; prisutne miliolidne foraminifere sa prekrisalidinama i fragmenti bodljikaša i ljuštura školjkaša	*Praechrysalidina infracretacea, Novalesia distorta, Rumanoloculina robusta, Palorbitolina lenticularis, Istriloculina* cf. *elliptica, Pseudonumoloculina* sp.	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 3a
KA-16	Intraklastični V–P	Intraklasti su najviše prisutni u uzorku, vidljiva rekristalizacija, prisutne miliolidne i nubekularidne foraminifere	*Praechrysalidina infracretacea, Novalesia producta, Nezzazatinella* sp.	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 3a
KA-17	Rekristalizirani litoklastični–bioklastični V–P	U uzorku dominiraju litoklasti i bioklasti, jasno izražena rekristalizacija; od foraminifera: miliolide, nubekularije	*Rumanoloculina robusta, Istrilocilina* cf. *granumtrici, Pseudonumoloculina* sp., *Novalesia producta*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 1b
KA-18	Intraklastični–bioklastični G	Intraklasti i bioklasti najviše prisutni u uzorku sa raznovrsnim foraminiferama, moguće prisutne fenestralne šupljine	*Debarina hahounerensis, Rumanoloculina robusta, Praechrysalidina infracretacea, Pseudonummoloculina* sp.	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 3a
KA-19	Rekristalizirani intraklastični G	Prevladavaju intraklasti i u manjoj mjeri prisutni bioklasti, sa vidljivom rekristalizacijom	*Spiriloculina cretacea, Istriloculina* cf. *elliptica, Nezzazatinella* sp., *Novalesia producta*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 3a
KA-20	Peloidno–miliolidni bioklastični P–G	Peloidi i miliolidne foraminifere najučestalija pojava, bioklasta ima u manjoj mjeri te nubekularija	*Novalesia producta, Istriloculina* cf. *elliptica, Nezzazatinella* sp., *Rumanoloculina robusta Salpingoporella dinarica, Voloshinoides murgensis, Glomospira* sp. nubekularidne foraminifere	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 3b
KA-21	Bioklastično–peloidni P	Dominiraju bioklasti i peloidi, od foraminifera najbrojnije miliolide i prekrisalidine, vidljive ljušture školjkaša	*Praechrysalidina infracretacea, Pseudonumoloculina* sp., *Istriloculina* cf. *elliptica, Rumanoloculina robusta, Novalesia distorta, N. producta, Nezzazata* cf. *isabellae, Palorbitolina lenticularis*	Plimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 2a

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KA-22	Intraklastični–bioklastični G	U uzorku dominiraju intraklasti i bioklasti, miliolidne foraminifere, u manjoj mjeri prisutne dazikladalne alge	*Salpingoporella dinarica, Praechrysalidina infracretacea, Pseudonumoloculina* sp., *Istriloculina* cf. *elliptica, Rumanoloculina robusta, Novalesia distorta, N. producta, Nezzazata* cf. *isabellae,*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt)	MF 3a
KA-23	Bioklastično–peloidni P	Bioklasti i peloidi su najdominantniji dok su prisutne i bentičke miliolidne foraminifere, dekastroneme, dazikladalne alge i mali broj fragmenata ljuštura školjkaša	*Rumanoloculina robusta, Praechrysalidina infracretacea, Pseudonummoloculina* sp., *Archaeoalveolina reicheli, Salpingoporella dinarica,* dekastroneme	Plimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 2a
KA-24	Foraminifersko–peloidni P–G	Dominiraju miliolidne foraminifere uz palorbitoline i nubekularije, fragmenti ljuštura školjkaša i bodljikaša te dazikladalne alge, dok se u manjoj mjeri pojavljuju dekastroneme	*Palorbitolina lenticularis, Novalesia producta, Nezzazatinella picardi, Istriloculina* cf. *elliptica, Rumanoloculina robusta,* dekastroneme, *Pseudolituonella conica, Maycina bulgarica, Spiroloculina cretaceae, Salpingoporella dinarica*	Plimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 2b
