

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Sanja Peradinović

Donjotrijaske naslage u području Jurića (Svilaja)

Seminar III

Preddiplomski studij geologije

Mentor: doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

Zagreb, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

DONJOTRIJASKE NASLAGE U PODRUČJU JURIĆA (SVILAJA)

Sanja Peradinović

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska

Sažetak: Na području sela Jurići uzorkovano je osam uzoraka donjotrijaskih klastičnih naslaga u slijedu od dva metra. Uzorci su obrađeni u laboratorijima Geološkog odsjeka kako bi se ustanovili mogući fosilni ostatci te sastav i struktura istraživanih naslaga. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da se radi o arenitima i siltitima, s vrlo rijetkim fosilnim nalazima. Prema zaobljenosti, sortiranosti i količini prisutnog cementa određen je strukturno zreli sediment koji je taložen u relativno plitkom moru.

Ključne riječi: pješčenjaci, siltiti, donji trijas, Svilaja

Rad sadrži: 38+V stranica, 40 slika, 1 tablica, 15 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnjoj geološkoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska

Mentor: doc. dr. sc. Karmen Fio Firi, PMF, Zagreb

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Marijan Kovačić, PMF, Zagreb

doc. dr. sc. Katarina Gobo, PMF, Zagreb

doc. dr. sc. Karmen Fio Firi PMF, Zagreb

Datum završnog ispita: 22.09.2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

LOWER TRIASSIC DEPOSITS IN THE AREA OF JURIĆI VILLAGE (MT.SVILAJA)

Sanja Peradinović

Thesis completed in: Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia.

Abstract: In the area of the village of Jurići, eight samples of Lower Triassic deposits were sampled in a sequence of two meters. The samples were processed in the laboratories of the Department of Geology in order to establish possible fossil remains and the composition and structure of the investigated deposits. From the obtained results it can be concluded that they are arenites and siltites, with very rare fossil findings. According to the roundness, sorting and amount of cement present, structurally mature sediment was determined, deposited in a relatively shallow sea.

Keywords: sandstones, siltites, Triassic, Svilaja

Seminar contains: 38+V pages, 40 figures, 1 table, 15 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geological Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia

Supervisor: Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant professor, Faculty of Science, Zagreb

Reviewers: Marijan Kovačić, Ph.D, Full Professor, Faculty of Science, Zagreb

Katarina Gobo, Ph.D., Assistant professor, Faculty of Science, Zagreb

Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant professor, Faculty of Science, Zagreb

Date of the final exam: September 22, 2021

Sadržaj:

1. Uvod	1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja	4
3. Metode istraživanja	6
3.1. Terenska istraživanja.....	6
3.2. Laboratorijski rad	7
3.2.1. Izrada preparata.....	7
3.2.2. Analiza preparata	7
3.2.3. Priprema uzoraka za kalcimetriju i analiza udjela karbonata u uzorku	9
4. Rezultati	12
4.1. Uzorak J-1.....	13
4.2. Uzorak J-2.....	16
4.3. Uzorak J-3.....	18
4.4. Uzorak J-4.....	21
4.5. Uzorak J-5.....	23
4.6. Uzorak J-6.....	25
4.7. Uzorak J-7.....	27
4.8. Uzorak J-8.....	29
4.9. Razlike u sastavu i veličini čestica te rezultati kalcimetrije	32
5. Rasprava	34
6. Zaključak	36
7. Literatura	37
Popis slika	IV

1. Uvod

Planina Svilaja (Slika 1) nalazi se u području Dalmatinske zagore, usporedno s višim sjevernijim lancem Dinara–Troglav. Pruža se smjerom sjeverozapad-jugoistok između Sinjskog i Petrovog polja u dužini oko 30 km. Najviši vrh Svilaje naziva se Svilaja, ili Bat, a nalazi se na visini od 1508 n.m. [web izvor 1]

Na južnom dijelu planine Svilaje izdanjuje trijaski slijed naslaga koji je sastavljen od donjotrijaskih karbonatnih i siliciklastičnih slojeva prekrivenih anizijskim brečama. Donji trijas Dinarida, pa ujedno i Svilaje, karakteriziran je prisustvom 'sajskih' i 'kampilskih' naslaga. Sajske naslage terigenog su porijekla te ih izgrađuju pretežito sivi, crvenkasti tinjčasti pješčenjaci bogati različitim teksturama plitkog i uzburkanog mora, dok unutar kampilskih naslaga udio terigene komponentne opada, a postupno počinje prevladavati udio karbonatne komponente [web izvor 2]. Slične naslage nalazimo na lokalitetu Plavno gdje također prevladavaju već spomenute sajске i kampilske naslage (ALJINOVIĆ et al., 2018).

Na području Svilaje trijaskе naslage sačinjavaju četiri neformalne litostratigrafske jedinice (HERAK et al., 1983):

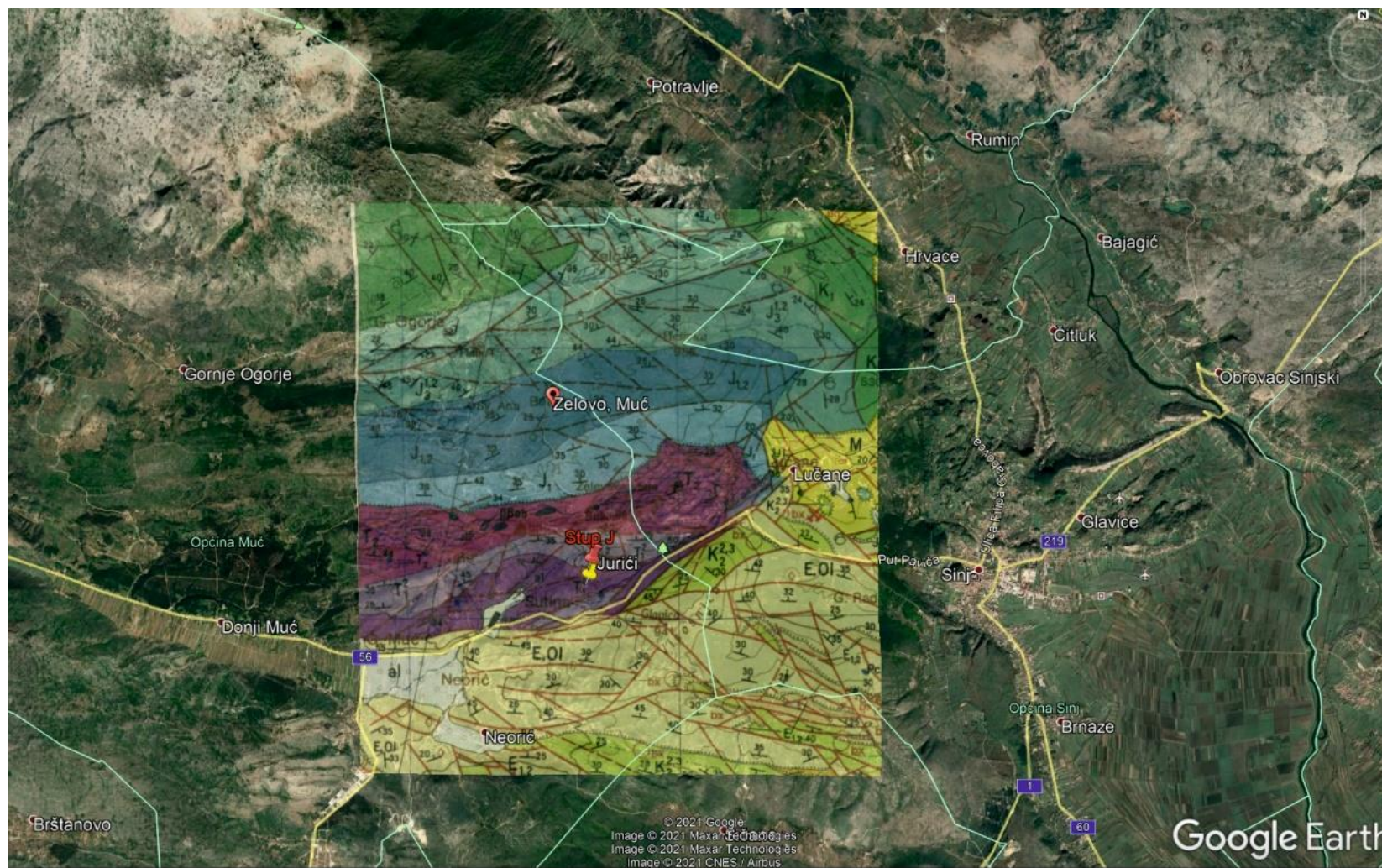
- bazni karbonatni slijed naslaga
- smečkasto-crvenkaste pješčenjačko-siltitne naslage
- sive vapnenačko-laporovite naslage
- dolomitni stijenski kompleks.

Selo Jurići, u blizini kojega je vršeno uzorkovanje za potrebe ovoga seminara, nalazi se u široj okolini grada Sinja, na cesti prema Zelovu (Slika 2), gdje se uz cestu mogu naći lijepo otvoreni izdanci ponajviše crveno obojenih tinjčastih naslaga, koje su pripisane donjem trijasu (PAPEŠ et al., 1984). Uzorkovanje je vršeno u sklopu terenskih istraživanja na projektu Hrvatske zaklade za znanost IP-2019-04-7042 (voditelj prof. dr. sc. Marijan Kovačić). Fokus ovog seminara bit će na crvenkastom pješčenjačko-siltitnom kompleksu, koji se sastoji od debelih, sitnozrnatih pješčenjaka, siltita i pelita s manjim proslojcima karbonatnih stijena.

Cilj ovog seminara je analizirati osam odabranih uzoraka uzorkovanih unutar dva metra slijeda naslaga u okolini sela Jurići. Izradom preparata bit će omogućeno odrediti sastav i veličinu čestica, sortiranost i zaobljenost te prisutnost fosilnih ostataka. Postupkom kalcimetrije odredit će se količina karbonatne komponente u uzorcima. Temeljem prikupljenih podataka izvest će se zaključak o dijelu okoliša u kojem su taložene istraživane naslage.



Slika 1. Geografski položaj Svilaje, preuzeto iz MILOVIĆ et al. (2020)



Slika 2. Geološka karta (OGK Sinj, PAPEŠ et al., 1982) preključena preko Google Earth karte, s označenim lokalitetom sela Jurići (žuto) i mjestom uzorkovanja istraživanih naslaga (crveno)

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Istraživanja donjotrijaskih naslaga na području Svilaje započela su još početkom 20. st. (KITTL, 1903), a nastavljena su sedamdesetih i osamdesetih godina prošloga stoljeća (KRYSTYN, 1974; HERAK et al., 1983; ŠČAVNIČAR & ŠUŠNJARA, 1983), i kasnije radovima autora JELASKA et al. (2003), MARJANAC (2000), VUDRAG & SREMAC (2015) kao i trenutnim istraživanjima FIO FIRI et al. (u postupku objave, osobna komunikacija).

Donjotrijaske naslage su dobro poznate na području Muća (KITTL 1903; KRYSTYN 1974) i predložene kao *locus typicus* europskog donjeg trijasa – gornjeg 'skita' (HERAK et al. 1983; ŠČAVNIČAR & ŠUŠNJARA 1983).

Prema HERAK et al. (1983) i ŠČAVNIČAR & ŠUŠNJARA (1983) druga od četiri neformalne litostratigrafske jedinice unutar donjotrijaskih naslaga – smečkasto-crvenkaste pješčenjačko-silitne naslage – sastoji se od kompleksa horizontalno ili koso laminiranih tinjčastih pješčenjaka, silita ili pelita. Sastoji se od kvarca, muskovita, klorita, biotita, feldspata i ilita. Svi klastični članovi sadrže određeni udio karbonatne komponente (24–49% CaCO₃) koja dolazi od fosilnih ostataka ili kalcitnog cementa. Sintaksijalni cement je rijetko prisutan. Djelomično prisustvo pirita dokazuje djelomično reduktivni sedimentni okoliš, dok su oksidativni uvjeti dokazani prisutnošću limonita. Debljina ovog intervala iznosi otprilike 30 m. Kalkareniti dolaze sa sitnoznatim i djelomično rekristaliziranim vapnencima. Zbog prisutnosti hematita i limonita boja je crvenkasto-smeđa ukazujući na oksidirani taložni okoliš. Debljina naslaga je oko 45 m. Najgornji dio jedinice sadrži dominantno klastične stijene kao što su tinjčasti pješčenjaci, siliti i peliti (HERAK et al., 1983). Nadalje, ŠČAVNIČAR i ŠUŠNJARA (1983) su donjotrijaske naslage na profilu Muća podijelili u tri intervala: donji (prvih 30 m profila), srednji (45 m) i gornji (približno 55 m). U prvom intervalu prevladavaju sivi sitnozrnati pješčenjaci u izmjeni sa silitima. Veličina zrna ne prelazi 0,14 mm, iako su izuzetak listićavi minerali koji su krupniji i zaobljeniji. Minerali koji prevladavaju su: kvarc, muskovit, klorit i feldspati. Cement je pretežito kalcitni, sitnozrnate mozaične strukture, ali dio pješčenjaka ima i sintaksijalni kvarcni cement. U drugom intervalu sivu boju naslaga postupno zamjenjuje ljubičasto-crvenkasta boja. Među tankouslojenim klastitima sve češći su ulošci nešto deblje uslojenih vapnenaca. Terigeni članovi, interstratificirani u ovom pretežito karbonatnom intervalu, jesu tinjčasti pješčenjaci, siliti i peliti. Sastav im je isti

kao i u nižem intervalu, dok im je cement najčešće kalcitni. Treći interval sadrži klastične stijene. Pješčenjaci koji su rezistentniji strše izvan pelita kao oštro izlučeni slojevi te se na samom vrhu pojavljuje tanko uslojeni dolomikrit (80 cm) (ŠĆAVNIČAR & ŠUŠNJARA, 1983).

