Geološka građa poluotoka Kalifront, otok Rab

Valenčak, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:217:088518

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

GEOLOŠKI ODSJEK

TOMISLAV VALENČAK

GEOLOŠKA GRAĐA POLUOTOKA KALIFRONT, OTOK RAB

Diplomski rad

predložen Geološkom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog stupnja

magistra geologije

znanstveno polje geologija

Zagreb, 2015.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Geološko-paleontološkom zavodu pod mentorstvom prof. dr. sc. Tihomira Marjanca, u sklopu diplomskog studija geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

ZAHVALE

Posebno zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Tihomiru Marjancu na pomoći, vodstvu, uloženom vremenu na terenu, tijekom izrade ovog diplomskog rada i na strpljenju zadnjih par mjeseci.

Hvala prof. dr. sc. Blanki Cvetko Tešović na pomoći pri određivanju planktonskih foraminifera, savjetima, susretljivosti i raspoloživosti za bilo kakva pitanja tijekom izrade diplomskog rada i studiranja.

Željku Ištuku, dipl. ing. geol. za pomoć prilikom izrade mikroskopskih preparata.

Veliko hvala roditeljima i obitelji, na strpljenju ovih 7 i kusur godina, konačno je i ovo gotovo. Baka bude najsretnija. ☺

Hvala mojim cimerima Bubiju i Denisu kaj su trpili moje studiranje "kamenja", na prijateljstvu, tehničkoj podršci i kasnonoćnim pražnjenjima frižidera. :D

Hvala Sandri, Dadi, Petriciji, Bubiju, Domiju i Tinušu na druženju svih ovih godina, fešti kod Cakove kleti, izlascima i svemu ostalom. ☺

Hvala Mirku, Marku i Pii na prijateljstvu, pivama i roštiljima.

Za kraj, veliko hvala mojoj Sanji, na podršci, savjetima, ljubavi i kaj me trpi zadnjih par godina. ☺

Tomislav

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Diplomski rad

GEOLOŠKA GRAĐA POLUOTOKA KALIFRONT, OTOK RAB

TOMISLAV VALENČAK

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska.

Sažetak: Istraživan je lokalitet na poluotoku Kalifront, na SZ dijelu otoka Raba. Iz prikupljenih uzoraka gornjokrednih i eocenskih vapnenaca izrađeni su mikroskopski izbrusci radi mikropaleontološke analize i odredbe mikrofacijesa. Određena su 4 mikrofacijesa. Starost pojedinih blokova određena je kao srednji apt–gornji apt, donji alb–gornji alb, gornji alb–srednji santon, srednji cenoman–srednji turon, donji turon–srednji santon, gornji turon–gornji senon, srednji turon–kampan, a eocenski kao lutet. Prikupljeni su pijesci s otoka Raba i otoka Krka te su radi usporedbe geneze detritusa granulometrijski analizirani. Blokovi su interpretirani kao glacigeni sediment.

Ključne riječi: karbonati, mikrofacijes, gornja kreda, eocen, planktonske foraminifere, pijesci

Rad sadrži: 39 strana, 42 slike i 17 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnjoj geološkoj knjižnici, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, RH.

Mentor: dr. sc. Tihomir Marjanac, izv. prof.

Ocjenjivači: dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, izv. prof.

dr. sc. Marijan Kovačić, izv. prof.

Datum diplomskog ispita:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Geology

Graduated Engineer Thesis

GEOLOGIC STRUCTURE OF KALIFRONT PENINSULA, ISLAND RAB

TOMISLAV VALENČAK

Thesis completed at the Institute of Geology and paleontology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia.

Abstract: The area of study was the locality on Kalifront peninsula in the NW part of the island of Rab (Croatia). Thin sections were made from the gathered samples for microplaeontological and microfacies analysis. Four different microfacies types were determined. Age of individual blocks is defined as the middle–upper Apt, lower–upper Alb, upper Alb–middle Santonian, middle Cenomanian-middle Turonian, lower Turonian–middle Santonian, upper Turonian–upper Senonian, middle Turonian–Campanian and Eocene as lutet. Sands of island of Rab and island of Krk were collected and to compared. The blocks are interpreted as glacial sediment.

Keywords: carbonates, microfacies, Upper Cretaceus, Eocen, planktonic foraminiferas, sands

Thesis contains: 39 pages, 42 figures, 17 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central geological library, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia

Supervisor: Tihomir Marjanac, PhD, associate professor

Reviewers: Blanka Cvetko Tešović, PhD, associate professor

Marijan Kovačić, PhD, associate professor

Date of defense:

SADRŽAJ

1. Uvod 1
1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja 2
1.2. Geografski smještaj 3
1.3. Geologija otoka Raba 4
2. Metode istraživanja 6
2.1. Terenske metode 7
2.2. Laboratorijska metode 9
2.2.1. Izrada izbrusaka 9
2.2.2. Granulometrijska analiza rastresitih sedimenata 10
2.3. Sedimentološka analiza mikroskopskih preparata 11
2.4. Mikropaleontološka analiza mikroskopskih preparata 13
3. Rezultati 14
3.1. Karbonati 14
3.1.1. Biomikriti 14
3.1.1.1 Biomikrit TIP A 14
3.1.1.2 Biomikrit TIP B 23
3.1.1.3 Biomikrit TIP C 24
3.1.1.4 Biomikrit TIP D 28
3.2. Klastiti 30
3.2.1. Granulometrijska analiza uzorkovanog pijeska 31
3.2.1.1 Pijesak bez fosila 32
3.2.1.2 Fosiliferni pijesak 33
4. Diskusija 35
5. Zaključak 37
6. Popis literature 38

1. Uvod

Ovim radom obuhvaćeno je područje poluotoka Kalifront na sjeverozapadnom dijelu otoka Raba (Slika 1). Poluotok karakterizira krški reljef, a obala je uglavnom niska i stjenovita. Najzeleniji dio otoka Raba upravo je područje poluotoka Kalifronta koje je gotovo u cijelosti pokriveno šumom (Slika 2). Taj je predio jedan od najljepših zajednica crnike na Mediteranu. Šuma u središnjem dijelu Kalifronta poznata je pod imenom Dundo i nalazi se pod posebnom zaštitom kao prirodni rezervat, gdje raste i stotinjak stabala hrasta plutnjaka. Dundo je jedna od rijetko očuvanih šuma na Mediteranu i najznačajnija šuma na otoku Rabu.

Zbog intenzivne pošumljenosti na istraživanom terenu se nalazi mali broj izdanaka, što doprinosi slaboj istraženosti geološke građe poluotoka Kalifront. Tu nalazimo rapsku specifičnost: brojne blokove vapnenaca i dolomita kao alohtone izdanke (Slika 2). Dimenzije tih blokova su od pola metra do par metara u dužinu, širinu i visinu, i od njih su prikupljeni uzorci za analizu porijekla i starosti.



Slika 1) Istraživano područje poluotoka Kalifront (uokvireno crveno), otok Rab (preuzeto s http://www.google.com/earth/index.html).

1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja

Prva istraživanja otoka Raba provodio je Hauer 1868. godine, u sklopu izrade pregledne geološke karte Austro-Ugarske Monarhije i njenog tumača. U "Novijim geološkim istraživanjima otoka Raba" Mamužić (1962) daje rezultate detaljnijih istraživanja geološke građe, posebno stratigrafije otoka Raba. Nakon dugog perioda Mamužić et al. (1973) u tumaču za list Rab Osnovne geološke karte utvrđuju da je otok izgrađen od gornjokrednih i paleogenskih naslaga koje se sastoje od vapnenaca s rijetkim ulošcima dolomitičnih vapnenaca u bazi. Istraživani dio terena na poluotoku Kalifront sastoji se od izmjene vapnenaca i dolomita cenomansko–turonske, turonsko–senonske starosti te vapnenaca senonske starosti (Mamužić, 1962).

Klastične naslage na području između Kampora i Supetarske Drage, te čitavi poluotok Lopar na sjeveroistoku otoka istraživali su Mamužić (1962), Zupanič i Babić (1991), Marjanac i Marjanac (1997) te zaključili da su građeni od srednje do gornje eocenskih naslaga koje se sastoje od lapora i pješčenjaka. Te naslage je Mamužić (1962) na temelju litologije i uvjeta taloženja podijelio na "Donji fliš" i "Gornji fliš", a Muldini-Mamužić (1961) zaključuju da donjim djelom dominiraju lapori s proslojcima pješčenjaka čija foraminiferska zajednica upućuje na taloženje u dubljem moru, dok gornji dio karakteriziraju pješčenjaci taloženi u plitkomorskim uvjetima pod djelovanjem plimskih struja (Muldini-Mamužić, 1961; Zupanič & Babić, 1991). Mlađe naslage kvartarne starosti su razmjerno rasprostranjene na otoku Rabu, te se sastoje od eolskih pijesaka, šljunkovitih pijesaka obrončanih nanosa, sipara ili rastrošene fliške podloge (Mamužić & Milan, 1973).

1.2. Geografski smještaj

Otok Rab (Slika 1) smješten je u Kvarnerskom zaljevu između 44°41' i 44°51' sjeverne geografske širine, te 14°40' i 14°53' istočne geografske dužine i okružen je brojnim drugim otocima i otočićima. Područje Grada Raba obuhvaća prostor od 102,85 km^2 otočnog prostora (2,86% ukupne površine Primorsko-goranske županije) i 424,52 km^2 u akvatoriju Kvarnerskog zaljeva. Ovaj otok dug je 22 kilometra i širok 11 kilometara, pruža se od sjeverozapada prema jugoistoku, a od kopna ga dijeli Velebitski kanal. Rapskoj otočnoj skupini pripadaju još nenaseljeni otoci Sv. Grgur, Goli i Dolin.

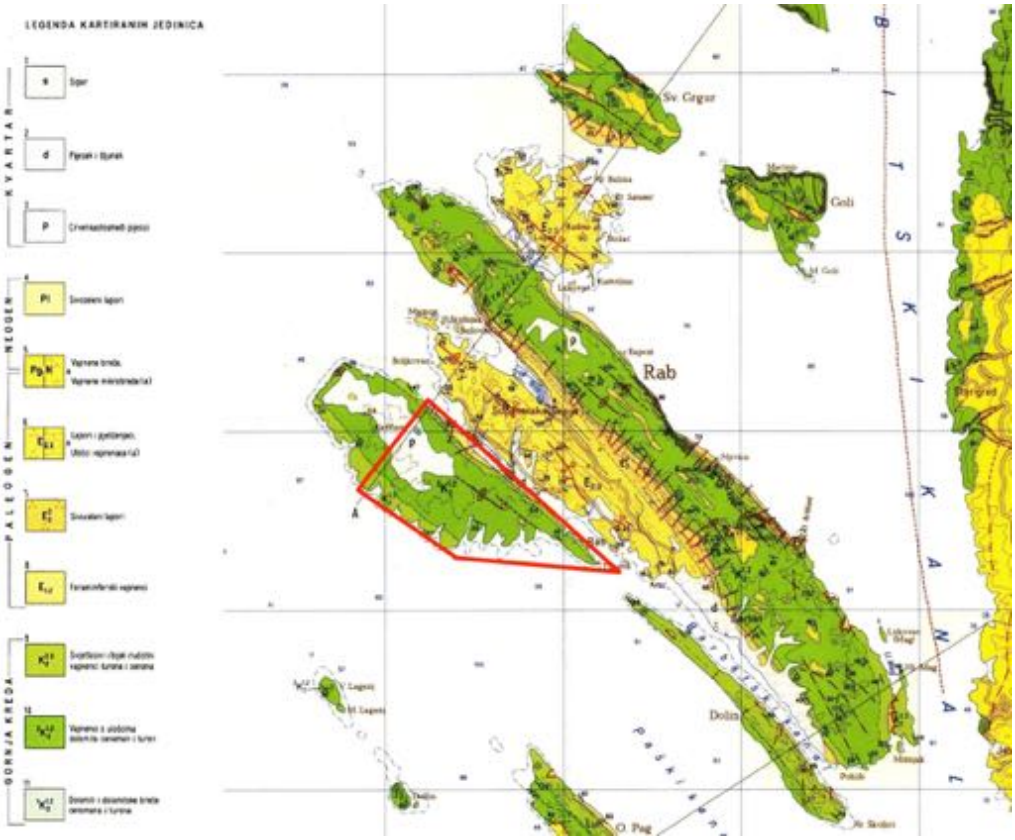


Slika 2) Blokovi vapnenaca i dolomita rnasumično razmješteni po šumi poluotoka Kalifront.