KA-25	Bioklastično–peloidni V–P	Bioklasti i peloidi prevladavaju u uzorku, velik broj dazikladalnih algi i fragmenata školjkaša; brojne foraminifere (miliolide, palorbitolina, nubekularije)	*Palorbitolina lenticularis, Archaealveolina reicheli Nezzazatinella picardi, Debarina hahounerensis, Istriloculina* cf. *elliptica, Rumanoloculina robusta, Thaumatoporella parvovesiculifera, Salpingoporella dinarica*	Plimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 2a
KA-26	Rudistni F sa bioklastičnim V	Dominiraju ljušture rekvinijednih školjkaša (*Toucasia* sp?.) spojenih matriksom čineći strukture veće od 2 mm, vidljive su mikritizirane ljušture školjkaša te endolitne bušotine, u uzorku su prisutne i dazikladalne alge	*Salpingoporella dinarica*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 1b
KA-27	Dekastronemski-salpingoporelski V	Dominiraju dekastroneme i dazikladalne alge, miliolidne i prekrisalidinske foraminifere	Dekastroneme, *Salpingoporella dinarica, Praechrysalidina infracretacea, Pseudolituonella conica, Rumanoloculina minima*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 1b

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KA-28	Dekastronemsko–peloidni V–P	Dekastroneme i peloidi dominantni, uz njih su prisutni i fragmenti rekvinijednih školjkaša (*Toucasia* sp?.) koje isto tako ispunjuju geopetalne strukture	Dekastroneme, *Salpingoporella dinarica*, *Praechrysalidina infracretacea*, *Pseudolituonella conica*, *Rumanoloculina minima*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 1b
KA-29	Foraminifersko – salpingoporelski V–G	Foraminifere i dazikladalne alge su najviše zastupljene, geopetalne strukture (šupljine) ispunjene fragmentima rekvinijednih školjkaša (*Toucasia* sp?.)	*Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Istriloculina* cf. *elliptica*, *Rumanoloculina minima*, *Pseudolituonella* sp., *Salpingoporella dinarica*	Plimna zona povišene energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 1b
KA-30	Miliolidno–dekastronemski V–P	Prisutan velik broj bentičkih foraminifera i dekastronema, prisutne su i ljušture školjkaša te su mjestimično vidljive i fenestralne šupljine	Dekastroneme?, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Pseudonumoloculina* sp.	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 1b
KA-31	Bioklastični V–P	U uzorku prevladavaju bioklasti dok su prisutne i dazikladalne alge i dekastroneme te sitne foraminifere (miliolide), fragmenti ljuštura školjkaša	Dekastroneme?, *Salpingoporella dinarica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Protochrysalidina elongata*, *Rumanoloculina minima*,	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (donji apt–gornji apt)	MF 1a

Tablica 2. Opis i interpretacija izrađenih mikroskopskih preparata krovine aptsko-albske emerzije u kamenolomu Kanfanar

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KAK-2	Foraminifersko–bioklastični V–P	Prisutne su zelene alge tipa *Salpingoporella* dinarica; vidljivi su fragmenti školjkaša te bodljikaša, potencijalna je i prisutnost nubekulardinih foraminifera i dekastronema	*Salpingoporella dinarica*, dekastroneme?, *Protochrysalidina elongata*, *Rumanoloculina minima*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Novalesia* cf. *angulosa*, *Thaumatoporella pavovesiculifera*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 2a
KAK-3	Rekristalizirani bioklastični V	Uočljivi su sitni rekristalizirani bioklasti i peloidi, nalazimo dazikladalne alge (salpingoporele i taumatoporele), bentičke i nubekularidne foraminifere	*Salpingoporella dinarica*, dekastroneme?, *Protochrysalidina elongata*, *Rumanoloculina minima*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Novalesia* cf. *angulosa*, *Thaumatoporella pavovesiculifera*	Plimna zona	K_1^5 (gornji apt)	MF 1b