3. Metode istraživanja

3.1. Terenska istraživanja

Prospekcija terena na širem području južnog dijela Svilaje i uzorkovanje uzoraka korištenih u sklopu ovoga seminara obavljani su u listopadu 2020. godine. Koordinate lokaliteta na kojem je uzorkovano su $16,54684^\circ$, $43,70315^\circ$. Na izdanku visine 2 metra (Slika 3) uzorkovano je osam uzoraka, označenih oznakama J-1 do J-8, koji će u nastavku biti opisani makroskopski i mikroskopski kako bi se utvrdile karakteristike uzorkovanih naslaga.



Slika 3. Izdanak donjotrijaskih naslaga u blizini sela Jurići

3.2. Laboratorijski rad

Za potrebe ovoga seminara opisivana je boja uzoraka J-1 do J-8 prikupljenih na terenu, izrađeni su preparati, kako bi se opisao sastav i veličina čestica, zaobljenost i sortiranost te prisutnost fosilnih nalaza. Za uzorke J1 – J5 prikazan je udio čestica u uzorcima jer su čestice dovoljno velike za odredbu, a odabrani uzorci su pripremljeni i za analize udjela karbonata u uzorcima.

3.2.1. Izrada preparata

U laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta izrađeni su mikroskopski preparati svih prikupljenih uzoraka. Preparati se izrađuju na način da se od uzorka stijene prvo izreže tanka pločica. Svaka pločica mora se dobro ispolirati. Poliranje može potrajati neko vrijeme te se svaka pločica mora prati i označiti kako ne bi došlo do zamjene uzoraka. Nakon toga slijedi sušenje uzoraka i ljepljenje na predmetno stakalce pomoću smole, najčešće Kanada balzamom. Slijedi strojno stanjivanje uzorka nakon čega se uzorci abrazivnim prahom ručno bruse do debljine od 0.02–0.03 mm. Nakon brušenja preparat se, prema potrebi, pokriva pokrovnim stakalcem te je spreman za mikroskopiranje i daljnje analize.

3.2.2. Analiza preparata

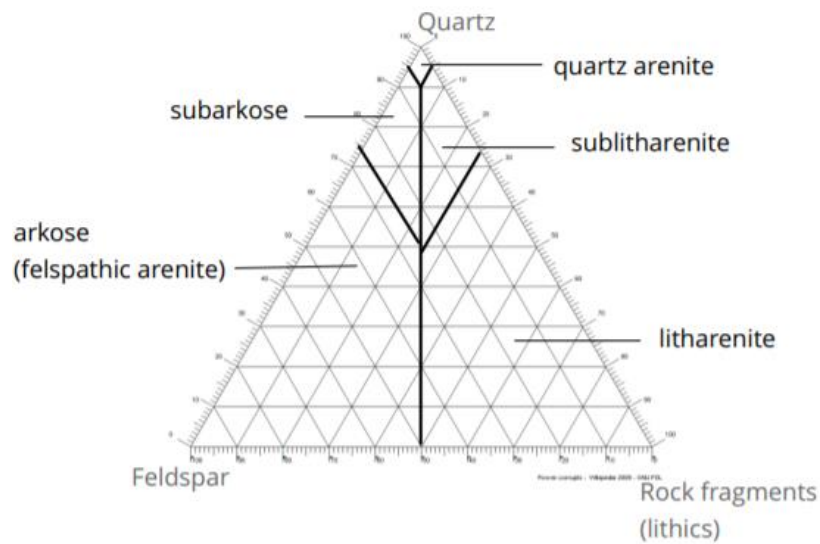
Prilikom opisivanja preparata, određuju se:

- a) sastav čestica
- b) veličina čestica
- c) sortiranost i zaobljenost
- d) prisutnost fosila

Sastav je utvrđen na temelju 100 zrna pomoću tri linije koje prolaze kroz preparat na način da su brojana zrna koje linija presijeca. Veličina je utvrđena na temelju 50 zrna raspoređenih po preparatu. Postupak je proveden iscertavanjem, izdvajanjem te procjenjivanjem koliko puta zrno stane u mjerilo od 500 μ m, dok su sortiranost i zaobljenost utvrđeni pomoću etalona. Usmjerenjem fokusa objektiva na kontakt zrna s Kanada balzamom, određeno je radi li se o kremenu ili feldspatu, s obzirom da udaljavanjem preparata od objektiva Beckeova linija ide u

Kanada balzam što znači da je reljef negativan i da se radi o feldspatima, a ako Beckeova linija ide u zrno, onda je reljef pozitivan i radi se kremenu [web izvor 3].

Na temelju prisutnih mineralnih zrna određen je tip pješčenjaka. Korištena je klasifikacija prema Pettijohnu [web izvor 4].



Slika 4. Klasifikacija pješčenjaka po Pettijohnu, preuzeto iz [web izvor 4]

3.2.3. Priprema uzoraka za kalcimetriju i analiza udjela karbonata u uzorku

Priprema uzoraka za kalcimetriju, kao i sama kalcimetrija, rađeni su na Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Za određivanje udjela karbonata odabrano je pet (od ukupno osam) uzoraka koji su pripremljeni na sljedeći način:

1. Odlomljeni dio odabranog uzorka drobi se u željeznoj posudi na sitne komadiće (Slika 5a)
2. Nakon što se postigne dovoljno mala veličina, komadići se usipavaju u drobilicu koja dovodi uzorak do veličine praha (Slika 5b).
3. Nakon drobljenja, uzorci se stavljaju u vrećice koje se pažljivo označavaju.
4. Nakon što je postupak gotov, sva potrebna oprema čisti se za potrebe daljnje uporabe.
5. Postupak se ponavlja za svaki uzorak.

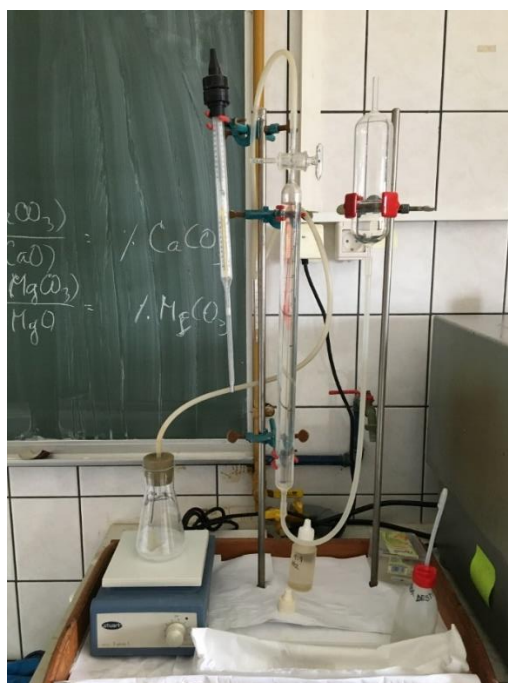


Slika 5. Priprema uzoraka u laboratoriju: a) usitnjavanje uzorka, b) drobljenje uzorka

Nakon pripreme uzoraka u obliku praha, svaki je uzorak potrebno izvagati u količini od 300 miligrama. Potrebne su dvije odvage radi što preciznijih podataka.

Pet od osam uzoraka odabrana su kao reprezentativni, s obzirom da su ostala tri uzorka bila vrlo slična prema makroskopskim i mikroskopskim karakteristikama nekim od pet uzoraka.

Kalcimetrija je metoda koja se temelji na određivanju volumnog udjela ugljikovog dioksida koji nastaje pri reakciji otapanja karbonata u klorovodičnoj kiselini, a provodi se u aparaturi vidljivoj na slici 6. Prije određivanja udjela karbonata u uzorcima od interesa, napravljeno je mjerenje standarda. U Erlenmeyerovu tikvicu stavlja se uzorak te dodaje magnet i 5 ml 18%-tne klorovodične kiseline. Plastičnu posudicu u kojoj se nalazi kiselina se oprezno, pomoću pincete, stavlja pored magneta te paljenjem magnetne miješalice dolazi do reakcije jer upravo pomicanje magneta uzrokuje prevrtanje posudice. Vrlo je bitno da je Erlenmeyerova tikvica zatvorena gumenim čepom kako bi imali potpuno zatvoreni sustav. Neposredno nakon paljenja magnetne miješalice mora se pratiti pad razine vode u odmjernoj cijevi. Pet minuta je dovoljno da uzorak izreagira. Nakon opisanog postupka nužno je oprati svo posuđe. Određivanje udjela karbonata u svakom uzorku provedeno je na isti način kao i kod standarda.



Slika 6. Aparatura za kalcimetriju, Mineraloško-petrografski zavod PMF-a

Pri svakom mjerenju potrebno je očitati:

- volumen ugljikovog dioksida (CO₂)
 - temperaturu
 - tlak
- } potrebni za izračun faktora F_{t,p}

Nakon toga uvrštavamo u formulu koja glasi:

$$\%CaCO_3 = \frac{\text{ml (CO}_2) * F_{t,p} * 2,274 * 100}{\text{mg}_{(\text{uzorak})}} \quad (1)$$

Kao što je gore navedeno, za svaki uzorak treba imati dvije odvage te kada ih se uvrsti u gore navedenu formulu (1) dobiju se dva rezultata za jedan uzorak, a uzima se srednja vrijednost koja se iskazuje u postocima.

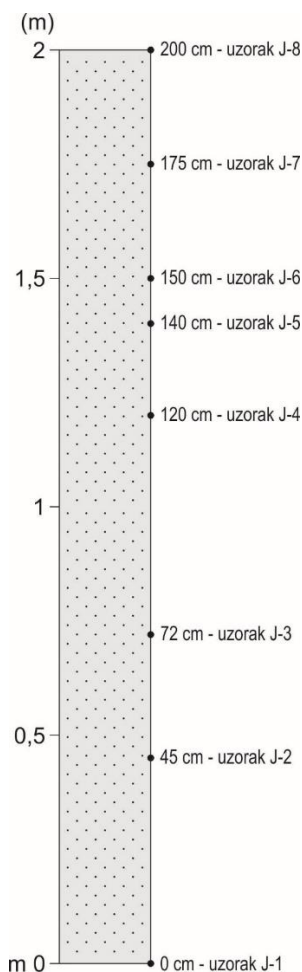
Prema dobivenim udjelima karbonatne komponente uzorak se može odrediti kao:

- < 10 % CaCO₃ – slabo karbonatna stijena
- 10 – 30 % CaCO₃ – srednje karbonatna stijena
- > 30 % CaCO₃ – jako karbonatna stijena

4. Rezultati

Raspored uzoraka u slijedu vidljiv je na shematskom stupu na slici 7.

Rezultati prethodno navedenih analiza određeni su za osam prikupljenih uzoraka J1–J8, dok su rezultati kalcimetrije prikazani za uzorke J-1, J-3, J-6, J-7 i J-8. Bit će prikazano nekoliko svojstava, kao što su: veličina čestica, prosječna veličina čestica, udio kremenca, feldspata, tinjaca i litičnih čestica u uzorcima, udio karbonatne komponente i prisutnost fosilnih ostataka. Dodatno, opisane su karakteristike uzoraka s obzirom na boju, sastav, vrstu i izgled čestica, oblik zrna, prisutnost/odsutnost cementa te zaobljenost i sortiranost čestica.