1.3. Geologija otoka Raba

Paleogeografski, otok Rab dio je Jadransko-Dinaridske karbonatne platforme odnosno gornjokredne Jadranske (Vlahović et al., 2005) i pripada zoni Vanjskih (Krških) Dinarida.

Geološka građa otoka Raba je jednostavna. Strukturno, otok grade dvije paralelne antiklinale i dvije sinklinale (Slika 3). Turonsko–senonski vapnenci s uloščima dolomita i eocenski foraminiferski vapnenci grade srednju os otoka Raba (Kamenjak), te poluotok Kalifront na jugozapadnom dijelu otoka. Antiklinalni dijelovi su izgrađeni od gornjokrednjih, a sinklinalni od paleogenskih naslaga. Obje antiklinale, kao i sinklinale, međusobno su jako slične po svojoj građi. Pretežno su uspravne s dosta strmim krilima, dok su slojevi u tjemenu antiklinala i jezgri sinklinala dosta blagi (Mamužić, 1961; Mamužić et al., 1969; Mamužić & Milan, 1973). Antiklinala Kalifront–Frkanj produžuje se na otok Dolin na jugoistoku, a kraća je i šira od one na sjeveroistočnom dijelu otoka.



Slika 3) Osnovna geološka karta SFRJ, list Rab M 1:100.000, (isječak) (Mamužić et al., 1969).

Istraživani teren uokviren crveno.

Kredne naslage zastupljene su rudistnim vapnencima cenomansko–turonske i turonsko–senonske starosti (Slika 4). Prema Osnovnoj geološkoj karti (Mamužić et al., 1973) turonsko–senonski vapnenci smješteni su u krilima antiklinale, a sastoje se od svjetlosivih i bijelih, mjestimično crvenkastih, slabo uslojenih vapnenaca. Litološki se gotovo ne razlikuju od bijelih do žućkastih cenomansko–turonskih vapnenaca na koje se kontinuirano nastavljaju. Mjestimično sadrže i sivosmeđe, dobro uslojene vapnence koje možemo pronaći na jugozapadnom dijelu Raba.



Slika 4) Izdanak vapnenačkih stijena cenomansko–turonske starosti koje grade podlogu istraživanih vapnenačkih blokova, točka TV4.

Veliki udio u građi otoka Raba predstavljaju klastične naslage. Područje između Kampora i Supetarske Drage, te čitavi poluotok Lopar na sjeveroistoku otoka građeni su od srednjo do gornjoeocenskih klastičnih naslaga koje se sastoje od lapora i pješčenjaka (Mamužić, 1961; Zupanič & Babić, 1991; Marjanac & Marjanac, 1997) koje je Mamužić (1961) podijelio na “Donji fliš” i “Gornji fliš”. U “donjem flišu” dominiraju lapori s proslojcima pješčenjaka čija foraminiferska zajednica upućuje na taloženje u dubljem moru (Muldini-Mamužić, 1961). “Gornji fliš” je dominantno pješčenjački i taložen je u plitkomorskim uvjetima pod djelovanjem plimskih struja (Muldini-Mamužić, 1961; Zupanič & Babić, 1991). Kasnije taj slijed je pripisan dvjema litostratigrafskim jedinicama - San Marino–laporima i Loparskim pješčenjacima (Marjanac & Marjanac, 1997).

Mlađe naslage (kvartarne) istraživali su Mamužić i Milan (1973), naslage su razmjerno rasprostranjene po cijelom otoku, te se sastoje od eolskih pijesaka, šljunkovitih pijesaka obrončanih nanosa, sipara ili rastrošene fliške podloge. Najveće površine koje su pod pijescima nalaze se na poluotoku Kalifront i označene su na geološkoj karti (Slika 3).

2. Metode istraživanja

Prilikom izrade diplomskog rada prikupljeni uzorci gornjokrednih i eocenskih vapnenaca (Slika 5) i pleistocenskih pijesaka s lokaliteta Kalifront, obrađeni su laboratorijski, obavljena je analiza iz mikroskopskih preparata i analiza okoliša taloženja. Metodom sijanja analizirani su uzorci pijeska. Određivanjem mikrofosila određena je starost.

Preparati su sedimentološki i mikropaleontološki analizirani. Sedimentološka analiza sastoji se od prepoznavanja sastojaka, određivanja njihove relativne zastupljenosti te klasificiranja mikroskopskih preparata. Mikropaleontološkom analizom određivani su mikrofosilni rodovi i vrste foraminifera i drugih sitnih mikrofosila.



Slika 5) Prikaz uzorkovanog izdanka, točka TV1 (Slika 6).

2.1. Terenske metode

Na istraživanom području nalazimo vapnenačke blokove različitih dimenzija (Slika 2 i 5) koji su, izmjereni mjernom vrpcom ili drvenim metrom i iz kojih su prikupljeni uzorci stijena. Blokovi su fotografirani, lokacija je zabilježena pomoću GPS-a te je izmjeren položaj slojeva u stijenama gdje je to bilo moguće.



Slika 6) Položaj uzorkovanih točaka na istraživanom području poluotoka Kalifront, otok Rab (uokvireno crveno) (preuzeto s http://www.google.com/earth/index.html).

Položaj slojeva uslojenih naslaga uz obalu:

- TV5 – 17/21 – u uvali na samoj obali, jezgra antiklinale
- TV9 – 44/24 i 32/39 – JI rt poluotoka
- TV10 – 275/5 i 13/21 – Suha Punta, uočena kutna diskordancija (s lijeve strane horizontalna ploha, s desne strane nagnuta) (Slika 7 e)



Slika 7) **a–e -** Izdanci uslojenih vapnenaca (turon–senon; Mamužić et al. 1969), obala poluotoka Kalifront, otok Rab.

2.2. Laboratorijska metode

2.2.1. Izrada izbrusaka

Izrađeno je ukupno 30 izbrusaka od uzoraka stijena (Slika 8) prikupljenih prilikom terenskog istraživanja. Mikroskopski izbrusci izrađeni su u laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Uzorci su prvo piljenjem smanjeni na dimenziju prikladnu za ljepljenje na predmetno stakalce. Nakon toga su polirani koristeći abrazivni prah, očišćeni, posušeni i ljepljeni na predmetna stakalca (Slika 8). Uzorci su zatim strojno stanjivani, te je potom svaki uzorak još ručno stanjen na debljinu od 20-30 mikrona koristeći odgovarajući abrazivni prah. Tom metodom dobiveni mikroskopski preparati korišteni su za daljnju analizu mikrofosilnih zajednica i mikrofacijesnih karakteristika.



Slika 8) Izrada izbrusaka.

2.2.2. Granulometrijska analiza rastresitih sedimenata

Uzorak rastresitog materijala koji je uzorkovan na terenu obrađen je metodom sijanja. Prethodno izvagani materijal ubačeno je u posudu s vodom i vodikovim-peroksidom (H_2O_2) da se otopi organska tvar u sedimentu. Nakon par dana tekućina je odstranjena, a materijal je prosijan pod mlazom vode kroz niz od 6 sita promjera: 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.063 mm te stavljen na sušenje (Slika 9). Pojedine frakcije pijeska su izvagane da bi se dobio njihov relativni udio u sedimentu.



Slika 9) Sijanje uzorka pijeska kroz sita različite veličine.

2.3. Sedimentološka analiza mikroskopskih preparata

Klasifikacija vapnenaca istraživanih u ovom radu rađena je prema Folkovoj klasifikaciji, koja se temelji na međusobnim odnosima primarnih i sekundarnih sastojaka te strukturnim i teksturnim značajkama istraživanih stijena (Tišljar, 2001).

Folkova (1959, 1962) klasifikacija primjenjuje se samo kod istraživanja struktura marinskih vapnenaca. Ova klasifikacija razlikuje alokemijske i ortokemijske skupine karbonatnih sastojaka. Alokemijski karbonatni sastojci, odnosno alokemi, su materijali nastali kemijskim i/ili biokemijskim procesima te su unutar sedimentacijskog bazena pretrpjeli transport i nisu litificirani na mjestu rasta. Razlikuju se četiri tipa alokema: intraklasti, peleti, ooidi i fosili. Ortokemijski sastojci ili ortokemi su svi karbonati nastali u sedimentacijskom bazenu ili u samom vapnencu kao autigeni minerali. Ortokemi se dijele na: mikrokristalasti kalcitni mulj (mikrit) i sparitni kalcit. Ova klasifikacija temelji se na tome sadrži li vapnenac mikrit ili sparit, tj. na međusobnom odnosu mikrita i sparita.

Također, važni su udjeli mikrita i alokema te tip dominantnog alokema u istraživanom vapnencu. Glavni tipovi vapnenaca dijele se na osam skupina s obzirom na njihove strukturno teksturne značajke, raznolike strukture koje pokazuju energiju i okoliš taloženja (Tišljar, 2001). Prema odnosu alokema i ortokema razlikujemo:

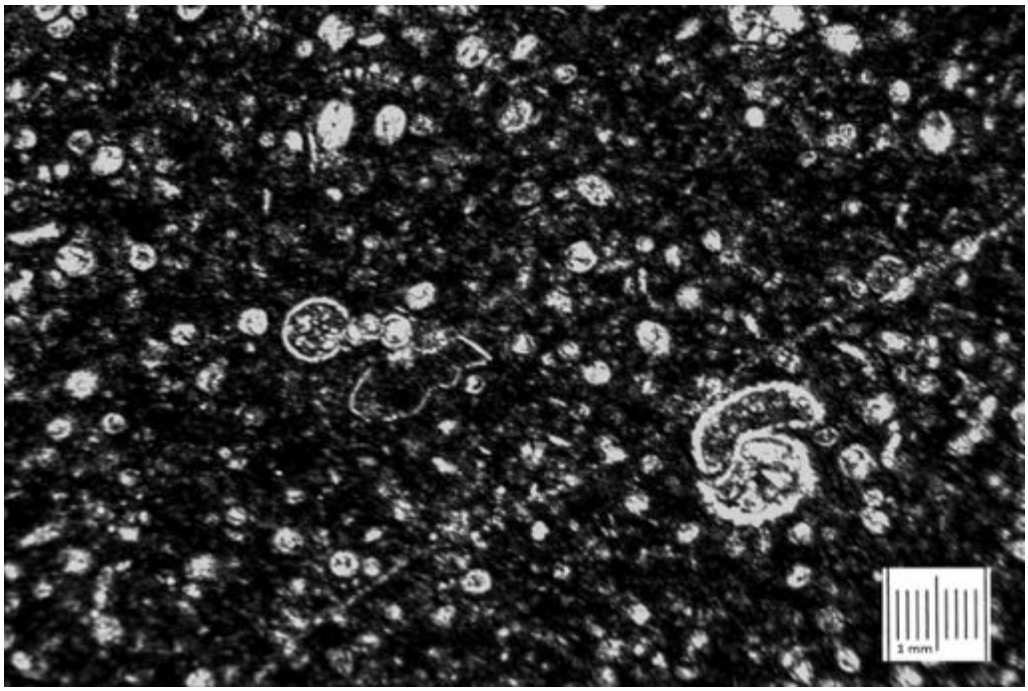
1. mikrit ili dismikrit koji sadrži manje od 1% alokema;
2. fosiliferni, peletiferni, intraklastični mikriti, tj. mikriti koji sadrže fosile, pelete, intraklaste itd., u kojima se u mikritnoj masi nalazi od 1% do 10% alokema, a vapnenac sadrži više od 2/3 mikrita;
3. rahli biomikriti, rahli pelmikriti i sl., koji sadrže od 10% do 50% alokema, a udjel matriksa (karbonatnog mulja ili mikrita) je veći od 2/3 u odnosu na sparit;
4. zbijeni biomikriti, zbijeni pelmikriti i sl., koji sadrže više od 50% alokema i manje od 2/3 mikrita u odnosu na sparit;
5. loše isprani biospariti, loše isprani pelspariti i sl., koji sadrže podjednake udjele mikrita i sparita;

6. nesortirani biospariti, nesortirani intraspariti i sl., koji se odlikuju slabom sortiranošću alokema i sadrže više od 2/3 sparita u odnosu na mikrit;
7. sortirani biospariti, sortirani intraspariti i sl., koji se odlikuju dobrom sortiranošću alokema i sadrže više od 2/3 sparita u odnosu na mikrit;
8. biospariti s dobro zaobljenim i dobro sortiranim bioklastima, intraspariti s dobro zaobljenim i abradiranim zrnima i sl., koji se odlikuju visokim stupnjem sortiranosti, zaobljenosti i abrazije zrna.

Dunhamova (1962) klasifikacija zasniva se na udjelu tipa veziva (karbonatnog mulja ili sparita) i zrna te na znakovima organogenog vezivanja skeleta tijekom razvoja organizama i litifikacije na mjestu rasta, a češće se primjenjuje kod terenskih istraživanja karbonatnih stijena jer se može primjenjivati na terenu pri makroskopskom opisu vapnenaca pomoću terenske lupe. Ova klasifikacija razdvaja pet osnovnih tipova vapnenaca: mudstone, wackestone, packstone, grainstone i boundstone. Embry i Klovan (1972) nadopunili su Dunhamovu (1962) klasifikaciju s dva nova tipa stijena: floatstone i rudstone, te se dijele boundstone na: bafflestone, bindstone i framestone (Tišljar, 2001).

2.4. Mikropaleontološka analiza mikroskopskih preparata

Mikropaleontološka analiza sastoji se od određivanja mikrofosila na nivou roda ili vrste, gdje je to moguće. Rezultati mikropaleontološke analize korišteni su kao pokazatelj starosti i uvjeta taloženja istraživanih stijena. Taksonomska pripadnost planktonskih vrsti nađenih u mikroskopskim preparatima istraživanog područja određena je prema Sartorio i Venturini (1988) i Premoli Silva i Verga (2004).



Slika 10) Biomikrit s *Macroglobigerinelloides bolli* (Pessagno). Izbrusak T-9, točka TV7.

3. Rezultati

3.1. Karbonati

Sedimentološkom i mikropaleontološkom analizom preparata izdvojeno je 4 tipa mikrofacijesa. To su 3 mikrofacijesa tipa biomikrita i mikrofacijes mikrobreča.

3.1.1. Biomikriti

3.1.1.1 Biomikrit TIP A

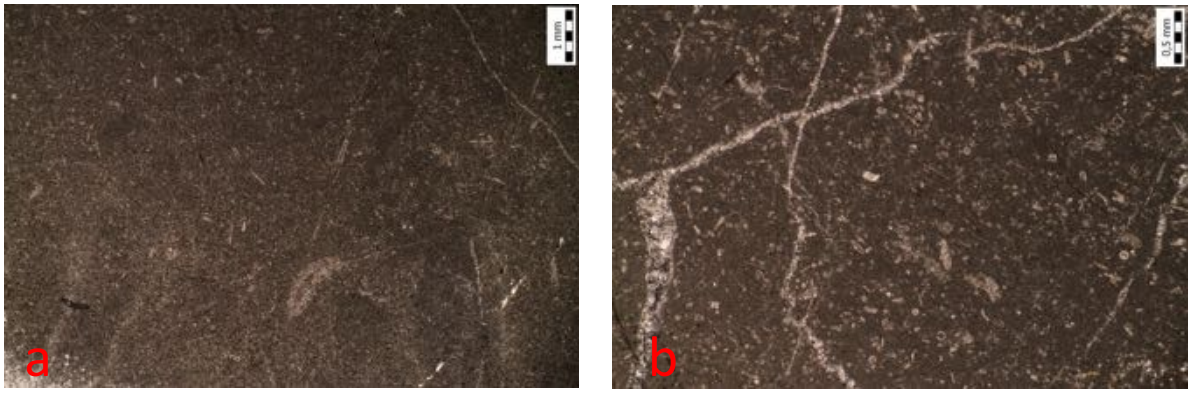
Prvi mikrofacijes je kalcisfersko-pitonelski biomikrit. U njega je uvršteno 22 uzoraka sa 17 točaka (Slika 6) (1168, 1169, 1170, 1171, 1172, 1222/1, 1222/2, 1225/1, 1225/2, 1226, 1229, T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, T-8, T-9, T-12, T-13). Ukupan udio alokema kreće se u rasponu od 20–30%. Mikrofacijes karakterizira mikritno vezivo. Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji ovi uzorci su određeni kao litoklastični wackestone, a prema Folkovoj (1962) kao rahli biomikrit.

U mikritnoj osnovi nalazimo sitnozrnate čestice, koje su većinom organskog porijekla. U izbruscima se mogu izdvojiti sitne kalcisfere i pitonele koje nalazimo u velikom broju, pelagičke foraminifere, usitnjeno kršje bodljikaša, fragmenti bodlji ježinaca, spikule, dijelovi krinoida i drugo kršje organizama.

Fosilni sadržaj poslužio je za odredbu starosti: fragmenti ljuštura školjkaša, pelagičkih krinoida *Saccocoma* sp., bodlje ježinaca, kalcisferule, *Pithonella ovalis* (Baturin), *Bonetocardiella* sp., foraminifere: *Dicarinella concavata* (Caron), *Dicarinella algeriana* (Caron), *Hedbergella* sp., *Hedbergella rischi* (Moullade), *Heterohelix moremani* (Cushman), *Heterohelix* sp., *Gaudryina* sp., *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade), *Macroglobigerinelloides prairiehillensis* (Pessagno), *Macroglobigerinelloides bollii* (Pessagno) (Slika 10), *Marginotruncana schneegans* (Sigal), *Marginotruncana renzi* (Gandolfi), *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi), *Ticinella roberti* (Gandolfi), *Ticinella* cf. *primula* (Caron), *Ticinella* sp., i drugo.

Opis uzoraka po točkama

Točka TV1 (Slika 1) – na cesti koja presijeca poluotok uzet je uzorak (T-1) biomikrita s tankim kalcitnim žilama i jednoličnim fosilnim sadržajem u kojem se mogu prepoznati kalcisfere. Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji određen je kao bioklastični mudstone-wackestone.

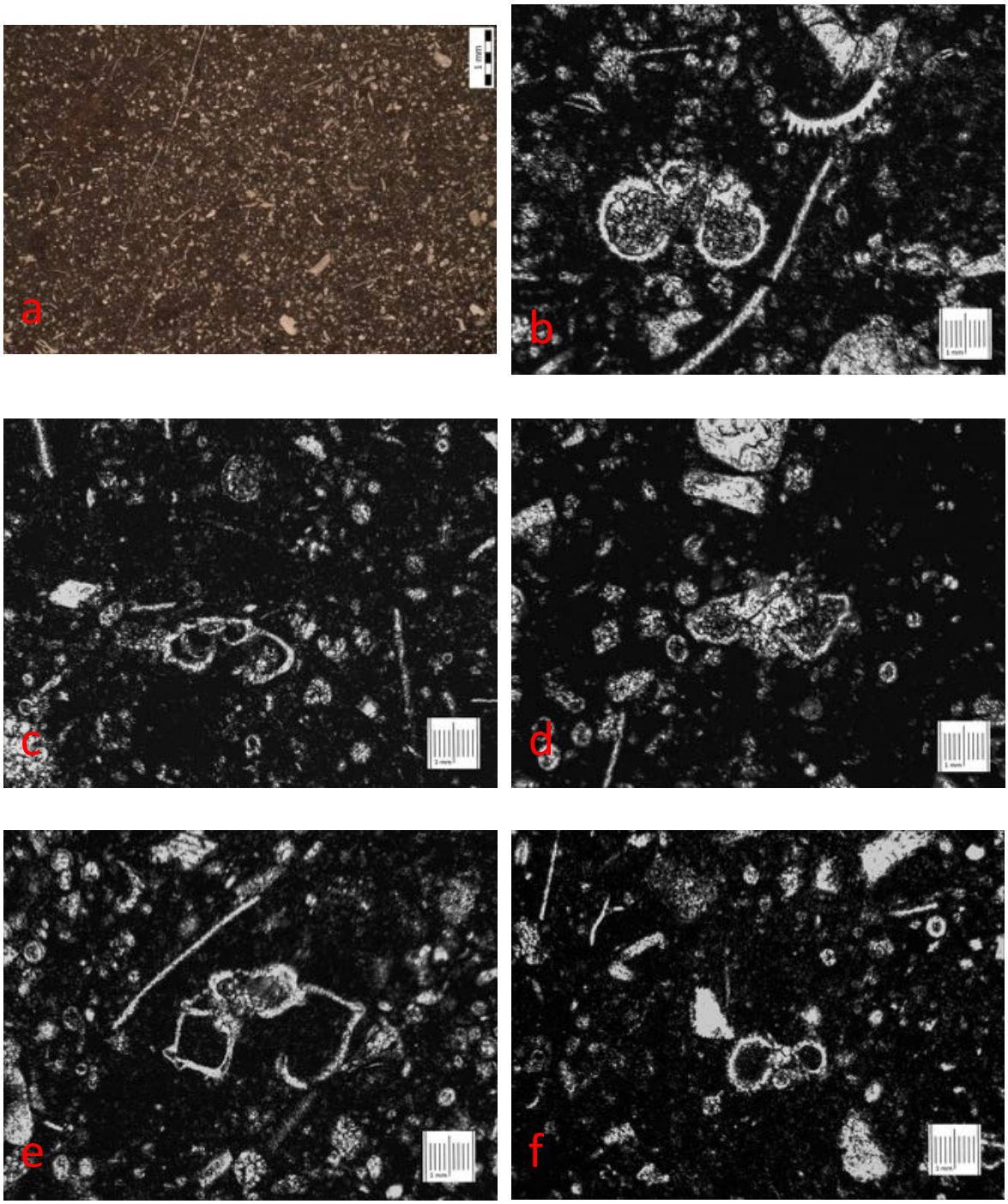


Slika 11) Biomikrit s tankim kalcitnim žilama i kalcisferama (**a** uzorak T-1, točka TV1; **b** uzorak T-2, točka TV2).