KAK-4	Bioklastično–peloidni V	Fenestralne šupljine, dominiraju bioklastične i peloidne čestice, javljaju se i dazikladalne alge (salpingoporele i taumatoporele) kao i bentičke foraminifere (miliolide i nubekularije)	*Salpingoporella dinarica*, *Rumanoloculina minima*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Novalesia* cf. *angulosa*, *Nezzazatinella picardi*, *Thaumatoporella pavovesiculifera*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 1a
KAK-5	Bioklastični V–P	Bioklasti dominantni, ima i peloida te dazikladalnih algi te miliolidnih i nubekularidnih foraminifera	*Salpingoporella dinarica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Rumanoloculina minima*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 1a
KAK-6	Bioklastični V–P	Dominiraju bioklasti te se pojavljuju fragmenti školjkaša sa mikritiziranim rubovima i dazikladalne alge te sitne bentičke foraminifere i dekastroneme	*Salpingoporella dinarica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera* *Nezzazatinella picardi*, dekastroneme	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 1a
KAK-7	Fenestralno–dekastronemsko–foraminiferski V	Dekastroneme i taumatoporele, vidljive su fenestralne šupljine i manji broj miliolidnih i nubekularidnih foraminifera	Dekastroneme, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Salpingoporella dinarica*, *Novalesia cf. angulosa*,,*Nezzazatinella* sp. *Rumanoloculina minima*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 2b

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KAK-8	Dekastronemsko peloidni V-P	U uzorku su najviše vidljive dekastroneme i peloidne čestice dok su uz njih u manjem broju prisutne i nubekularidne i miliolidne foraminifere	Dekastroneme, *Pseudolituonella* sp., *Salpingoporella dinarica*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Rumanoloculina minima*, *Nezzazatinella picardi*, *Psudolituonella* sp., *Voloshinoides* sp.,	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 2b
KAK-9A	Foraminifersko–peloidni V	Bentičke (nubekularidne i miliolidne) foraminifere uz peloide su dominantni, fragmenti ljuštura školjkaša, vidljive i dazikladalne alge	*Salpingoporella dinarica*, *Rumanoloculina minima*, *Novalesia* cf. *angulosa*, *Pseudolituonella* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^5 (gornji apt)	MF 2b
KAK-9B	Peloidno–bioklastični V	U uzorku su najviše prisutne peloidne a potom bioklastične čestice, u manjoj mjeri dazikladalne alge i dekastroneme, sklonišna poroznost i geopetalne strukture prisutne što ukazuje na subaersko izlaganje	Dekastroneme?, *Novalesia* cf. *angulosa*, *Salpingoporella dinarica*, *Nezzazatinella picardi*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*	Subaerski uvjeti	K_1^5 (gornji apt)	MF 1a
KAK-10A	Fenestralni M	Fenestralne šupljine su dominantne u uzorku te se uz njih u velikoj mjeri pojavljuju peloidi, bioklasti te u manjoj mjeri intraklasti, ostrakodi, fragmenti školjkaša i puževa te bentičkih foraminifera	-	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-10B	Fenestralni M	Fenestralne šupljine su dominantne u uzorku te se uz njih u velikoj mjeri pojavljuju peloidi, bioklasti te u manjoj mjeri intraklasti, ostrakodi, fragmenti školjkaša i puževa te bentičkih foraminifera uz filamente algi	dekastroneme	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-11	Subaersko izlagan ostrakodni M	Fragmenti ostrakoda u velikom broju se nalaze unutar uzorka, vidljive cirkumgranularne šupljine i pelodi te pukotine isušivanja	*Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*	Restriktivni uvjeti	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KAK-12	M	Pukotine isušivanja te precipitacija minerala, prisutni i fragmenti karapaksa ostrakoda i bentičke foraminifere	*Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-13	Fenestralni M	Fenestralne šupljine i geopetalne strukture	ostrakodi	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-14	Fenestralno–intraklastično–bioklastični V–P; Intraklastično–fenestralni M	Fenestralne šupljine, intraklasti i bioklasti najčešći su u uzorku, u manjoj mjeri pojavljuju fragmenti rekvinijednih školjkaša (*Toucasia* sp?.);bioklasti s endolitnim bušotinama, sklonišna poroznost se javlja ispod izduženih bioklasta	*Pseudonumoloculina* sp., *Rumanoloculina minima, Debarina* hahounerensis, *Vercorsella cf. immaturata, Sigmoilina*? sp.;?	Zona preplavljivanja	K_1^6 (gornji alb)	MF 3a/MF 4a