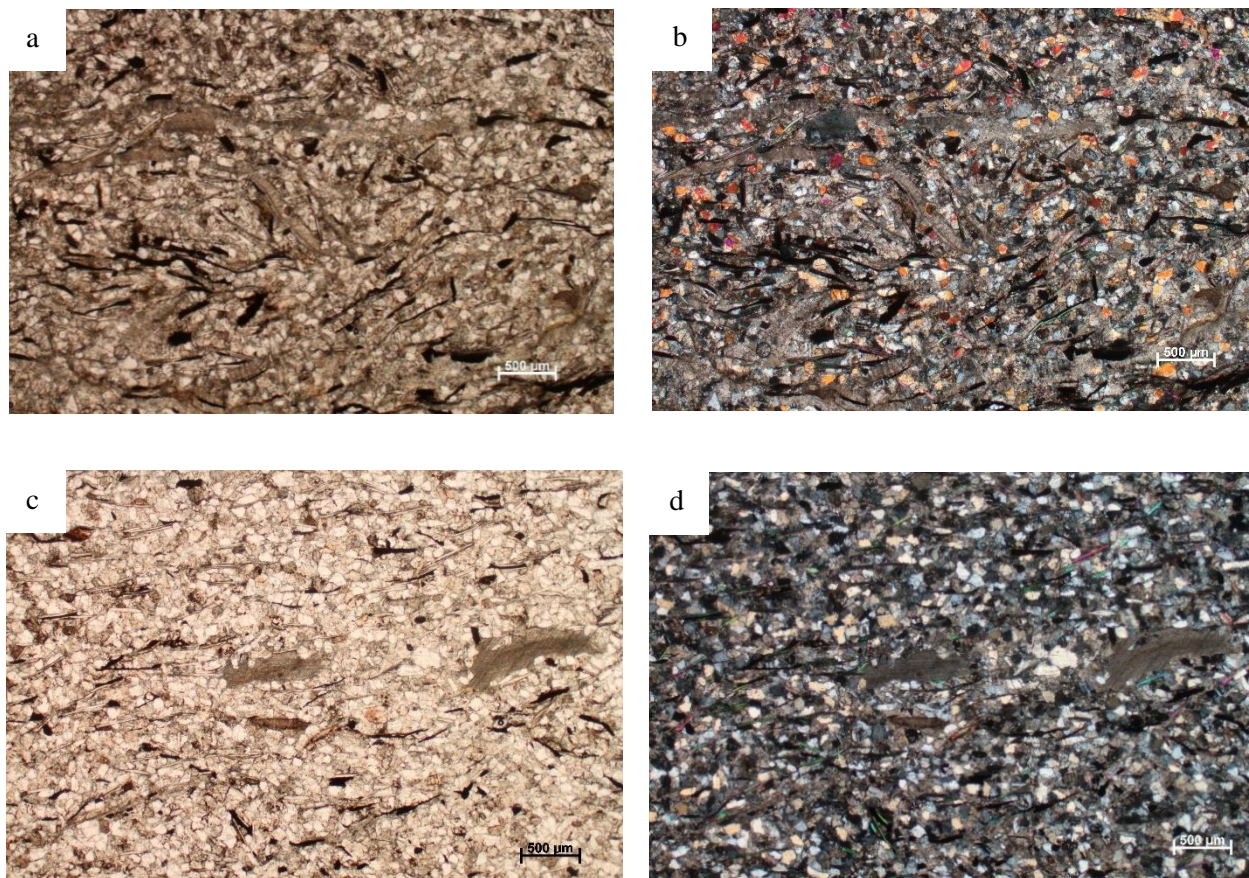
Slika 7. Shematski prikaz uzorkovanog slijeda pješčenjaka u okolini Jurića te položaj analiziranih uzoraka unutar stupa.

4.1. Uzorak J-1

Na slici 8 prikazan je uzorak J-1 u makro veličini. U uzorku prevladava smeđe-crvena boja. Makroskopskim pregledom vidljivo je da uzorak nije homogen, već da postoji raslojenost s obzirom na veličinu i sastav čestica. Zbog veličine uzorka preparatom je obuhvaćen samo dio uzorka te je vidljivo da u uzorku prevladavaju zrna kremena, tinjaca i jako mali broj litičnih čestica (slika 9).

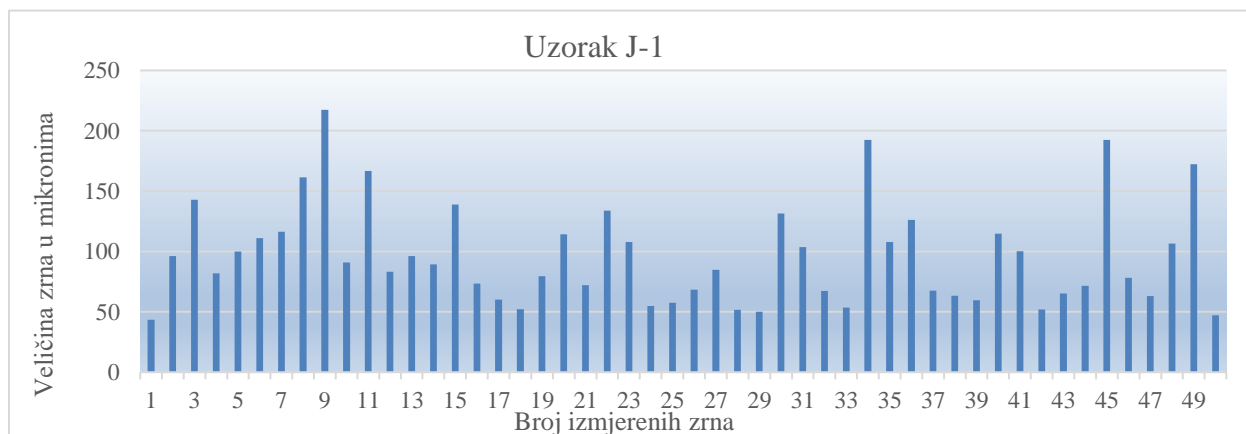


Slika 8. Makro uzorak J-1. Mjerilo prikazuje 1 cm.



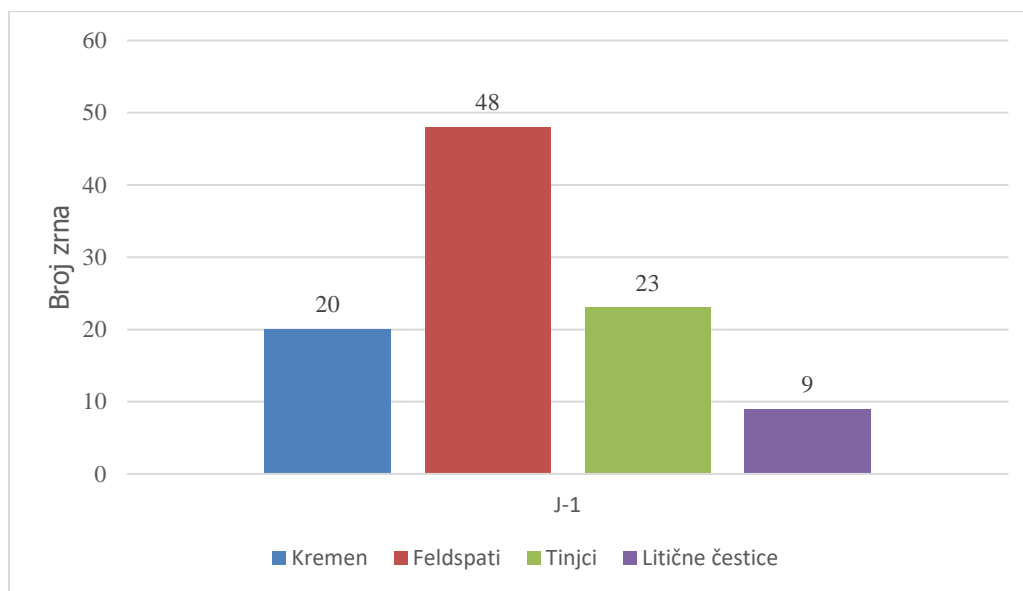
Slika 9. Uzorak J-1: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluuglate do poluzaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je diskoidalno i cilindrično te je u uzorku prisutan cement. U uzorku nisu nađeni cjeloviti fosilni ostaci, no čestice kalcita (slika 9c) su moguće biogenog podrijetla. Veličine čestica kreću se od 43,48 do 217,40 μm , a prosječna veličina čestica je 96,65 μm , stoga se ovdje radi o arenitima (slika 10).

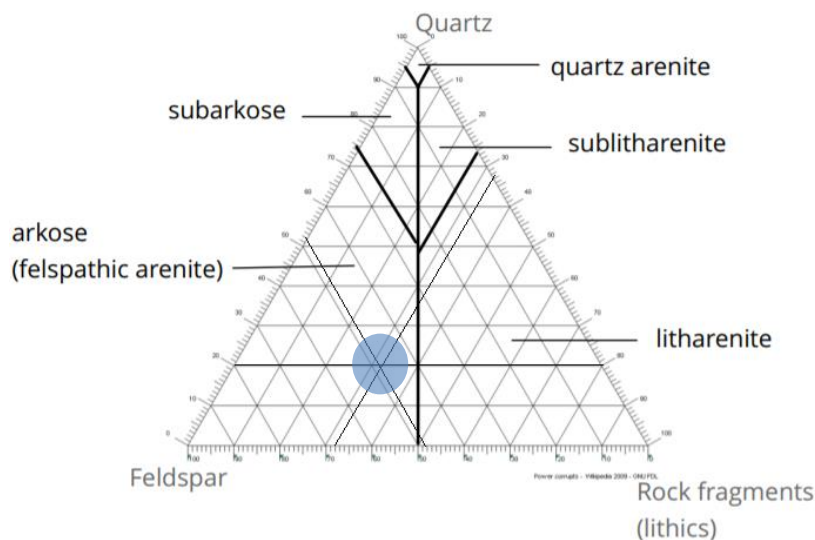


Slika 10. Veličina čestica u uzorku J-1

Prvo mjerenje karbonatne komponente u uzorku iznosilo je 30,7 %, a drugo mjerenje 31,3 %, uzimanjem srednje vrijednosti udio karbonatne komponente iznosi 31 % te prema tome uzorak možemo odrediti kao jako karbonatnu stijenu. Udio čestica je prikazan na slici 11. Prema svemu navedenom možemo odrediti da uzorak pripada feldspatskom arenitu, kao što je i prikazano na slici 12.



Slika 11. Udio čestica u uzorku J-1



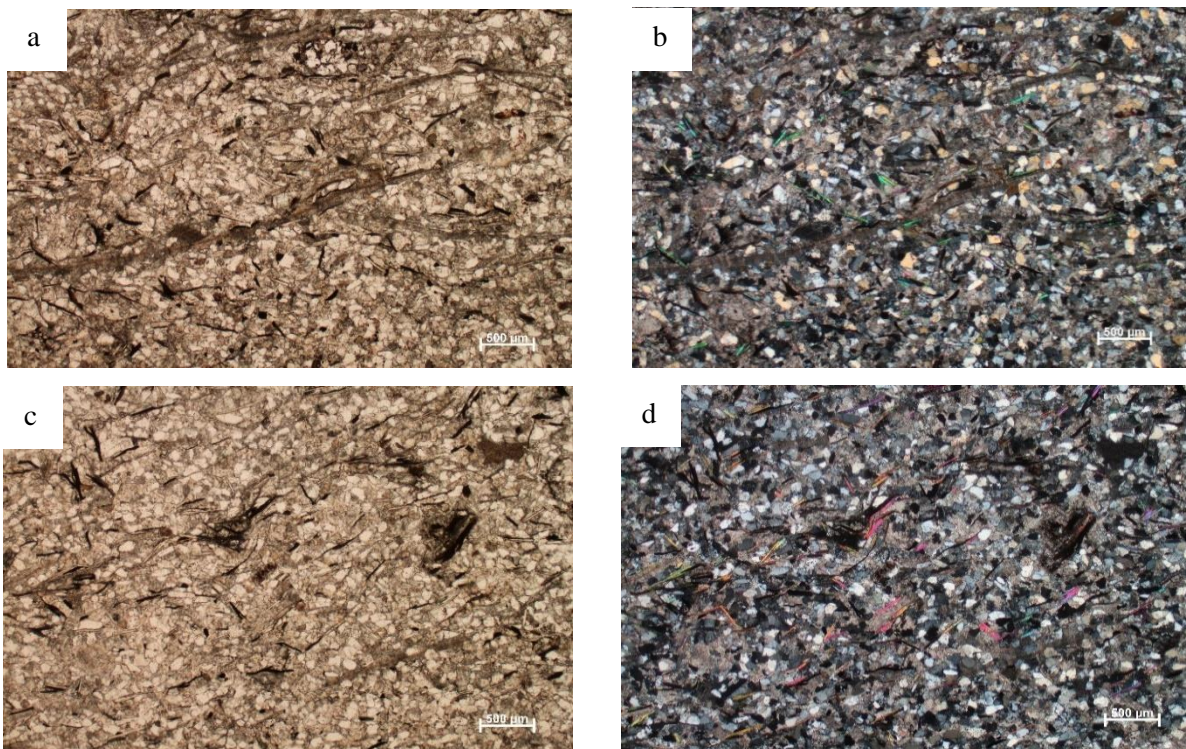
Slika 12. Tip pješčenjaka u uzorku J-1

4.2. Uzorak J-2

Na slici 13 prikazan je uzorak J-2 u makro veličini. U uzorku prevladava smeđa boja, no uočavamo promjene u boji i veličini čestica, kao i laminaciju (slike 13 i 14). U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i mali broj litičnih čestica (slika 14).