Točka TV2 – velik broj blokova vapnenaca nasumce razbacanih po šumi (Slika 12), metarskih dimenzija. Prikupljena su 3 uzorka (T-2, T-3, T-4) čiji je fosilni sadržaj veoma sličan onome određenom u uzorku T-1, prevladavaju kalcisfere i pitonele te plankotonske foraminifere. U uzorku T-4 određene su planktonske foraminifere te im je pripisana starost (Slika 13 **a**–**e**).



Slika 12) Blokovi na točki TV2, njihove dimenzije i nasumičan razmještaj.



Slika 13) Biomikrit s planktonskim foraminiferama (uzorak T-4 **a–f**, točka TV2).

a – Biomikrit s kalcisferama i pitonelama, kršjem krinoida, bodljikaša i rijetkim planktonskim foraminiferama

b – *Ticinella roberti* (Caron) – donji alb–gornji alb

c – *Dicarinella algeriana* (Caron) – srednji cenoman–srednji turon

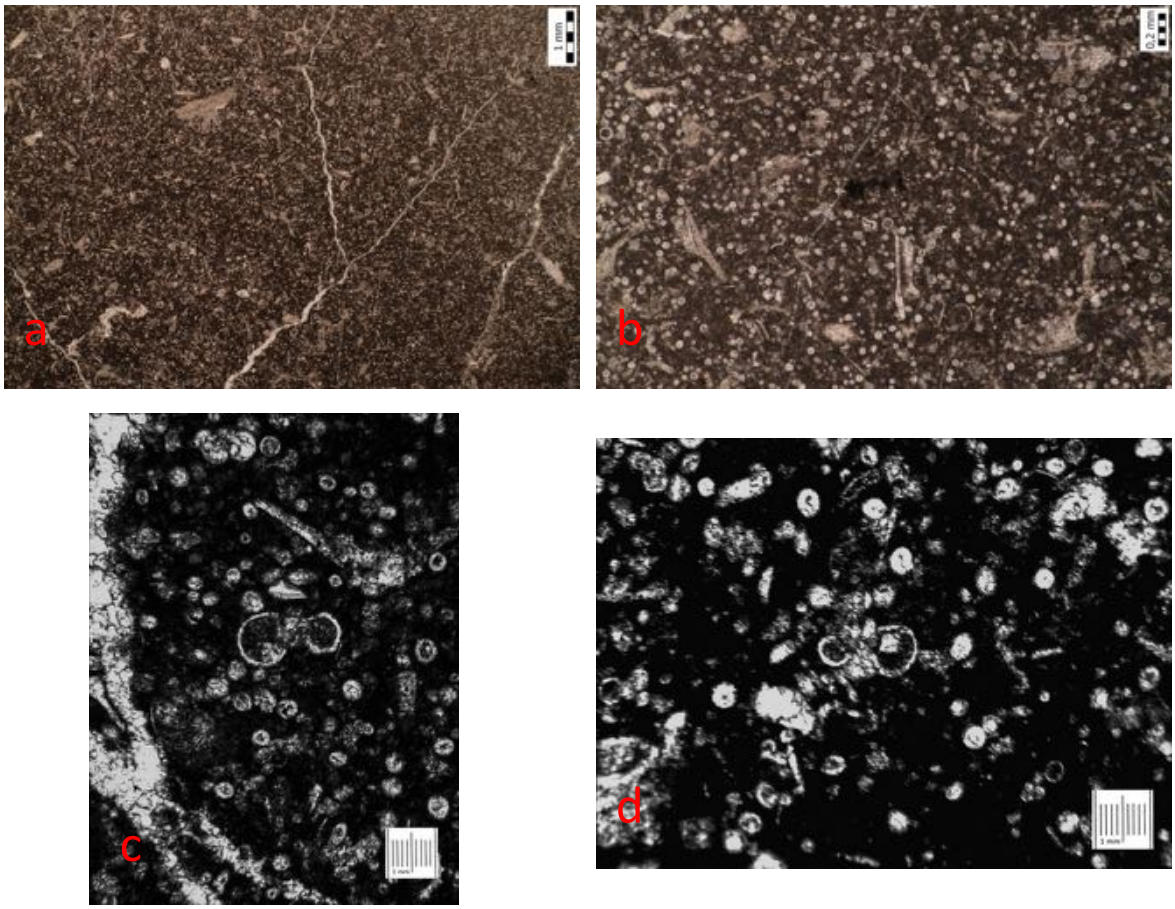
d – *Dicarinella concavata* (Caron) – gornji turon–gornji senon

e – *Marginotruncana schneegans* (Sigal) – turon–senon

f – *Ticinella* sp.

Točka TV3 – uzet je uzorak iz vapnenačkog bloka (T-5) (Slika 6). U preparatu se prepoznaje sličan fosilan sadržaj u kojem i dalje prevladavaju kalcisfere i pitonele, a prisutne su i rijetke planktonske foraminifere. U uzorku su prepoznate planktonske foraminifere (Slika 14 a, b).

Sličan tip stijene prepoznali su Gušić i Jelaska (1990) na otoku Braču, a pripada formaciji Sveti Duh. Vapnenci muljne potpore (bioklastični mudstone i wackestone-packstone (Slika 14 c, d)) opća su karakteristika navedene formacije. U tom biomikritnom mikrofacijesu uz kalcisfere i pitonele određeno je sitno kršje krinoida, a većinu detritičnih čestica predstavljaju zrna i pločice bodljikaša. Sveti Duh formacija interpretirana je kao produbljavanje u turonu (Gušić & Jelaska, 1990).



Slika 14) Biomikrit s kalcisferama i pitonelama (**a–d** uzorak T-5, točka TV3).

a,b – Biomikrit s kalcisferama i pitonelama, kršjem krinoida, bodljikaša i rijetkim planktonskim foraminiferama

c – *Hedbergella* sp.

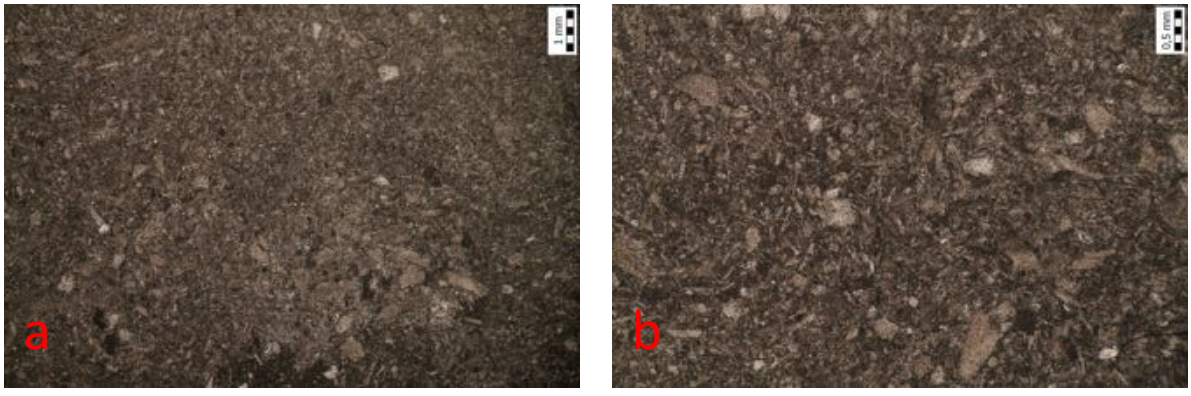
d – *Hedbergella rischi* (Moullade) – donji alb–gornji alb

Točka TV4 – u uvali na obali (Slika 6) nalazimo izdanak stijena cenomansko–turonske starosti koje grade podlogu vapnenačkih blokova (Slika 15). Primjećena je njihova trošenost kao posljedica atmosferskog utjecaja. Vidljiva je blaga uslojenost, a položaj sloja nije bilo moguće izmjeriti.



Slika 15) Izdanak stijena cenomansko–turonske starosti koje grade podlogu vapnenačkih blokova, točka TV4.

Za razliku od ostalih uzoraka, uzorak biomikrita (T-6) uzet na točki TV4 sadrži fragmente rudista (Slika 16). Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji mikrofacijes je određen kao bioklastični packstone.



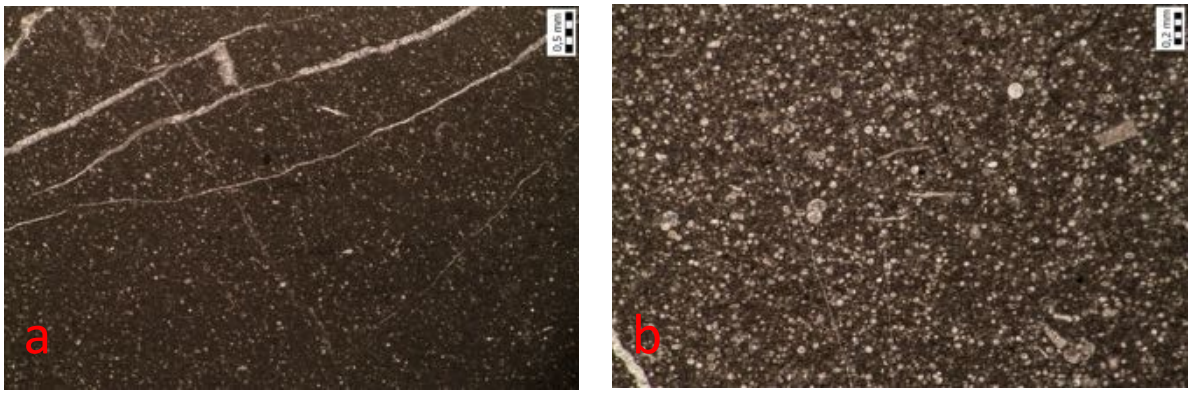
Slika 16) Biomikrit s mnogobrojnim fragmentima ježinaca, rudista i sl. (**a, b** uzorak T-6, točka TV4).

Točka TV5 – Na izdanku uz obalu (Slika 17) izmjeren je položaj slojeva 17/21. Izmjerena debljina slojeva: 120 cm, 60 cm i 20 cm. Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji uzorak T-7 s točke TV5 određen kao mudstone, s rijetkim bioklastima.