KAK-15	Fenestralno–intraklastični V–F	U uzorku se najčešće pojavljuju intraklasti, fenestralne šupljine, ostaci puževa i miliolidnih foraminifera	*Cuneolina pavonia, Rumanoloculina minima, Istriloculina* cf. *granumtrici,Nezzazata isabellae*	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 3a
KAK-16	Bioturbirani fenestralni M–V	Fenestralne šupljine jasno izražene dok su vidljive bioturbacije, fragmenti ljuštura gastropoda te ostaci Chara	*Characeae*, karapaksi ostrakoda	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-17	Fenestralno–peloidni M–V	Dominiraju fenestralne šupljine sa geopetalnim ispunama te peloidne čestice	*Characeae, Istriloculina* cf. *granumtrici*, ostrakodi	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-18A	Intraklastično–bioklastični M–V	Intraklasti i bioklasti su najučestaliji u uzorku, javljaju se i fenestralne šupljine, manji broj foraminifera te je vidljiv i kontakt (prijelaz iz dva st. tipa)	*Rumanoloculina* cf. *minima, Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3a
KAK-18B	Peloidni G	Prevladavaju peloidi i miliolidne foraminifere	*Istriloculina* cf. *granumtrici, Pseudonumoloculina* sp., *Rumanoloculina* cf. *minima*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 2b

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KAK-19	In–situ brečirani fenestralno–ostrakodni V	Posljedica (*in situ*) isušivanja u subaerskim uvjetima, fenestralne šupljine sa fragmentima ljuštura ostrakoda s rijetkim fragmentima Chara	Characeae, karapaksi ostrakoda	Subaerski uvjeti	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-20	Peloidno–ostrakodni V	Mjestimično bioturbirani uzorak sa sitnim miliolidnim foraminiferama, no najviše dominiraju peloidne čestice i fragmenti karapaksa ostrakoda te dazikladalne alge	*Thaumatoporella pavovesiculifera, Istriloculina* cf. *granumtrici*	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-21	Diskretno laminiran fenestralno–peloidno–ostrakodni V	Fenestralne šupljine, laminacije jasno vidljive i izražene u uzorku dok se uz njih javljaju i peloidi te fragmenti ljuštura ostrakoda, dazikladalne alge	*Thaumatoporella pavovesiculifera, Istriloculina* cf. *granumtrici*,karapaksi ostrakoda	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-22	Fenestralno–peloidni M–V	Fenestralne šupljine, peloidne čestice, izražena pojava dazikladalnih algi	karapaksi ostrakoda, *Thaumatoporella parvovesiculifera*	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-23A	Fenestralni M	Fenestre sa geopetalnim strukturama i ispunama čine najveći dio uzorka	bez fosilnog sadržaja	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-23B	Fenestralno–intraklastično–peloidni V	Fenestralne šupljine i intraklasti najdominantniji te potom peloidne čestice, prisutan manji broj miliolidnih foraminifera	*Rumanoloculina* cf. *minima, Istriloculina* cf. *granumtrici, Pseudonummoloculina heimi*, karapaksi ostrakoda	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-24	Haroficejski V	Veliki broj i učestala pojava talusa Chara pa potom intraklasta u uzorku, vidljivi i fragmenti ljuštura ostrakoda	Characeae, *Thaumatoporella pavovesiculifera*	Slatkovodni facijes	K_1^6 (gornji alb)	MF 4b