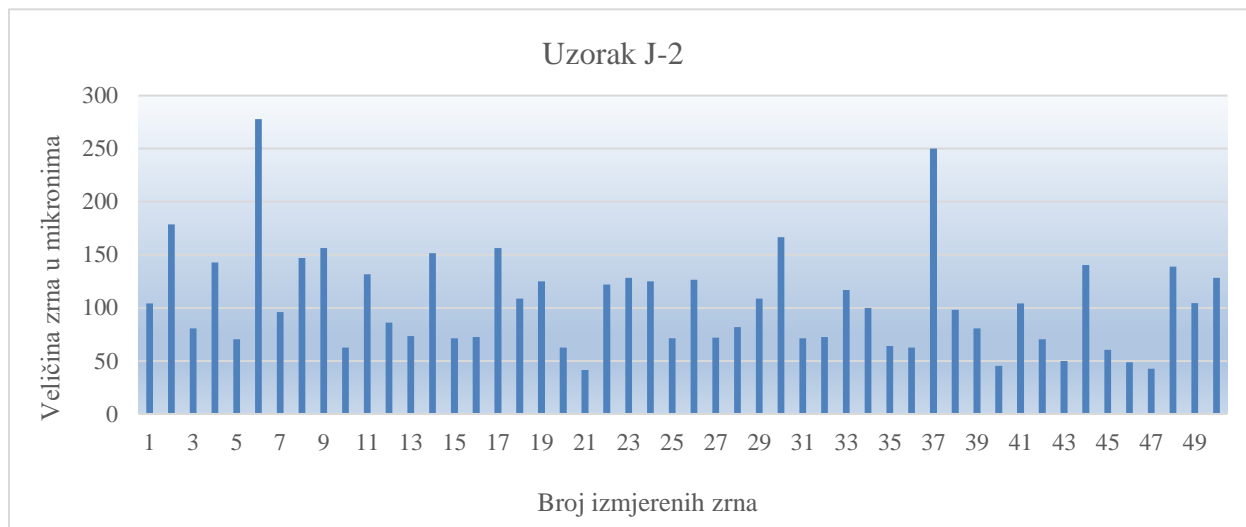


Slika 13. Makro uzorak J-2. Mjerilo prikazuje 1 cm.



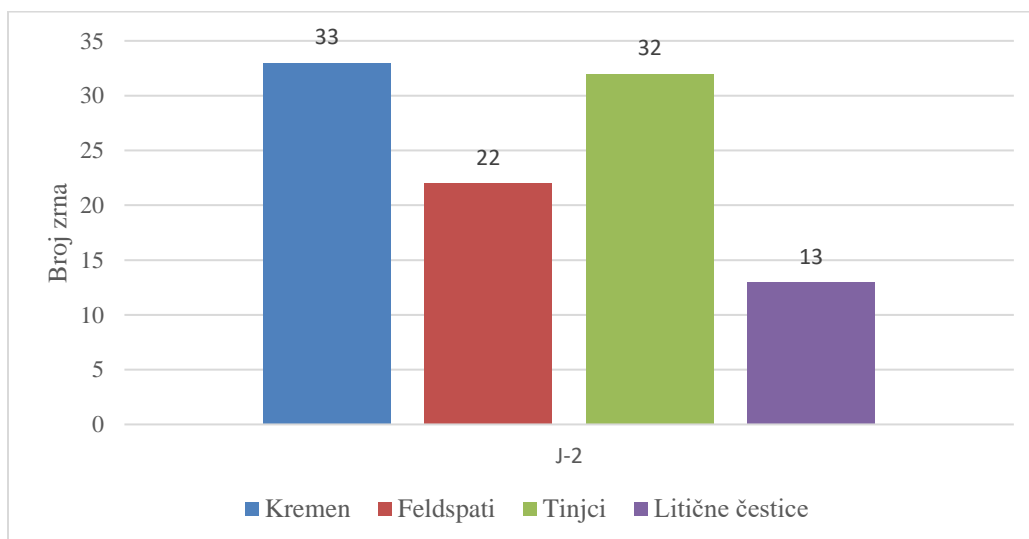
Slika 14. Uzorak J-2: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluzaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je diskoidalan i cilindričan te je u uzorku prisutan cement. U uzorku se nalaze mogući fosilni ostaci, vjerojatno presjeci tankih ljuštura školjkaša (slika 14a, b). Veličine čestica kreću se u rasponu od 45,45 do 277,78 μm , a prosječna veličina čestica je 104,98 μm , stoga se ovdje radi o arenitima (slika 15).

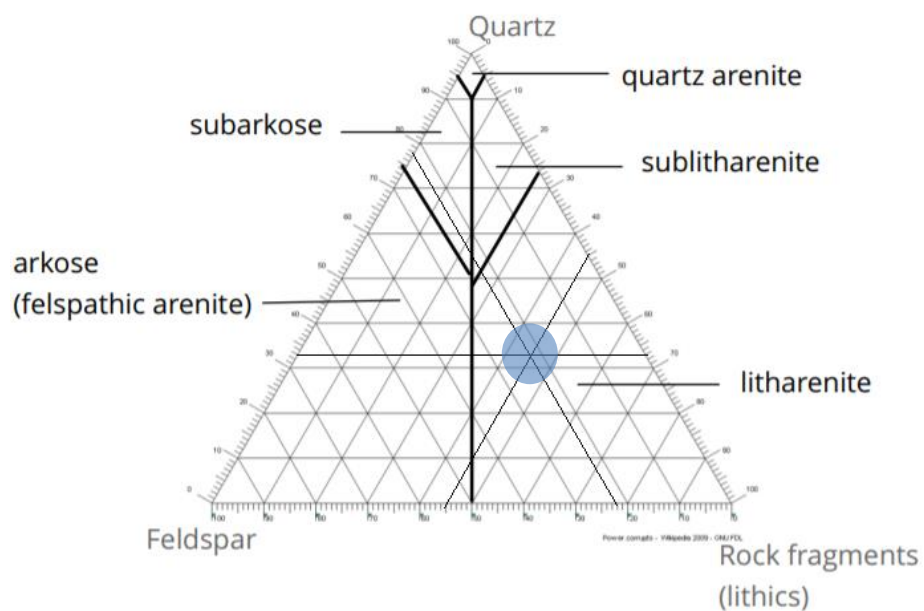


Slika 15. Veličina čestica u uzorku J-2

Za uzorak J-2 nije rađena kalcimetrija zbog sličnosti s ostalim uzorcima. Udio čestica prikazan je na slici 16. Prema svemu navedenom možemo odrediti da uzorak pripada litoarenitu kao što je i prikazano na slici 17.



Slika 16. Udio čestica u uzorku J-2



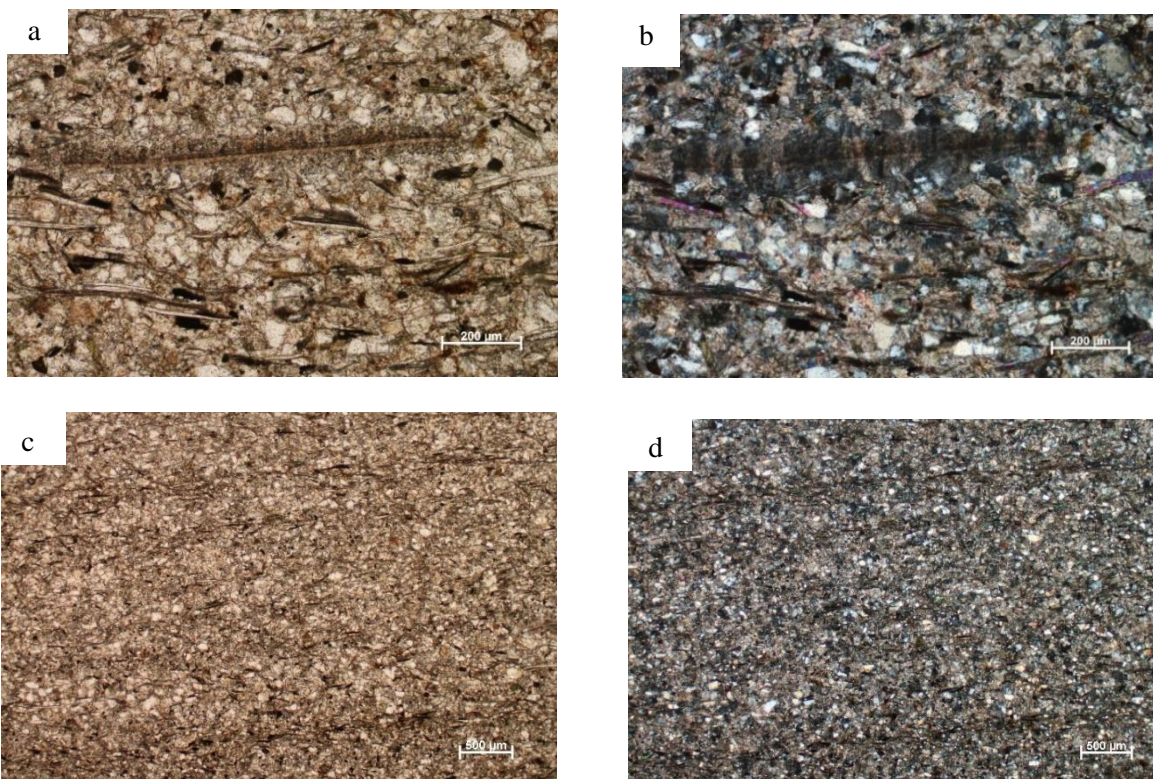
Slika 17. Tip pješčenjaka u uzorku J-2

4.3. Uzorak J-3

Na slici 18 makroskopski je prikazan uzorak J-3. U uzorku prevladava pretežito smeđa boja, vidimo postupan prijelaz prema zelenkastoj boji. Može se uočiti laminacija i razlika u veličini čestica unutar uzorka (slike 18 i 19). U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i litične čestice (slika 19).



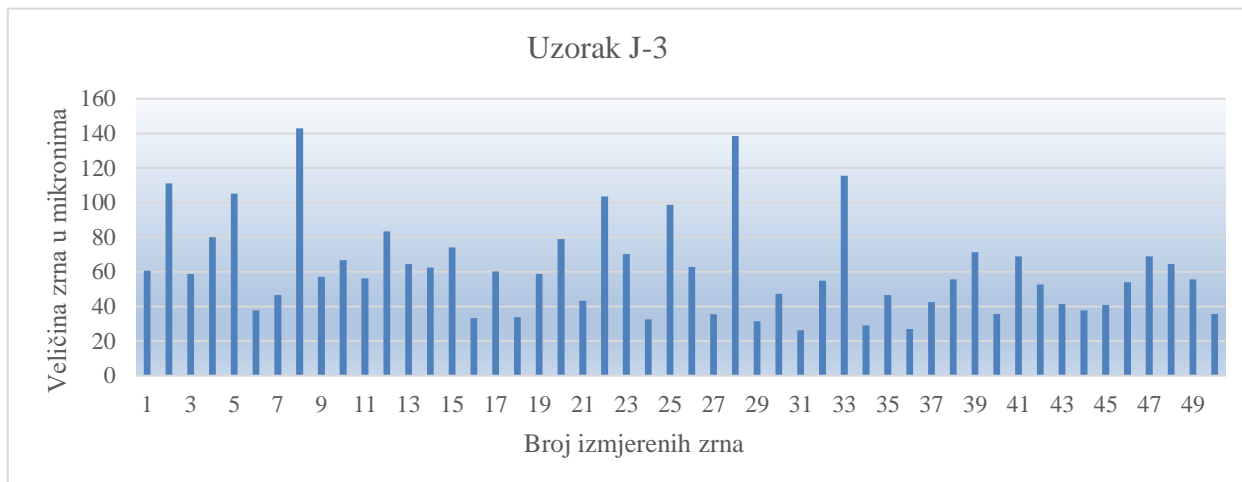
Slika 18. Makro uzorak J-3. Mjerilo prikazuje 1 cm.



