

Petrografske karakteristike eocenskih fliških naslaga okolice Splita

Ružić, Juraj

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:501968>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-05**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij geološkog inženjerstva

PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE EOCENSKIH FLIŠNIH NASLAGA OKOLICE

SPLITA

Juraj Ružić

GI2124

Zagreb, 2022



KLASA: 602-01/22-01/119
URBROJ: 251-70-15-22-2
U Zagrebu, 8. 7. 2022.

Juraj Ružić, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/119, URBROJ: 251-70-15-22-1 od 2. 5. 2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE EOCENSKIH FLIŠNIH NASLAGA OKOLICE SPLITA

Za mentoricu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof. dr. sc. Dunja Aljinović nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentorica:

(potpis)

Prof. dr. sc. Dunja Aljinović

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Doc. dr. sc. Zoran Kovač

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)

Oznaka:

OB 8.5.-1 SRF-1-13/0

Stranica:

1/1

Čuvanje (godina)

Trajno

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Završni rad

PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE EOCENSKIH FLIŠNIH NASLAGA OKOLICE SPLITA

Juraj Ružić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Sažetak

U ovom su radu istražene flišne naslage, odnosno glavni tipovi sedimentnih stijena u slijedu fliša koje su prisutne u eksploatacijskom kopu „Sv. Juraj – Sv. Kajo“ u Solinskom zaljevu. Ove se naslage danas koriste u proizvodnji cementa, tvrtke „Cemex“. Terenskim i laboratorijskim istraživanjima prikazanim u ovom radu definirano je sedam taložnih jedinica različitih litoloških karakteristika (slično kao što je opisano u radu Bralić i Malvić, 2022). Izdvojene jedinice su: Debriti, Lapor (kalklutiti) s numulitima, Biokalkruditi (tzv. „Numulitne breče“), Biokalkareniti, Biokalksiltiti, Lapor – tupina, Izmjena laporanja i pješčenjaka s rijedim proslojcima konglomerata. Glavni proces u taloženju bilo je pretaloživanje detritusa iz plitkomorskog u dublji okoliš gravitacijskim tokovima. Interpretirani su talozi debrita, turbidita velike gustoće i turbidita male gustoće. U sastavu je čest pretaloženi bidetritus bentičkih foraminifera. Na osnovi njihovih fragmentiranih ljušturica može se zaključiti da osnovni bidetritus potječe s karbonatnog šelfa, a prisutnost planktonskih foraminifera ukazuje na pretaloživanje u pelagičkiokoliš.

Ključne riječi: biokalkareniti, kalkruditi, biokalkruditi, kalklutiti, biokalklutiti, kalksiltiti, biokalksiltiti, debriti, dolomitizirani biokalklutiti, karbonatni pješčenjaci

Završni rad sadrži: 28 stranice, 0 tablica, 20 slika, 0 priloga, i 32 reference.

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentor: Dr. sc. Dunja Aljinović, redoviti profesor u trajnom zvanju RGNF

Ocenjivači: Dr. sc. Dunja Aljinović, redoviti profesor u trajnom zvanju RGNF
Dr. sc. Uroš Barudžija, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Duje Smirčić, docent RGNF

Datum obrane: 15. 7. 2022, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ ISTRAŽIVANIH NASLAGA	2
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	3
4. METODE	6
5. REZULTATI.....	8
7. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK.....	26
8. LITERATURA.....	28

Popis slika

Slika 2-1. Položaj površinskog kopa „Sv. Juraj–Sv. Kajo.....	2
Slika 5-1. Geološka karta eksploatacijskog polja „Sv. Juraj – Sv. Kajo“.....	8
Slika 5-2. Slijed naslaga u eksploatacijskom polju „Sv. Juraj – Sv. Kajo“.....	9
Slika 5-3. Jedinica debrita. Vidljivi su krupni blokovi foraminiferskih vapnenaca te dominantno laporoviti matriks.....	11
Slika 5-4. Slojna ploha na kojoj se vide paralelno orijentirane ljušturice numulita.....	12
Slika 5-5. Detritus numulita iznimno velikih dimenzija.....	12
Slika 5-6. Nodule rožnjaka iz lapora s numulitima.....	13
Slika 5-7. Fosilnim detritusom bogati biokalkludit.....	14
Slika 5-8. Dolomitizirani biokalkludit	15
Slika 5-9. Silicifikacija u uzorku dolomitiziranog biokalkluita. Ukriženi nikoli.....	16
Slika 5-10. Izgled biokalkrudita („numulitne breče“) na terenu.....	17
Slika 5-11. Mikrofotografija uzorka SK-3 koji prikazuje biokalkrudit.....	18
Slika 5-12. Izgled slojeva kalkarenita na terenu.....	19
Slika 5-13. Homogeni izgled kalkarenita na terenu.....	19
Slika 5-14. Muljni klasti u kalkarenitu	20
Slika 5-15. Ilustracija mikropetrografskog sastava biokalkarenita.....	21
Slika 5-16. Mikropetrografska izgled biokalksiltita (uzorak SK-5).....	22
Slika 5-17. Homogeni izgled kalcitičnog lapora – „tupine“.....	23
Slika 5-18. Izgled izmjene lapora i pješčenjaka s rjedim slojevima konglomerata na kopu..	24
Slika 5-19. Mikropetrografska sastav karbonatnog pješčenjaka (uzorak N-2B).....	25

1. UVOD

Ovaj rad se bavi petrografske karakteristikama flišnih eocenskih naslaga. Flišne naslage po starosti odgovaraju srednjem i gornjem eocenu (Marinčić et al., 1971). Taložene su u prostoru predgorskog bazena (*foreland basin*) koji predstavlja dubokomorski prostor formiran ispred navlačnog fronta Dinarida. Izdizanje Dinarida započelo je krajem krede i trajalo tijekom eocena (Bucković, 2006).

Flišne naslage predstavljaju litološki različite tipove sedimentnih stijena od konglomerata i breče do laporanog. Ukupna debljina flišnih naslaga varira, no prema Marinčić (1981) ona iznosi u Istri više od 600 m, u Ravnim kotarima 650 m, a u srednjoj Dalmaciji 700 metara. Pretpostavlja se da je dubina taložnog bazena u kojem se taložio fliš bila velika, u rasponu od 700-1200 metara (Marinčić, 1981 i pridružene reference).

Utvrđena su dva tipa granice prema starijim naslagama: kontinuitet taloženja u odnosu na starije (kredne) naslage ili erozijsko-diskordantni odnos (Marinčić, 1981). Uglavnom je utvrđen erozijsko-diskordantni odnos flišnih naslaga prema paleogenskim i gornjokrednim sedimentnim stijenama (Marinčić, 1981).

Općenito se smatra da su flišne naslage taložene iz gravitacijskih tokova, točnije turbiditnih tokova. Naslage turbiditnih tokova mogu imati vrlo debele intervale laporanog. Upravo je ova karakteristika prisutna u naslagama flišnih naslaga Solinskog zaljeva. Debeli intervali laporanog koriste se u proizvodnji cementa, danas eksploraciju obavlja firma „Cemex“. Osim laporanog u području eksploracijskog kopa „Sv. Juraj – Sv. Kajo“ tvrtke „Cemex“ prisutne su i litološki drugačije naslage koje se također koriste u tehnološkom procesu za dobivanje cementa, ali nisu tako dobrih karakteristika kao laporii.

Flišne naslage proučene u ovom radu predstavljaju glavne tipove sedimentnih stijena upravo prisutnih u eksploracijskom kopu „Sv. Juraj – Sv. Kajo“ u Solinskom zaljevu.

Terenski dio rada obavljen je terenskim pregledom naslaga uz asistenciju Nikoline Bralić, mag/ing. geol. Analitički dio rada načinjen je na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta.