KAK-25A	Intraklastično–peloidni V	Veliki intraklasti i peloidne čestice najčešći su u uzorku te se uz njih pojavljuju i miliolidne foraminifere, fenestralne šupljine i manji broj fragmenata ljuštura ostrakoda	ostrakodi, *Rumanoloculina* cf. *minima, Istriloculina* cf. *granumtrici, Pseudonummoloculina heimi*	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 1b

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KAK-25B	Fenestralno–intraklastični V–F	Fenestralne šupljine su prisutne u cijelom uzorku kao i veći intraklasti a potom manje cirkumgranularne pukotine, sitne ljušture ostrakoda te manji broj miliolidnih foraminifera	ostrakodi, *Cuneolina* sp. (*parva?*), *Pseudonumoloculina heimi*, *Istriloculina* cf.*granumtrici*, *Glomospirellaa* sp., *Rumanoloculina minima*	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 3a
KAK-26	Miliolidno–intraklastični V–P	Miliolidne foraminifere i intraklasti dominiraju u uzorku te se uz njih javljaju i ljušture ostrakoda	ostrakodi, *Cuneolina* sp. *(parva)*, *Rumanoloculina* cf. *minima*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Pseudonummoloculina heimi*	Plimna zona	K_1^6 (gornji alb)	MF 3a
KAK-27	Sitnozrnasti peloidno–miliolidni P–G	Peloidne čestice i miliolidne foraminifere su najčešće u uzorku, ima i fragmenata školjkaša te se pojavljuje sklonišna poroznost	*Rumanoloculina* cf. *minima*, *Glomospirella* sp., *Sigmoilina* sp., *Istriloculina* cf. *granumtrici*, *Pseudonummoloculina heimi*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-28	Sitnozrnasti peloidno–bioklastični P–G	Prevladavaju peloidi i bioklasti te u manjoj mjeri prisutne i ljušture ostrakoda? te miliolidne foraminifere	*Rumanoloculina minima*, *Pseudonummoloculina heimi*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*, ostrakodi?	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-29	Peloidno miliolidni P–G	Peloidi i miliolidne foraminifere dominiraju u uzorku uz mikritne intraklaste	*Rumanoloculina minima*, *Novalesia angulosa*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-30	Peloidno miliolidni G	Peloidi i miliolidne foraminifere dominiraju u uzorku	*Pseudonummoloculina heimi*, *Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona visoke energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-31	Diskretno laminirani ostrakodni M–V	Laminacije i ostrakodi najčešći u uzorku, potom u manjoj mjeri ostaci Chara i sitnih bentičkih (miliolidnih) foraminifera	Characeae?	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a

Uzorak	Strukturni tip	Opis	Fosilni sadržaj	Interpretacija	Starost	MF
KAK-32	Izmjena laminiranog ostrakodnog M i peloidno–ostrakodnog V-P	Uzorak je podijeljen na dva dijela (kontakt) te su u jednom dijelu uzorka učestale pojava laminacija i ostrakoda dok su u drugom dijelu dominantiji peloidi i fragmenti ljuštura ostrakoda	karapaksi ostrakoda, *Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a/ MF 3b
KAK-33	Sitnozrnasti peloidno–intraklastični P–G	Peloidi i intraklasti najčešće u uzorku, javljaju se bentičke foraminifere fragmenti ljuštura ostrakoda i gastropoda	karapaksi ostrakoda, *Pseudonummoloculina heimi, Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona povišene energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 3b
KAK-34	Bioklastično–intraklastični V–F	U uzorku su dominantni bioklasti i mikritni intraklasti, prisutne su i miliolidne foraminifere, ljušture ostrakoda i Chare	Characeae, *Cuneolina* sp., *Rumanoloculina* cf. *minima, Axiopolina* sp.	Prijelazni okoliš	K_1^6 (gornji alb)	MF 4b
KAK-35	Ostrakodni M	Ostrakodi dominantni u uzorku, u manjoj mjeri se pojavaljuju foraminifere	karapaksi ostrakoda, *Istriloculina* cf. *granumtrici*	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a
KAK-36	Bioturbiran M	Bioturbiranost, geopetalne šupljine	karapaksi ostrakoda	Potplimna zona niske energije vode	K_1^6 (gornji alb)	MF 4a