Slika 19. Uzorak J-3: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

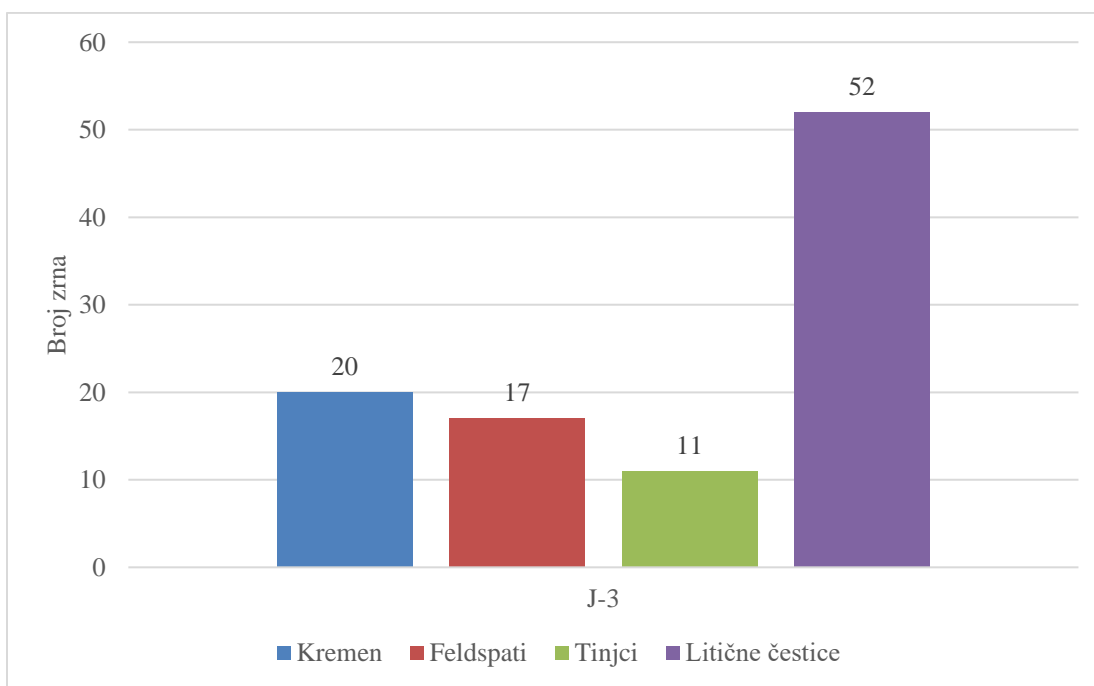
Čestice su poluuglate do poluzaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je također diskoidalnan i cilindričan te je u uzorku prisutan cement. U uzorku se nalaze mogući fosilni ostaci, vjerojatno

presjeci tankih ljuštura školjkaša (slika 19a). Veličine čestica kreću se od 33,33 do 142,86 μm , a prosječna veličina čestica je 61,23 μm , stoga se ovdje radi o lutitima (slika 20).



Slika 20. Veličina čestica u uzorku J-3

Prvo mjerenje karbonatne komponente u uzorku iznosilo je 31,4 %, a drugo mjerenje 32,3 %, uzimanjem srednje vrijednosti udio karbonatne komponente iznosi 31,9 % te prema tome uzorak možemo odrediti kao jako karbonatnu stijenu. Udio čestica prikazan je na slici 21. Ovdje se radi o siltitu.



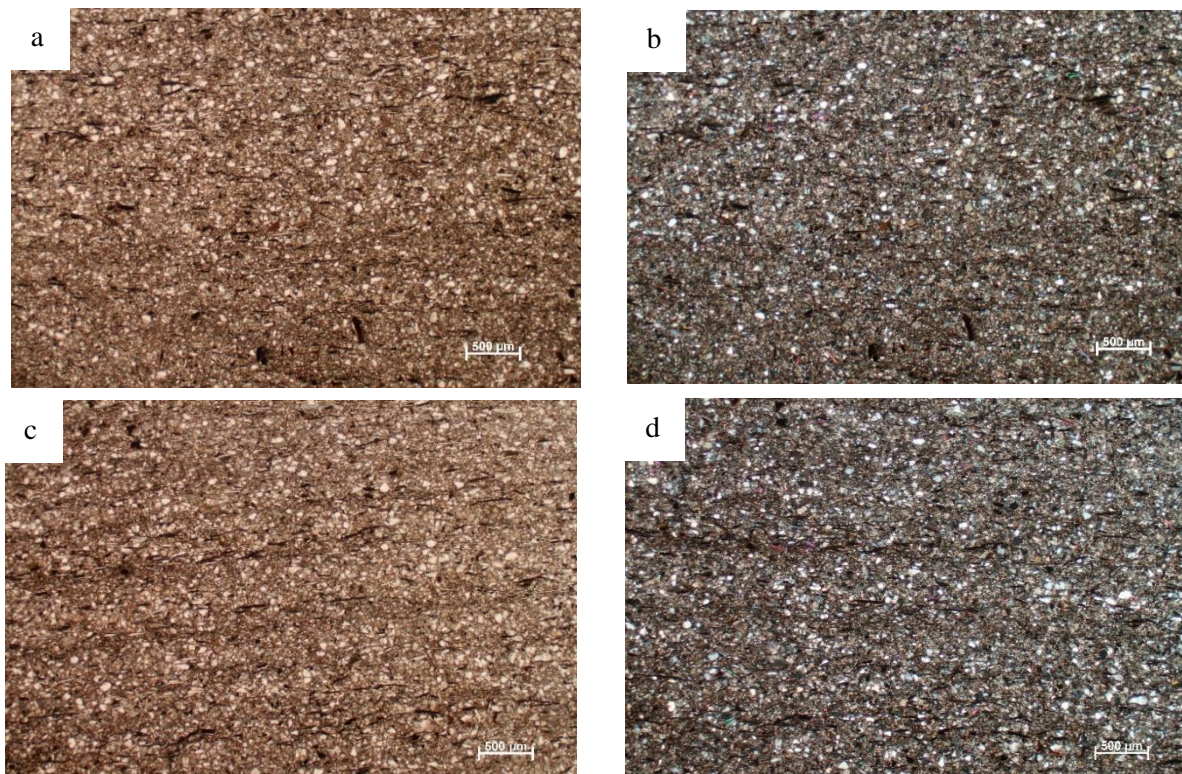
Slika 21. Udio čestica u uzorku J-3

4.4. Uzorak J-4

Na slici 22 prikazan je makroskopski izgled uzorka J-4. U uzorku prevladava tamna boja, čestice su uglavnom jednakih veličina, a može se uočiti i laminacija unutar uzorka (slike 22 i 23). U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i litične čestice (slika 23).

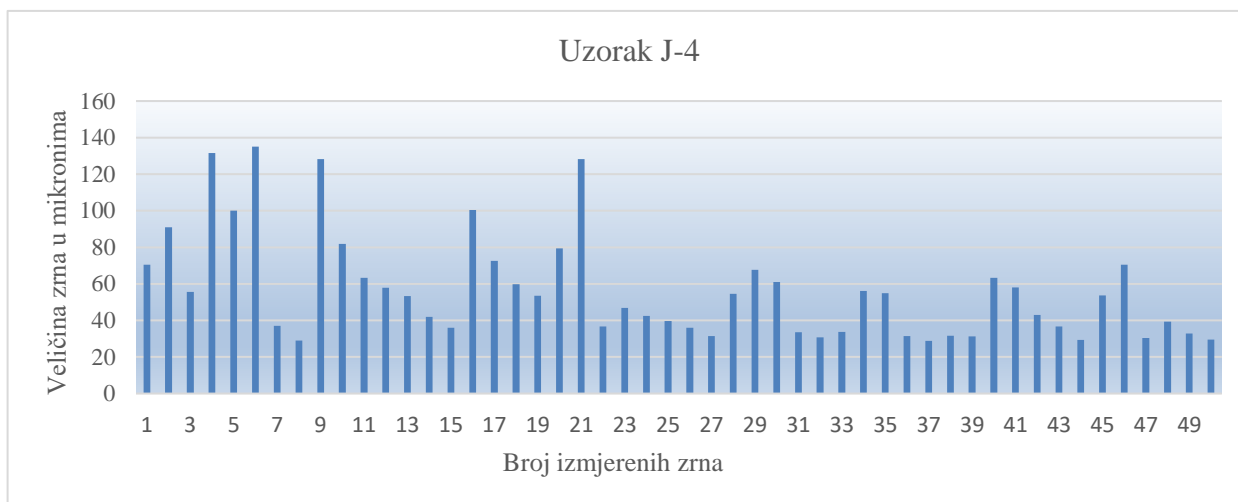


Slika 22. Makro uzorak J-4. Mjerilo prikazuje 1 cm.



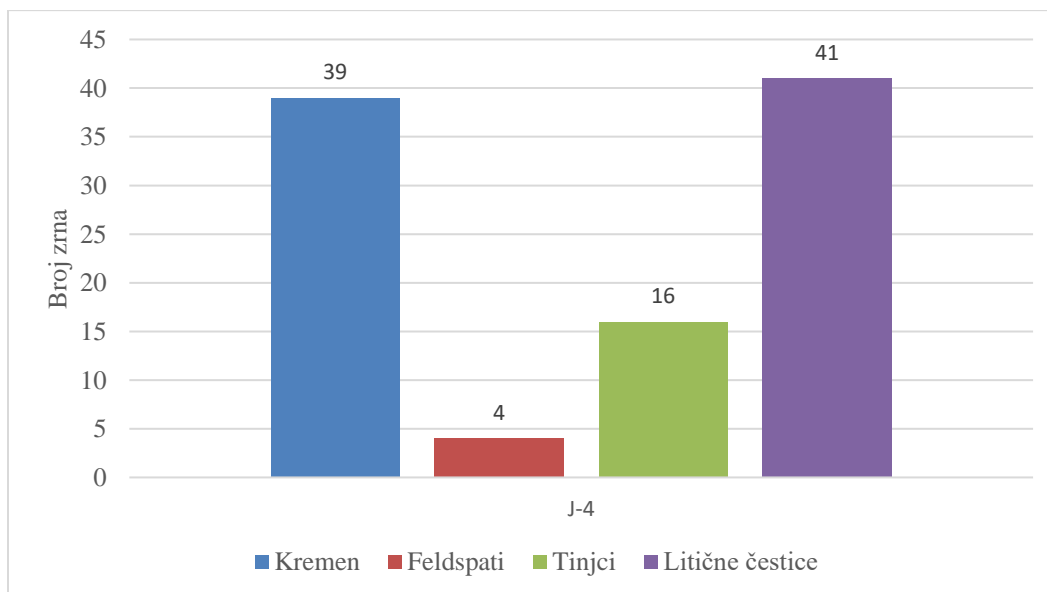
Slika 23. Uzorak J-4: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluuglate do poluzaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je diskoidalalan i cilindričan te je u uzorku prisutan cement. U uzorku se ne nalaze fosilni ostaci. Veličine čestica kreću se između 29,07 do 131,58 μm , a prosječna veličina čestica je 56,83 μm , stoga se ovdje radi o lutitima (slika 24).



Slika 24. Veličina čestica u uzorku J-4

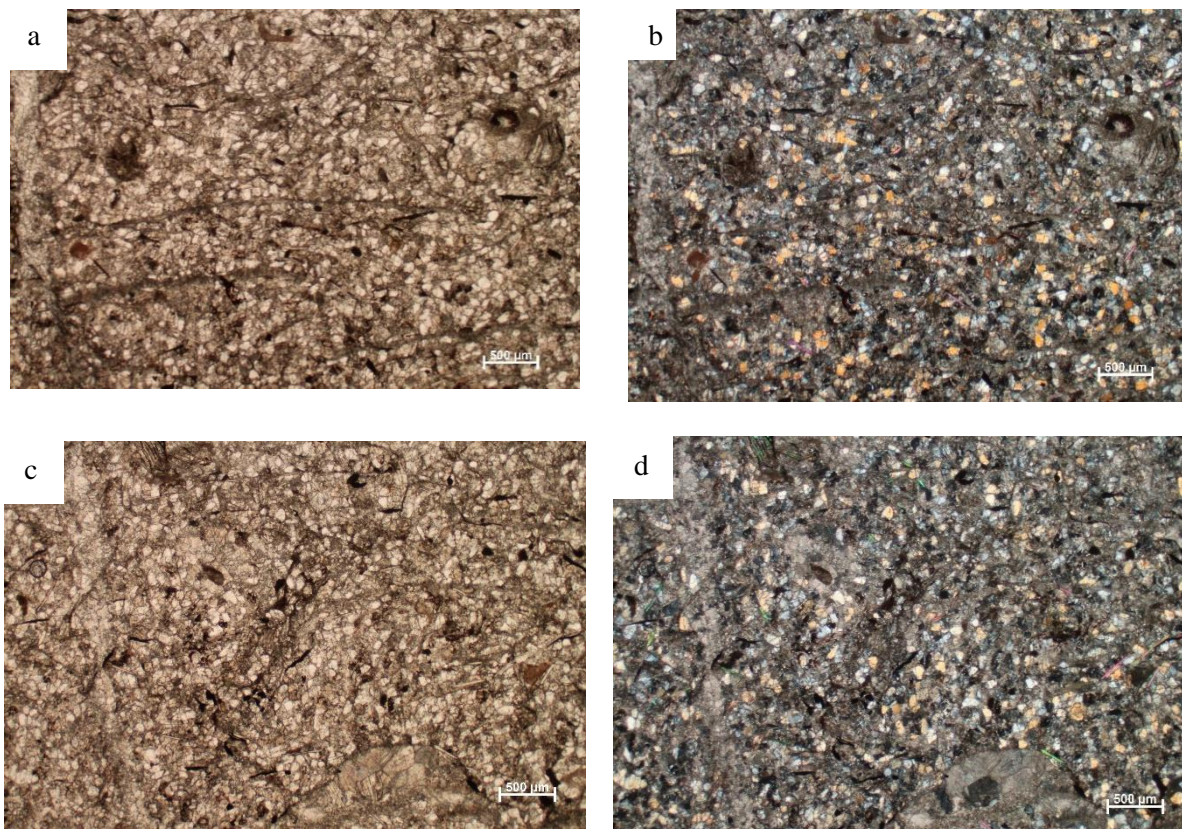
Za uzorak J-4 nije rađena kalcimetrija zbog sličnosti s ostalim uzorcima. Udio čestica prikazan je na slici 25. Ovdje se radi o siltitu.