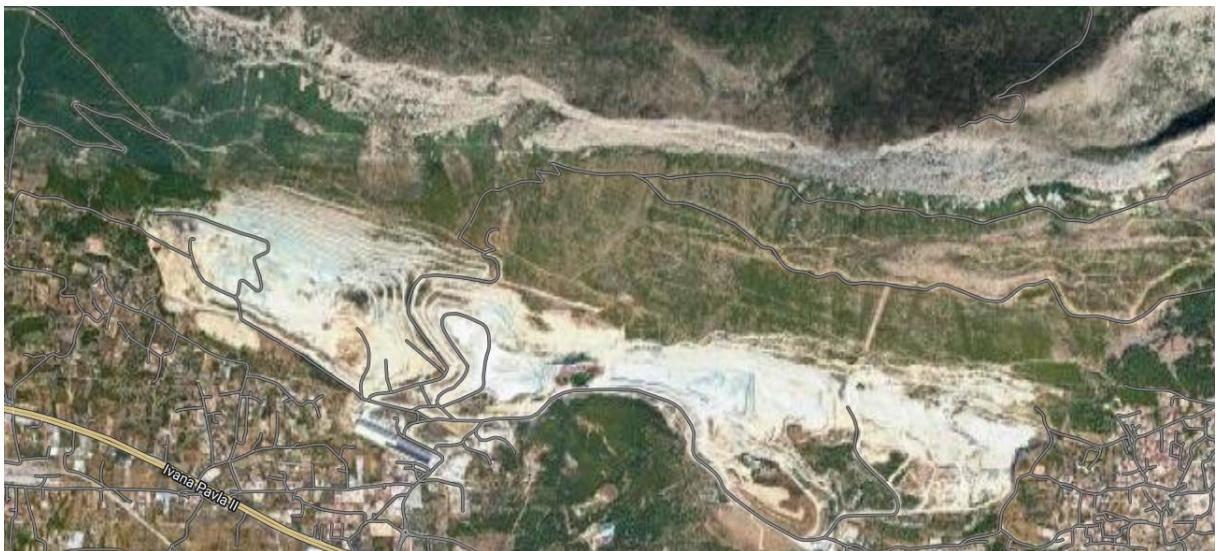
2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ ISTRAŽIVANIH NASLAGA

Područje istraživanog eksplotacijskog polja, u svrhu proizvodnje cementa „Sv. Juraj-Sv. Kajo”, smješteno je u Splitsko-dalmatinski županiji na području Općine Kaštela Sućurac te grada Solina, sjeverno od „Jadranske magistrale”.

Prvotno dva odvojena površinska kopa „Sv. Juraj” i „Sv Kajo” danas su praktički spojeni u jedan kop, a nalaze se na južnim padinama brda Kozjak na nadmorskim razinama od 70 do 340 metara. Cijelo polje je izduženo u smjeru sjeverozapad-jugoistok.

Prema katastru veći dio zapadne polovice eksplotacijskog polja nalazi se na području grada Kaštela (Općine Kaštela Sućurac), a istočni dio eksplotacijskog polja nalazi se na području grada Solina. Naselje, odnosno gradsko središte Kaštela Sućurca, smješten je na sjevernoj obali Kaštelskog zaljeva, ponad Kozjaka, 11 km sjeverno od grada Splita.

Površina Kaštela Sućurca je $8,68 \text{ km}^2$, a ima 6513 stanovnika (2021).



Slika 2-1. Položaj površinskog kopa „Sv. Juraj–Sv. Kajo (koordinate u središu kopa su 43.552754955518786, 16.45723922838768) [1]

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Postoje dvije glavne podjele fliša. Kerner (1903) je podijelio fliš na tri stratigrafske zone („donju flišnu zonu“, „srednju flišnu zonu“, i „gornju flišnu zonu“), dok Marinčić (1981) na fliš gleda kao jednu litostratigrafsku jedinicu. Međutim, detaljnijim istraživanjima Marjanac (1985) se priklonio podjeli prema Kerneru (1903). Temeljem toga Marjanac (1985) je izdvojio „gornju flišnu zonu“ i „srednju flišnu zonu“ u kojoj se nalazi specifična tzv. „*Klippenzone*“ koja se sastoji od velikih vapnenačkih blokova i muljne potpore. Ova zona je na području Solina debela 170 metara. Marjanac (1987) ju je interpretirao kao „megasloj“.

Ležište „Sv. Juraj–Sv. Kajo“ je građeno od slojeva fliša srednjoeocenske starosti. Položaj slojeva je monoklinalan, te su slojevi nagnuti prema sjeveru, odnosno sjeveroistoku.

Srednju flišnu zonu („megasloj“) čine tri karakteristična litološka člana: donji debritni član, srednji kalkarenitni član i gornji laporni član (Marjanac, 1985).

Gornja flišnu zonu Marjanac je podijelio također na tri člana: donji, srednji (pješčenjački), i gornji (konglomeratni) član.

Geološka građa eocenskih naslaga područja Splita i okolice prikazana je na Osnovnoj geološkoj karti list Split mjerila 1:100 000 (Marinčić et al., 1971), a u Tumaču Osnovne geološke karte za list Split su prema Marinčić i Magaš (1973) navedene sljedeće karakteristike eocenskih stijena:

1) Vapnene breče, pločasti i bituminozni i miliolidni vapnenci donjeg paleogena (liburnijske naslage)

Liburnijske nasalge predstavljaju najstariji član tercijara. Litološki sastav se pretežno sastoji od tanko slojevitih vapnenaca s miliolidama. Liburnijske naslage su ponekad bituminozne, a najstariji (najdonji) dio je izgrađen od sedimentnih breča debljine do 5 metara.

U južnim krilima kredno-tercijskih sinklinala liburnijske naslage su izgrađene od tamno sivih ili tamno smeđih tankoslojevitih do pločastih slabo bituminoznih vapnenaca, s ostacima oogonija algi, sitnih globigerina i sitnih gastropoda.

Na drugim područjima gdje su liburnijske naslage reducirane prisutni su tanko uslojeni, odnosno pločasti svjetložućasti ili tamnosivi vapnenci s miliolidama. Prema petrografsko-sedimentološkoj analizi radi se o biokalkarenitima izgrađenim od mikrofosila, uglavnom

miliolida. Vapnenički detritus slabo je sortiran i vezan mikrozrnatim ili zrnatim kalcitnim vezivom.

Liburnijske naslage prema ostacima mikrofosila pripadaju razvoju gornjeg dijela paleocena i donjeg dijela donjeg eocena. Debljina liburnijskih nalsaga nije točno određena, ali se procjenjuje na 30 metara.

2) Foraminiferski vapnenci eocena

Foraminferski vapnenci sastoje se od miliolidnih, alveolinskih i numulitnih slojeva vapnenaca koje u stratigrafском smislu nije moguće jasno odijeliti na osnovi mikrofosila stoga se ove naslage tretiraju kao jedna jedinica.

U strukturnom smislu uvijek dolaze u krilima kredno tercijarnih sinklinala. Superpozicijski leže na miliolidnim i bituminoznim vapnencima liburnijskih naslaga.

Prema petrografskim analizama ti su vapnenci izgrađeni djelomično od ulomaka mikrofosila, a rjeđe litoklasta vapnenaca i predstavljaju biokalkarenite. Ako sadrže foraminifere i fragmente algi od 2 do 4 mm, a rjeđe 10 mm, onda ih nazivamo biokalkruditi.

Prema stratimetrijskim mjeranjima debljina ovih naslaga ne prelazi gornju granicu od 200 metara.

Procjenjuje se da su se ove naslage taložile u rasponu od donjeg eocena do donjeg luteta.

3) Gomoljasti laporoviti vapnenci i lapor s glaukonitom

Gomoljaste laporovite vapnence i lapore s glaukonitom nalazimo uz normalne kontakte tercijara i krede, gdje su bolje sačuvani. U podini im se nalaze foraminferski vapnenci, a u krovini postepeno prelaze u klastične (flišne) naslage eocena.

S litološkog aspekta to su laporoviti vapnenci zeleno-sive boje, koji prilikom trošenja površinski dobivaju žućastu boju i gomoljast izgled. Nakon foraminferskih vapnenaca u normalnom slijedu dolaze laporoviti vapnenci s glaukonitom koji prelaze u glinovite lapore, te u lapore.

Mikropaleontološka analiza glaukonitnog laporovitog vapnenca pokazala je da sadrži globigerinsko-globorotalijsku zajednicu koja ukazuje na pelagičke uvjete taloženja.

Od makrofosila prisutne su rakovice koje ukazuju na malu dubinu sedimentacije.

Debljina ovih naslaga ne prelazi gornju granicu od 40 metara, a prema Schubertu (1905) naslage pripadaju višem nivou srednjeg dijela srednjeg eocena.

Klastične i karbonatne naslage eocena - fliš

Naslage fliša se talože na gomoljastim laporovitim vapnencima i laporima s glaukonitom. Petrološke karakteristike ukazuju na klastične naslage klasificirane kao vapnenačke breče, brečo - konglomerati, kalkruditi, kalkareniti, pjeskoviti kalkareniti i biokalkareniti, kalksiltiti i lapori.

4. METODE

Terenski dio istraživanja uključio je pregled osnovnih značajki izdvojenih litoloških jedinica na otvorenom kopu „Sv. Juraj–Sv. Kajo“ tvrtke “Cemex“. Tijekom terenskog rada bilježene su sve karakteristike pojedinih litoloških jedinica kako je vidljivo na terenu. Specifični pojavnii oblici i teksturne osobine stijena su fotografirane te prikazane u ovom radu.

U laboratorijskom dijelu rada analizrano je 7 mikropetrografsikh uzoraka koji predstavljaju osnovne karakteristike pojedinih jedinica u flišu na kopu „Sv. Juraj–Sv. Kajo“. Uzorci su pripremljeni na način da se uzorak na aparatu za rezanje reže na počice dva do tri milimetara. Nakon toga dobivene pločice se na dijamantnoj pili pile na dimenzije predmetnog stakalca. Nakon toga pločice se poliraju korund-prahom kako bi se sve neravnine uzrokovane piljenjem izravnale. Tako ispolirane pločice se uz pomoć „Kanada balzama“ lijepe na predmetno stakalce. Nakon što se ljepilo potpuno osuši uzorci se istanjuju na debljinu 3-5 μm te se naposljetku polira fino granuliranim korund-prahom da bi se dobila prozirna površina.