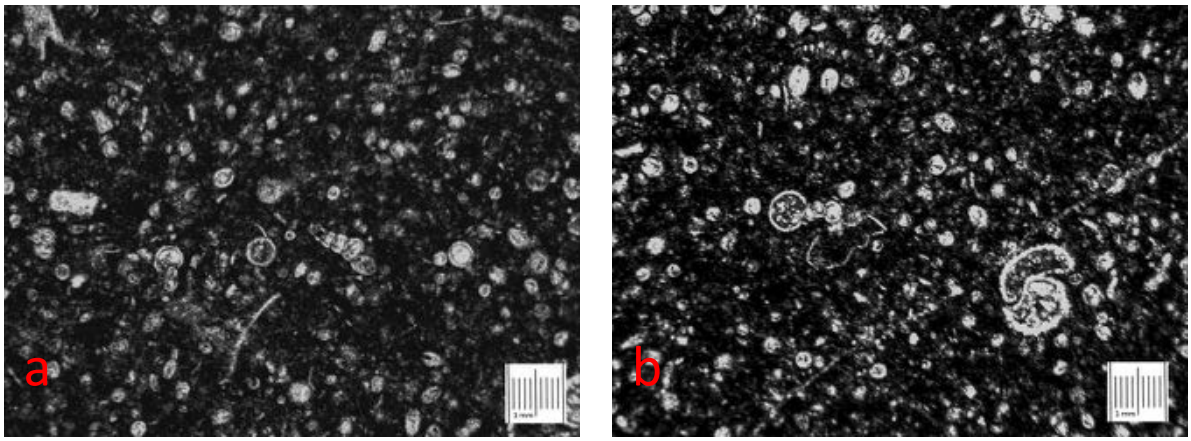


Slika 17) Izdanak uslojenih vapnenaca, točka TV5.

Točke TV6 i **TV7** – Blokovi vapnenaca u šumi. Stijena sadrži kalcisfere i pitonele (Slika 18, 19). Uzorak T-8 s točke TV6 prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji određen kao bioklastični wackestone, a uzorak T-9 s točke TV7 određen kao bioklastični packstone. U uzorku T-9 određene su *Macroglobigerinelloides bollii* (Pessagno) i *Heterohelix* sp.



Slika 18) Biomikrit s kalcisferama i pitonelama (**a** uzorak T-8, točka TV6; **b** uzorak T-9, točka TV7).

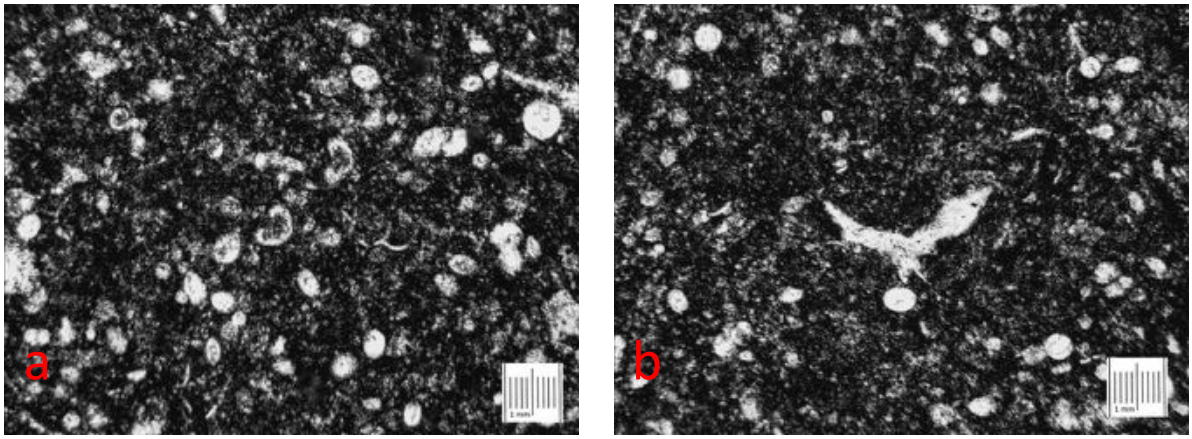


Slika 19) Biomikrit s kalcisferama i pitonelama (**a, b** uzorak T-9, točka TV7).

a – *Heterohelix* sp.

b – *Macroglobigerinelloides bollii* (Pessagno) – srednji turon–kampan

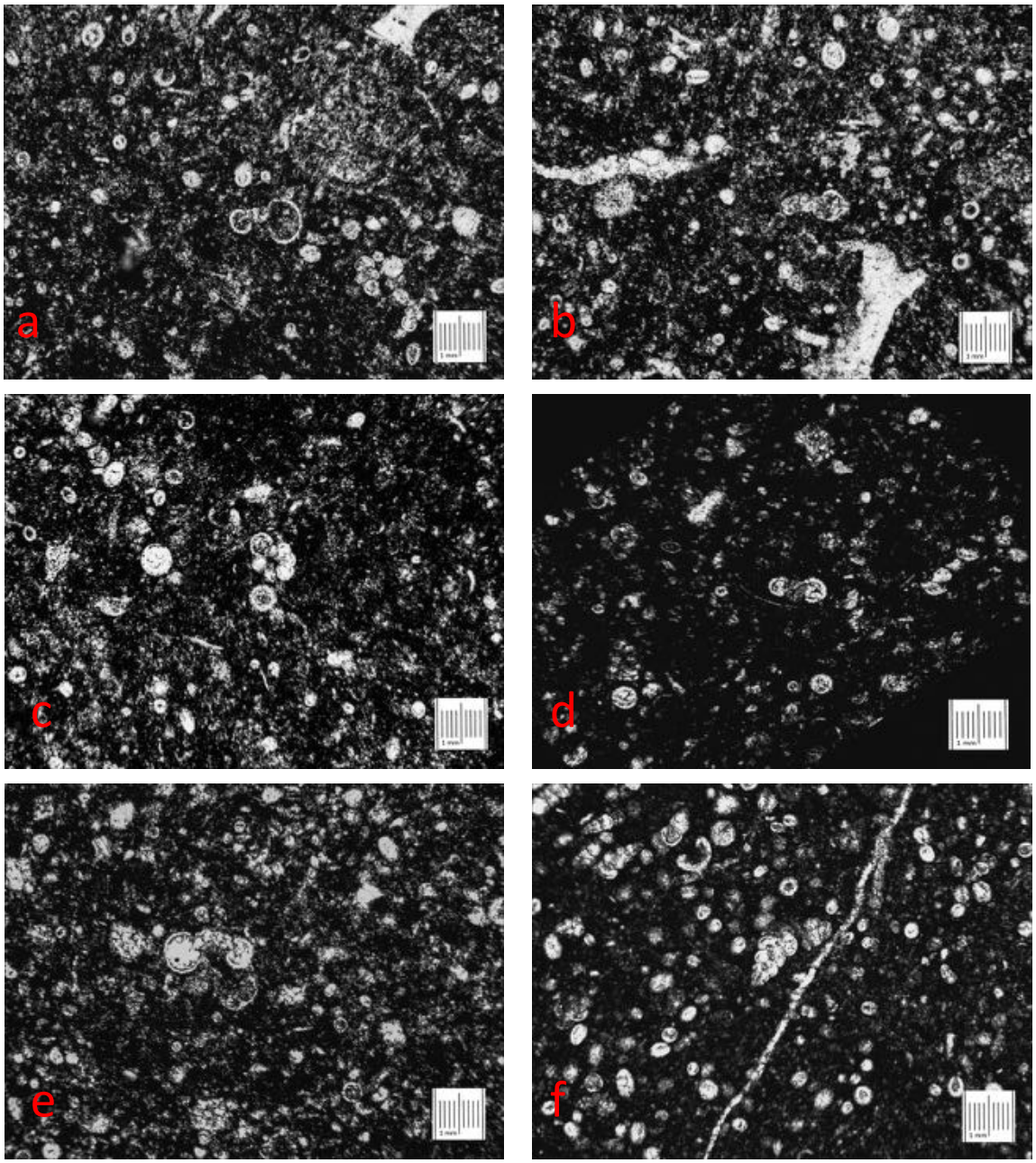
Točke 1168, 1170 i 1171 – kalcisfersko-pitonelski biomikrit u kojem pronalazimo planktonske foraminifere i fragmente krinoida (Slika 20, 21).



Slika 20) Biomikrit s kalcisferama i pitonelama, fragmentima krinoida i rijetkim planktonskim foraminiferama (**a, b** uzorak/točka 1168).

a – *Bonetocardiella* sp.

b – *Saccocoma* sp.



Slika 21) Biomikrit s kalcisferama i pitonelama, fragmentima krinoida i rijetkim planktonskim foraminiferama (**a–c** uzorak/točka 1168; **d**, **e** uzorak /točka 1170; **f** - uzorak/točka 1170).

a – *Macroglobigerinelloides prairiehillensis* (Pessagno) – santon–srednji mastriht

b – *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi) – gornji alb

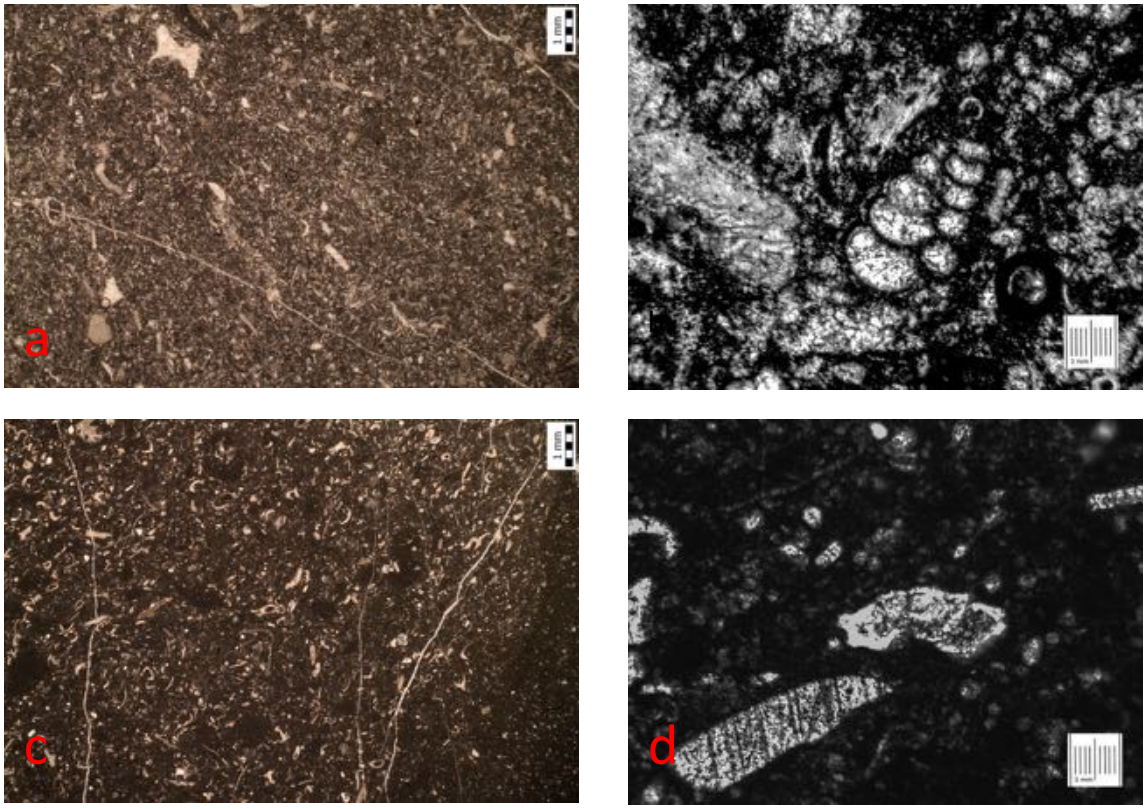
c – *Ticinella* cf. *primula* (Caron) – donji alb–gornji alb

d – *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade) – srednji apt–gornji apt

e – *Ticinella roberti* (Gandolfi) – donji alb–gornji alb

f – *Heterohelix moremani* (Cushman) – gornji alb–srednji santon

Točke 1225 i **1226** – biomikrit s većim fosilnim fragmentima (Slika 22), postepeno prelazi u manje i raznovrsnije fosilne fragmente. Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji određen kao bioklastični packstone.