Slika 25. Udio čestica u uzorku J-4.

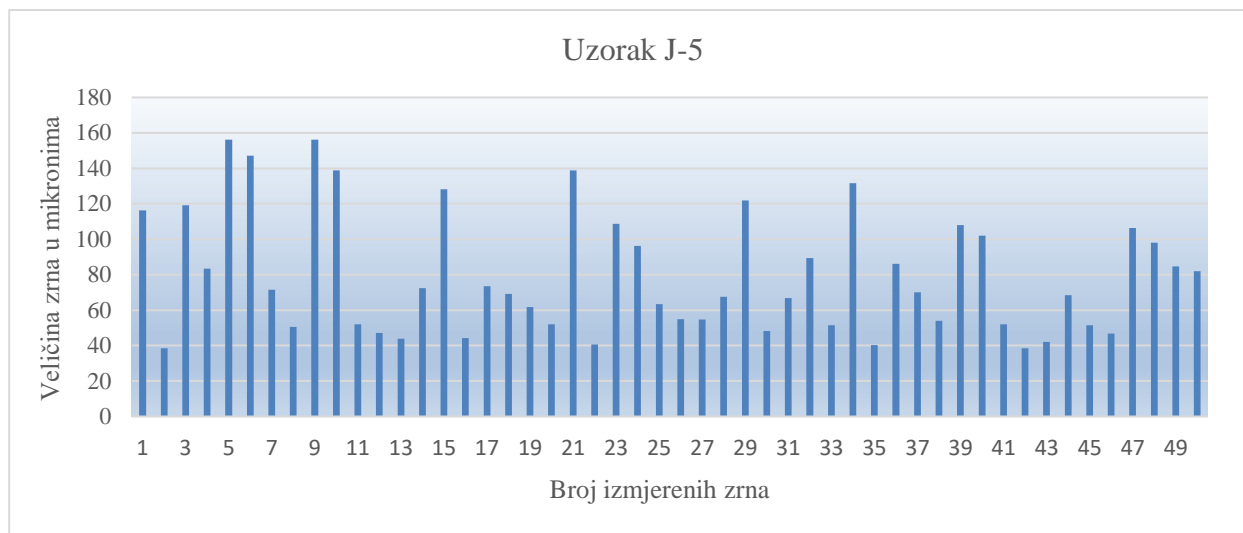
4.5. Uzorak J-5

Prilikom postupka obrade uzorak J-5 se raspao, stoga nemamo makrofotografiju. U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i litične čestice (slika 26).



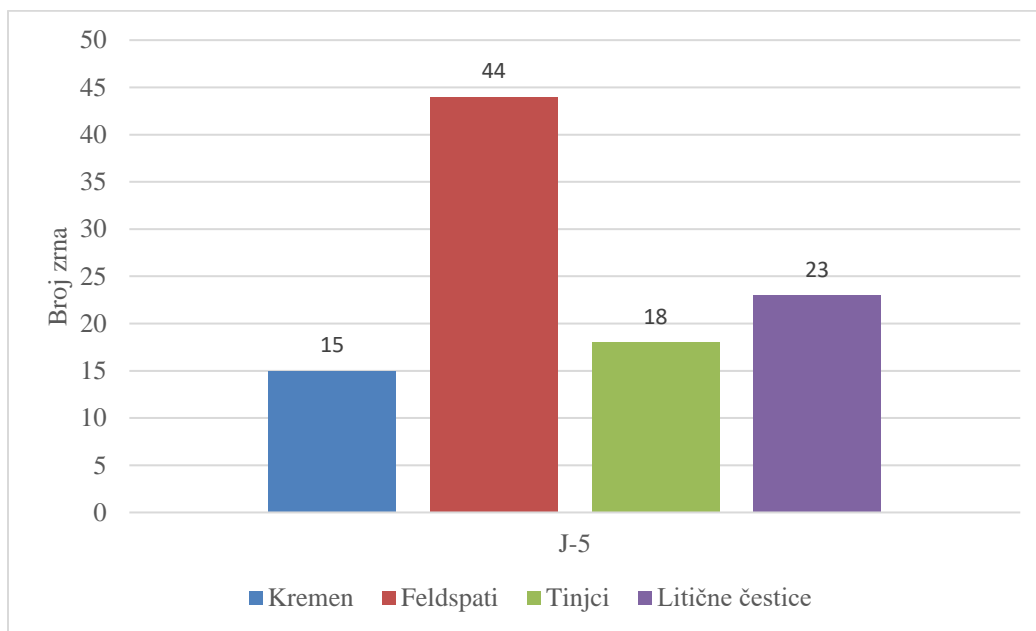
Slika 26. Uzorak J-5: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluzaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je diskoidalno i cilindrično te je u uzorku prisutan cement. U uzorku se nalaze mogući fosilni ostaci, vjerojatno presjeci tankih ljuštura školjkaša (slika 26a). Veličine čestica kreću se od 38,46 do 156,25 μm , a prosječna veličina čestica je 79,74 μm , stoga se ovdje radi o arenitima (slika 27).

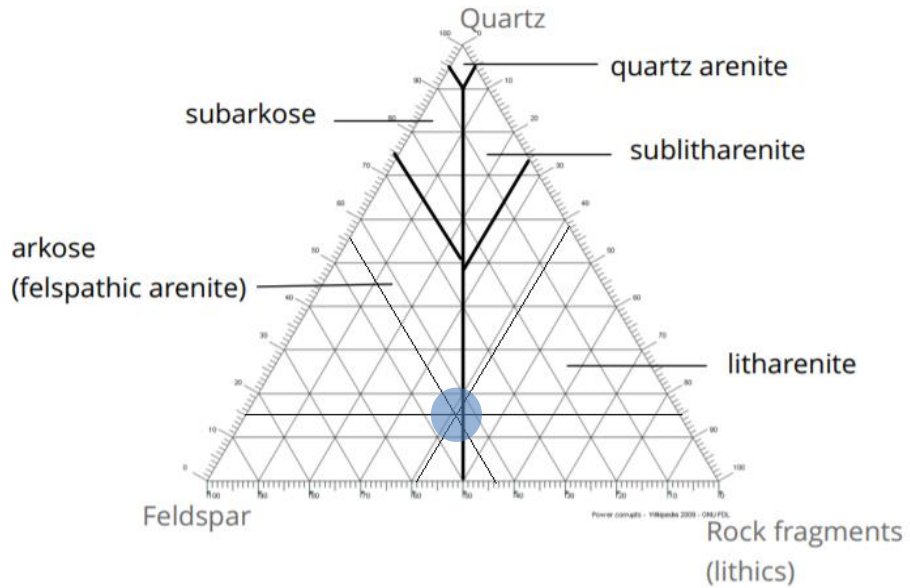


Slika 27. Veličina čestica u uzorku J-5

Za uzorak J-5 nije rađena kalcimetrija zbog sličnosti s ostalim uzorcima. Udio čestica prikazan je na slici 28. Prema svemu navedenom možemo odrediti da uzorak pripada feldspatskom arenitu, što je i prikazano na slici 29.



Slika 28. Udio čestica u uzorku J-5



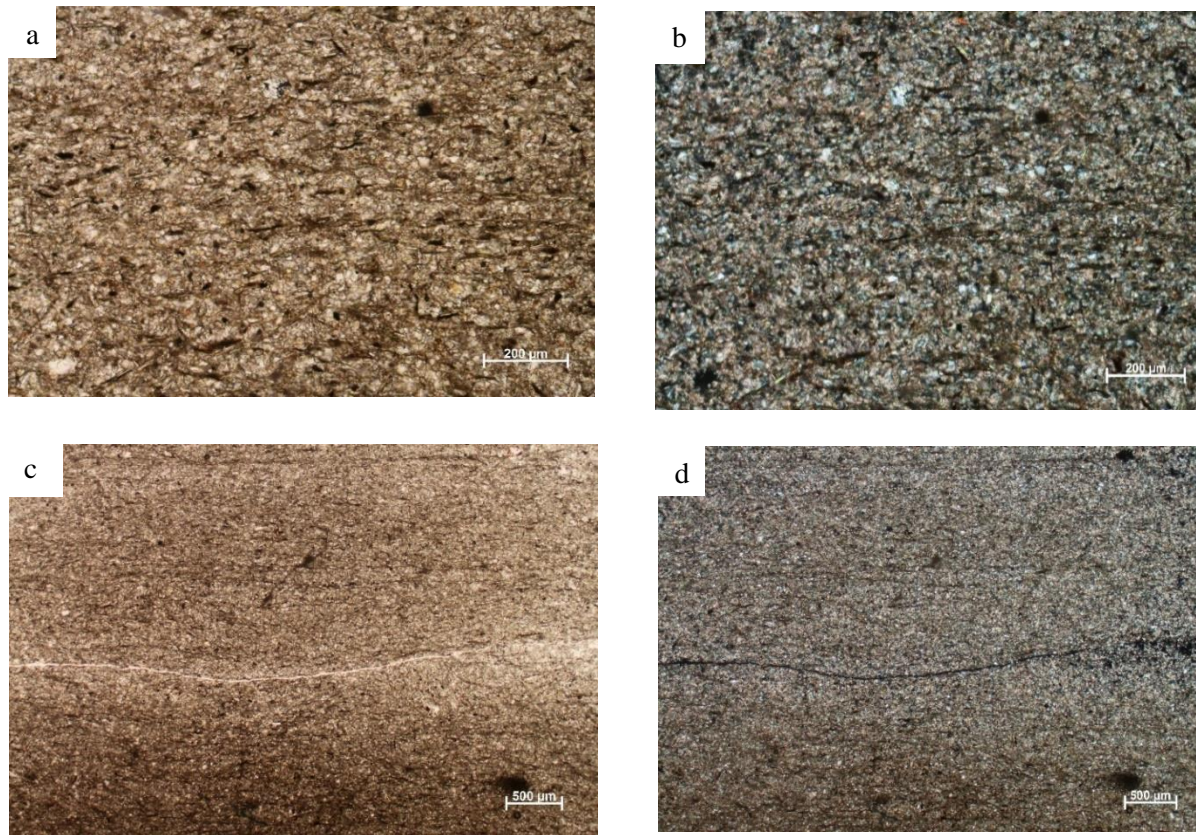
Slika 29. Tip pješčenjaka za uzorak J-5

4.6. Uzorak J-6

Na slici 30 prikazan je uzorak J-6 u makro veličini. U uzorku prevladava smeđa boja, dok pri dnu možemo uočiti promjenu u boji i veličini čestica kao i laminaciju. Na gornjem dijelu uzorka vidimo sitnije, dok na donjem krupnije čestice. U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i mali broj litičnih čestica (slika 31).

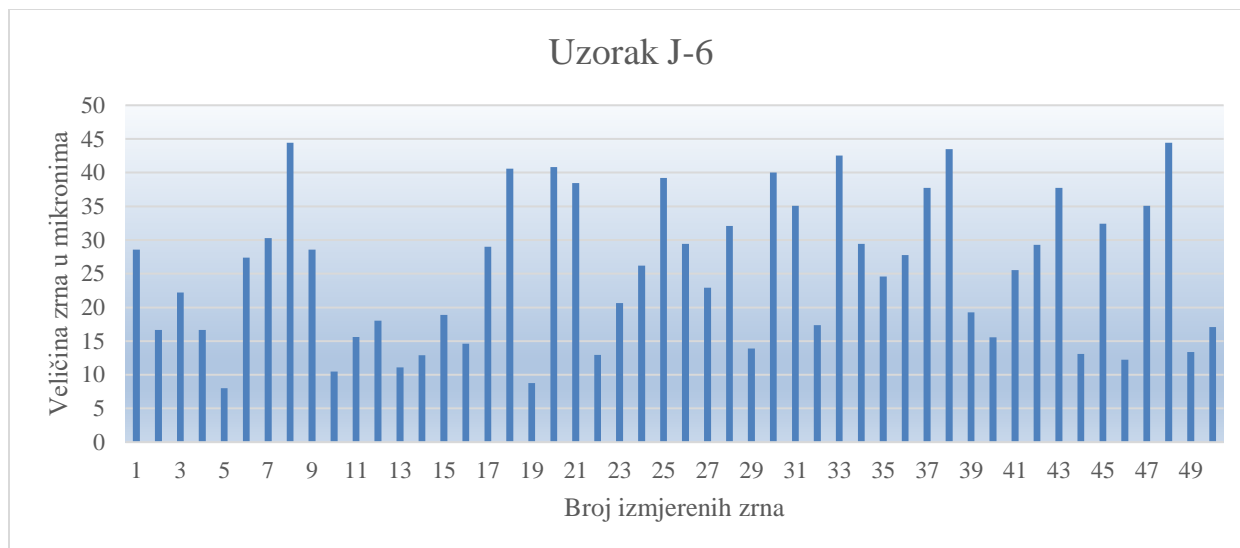


Slika 30. Makro uzorak J-6. Mjerilo prikazuje 1 cm.