Uzorci su prilikom pripreme bojeni u smjesi otopina K-fericijanida i Alizarina crvenog S. prema recepturi Evamy-Shermana (1962). Bojenjem se mogu dobro razlikovati karbonatni minerali prilikom čega se kalcit oboji ciglastocrveno, dolomit ostaje neobojen, a željezoviti kalcit s više od 1 mol % Fe oboji se ljubičastoplavo (Tišljar, 2001).

Mikropetrografska analiza načinjena je na polarizacijskom mikroskopu koji se koristi za promatranje u polariziranoj svjetlosti. Sastoje se od dvije Nicolove prizme, jedna je smještena ispred objektiva (polarizator), a druga između objektiva i okulara, te služi za analizu interferencijskih pojava (analizator). Svaki izdvojeni litotip je dokumentiran i mikrofotografijom.

U klasifikaciji su osim uobičajenih termina korišteni i termini: kalkrudit (biokalkrudit), kalkarenit (biokalkarenit), kalksilit (biokalksilit) i kalklutit (biokalklutit). Ovo su termini poznati iz literature prema Grabau (1904), a opisano u Tišljar (2001).

Prema Tišljaru (2001) termin **kalkarenit** predstavlja detritične vapnence i vapnenačke pjeske sastavljene od intrabazenskih karbonatnih zrna (intraklasta, ooida i peleta) veličine 0,063-2mm. Danas se termin kalkarenit koristi kao općeniti naziv za mehanički taložene ili pretaložene detritične zrnaste vapnence. Pri tome su zrna obično definirana kao zrna

intrabazenskoga postanka (intraklasti, ooidi, kršje fosila). Ukoliko u sastavu dominiraju fragmenti fosila koristi se termin **biokalkarenit**.

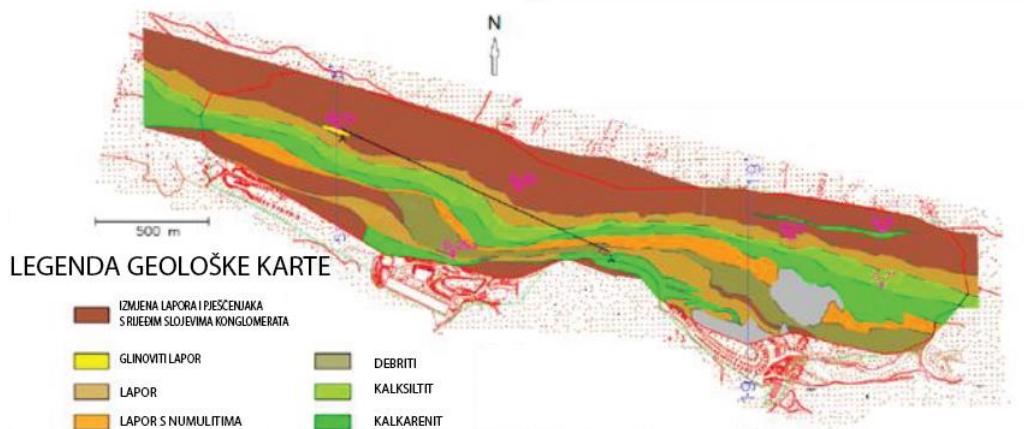
Za stijene koje predstavljaju detritične vapnence, ali s česticama većim od 2 mm koristi se naziv **kalkrudit** ili ako u sastavu dominira fosilni detritus – **biokalkrudit**.

Ako su čestice detritičnih vapnenaca manje od 0,063 koristi se naziv **kalklutit** ili **biokalklutit**, a također i **kalksiltit** ili **biokalksiltit**.

5. REZULTATI

Terenskim istraživanjima, te pregledom geološke karte kopa „Sv. Juraj–Sv. Kajo“ tvrtke “Cemex” (Bralić i Malvić, 2022) izdvojeno je šest različitih litoloških jedinica slika 5-1. To su prema Bralić i Malvić, (2022):

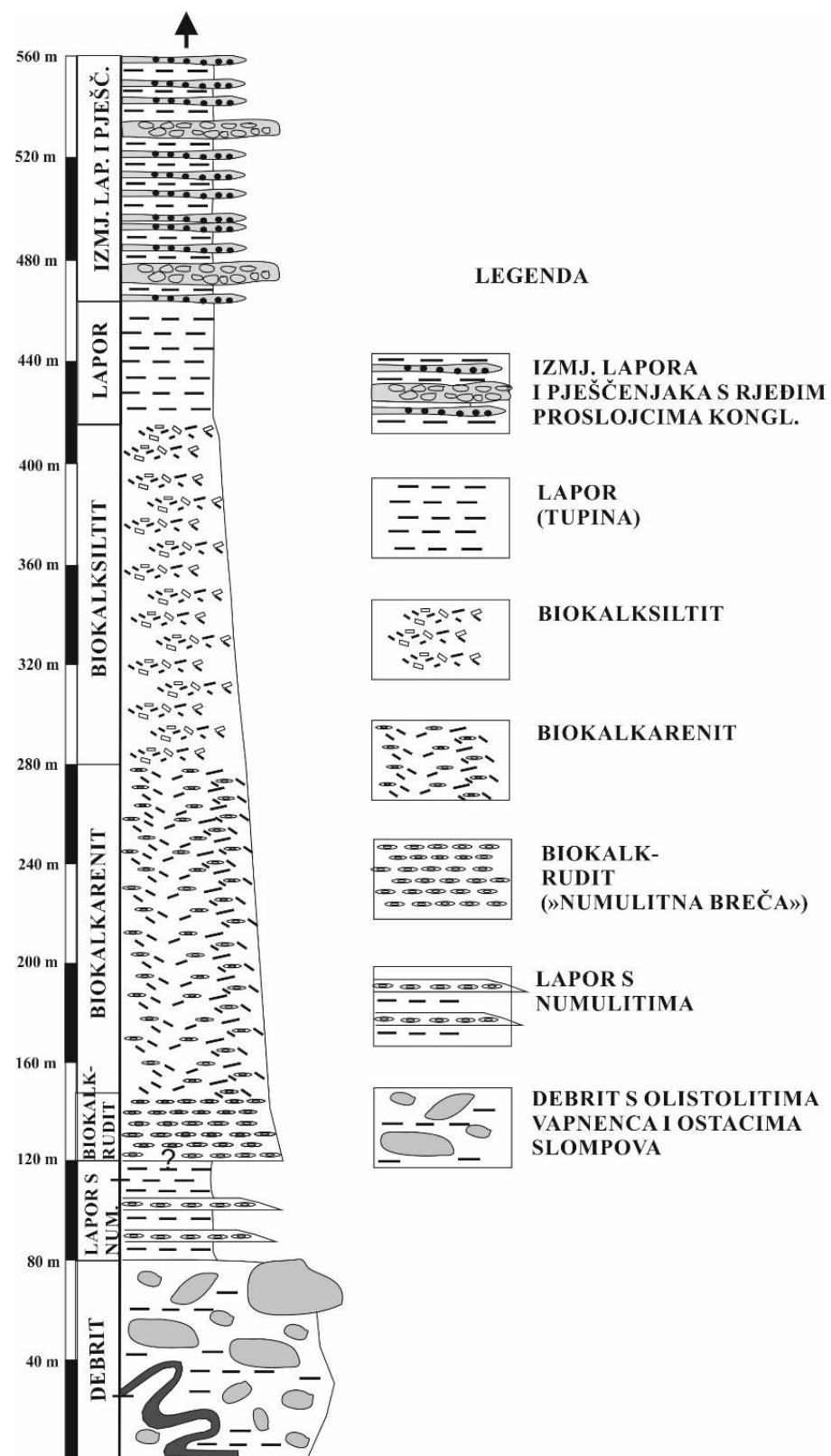
1. Debriti
2. Tamno sivi lapor s numulitima
3. Kalkarenit
4. Glinoviti vapnenac (kalksiltit)
5. Kalcitični lapor – tupina
6. Izmjena lapora i pješčenjaka s rjeđim slojevima konglomerata



Slika 5-1. Geološka karta eksplotacijskog polja „Sv. Juraj – Sv. Kajo“ (Bralić i Malvić, 2022)

Osobnim zapažanjima i mikropetrografskom analizom uočene su i dokumentirane karakteristike sljedećih litoloških jedinica:

1. Debriti
2. Latori (kalklutiti) s numulitima
3. Biokalkruditi (tzv. „Numulitne breče“)
4. Biokalkareniti
5. Biokalksiltit
6. Lapor – tupina
7. Izmjena lapora i pješčenjaka s rjeđim proslojcima konglomerata