Slika 22) Biomikrit s fragmentima bodljikaša i rijetkim plankonskim foraminiferama (**a, b** uzorak/točka 1225; **c**, **d** uzorak/točka 1226).

a – biomikrit s fosilnim fragmentima

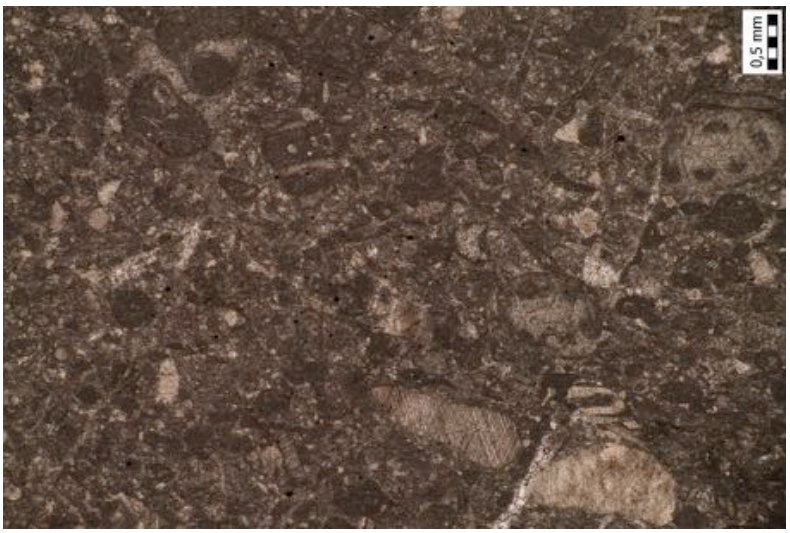
b – *Gaudryna* sp.

c – biomikrit s fosilnim fragmentima

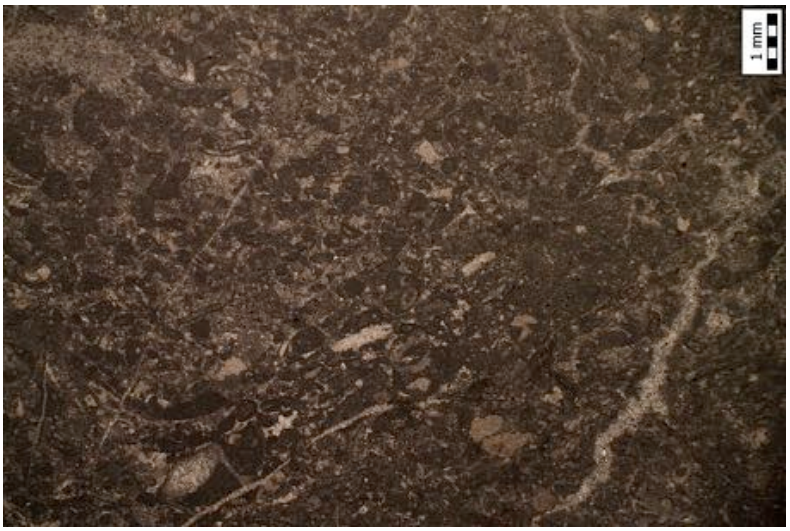
d – *Marginotruncana renzi* (Gandolfi) – donji turon–donji santon

3.1.1.2 Biomikrit TIP B

Drugi mikrofacijes je biopelmikrit. U njega je uvršten uzorak T-11 s točke TV9, a karakterizira ga vapnenac gdje među česticama prevladavaju peloidi i bioklasti povezani mikritom. Ukupan udio alokema kreće se u rasponu od 25–30%. Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji ovaj uzorak je određen kao bioklastični-peloidni wackestone-packstone, a prema Folkovoj (1962) kao zbijeni biopelmikrit. U uzorku pronalazimo peloide, te kršje fosila, dijelove ježinaca i drugih bodljikaša. Za razliku od drugih uzoraka, ovdje ne pronalazimo kalcisfere i pitonele (Slika 23, 24). Točka TV9 nalazi se na JI rtu poluotoka, izmjerena su 2 položaja sloja 44/24 i 32/39.



Slika 23) Biopelmikrit s fragmentima mekušaca, bodljikaša i sl. Uzorak T-11, točka TV9.



Slika 24) Biopelmikrit s fragmentima mekušaca, bodljikaša i sl. Uzorak T-11, točka TV9.

3.1.1.3 Biomikrit TIP C

Treći mikrofacijes su foraminiferski vapnenci. U njega su uvrštena 3 uzorka: T-14, T-15, T-16 s točki TV 11 i TV13. Uzorci stijena prikupljeni su na sjevernoistočnoj strani poluotoka Kalifront, na samom rubu istraživanog područja. Prema Folkovoj (1962) klasifikaciji uzorci su određeni kao rahli-zbijeni biomikrit, a prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji određeni kao bioklastični wackestone-packstone.

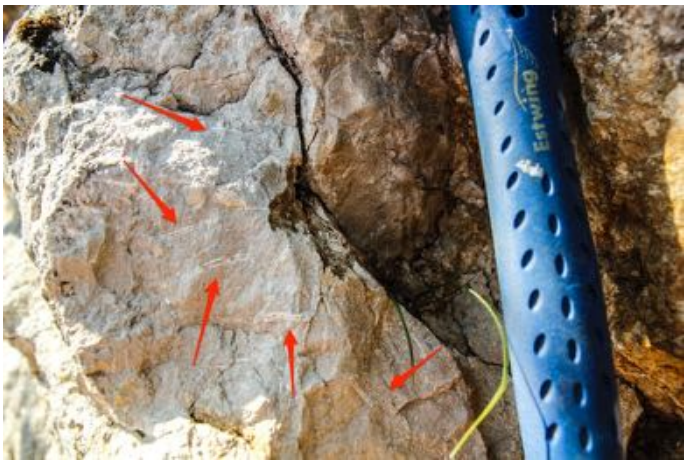


Slika 25) Izdanak eocenskih vapnenaca u podlozi i blokovi u njihovoj krovini, točka TV12.

Na točki TV 12 reversni rasjed s jasno izraženom paraklazom. Krovinsko krilo je s lijeve strane, a vapnenci iz podloge s desne (Slika 25, 26).



Slika 26) Reversni rasjed s izraženom paraklazom na točki TV12. U kontaktu su eocenski vapnenci i eocenski lapori.



Slika 27) Foraminifere vidljive golim okom u izdanku foraminiferskih vapnenaca s točke TV12.

Pregledom mikroskopskih preparata odredili smo bogat fosilni sadržaj. Tu nalazimo velik broj numulita u različitim presjecima te *Gypsina* sp.*, Discocyclina* sp.*, Assilina* sp.*, Operculina* sp. i dr., i dijelove crvenih algi (Slika 28 i 29).



Slika 28) Numuliti, *Assilina* sp.*, Operculina* sp. Uzorak T-14, točka TV11.



Slika 29) *Gypsina* sp., crvena alga, miliolide. Uzorak T-15, točka TV11.

Promatranjem preparata pod mikroskopom, možemo zaključiti da su foraminifere bile izložene pretaložavanju, jer su često oštećene. Nezaobljeno kršje ljuštura foraminifera i ostalih organizama predstavlja dokaz da je materijal koji čini stijenu, nakon vrlo kratkog transporta akumuliran i litificiran pod djelovanjem povišene energije vode (Slika 30, 31).

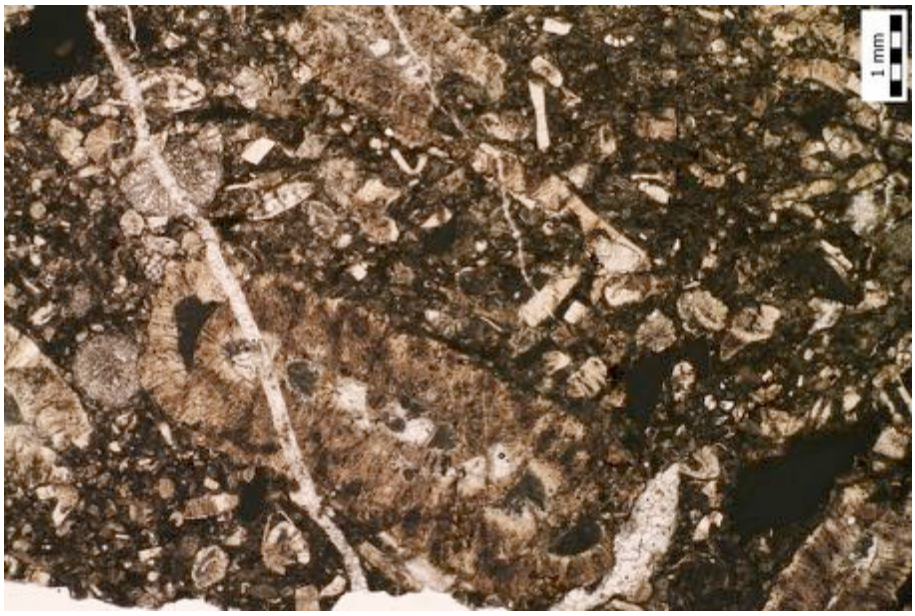


Slika 30) Numuliti. Uzorak T-16, točka TV13.



Slika 31) Numuliti, *Assilina* sp.*, Operculina* sp. Uzorak T-14, točka TV11.

U nekim od izbrusaka uočava se da su različite vrste foraminifera utisnute jedna u drugu, veliki fragmenti nesortirani i nagurani u sediment (Slika 32, 33). Starost je određena na temelju odredbe rodova foraminifera prema Santorini i Venturini (1988), te se može zaključiti da se radi o eocenskom facijesu kojeg možemo svrstati u lutet (prije 41.3–47.8 mil. god.).



Slika 32) *Assilina* sp.*, Gypsina* sp. i ostaci ostalih foraminifera. Uzorak T-16, točka TV13.

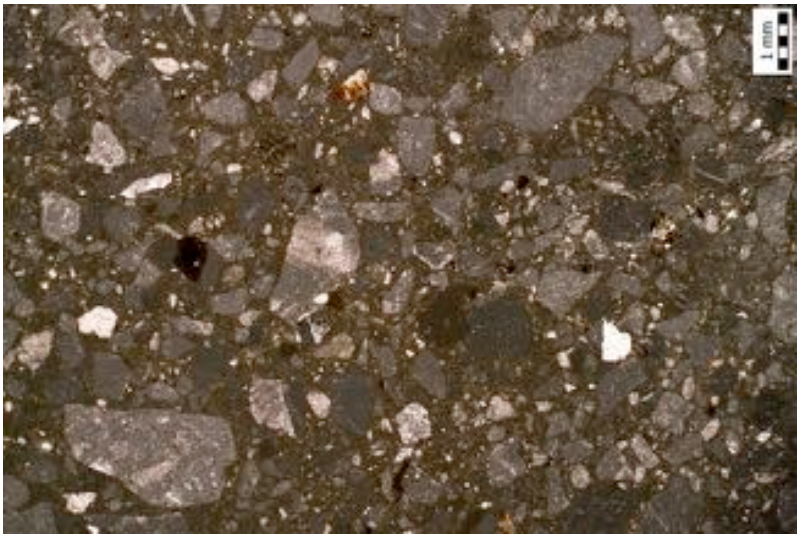


Slika 33) *Discocyclina* sp., numuliti, crvene alge i dijelovi drugih foraminifera. Uzorak T-15, točka TV11.