Slika 31. Uzorak J-6: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluuglate do poluzaobljene, a sortiranost je umjereno dobra. Oblik čestica je diskoidalnan i cilindričan te je u uzorku prisutan cement. U uzorku nisu nađeni nikakvi fosilni ostaci. Veličine čestica kreću se od 8,00 do 44,44 μm , a prosječna veličina čestica je 25,45 μm , stoga se ovdje radi o lutitima (slika 32).

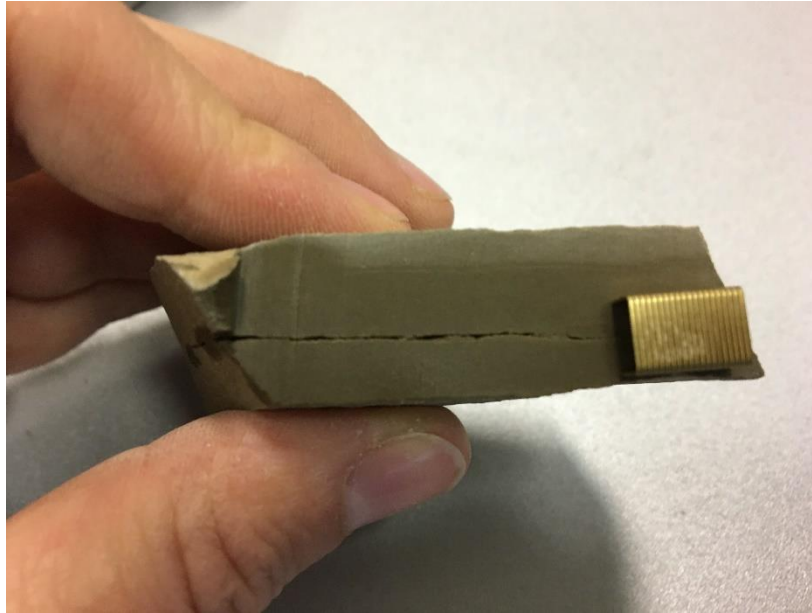


Slika 32. Veličina čestica u uzorku J-6

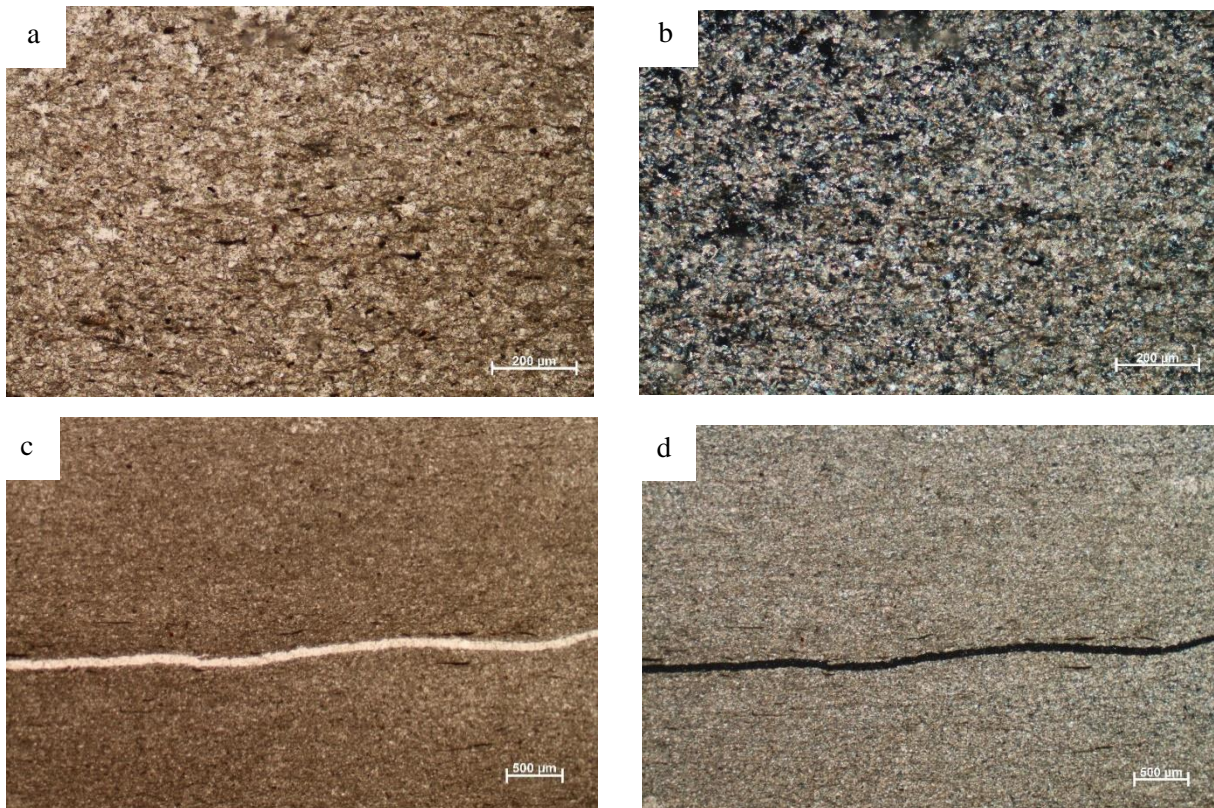
Prvo mjerenje karbonatne komponente u uzorku iznosilo je 36,1 %, a drugo mjerenje 36,8 %, uzimanjem srednje vrijednosti udio karbonatne komponente iznosi 36,5 % te prema tome uzorak možemo odrediti kao jako karbonatnu stijenu. Sastav čestica nije određivan zbog sitne veličine zrna. U ovom uzorku se radi o siltitu.

4.7. Uzorak J-7

Na slici 33 prikazan je uzorak J-7 u makro veličini. U uzorku prevladava zelenkasta boja s homogenim sastavom, osim u gornjem dijelu gdje vidimo prijelaz prema svjetlijoj boji. Na tom dijelu možemo uočiti i blagu laminaciju. U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i mali broj litičnih čestica (slika 34).

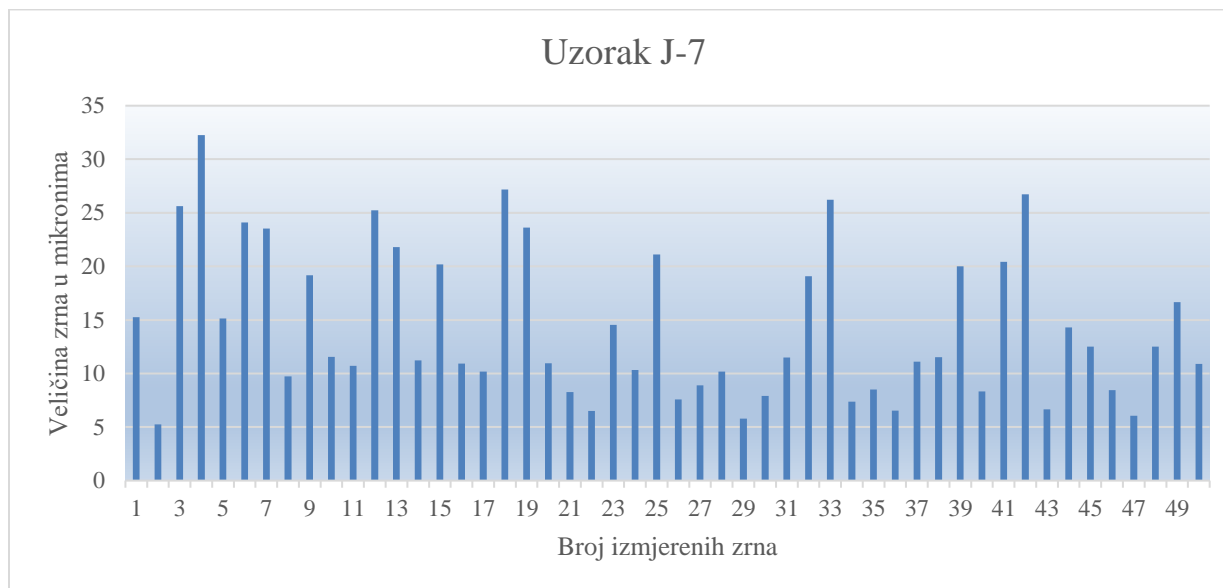


Slika 33. Makro uzorak J-7. Mjerilo prikazuje 1 cm.



Slika 34. Uzorak J-7: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluzaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je diskoidal i cilindričan te je u uzorku prisutan cement. U uzorku nisu nađeni nikakvi fosilni ostaci. Veličine čestica kreću se od 5,26 do 32,26 μm , a prosječna veličina čestica je 14,40 μm , stoga se ovdje radi o lutitima (slika 35).