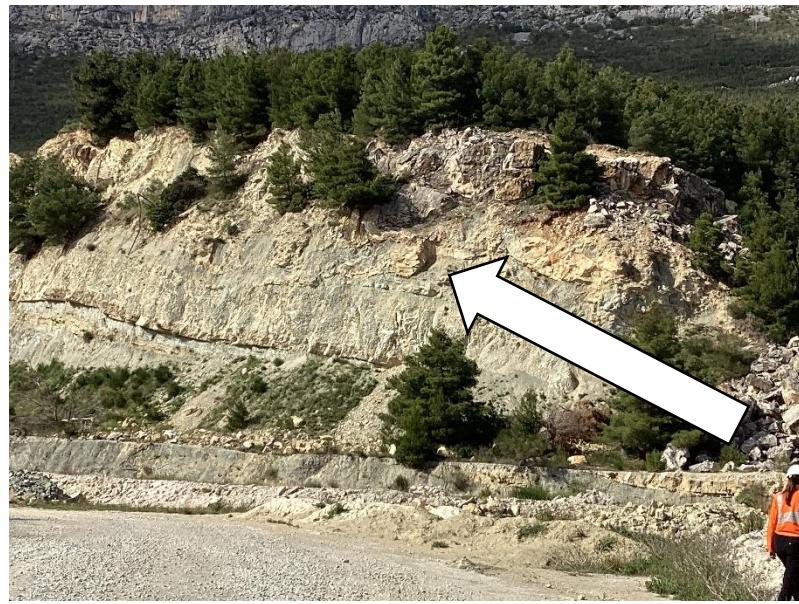
Slika 5-2. Slijed naslaga u eksploracijskom polju „Sv. Juraj – Sv. Kajo“

DEBRITI

Jedinica debrita nalazi se u početku slijeda fliša. Debljina koju su raniji autori vezali uz ovu jedinicu je 76-80 m (Lukšić et al., 2008). Za ovu jedinicu Marjanac (1987) koristi naziv „megasloj“, a Kerner (1903) u svojoj podjeli fliša na zone naziva ovu jedinicu „*Klippenzone*“ i ubraja je u srednju flišnu zonu.

Ova se jedinica sastoji od metarskih blokova uglavnom foraminiferskih vapnenaca i od klasta različitog sastava uglavnom manjih dimenzija (cm-dm) (slika 5-3.). Između klasta nalazi se matriks koji je zastupljen smjesom laporanog i sitnozrnatijih fragmenata vasprenačkog materijala. U matriksu se ponekad nađu i krupni numuliti. Na pojedinim etažama se unutar jedinice debrita mogu uočiti ostaci slampova. U debritu je vrlo izražen kaotični raspored klasta, nesortiranost detritusa i matriksna potpora.

Prisutnost velikih blokova, kaotični raspored klasta, neuređena struktura te obilje matriksa ukazuju da je ova jedinica taložena iz detritnog toka. Detritni tok predstavlja gravitacijski tok koji zbog obilja glinovitog matriksa ima unutrašnju koheziju pa se klasti kreću u kohezivnoj smjesi detritusa. Gravitacijskim tokovima predviđa se kretanje materijala s hipsometrijski više na hipsometrijski nižu poziciju. Prema tome može se zaključiti da je u slučaju taloženja jedinice debrita došlo do pretaloživanja mehanizmom toka stijenskog krša iz pličeg dijela taložnog okoliša (šelfa) u dublji, pelagički taložni okoliš (dubokovodni predgorski bazen). Do pokretanja detritnog toka došlo je najvjerojatnije uslijed snažnih tektonskih aktivnosti. Slično utvrđuje i Marjanac (1987). Mjestimično vidljivi fragmenti slampova u debritu ukazuju na početak kretanja toka klizanjem i slampiranjem duž strme padine. Iz takvih su se primarnih resedimentacijskih kretanja mogli razviti debriti (Mutti, 2003).



Slika 5-3. Jedinica debrita. Vidljivi su krupni blokovi foraminiferskih vapnenaca (strelice) te dominantno laporoviti matriks.

LAPORI (KALKLUTITI) S NUMULITIMA

U taložnom slijedu iznad debrita nalazi se jedinica tamnosivih lpora s numulitima. Debljina ove jedinice nije poznata.

Na terenu je uočena ritmičnost pri kojoj je vidljiva izmjena više manjih jedinica (slika 5-2.) od koje se svaka sastoji od akumuliranih numulitnih kućica, koje su orijentirane većom površinom paralelno sa slojevitosti (5-4), i intervala izgrađenog dominantno od lpora.

Detritus numulita može biti iznimno velikih dimenzija (slika 5-5.).

U ovoj jedinici često se nađu nodule rožnjaka (slika 5-6).



Slika 5-4. Slojna ploha na kojoj se vide paralelno orijentirane ljušturice numulita



Slika 5-5. Detritus numulita iznimno velikih dimenzija (strelica)



Slika 5-6. Nodule rožnjaka iz laporanih s numulitima

Mikropetrografske karakteristike jedinice laporanih s numulitima ilustrira uzorak SK-1 i SK-1A.

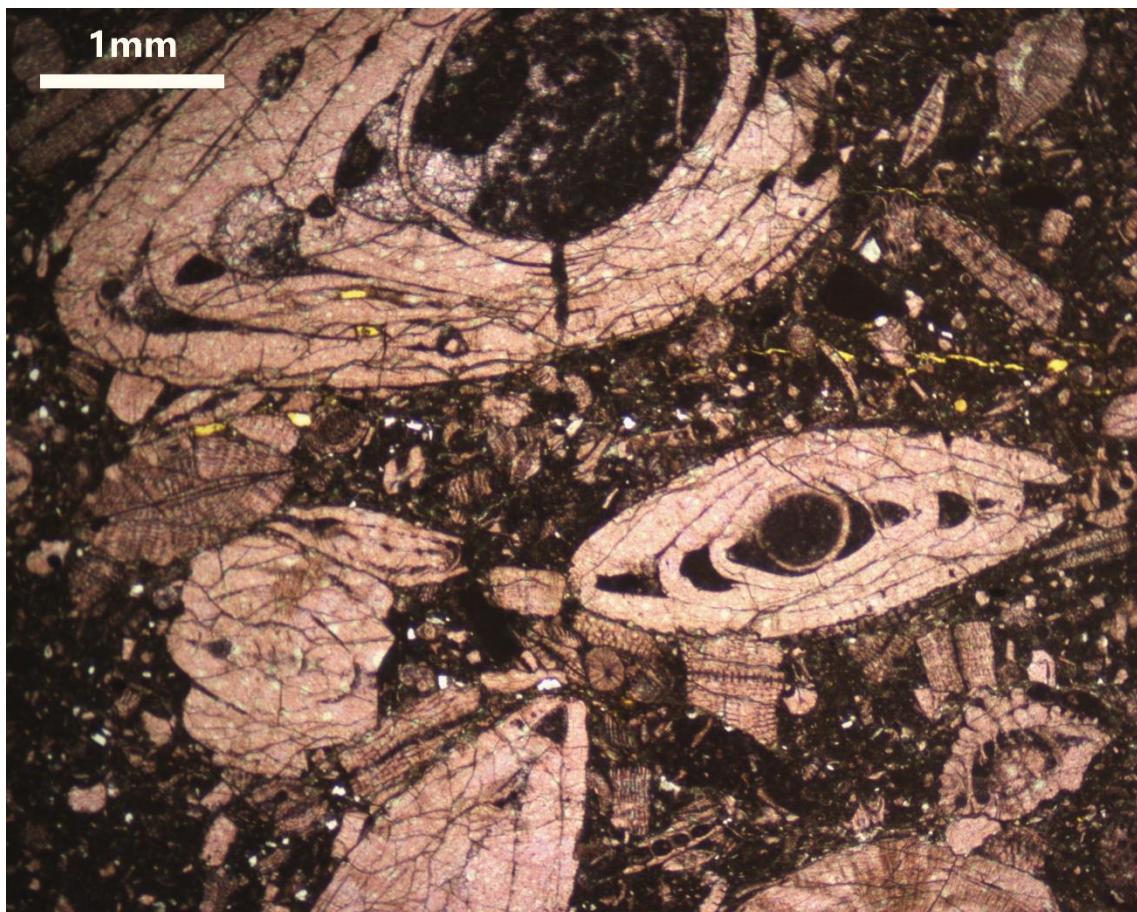
U mikropetrografskom sastavu uzorka **SK-1** dominiraju ljušturice bentičkih foraminifera uglavnom numulita i diskociklina (slika 5-7). Ljušturice numulita prepoznaju se po staklastoj stjenici i karakterističnim presjecima. Diskocikline također imaju staklastu stijenku, međutim puno gušću građu kljetki. Po veličini fosilni ostaci foraminifera variraju od ruditnih do arenitnih dimenzija. Očuvanost ljušturica je loša, uglavnom se radi o nepravilnim krhotinama, rijetko kada se vide dobro sačuvane ljuštire (slika 5-7). Osim bentičkih foraminifera u bitno podređenoj količini prisutni su fragmenti litotamnijskih algi, planktonskih foraminifera, rotalida, ježinaca i briozoa (mahovnjaka).