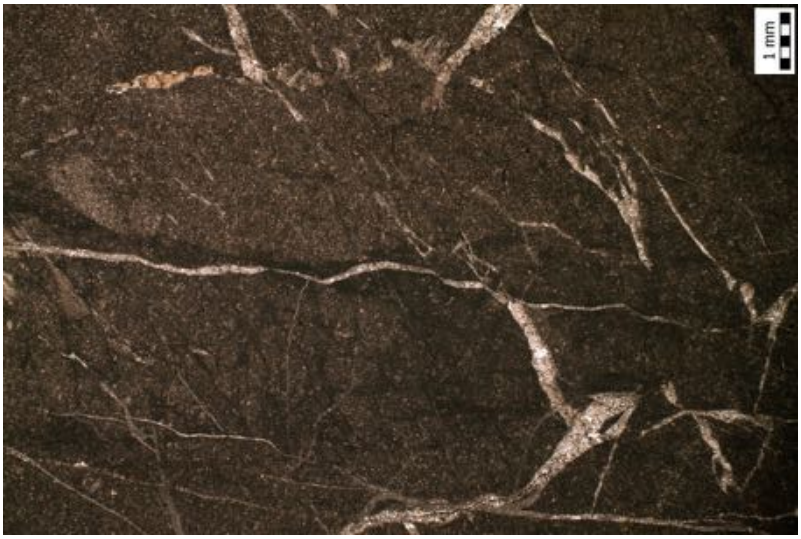
3.1.1.4 Biomikrit TIP D

Četvrti mikrofacijes su vapnenačke mikrobreče. U facijes su uvršteni uzorci s točki TV8 i 1222, a to su preparati T-10 (Slika 35) i 3 preparata s točke 1222. Prema Dunhamovoj (1962) klasifikaciji ovi uzorci su određeni kao floutstone.

Mikrobreče se sastoje isključivo od vapnenačkih klasta milimetarskih dimenzija. Veličina zrna varira, te imamo zrna veličine 0.2 mm pa do 3-4 mm. Klasti su uglavnom slabo do neabradirani i nesortirani (Slika 34). Vezani su detritičnim mikritnim vezivom, a mjestimično se dobiva dojam da plivaju u rekristaliziranom dijelu stijene (matriksu).

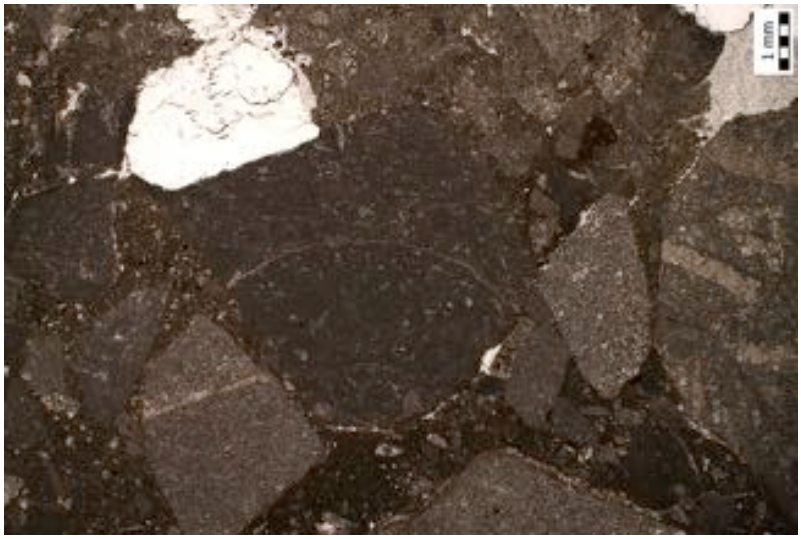


Slika 34) Mikrobreča. Uzorak/točka 1222.

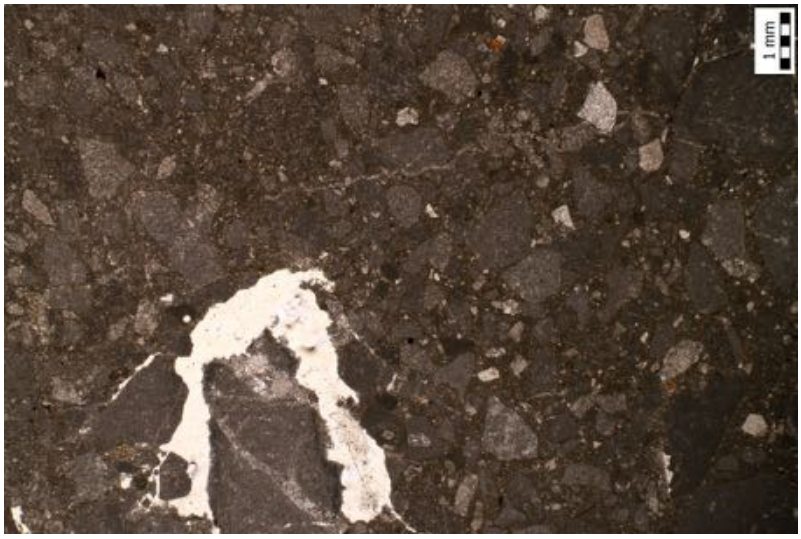


Slika 35) Mikrobreča ispresijecana kalcitnim žilama. Uzorak T-10, točka TV8.

U većim klastima primjećuje se biomikrit s pelagičkim foraminiferama, a može ga se opisati kao slabo isprani mudstone do wackestone. Na temelju tih zrna zaključuje se da je facijes s biomikritom bio taložen na padini, a pod utjecajem turbiditnih struja je zajedno s fragmentima (klastima) pretaložen na drugo mjesto. Zbog toga su zrna slabo abradirana, jer je došlo do kratkog transporta. Biomikrit s foraminiferama, kojeg pronalazimo u klastima, prepun je kršja organizama, a u nekim zrnima prepoznaju se kalcisfere (Slika 36, 37).



Slika 36) Mikrobreča sa zrnima biomikrita. Uzorak/točka 1222.



Slika 37) Mikrobreča sa zrnima biomikrita. Uzorak/točka 1222.

3.2. Klastiti

Na području poluotoka Kalifront, terenskim su promatranjem uočeni pjesci oko blokova koje pronalazimo u šumi. Budući da se pijesak nalazi na površini, po terenskim odnosima zaključujemo da je pijesak genetski mlađi od samih blokova. Prema fosilnom sadržaju starost blokova određena je kao cenomansko–turonska.

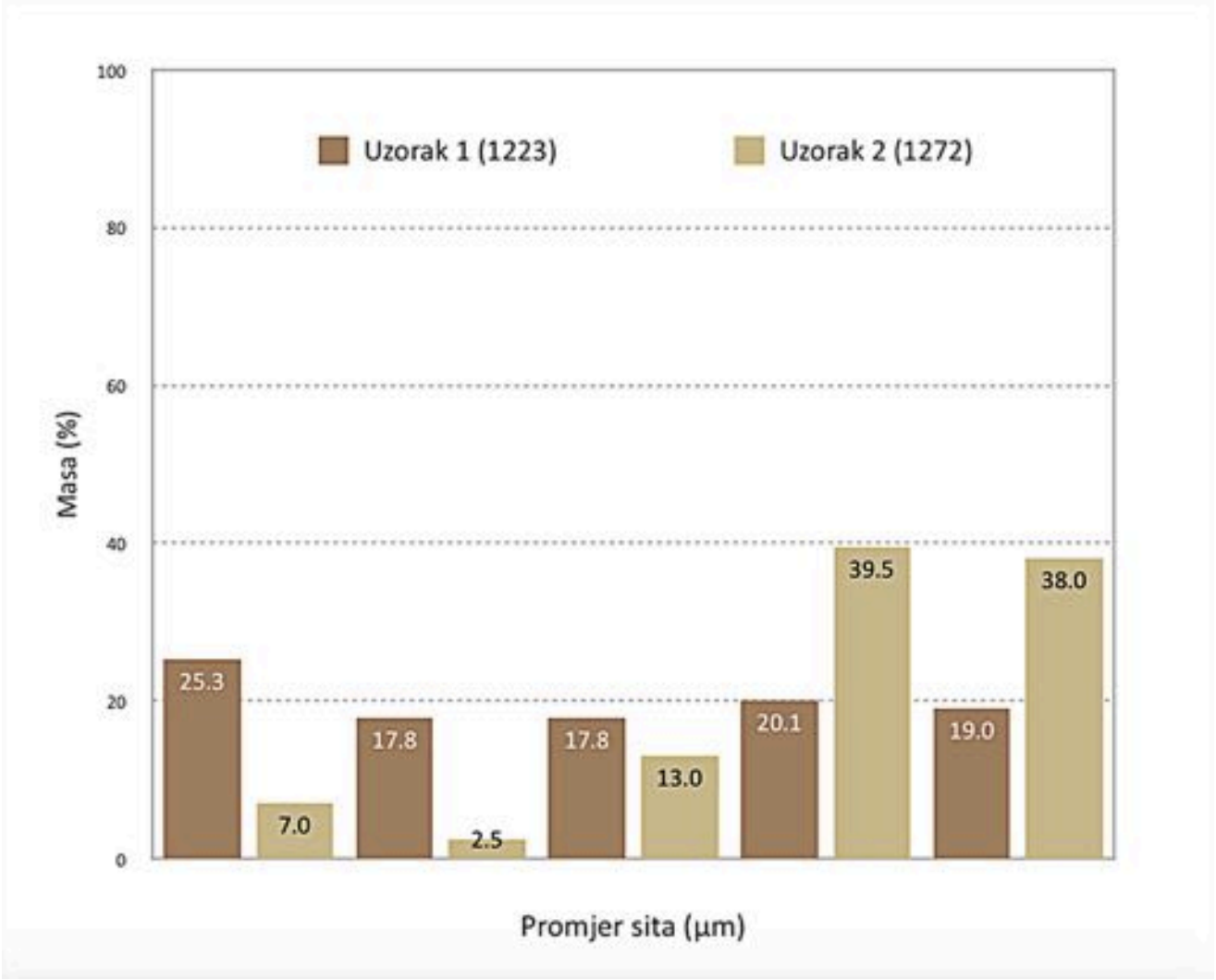
Uzorkovani pijesak je analiziran i može ga se svrstati u dobro sortirani glineno-siltni pijesak. Mamužić et al. (1973) zaključuju da je vapnena komponenta odsutna i prevladava kvarc s više od 90% udjela.

Što se tiče geneze, pretpostavlja se da je eolska aktivnost bila zaslužna za formiranje ovog pijeska, a porijeklo sedimenta moglo bi biti u starijim (vjerojatno fliškim) naslagama. Prema tumaču Osnovne geološke karte list Rab (Mamužić et al., 1973), ovaj pijesak pokazuje sličnosti s pijescima otoka Suska, koji se nalazi južno od otoka Lošinja na 43 km zračne udaljenosti. Vrijeme postanka može se povezati s vremenom postanka pijeska na otoku Susku, koji je nastao za vrijeme međuoledbe Wurm–Riss (Mamužić et al., 1973). Materijal je u to vrijeme na područje Jadrana donošen s Alpa dolinom rijeke Po i taložio se u Kvarnerskom području.