Ljušturice velikih bentičkih foraminifera se međusobno ne dodiruju već se nalaze u matriksu koji se sastoji od mikrita i čestica sitno zdrobljenog fosilnog kršja (slika 5-7). U uzorku je prisutna i siliciklastična komponenta uglavnom zastupljena nezaobljenim ili loše zaobljenim česticama kvarca (0,08-0,16mm). Volumni udio kvarca u uzorku se procjenjuje na otprilike 1%.

Stijenu je determinirana kao: **fosilnim detritusom bogati dolomitizirani biokalkluit**.

Na osnovi fragmentiranih bentičkih foraminifera može se zaključiti da je materijal pretaložen. Prisutnost plaktonskih foraminifera ukazuje na to da je pretaloživanje završeno

u pelagičnom okolišu. Na pretaloživanje ukazuje i obilje istaloženog matriksa koji se sastoji od mikrita i zaobljeog fosilnog detritusa.

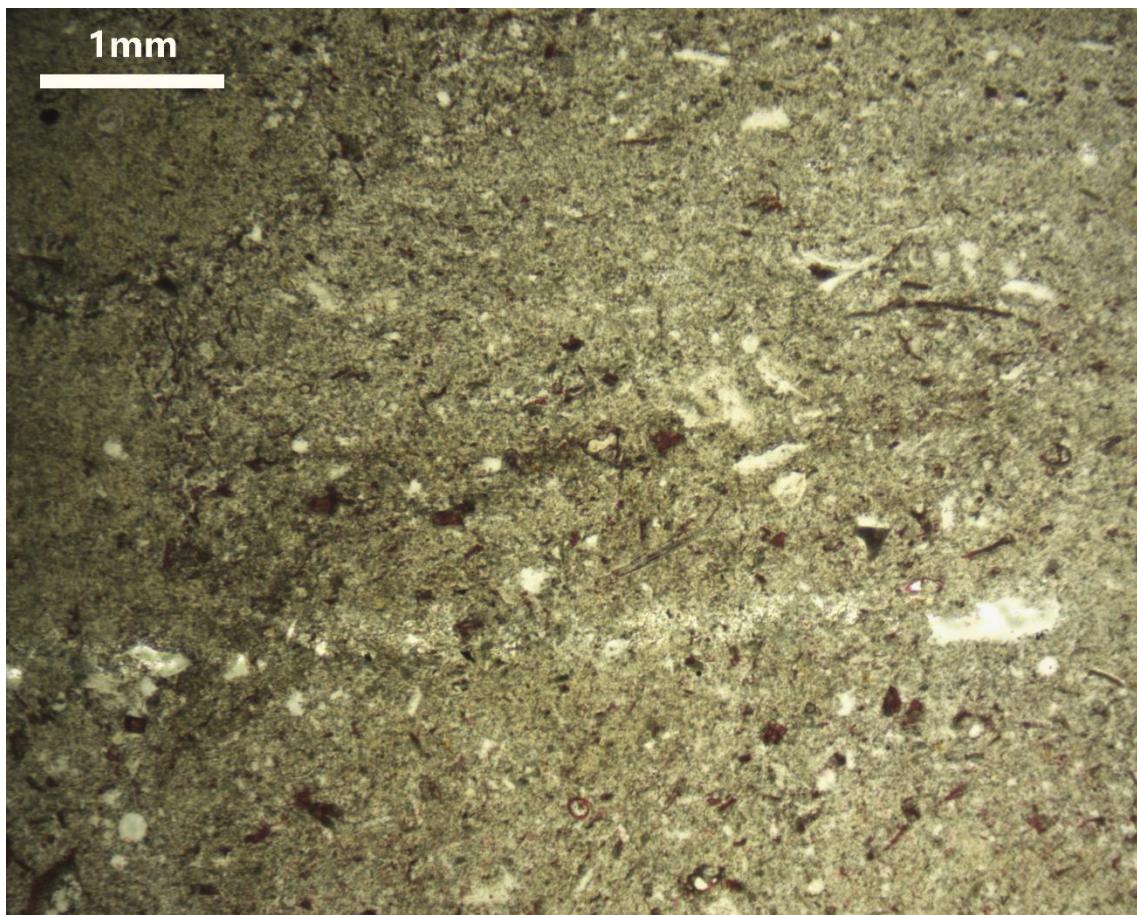


Slika 5-7. Fosilnim detritisom bogati biokalkludit. U biokalkludit nalazi se obilje fosila numulita.

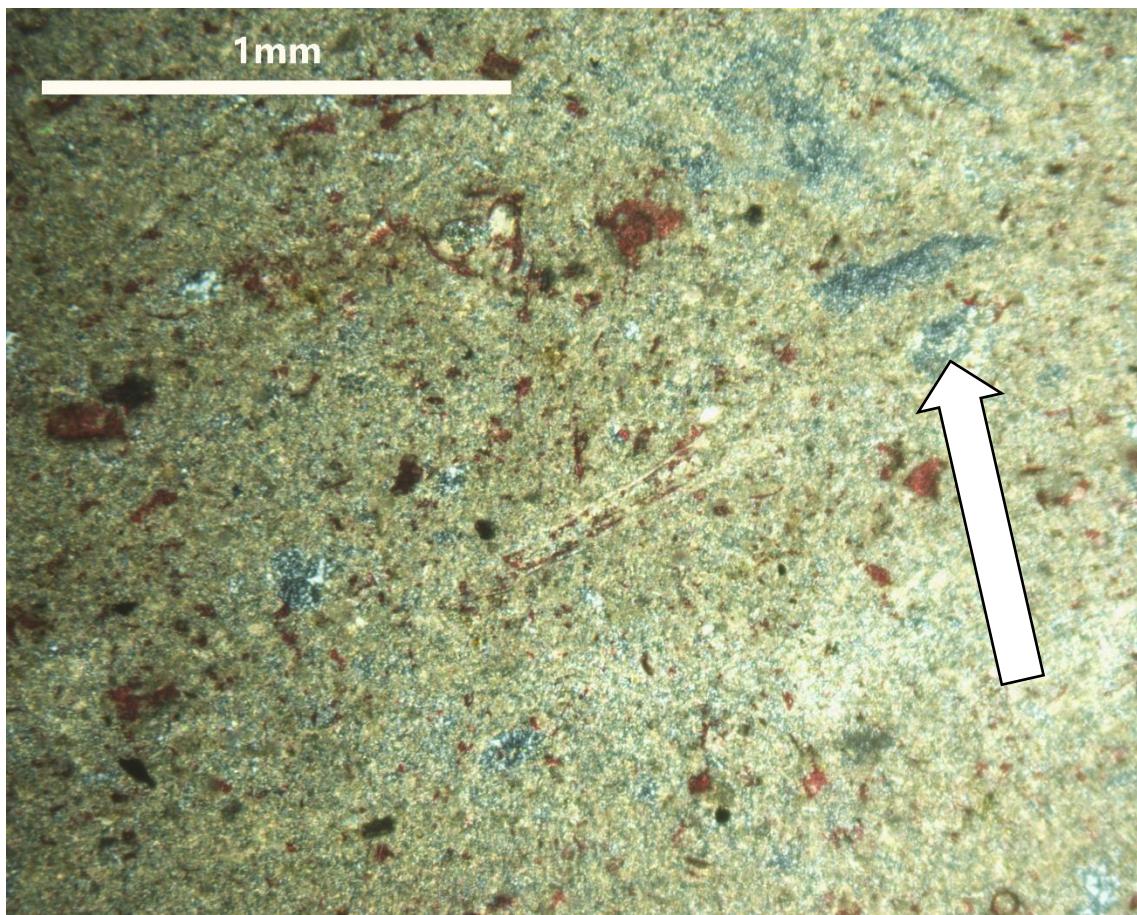
Uzorak **SK-1A** se dominatno sastoji od mikrita i osnove koja je dolomitizirana (slika 5-8). Procjenjeno jedna je udio gline malen. Stijena je horizontalno laminirana. U mikritnoj osnovi nalaze se fragmenti fosila, izgrađeni od kalcita, koje nije bilo moguće odrediti. Također jako je izražena diagenetska promjena silicifikacija (slika 5-9.).

Stijena je determinirana kao: **dolomitizirani biokalkludit**

Na osnovi dominantnog prisutstva pelitnih čestica može se zaključiti da je ovakav tip stijene nastao taloženjem najsitnijih čestica iz suspenzije. Povremeno su se iz suspenzije taložili veći fragmenti arenitnih dimenzija - fosili građenih od kalcita. Tijekom dijogeneze stijena je bila intenzivno silicificirana.



Slika 5-8. Dolomitizirani biokalkluit



Slika 5-9. Silicifikacija u uzorku dolomitiziranog biokalkluita (strelica). Ukrženi nikoli.

BIOKALKRUDITI (tzv. „NUMULITNE BREĆE“)

Makroskopski biokalkruditi se pojavljuju kao debeli decimetarski ili metarski normalno graduirani slojevi (slika 5-2). Sastoje se dominantno od detritusa numulita različitih dimenzija te nešto manje fragmenata starijih vapnenaca. Zbog toga što su izgrađeni dominantno od kršja numulita, za ove se stijene udomaćio naziv „numulitne breće“ (slika 5-10.).



Slika 5-10. Izgled biokalkrudita („numulitne breče“) na terenu.

Mikropetrografske karakteristike biokalkrudita ilustrira uzorak **SK-3**.

Mikropetrografskom analizom uzorka uočavaju se krupni fragment pretežno numulita, diskociklina i crvenih algi, a rjeđe ostaci planktonskih foraminifera, ježinaca i mahovnjaka (slika 5-11.).

Fragmenti numulita i diskociklina su ruditnih dimenzija i dosta fragmentirani. Fosili se nalaze u obilju matriksu koji se sastoji od mikrita i zdrobljenih čestica biodetritusa. Siliciklastična komponenta je slabo zastupljena loše zaobljenim česticama kvarca, a volumen udio kvarca se procjenjuje na 1%.

Stijenu bi determinirali kao: **biokalkrudit**.

Zbog fragmentiranja ljuštura fosila možemo zaključiti da se ne radi o primarnom nego o detritičnom materijalu koji se pretaložio iz plitkog u dubljevodni okoliš.



Slika 5-11. Mikrofotografija uzorka SK-3 koji prikazuje biokalkrudit.

BIOKALKARENIT

Kalkareniti se pojavljuju u obliku 20-50 metara debelih slojeva (N.Bralić, usmena komunikacija) slike 5-2. i 5-12. Za ovu jedinicu karakteristična je homogena građa (slika 5-13.) i velika tvrdoća. U početku taloženja kalkarenita često su prisutni krupni muljni klasti (klasti laporanja) - slika 5-14.



Slika 5-12. Izgled slojeva kalkarenita na terenu



Slika 5-13. Homogeni izgled kalkarenita na terenu.



Slika 5-14. Muljni klasti u kalkarenitu (strelice).

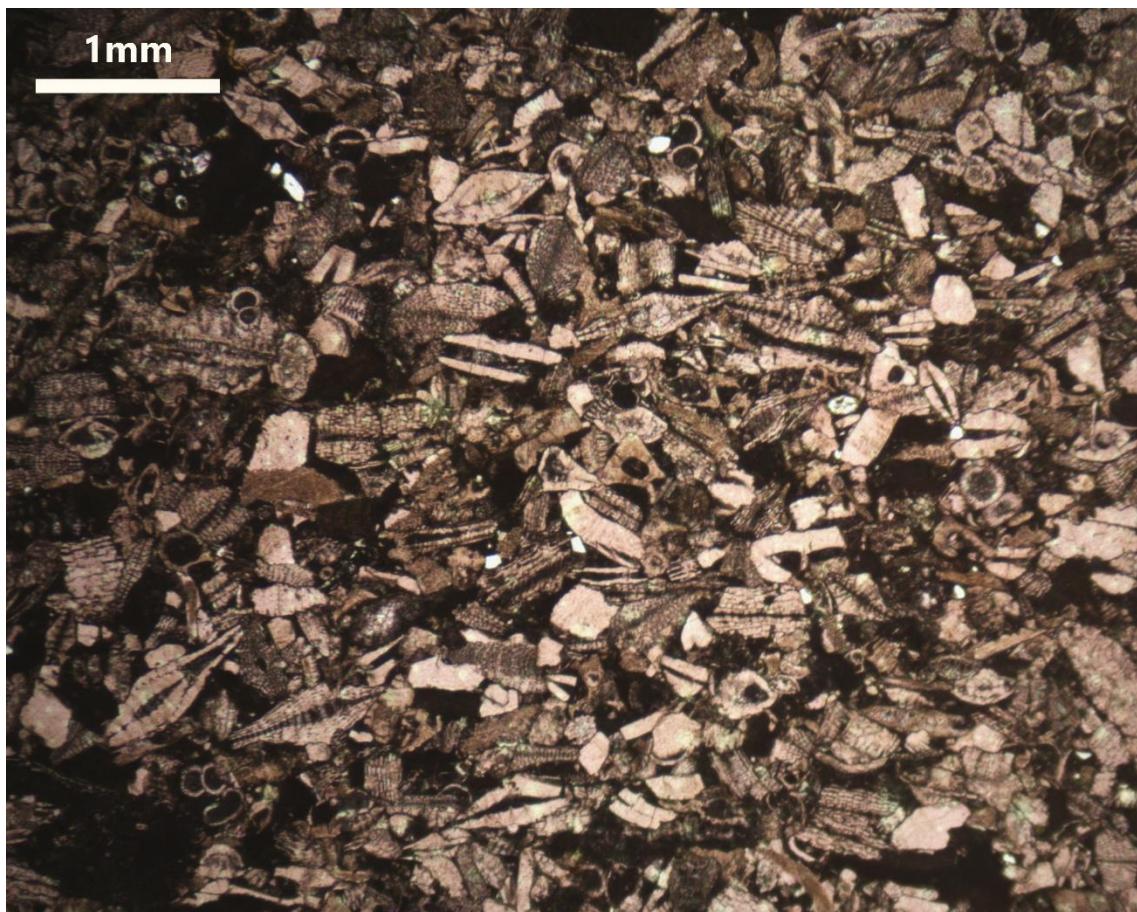
Mikropetrografski kalkareniti odgovaraju uzorku **SK-4**. U sastavu uzorak je homogen i sastoji se od dobro sortiranog fosilnog detritusa. Gusto zbijeni fosilni detritus se sastoji najvećim dijelom od fragmenata bentičkih foraminifera, ježinaca, litotamnijskih algi, a prisutne su i planktonske foraminifere (slika 5-15.).

Zbog izrazito gustog pakiranja i jako zbijenog biodetritusa vezivo je teško odraditi. Prepostavlja se da se radi o matriksu.

Izrazito je mali udio siliciklastične komponente. Mjestimice se vide sitne nepravilne čestice glaukonita.

Stijenu determiniramo kao **biokalkarenit**.

Dobra sortiranost detritusa, zbijenost i usitnjenost dominantno fosilnih čestica ukazuje na pretaloživanje, a pojava glaukonita je specifična u dubljim morskim uvjetima. Budući da porijeklo biodetritusa ukazuje na plitko kontinentalno područje šelfa, može se zaključiti da je materijal donesen iz takvih okoliša. Međutim, prisustvo glaukonita i planktonskih foraminifera ukazuje na taloženje u dubljevodnom, pelagičkom okolišu. Sve navedene karakteristike upućuju na pretaloživanje čestica veličine pijeska vjerojatno turbiditnim strujama.



Slika 5-15. Ilustracija mikropetrografskeg sastava biokalkarenita.

BIOKSLKSILTITI

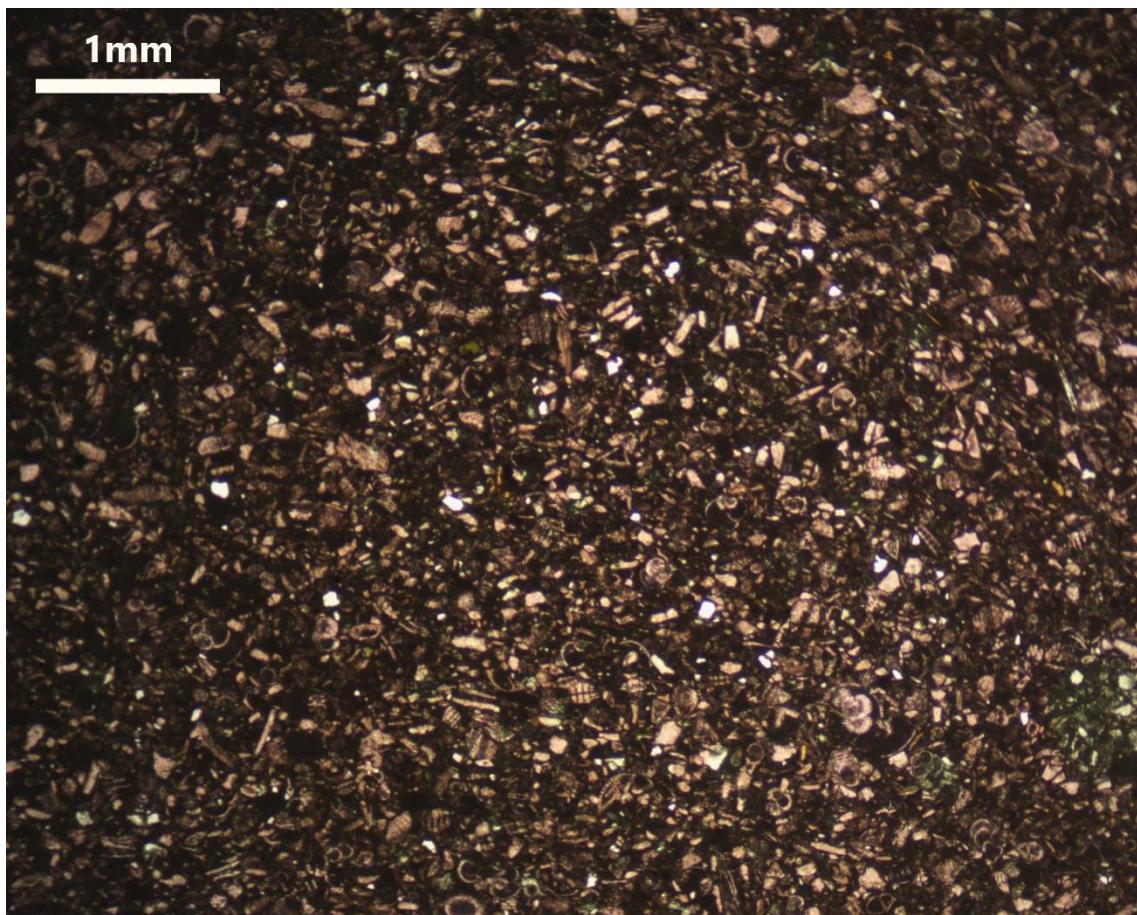
Biokalksiltiti se talože kontinuirano na biokalkarenite. Debljina intervala biokalksiltita nije definirana. Interval je homogene građe.