Za provjeru sličnosti ili različitosti s pijescima na obližnjim otocima, analiziran je i uzorak pijeska s otoka Krka. To je makroskopski gotovo identičan pijesak, u kojem je pronađen fosilni sadržaj, a uzorkovan je u uvali Soline na otoku Krku. Šušnjar et. al (1970) u tumaču Osnovne geološke karte list Crikvenica zaključuju da je podrijetlo tog pijesaka u deluvijalnim naslagama holocenske starosti.

3.2.1. Granulometrijska analiza uzorkovanog pijeska

Na 3 uzorka napravljena je granulometrijska analiza sijanjem i mikroskopski pregled (Slika 38). Nakon analize izdvojene su 2 vrste: pijesak bez fosilnog sadržaja s otoka Raba i fosiliferni s otoka Krka.



Slika 38) Raspodijela veličina zrna u uzorcima 1223 s otoka Krka i 1272 s otoka Raba.

3.2.1.1 Pijesak bez fosila

Prikupljena su 2 uzorka pijesaka (1272 i 1275) na udaljenosti od 500 m (Slika 6). Odlikuje ih visoki postotak kvarca, dobra sortiranost i sivosmeđkaste su boje. Prema rezultatima granulometrijske analize uzorak 1272 je vrlo sitno siltozni pijesak i ima nahukana zrna (Slika 39, 40). Sam pijesak je genetski mlađi od podloge. Starost je vrlo vjerojatno kvartarna, ali se bez fosilnog sadržaja ne može točno odrediti.



Slika 39) Kvarcni pijesak, uzorak 1272.



Slika 40) Kvarcni pijesak, uzorak 1272.

3.2.1.2 Fosiliferni pijesak

Uzorak fosilifernog pijeska (1223) (Slika 41) uzorkovan je u uvali Soline na otoku Krku. Analizirane su frakcije promjera: 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.063 mm, a samo u najvećoj nije pronađen fosilni sadržaj. U većim frakcijama zrna su slijepljena te se nije mogla dobiti realna raspodjela po frakcijama.



Slika 41) Fosiliferni pijesak. Uzorak 1223.

Pijesci su karbonatnog sastava, a pronađene su: planktonske foraminifere, spikule spužvi, ostaci ljuštura i mineralno kršja koje je oštećeno, te puno skeletnih fragmenata čije se podrijetlo ne može točno odrediti (Slika 42). To ukazuje da su pijesci pretaloženi. Starost ovog pijeska je mlađa od pleistocena, ali zbog nemogućnosti odredbe starosti fosila ne možemo biti sigurni. Prema položaju na terenu može se zaključiti da je vjerojatno holocenske starosti.



Slika 42) Fosilni sadržaj izvađen iz pijeska. Uzorak 1223.

4. Diskusija

Mikropaleontološkim i sedimentološkim analizama definirano je više tipova mikrofacijesa različitih starosti. Naslagama gornjokredne starosti pripadaju mikrofacijesi TIP A i TIP B. Eocenska starost određena je u mikrofacijesu TIP C, a mikrofacijesu TIP D bi se mogla pripisati gornjokrednja starost, jer se u većim klastima primjećuje biomikrit s pelagičkim foraminiferama (mikrofacijes TIP A, s kalcisferama i pitonelama).

Vapnenačka podloga na kojoj nalazimo blokove je cenomansko–turonske starosti (Mamužić et al., 1973), ali izdanaka u unutrašnjosti poluotoka ima jako malo, osim uz obalu. Na tim izdancima može se vidjeti dobra uslojenost (Slika 4, 17) vapnenaca i kutno-diskordantni odnos dvaju stratigrafskih paleta gornjokrednih naslaga.

Mikrofacijesi blokova koji su pronađeni razbacani u šumi bitno se razlikuju od stijena koje nalazimo u podlozi. Fosilni sadržaj: fragmenti ljuštura školjkaša, pelagičkih krinoida *Saccocoma* sp., bodlje ježinaca, kalcisferule, *Pithonella ovalis* (Baturin), *Bonetocardiella* sp., foraminifere: *Dicarinella concavata* (Caron), *Dicarinella algeriana* (Caron), *Hedbergella* sp., *Hedbergella rischi* (Moullade), *Heterohelix moremani* (Cushman), *Heterohelix* sp., *Gaudryina* sp., *Globigerinelloides ferreolensis* (Moullade), *Macroglobigerinelloides prairiehillensis* (Pessagno), *Macroglobigerinelloides bollii* (Pessagno), *Marginotruncana schneegans* (Sigal), *Marginotruncana renzi* (Gandolfi), *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi), *Ticinella roberti* (Gandolfi), *Ticinella* cf. *primula* (Caron), *Ticinella* sp., poslužio je za odredbu starosti. Prema provodnoj mikrofauni, starost pojedinih blokova određena je u rasponu od alba do kampana (srednji apt–gornji apt, donji alb–gornji alb, gornji alb–srednji santon, srednji cenoman–srednji turon, donji turon–srednji santon i srednji turon–kampan).

Facijes s pitonelama prepoznat je u jadranskom pojasu kao formacija Sveti Duh koju su Gušić i Jelaska (1991) prepoznali na otoku Braču. Vapnenci s muljnom potporom (bioklastični mudstone i wackestone-packstone (Slika 14 c, d)) opća su karakteristika navedene formacije. U tom biomikritnom mikrofacijesu uz kalcisfere i pitonele nalazi se sitno kršje krinoida, a većinu detritičnih čestica predstavljaju zrna i pločice bodljikaša. Formaciju Sveti Duh (Gušić & Jelaska, 1990) interpretirali su kao produbljavanje u turonu.

U mikritnim vapnenačkim blokovima nalazimo veliku količinu pelagičke faune, prema čijoj količini to možemo svrstati u pelagičku kišu (Slika 11, 13, 14). To ukazuje na dubokomorski okoliš u kojem su se fosili taložili u rasponu od alba do kampana što je znatno širi stratigrafski raspon od Sveti Duh formacije.

Najmlađi blokovi (Slika 25) su eocenske, odnosno lutetske starosti (prije 41.3–47.8 mil. god.). Postavlja se pitanje porijekla blokova, jer po mikrofacijesu ne odgovaraju podlozi i drugačijeg su litološkog sastava. Promatranjem preparata pod mikroskopom, možemo zaključiti da su foraminifere bile izložene pretaložavanju, jer su često oštećene. Nezaobljeno kršje ljuštura foraminifera i ostalih organizama predstavlja dokaz da je materijal koji čini stijenu, nakon vrlo kratkog transporta akumuliran i litificiran pod djelovanjem povišene energije vode (Slika 30, 31).

Da blokovi nisu nastali trošenjem neposredne podloge ukazuje raspon njihovih starosti, od alba–kampana do luteta, za razliku od podloge koja je cenomansko–turonske starosti. Razlikuje se i morfologija vapnenaca; stijene koje grade neposrednu podlogu su dobro uslojene, a blokovi su masivni. Položaj blokova u prostoru i njihov nasumičan razmještaj ukazuje da su blokovi morali biti doneseni na poluotok Kalifront iz izvorišta koje je moglo biti na području glavne rapske strukture. Transport je mogao biti ledom koji se u pleistocenu proširio po otoku Rabu, što potvrđuje nalaz tila s klastima na kojima su razvijene strije i u kojem se nalaze istovjetni blokovi (Marjanac usmena obavijest).

Klastiti su uočeni na području poluotoka Kalifronta, te je zamijećeno da se pijesci (Slika 39, 40) pojavljuju oko blokova i da su prema terenskim odnosima po genezi mlađi od same podloge i blokova. Mamužić i Milan (1973) tumačili su da je taj pijesak donesen eolskim putem. Zbog geneze detritusa, napravljena je mikroskopska usporedba uzorka 1223 i uzorka 1272, da se otkrije da li je materijal donesen sa sjevera (otok Krk) ili sa zapada (otok Susak).

Rapski pijesci su genetski srodni pijescima s otoka Suska, a to su spomenuli već Mamužić i Milan (1973).

5. Zaključak

Na području poluotoka Kalifront, otok Rab, izdvojene su 4 stratigrafske jedinice: a) vapnenci gornjokredne starosti, b) biomikritni mikrofacijes iz blokova u rasponu od alba do kampana, c) foraminiferski vapnenci eocenske starosti (lutet), d) pleistocenski pijesci.

Gornjokredni vapnenaci izgrađuje podlogu, iznad koje se nalaze vapnenački blokovi čije se izvorište, s obzirom na različit sastav i starost od podloge, ne može točno odrediti. Na temelju toga može se zaključiti da su ti blokovi doneseni na ovo područje, moguće ledom koji se u pleistocenu proširio do otoka Raba, pa bi ih se moglo prepoznati kao eratičke blokove.

Oko tih blokova nalazimo pijeske koji su bili naknadno taloženi. Po dobroj sortiranosti i zaobljenosti zrna, pijesci su vjerojatno bili donešeni na područje Jadrana s Alpa dolinom rijeke Po i taložili se u Kvarnerskom području.

6. Popis literature

Dunham, R.J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. U: Ham, W.E. (ur): Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 1, 108–121, Tulsa – Oklahoma

Embry, A.F. & Klovan, E.J. (1972): Absolute water depths limits of Late Devonian paleoecological zones. Geol. Resch., 61/2, 672–686.

Folk, R.L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 43, 1–38.

Folk, R.L. (1962): Spectral subdivision of limestone types. U: Ham, W.E. (ur.): Classification of Carbonate rocks. Am. Ass. Petrol. Geol. Mem., 1, 62–84.

Gušić, I. & Jelaska, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme. Djela Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, 69–160, JAZU-IGI, Zagreb.

Mamužić, P. (1962): Novija geološka istraživanja otoka Raba, Geološki vjesnik, 15/1, Zagreb, 1962, 121–142.

Mamužić, P., Milan, A., Korolija, B., Borović, I. & Majcen, Ž. (1969): List Rab. Osnovna geološka karta Jugoslavije, 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd

Mamužić, P., Sokač, B. & Velić, I. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Rab (L33-114), Inst. za geol. istraž. Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd.

Marjanac, T. & Marjanac, Lj. (1997): Sekvencijalna stratigrafija eocenskih klastita na otoku Rabu. Terenski vodič, Workshop iz sekvencijalne stratigrafije. INA-Naftaplin, 1–36.

Muldini-Mamužić, S. (1961): Mikrofaunističko istraživanje eocenskog fliša otoka Raba. Geol. vjesnik, 15/1, Zagreb. 143–160.

Premoli Silva, I. & Verga, D. (2004): Practical Manual of Creataceous Planktonic Foraminifera. International School on Planktonic Foraminifera, 3rd Course: Creataceous, *in* Verga, D., and Rettori, E., eds., International School on Planktonic Foraminifera: Universities of Perugia and Milan, Tipografia Pontefelcino, 1–283.

Sartorio, D., & Venturini, S. (1988): Southern Tethys Biofacies, Agip, 1–235, Milan.

Šušnjar, M., Grimani, I., Bukovac, J., Milan, A., Nikler, L., Crnolatac, I., Šikić, D. & Blašković, I. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Crikvenica (L33-102), Inst. za geol. istraž. Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd.

Tišljar, J. (2001): Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 1–245.

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

Zupanič, J. & Babić, Lj. (1991): Cross-bedded sandstones deposited by tidal currents in the Eocene of the Outer Dinarides (Island of Rab, Croatia). Geološki vjesnik 44, Zagreb. 235–245.

INTERNET IZVORI:

http://www.otokrab.hr/info/geogr.htm, 20. siječnja 2015., 17:28