Mikropetrografski sastav biokalksiltita reprezentira uzorak **SK-5** (slika 5-16.). U uzorku su vidljive zbijene sitne krhotine fosila. Osim fragmenata ježinaca te bentičkih foraminifera (numulita i diskociklina), u većoj mjeri prisutni su i ostaci planktonskih foraminifera.

Bioretitus je homogeno raspoređen u cijelom uzorku i srednje je zbijen, između fragmenata nalazi se mikritna osnova. Siliciklastični detritus se sastoji od čestica kvarca koji se procjenjuje na volumni udio od oko 5%.

Stijenu je determinirana kao **biokalksilitit**.

Zbijenost dominantno fosilnih čestica dimenzija silta indicira pretaloživanje na sličan način kao što je opisano za jedinicu biokalkarenita. Taloženje se događalo u dubljim morskim uvjetima. Bioretitus je pretaložen s područja šelfa vjerojatno turbiditnim strujama.



Slika 5-16. Mikropetrografski izgled biokalksiltita (uzorak SK-5)

KALCITIČNI LAPOR – „TUPINA“

Interval kalcitičnog laporja taložen je kontinuirano na interval biokalksiltita, a debljine je nekoliko desetaka metara (N. Bralić, usmena komunikacija). Ova stijena je izrazito homogena (slika 5-17), a predstavlja tip stijene koji se nekada jedini eksplotirao za proizvodnju cementa.

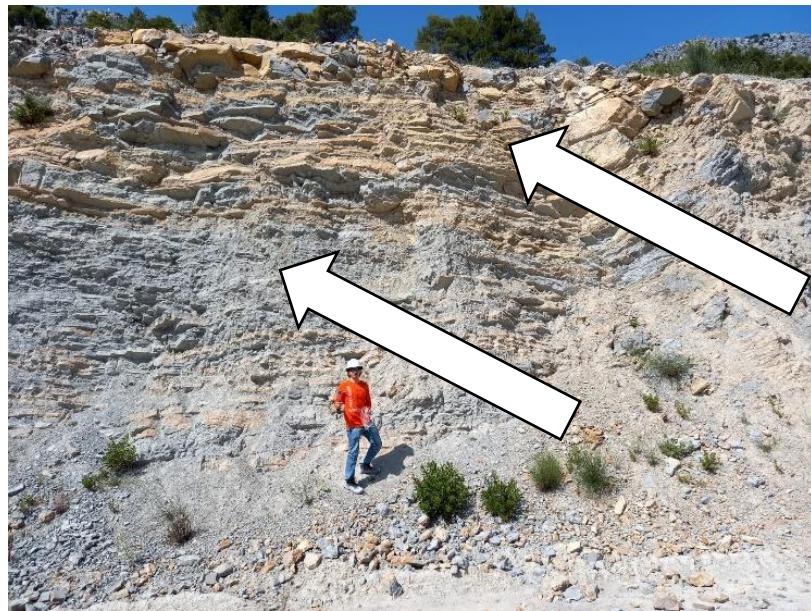
Taloženje ovako velike količine pelitnog (sitnozrnatog) materijala događalo se slijeganjem iz suspenzije odnosno iz vodom jako razrijeđenog turbiditnog toka.



Slika 5-17. Homogeni izgled kalcitičnog lapora – „tupine“

IZMJENA LAPORA I PJEŠČENJAKA S RJEĐIM SLOJEVIMA KONGLOMERATA

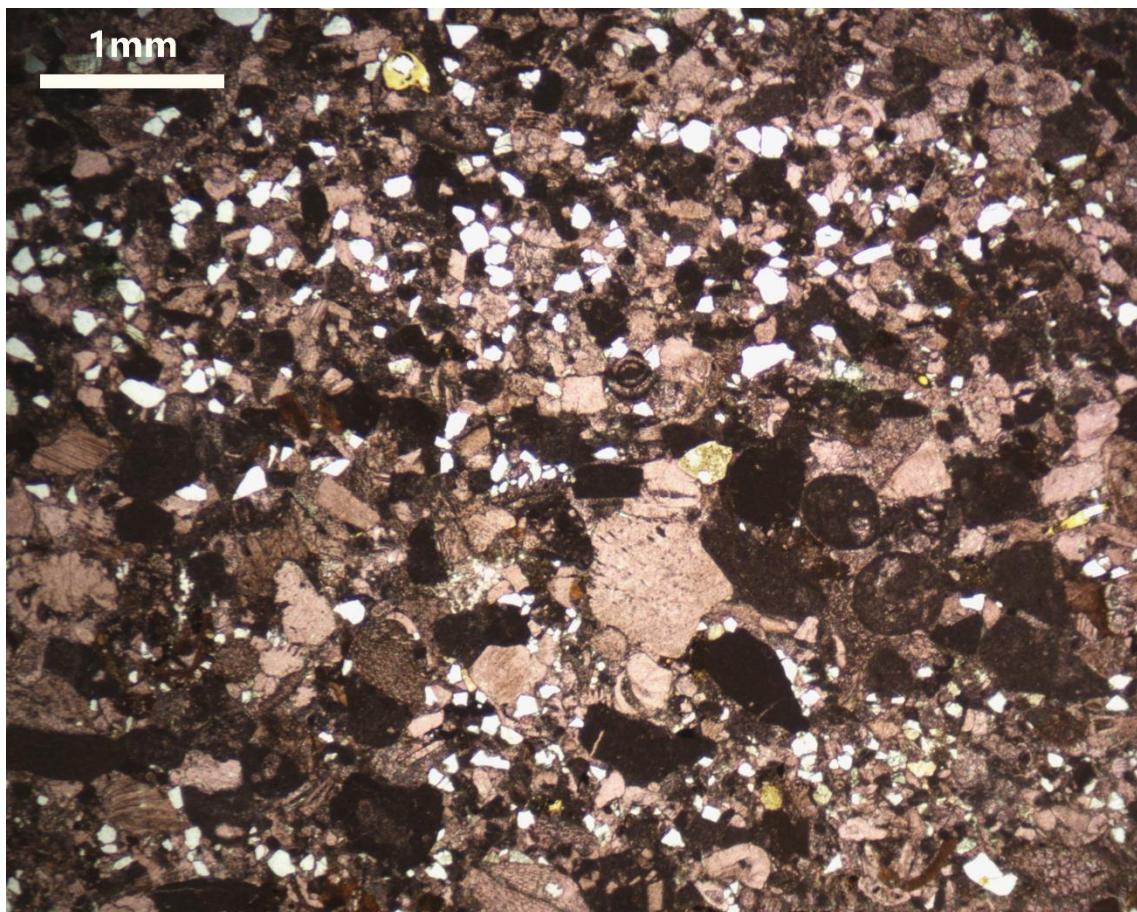
Izmjena lapora i pješčenjaka predstavlja izrazito debelu jedinicu. U jedinici su prisutni nekoliko centimetara ili decimetara debeli pločasti slojevi pješčenjaka i isto tako debeli proslojci lapora (slika 5-18). Slojevi konglomerata se rijetko pojavljaju. U pješčenjacima se ne vidi određena tekstura. Na slojnim plohama pješčenjaka nalazi se često biljni detritus. Za potrebe ovog rada analiziran je jedino uzorak pješčenjaka reprezentiran uzorkom **N-2B**.



Slika 5-18. Izgled izmjene lapora i pješčenjaka s rjeđim slojevima konglomerata na kopu. Sivi slojevi predstavljaju lapore (strelica), a smeđežućasti slojevi predstavljaju pješčenjake (strelica),

U mikroskopu se u uzorku **N-2B** vidi da se sastoji od: biodetritusa arenitnih dimenzija, litoklasta vapnenaca i siliciklastičnih stijena (kvarc i fragmenti metamorfita) arenitnih dimenzija (slika 5-19). Biodetritus se po sastavu ne razlikuje bitno od biokalkarenita (prisutni su fragmenti bentičkih foraminifera, ježinaca i planktonskih foraminifera). Litoklasti vapnenaca su loše zaobljeni i nepravilnih oblika. Udio siliciklastičnog detritusa je procijenjen na 20%. S obzirom na dominaciju litoklasta u odnosu na fosilni detritus ova je stijena određena kao **karbonatni pješčenjak**.

Izmjena pješčenjaka i lapora kao i povremena pojava konglomerata ukazuju na taloženje iz turbiditnih tokova odnosno možemo ih interpretirati kao turbiditne intervale Ta-Te.



Slika 5-19. Mikropetrografski sastav karbonatnog pješčenjaka (uzorak N-2B).

7. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Naslage fliša prisutne na eksploatacijskom kopu „Sv. Juraj – Sv. Kajo“ taložene su u uvjetima dubljeg morskog okoliša odnosno u predgorskem bazenu koji se tijekom srednjeg i gornjeg eocena formirao ispred navlačnog fronta Dinarida (Marinčić, 1981; Marjanac, 1987).

Terenskim i laboratorijskim istraživanjima prikazanim u ovom radu definirano je sedam taložnih jedinica različitih litoloških karakteristika (slično kao što je opisano u radu Bralić i Malvić, 2022). Izdvojene jedinice su: Debriti, Lapor (kalklutiti) s numulitima, Biokalkruditi (tzv „Numulitne breče“), Biokalkareniti, Biokalksiltiti, Lapor – tupina i Izmjena laporanja i pješčenjaka s rijedim proslojcima konglomerata.

Makroskopski i mikroskopski utvrđena petrološka svojstva stijena fliša ukazuju da je glavni proces u taloženju bilo pretaloživanje detritusa iz plitkog u dublji okoliš mehanizmima gravitacijskih tokova.

Prilikom taloženja jedinice debrita, koja se nalazi u početku istraženog slijeda (slika 5-2), došlo je do pretaloživanja mehanizmom toka stijenskog krša iz plićeg dijela taložnog okoliša (šelfa) u dublji, pelagički taložni okoliš (dubokovodni predgorski bazen). Na to ukazuje prisutnost velikih blokova, kaotični raspored klasta, neuređena struktura te obilje matriksa. Do pokretanja detritnog toka došlo je najvjerojatnije uslijed snažne tektonske aktivnosti (Marjanac, 1987). Mjestimično vidljivi fragmenti slampova u debritu ukazuju na početak kretanja toka klizanjem i slampiranjem duž strme padine. Iz takvih su se primarnih resedimentacijskih kretanja mogli razviti najprije debriti, a zatim i turbiditi (Mutti, 2003).

Taloženje laporanja (kalklutiti) s numulitima, biokalkrudita (tzv „numulitnih breča“), Biokalkarenita, Biokalksiltita i Laporanja (tupine) također odražava procese pretaloživanja gravitacijskim tokovima, no u slučaju ovih jedinica tokovi imaju turbiditni karakter (Marjanac, 1987). Iako opisane naslage (lapor s numulitima, biokalkrudita (tzv „numulitnih breča“), biokalkarenita i biokalksiltita) mikropetrografske izrazito sliče primarnim stijenama – vagnencima, fragmentiranost ljuštura ipak sugerira da se ne radi o primarnom nego o detritičnom materijalu koji se pretaložio iz plitkog u dubljevodni okoliš. Stoga su pri determinaciji korišteni nazivi uobičajeni za intrabazenski pretaložene stijene (Tišljar, 2001).

Na osnovi fragmentiranih bentičkih foraminifera može se zaključiti da osnovni biodetritus potječe s karbonatnog šelfa, a prisutnost planktonskih foraminifera ukazuje na

pretaloživanje u pelagičnom okolišu. Na pretaloživanje ukazuje i obilje istaloženog matriksa koji se sastoji od mikrita kao i zaobljenost, te fragmentiranost fosilnog detritusa .

Detritus arenitnih i ruditnih dimenzija je pretaložen s područja šelfa vjerojatno turbiditnim strujama velike gustoće, a taloženje pelitnog (sitnozrnatog) materijala (lapor – „tupina“) događalo se slijeganjem iz suspenzije odnosno taloženjem iz vodom jako razrijeđenog turbiditnog toka (turbiditni tok male gustoće).

Izmjena pješčenjaka i laporanja kao i povremena pojava konglomerata ukazuju također na taloženje iz turbiditnih tokova, odnosno možemo ih interpretirati kao turbiditne intervale Ta-Te istaložene u distalnom, zaravnjenom dijelu dubokovodnog bazena.

Slijed prikazan na slici 5-2 odražava redoslijed taloženja u periodu srednji-gornji eocen pri čemu je jedinica debrita najstarija, a jedinica izmjene laporanja i pješčenjaka s rijedim proslojcima konglomerata predstavlja najmlađe taloge.

8. LITERATURA

- BRALIĆ, N., MALVIĆ, T., 2022. Interpretation of Chemical Analyses and Cement Module sin Flysch by (Geo) Statistical Methods, Example from the Southern Croatia. Processes 10, 813, 2-16. doi.org/10.3390/pr10050813
- EVAMY, B. D., SHERMAN, D. J. 1962. The application of chemical staining techniques to the study of diagenesis in limestones. Proc. Geol. Soc. London 1599, str, 102-103
- GRABAU, A. W., 1913. Principles of Stratigraphy, I & II. Dover Publ. Inc., New York, 1185 str.
- KERNER, F., 1903. Gliederung der spalatiner flyschformation. Verh. geol. R. A. Wien.
- MAGAŠ, N., MARINČIĆ, S., 1973. Tumač za listove Split i Primošten. Savezni geološki zavod, Beograd.
- MARINČIĆ, S., 1981. Eocenski fliš jadranskog pojasa. Geo. Vjesnik, 34, str, 27-38
- MARINČIĆ, S., MAGAŠ, N., BOROVIĆ, I., 1971. Osnovna geološka karta, M 1:100 000, za listove Spčit i Primošten. Savezni geološki zavod, Beograd.
- MARJANAC T., 1987. Sedimentacija Kernerove „srednje fliške zone“ (paleogen, okolica Splita). Geo. Vjesnik, 40, str. 177.-194.
- MUTTI, E., 2003. Turbidite sandstones. Agip, Instituto di geologia Universita di Parma, 275 str.
- TIŠLJAR, J., 2001. Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 375 str.

Elektronički izvori:

[1]<https://earth.google.com/web/search/split/@43.55205685,16.4630924,113.89687982a,6945.66494673d,35y,0h,0t,0r/data=CnAaRhJACiUweDEzMzU1ZGZjNmJiY2Y1MTc6MHhhMTc5OGZmNjMxYjQ5Zjk4GcLuhRPiwUVAIb9KmS-KcTBAKgVzcGxpdBgBIAEiJgokCe4tRLZM5UZAEG6ZAoR5UZAGaG5sVJ89S9AIY8qRA7W8i9A> (8.7.2022.)

Neobjavljeni izvori:

LUKŠIĆ, B., PENCINGER, V., OŽANIĆ, M., CRNOGAJ, S., DEDIĆ, Ž., JURIĆ, A., 2008. Elaborat o rezervama mineralnih sirovina za proizvodnju cementa na eksploracijskom polju „Sv. Juraj – Sv. Kajo“ – obnova., Hrvatski geološki institut, Knjiga I,

IZJAVA
o autorstvu i pohrani završnoga rada u digitalnom arhivu
(institucijskom repozitoriju) Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Ime i prezime studenta/ice: Juraj Ružić

E-mail studenta/ice za kontakt: jurajrui7@gmail.com

Vrsta ocjenskog rada: Završni rad

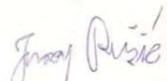
Naslov ocjenskog rada: PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE EOCENSKIH FLIŠNIH NASLAGA
OKOLICE SPLITA

Mentor/ica (Voditelj/ica) ocjenskog rada: Dunja Aljinović

Zavod: Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine

Ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog završnoga rada, da sadržaj predane elektroničke datoteke (u PDF-u) u potpunosti odgovara sadržaju obranjenog završnoga rada, te da sam suglasan/a da se završni rad u elektroničkom obliku trajno pohrani u digitalnom arhivu Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, odnosno, sukladno Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju (NN 94/13), u javnoj internetskoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Potpis studenta/ice:



Datum: 8.7.2022.