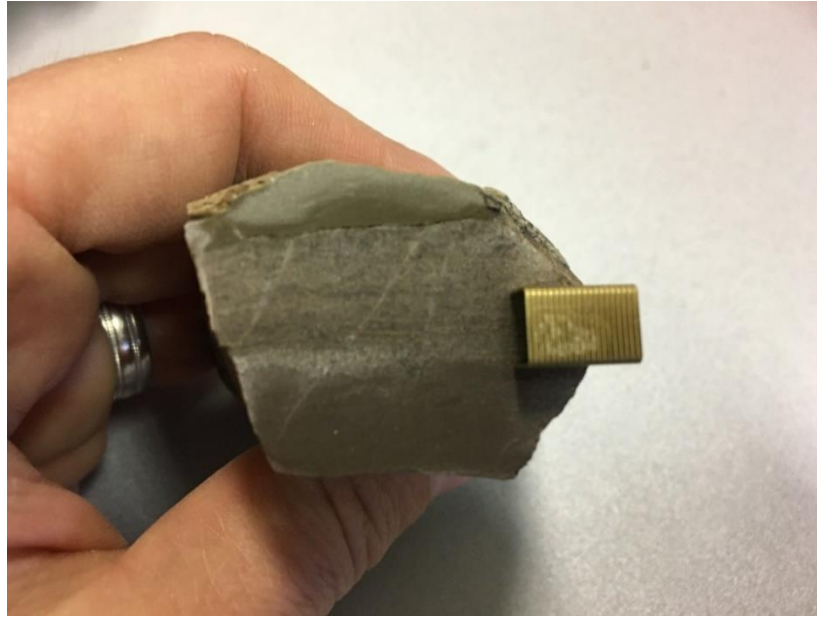


Slika 35. Veličina čestica u uzorku J-7

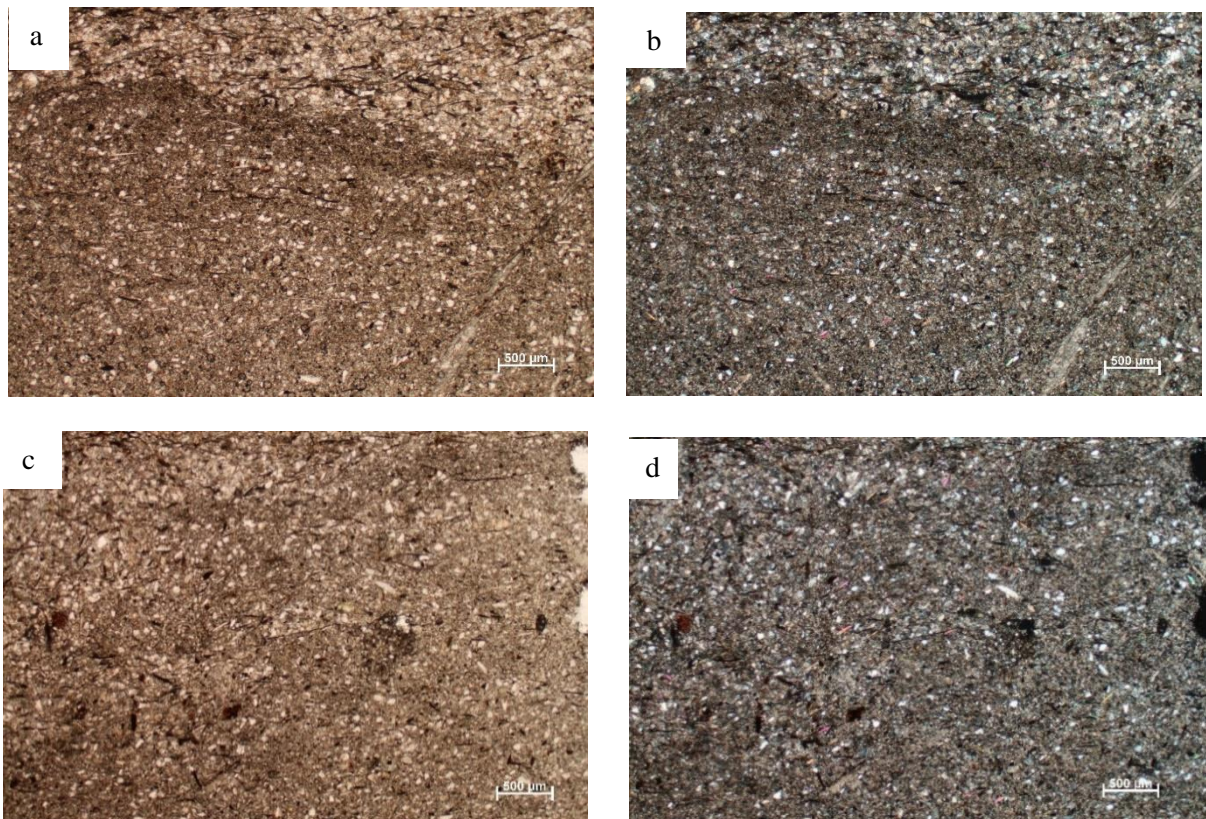
Prvo mjerenje karbonatne komponente u uzorku iznosilo je 47,6 %, a drugo mjerenje 47,5 %, uzimanjem srednje vrijednosti udio karbonatne komponente iznosi 47,6 % te prema tome uzorak možemo odrediti kao jako karbonatnu stijenu. Sastav čestica nije određen jer su zrnca presitna. U ovom uzorku se radi o siltitu.

4.8. Uzorak J-8

Na slici 36 prikazan je uzorak J-8 u makro veličini. U uzorku prevladava smečkasto-zelenkasta boja s laminacijom i promjenama u veličini i boji čestica. Vidljivo je da su u donjem dijelu uzorka sitnije čestice, a prema gore postaju sve krupnije, dok ne dođemo do najgornjeg dijela gdje opet prevladavaju sitne čestice. U uzorku prevladavaju zrna kremenca, tinjaca i mali broj litičnih čestica (slika 37).

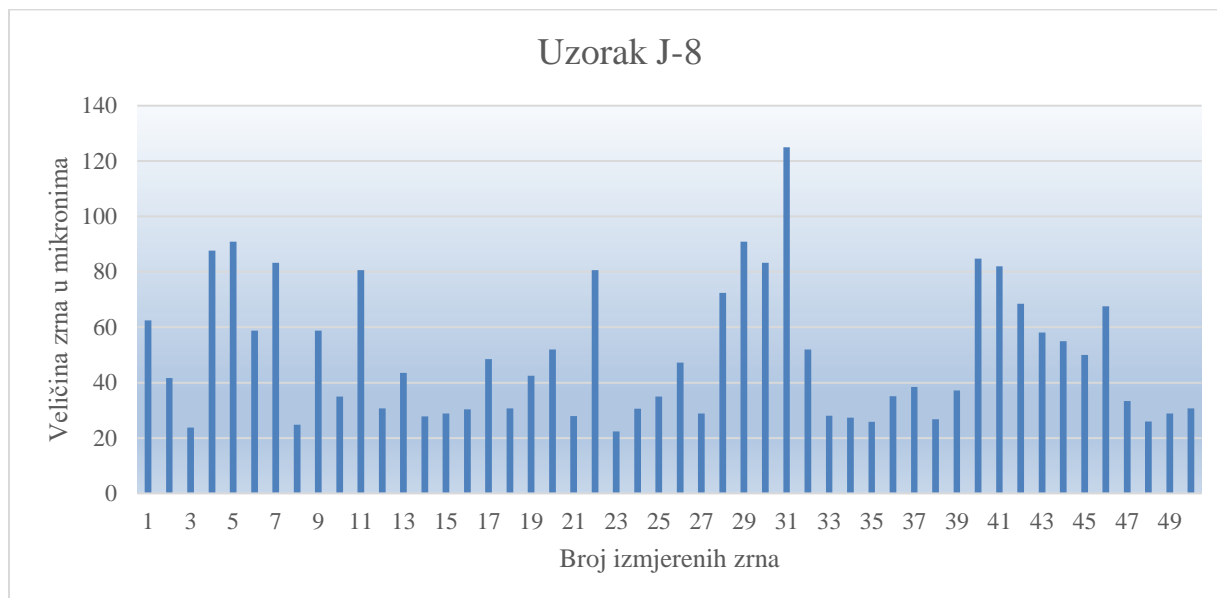


Slika 36. Makro uzorak J-8. Mjerilo prikazuje 1 cm.



Slika 37. Uzorak J-8: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom

Čestice su poluzaobljene do zaobljene, a sortiranost je dobra. Oblik čestica je diskoidalalan i cilindričan te je u uzorku prisutan cement. U uzorku nisu nađeni nikakvi fosilni ostaci. Veličine čestica kreću se od 23,81 do 125 μm , a prosječna veličina čestica je 49,65 μm (slika 38), stoga se ovdje radi o lutitima, a promjena veličine čestica uočljiva je i u preparatima (slika 37).



Slika 38. Veličina čestica u uzorku J-8

Prvo mjerenje karbonatne komponente u uzorku iznosilo je 38,6 %, a drugo mjerenje 36,6 %, uzimanjem srednje vrijednosti udio karbonatne komponente iznosi 37,6 % te prema tome uzorak možemo odrediti kao jako karbonatnu stijenu. Sastav čestica nije određen jer su zrnca presitna. U ovom uzorku se radi o siltitu.

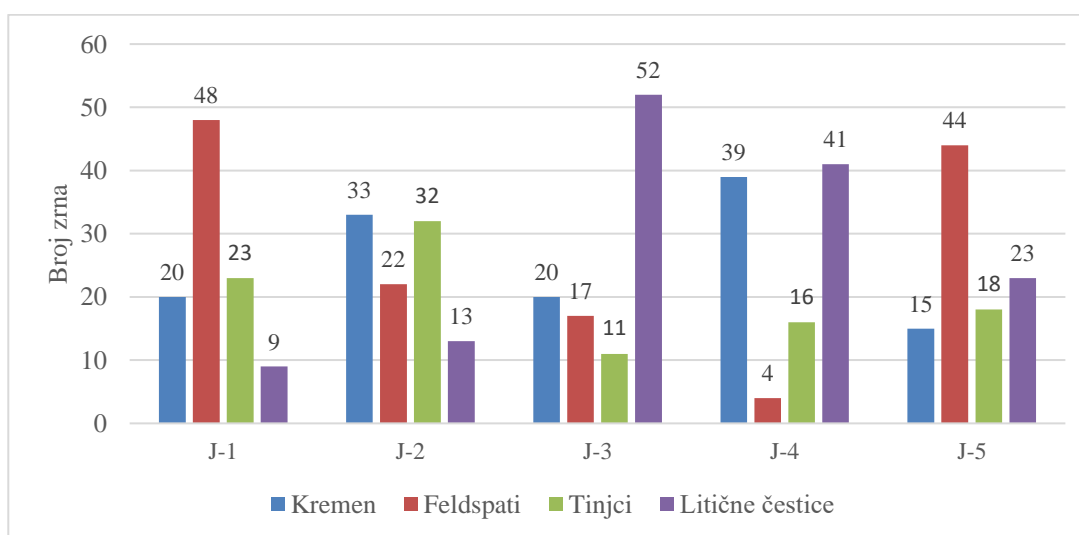
4.9. Razlike u sastavu i veličini čestica te rezultati kalcimetrije

Za postupak kalcimetrije odabrano je pet uzoraka. Ovim postupkom utvrđeno je da najveći udio karbonatne komponente ima uzorak J-7, a najmanji udio uzorak J-1, kao što je i prikazano u tablici 1. Dodatno, svih pet uzoraka pripadaju jako karbonatnim stijenama zbog udjela CaCO_3 koji je veći od 30%.

Tablica 1. Rezultati kalcimetrije za uzorke donjotrijaskih naslaga iz okolice Jurića

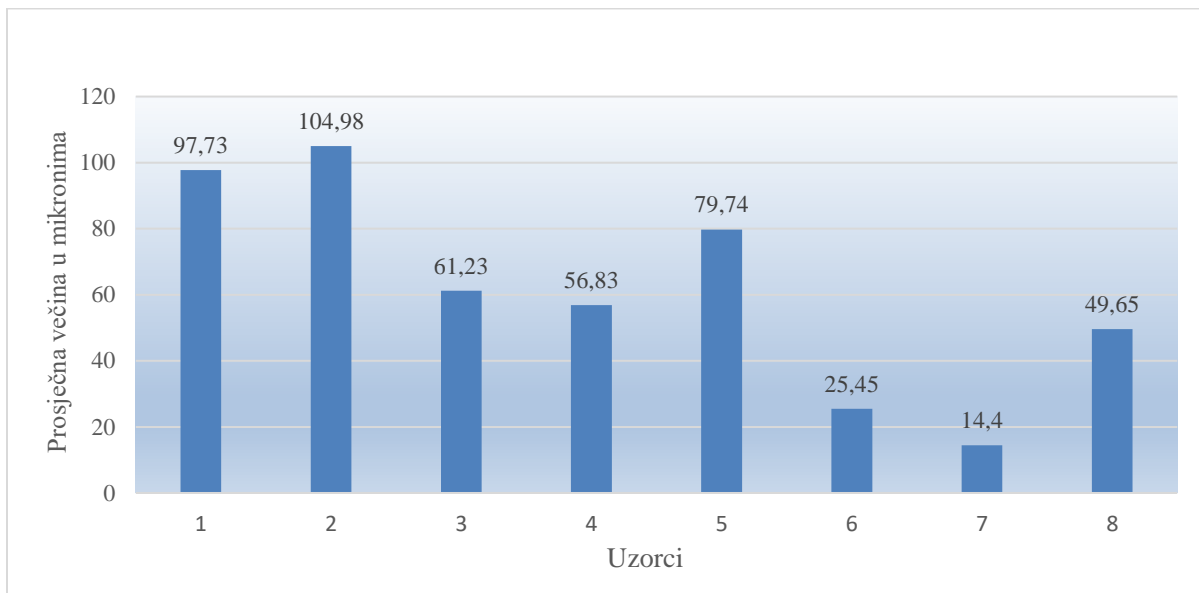
	Prvo mjerenje	Drugo mjerenje	Srednja vrijednost
Standard	102.7	104.2	103.5
J-1	30.7	31.3	31.0
J-3	31.4	32.3	31.9
J-6	36.1	36.8	36.5
J-7	47.6	47.5	47.6
J-8	38.6	36.6	37.6

Iz priloženog dijagrama prikazanog na slici 39 možemo uočiti kako najveći udio feldspata ima uzorak J-1, dok najmanje uzorak J-4. Udio tinjaca je najveći kod uzorka J-2, a najmanji u uzorku J-3 te najveći udio litičnih čestica ima uzorak J-3, a najmanji uzorak J-1. Možemo zaključiti kako se postotni udjeli razlikuju. U uzorcima J6 – J8 nije određen sastav, jer su čestice presitne.



Slika 39. Usporedba udjela čestica u uzorcima J-1 do J-5

Izračunavanjem srednje vrijednosti veličine čestica svih uzoraka (slika 40), možemo zaključiti da uzorak J-2 ima najveće čestice, dok uzorak J-7 najmanje.



Slika 40. Odnos prosječnih veličina zrna po uzorcima

5. Rasprava

U uvodu je već spomenuto kako je fokus seminara na klastičnim naslagama donjotrijaske starosti. Jedno od svojstava koje je bilo promatrano je sastav čestica u uzorku. Naime, utvrđeno je da mineralni sastav svih uzoraka čine kremen, feldspati, tinjci i litične čestice. Upravo takav mineralni sastav ukazuje na snažan terigeni utjecaj. Na temelju karakteristika istraživanih uzoraka može se pretpostaviti da se radi o 'sajskim' naslagama (HERAK et al., 1983; ALJINOVIĆ et al., 2018).

U uzorcima su nađeni vrlo rijetki nalazi presjeka tankih ljušturica, vjerojatno školjkaša (poput roda *Claraia*), koji predstavljaju tipičnu faunu unutar smečkasto-crvenkastih pješčenjaka i silita (HERAK et al., 1983). Zbog povećanog donosa sedimenata u plitkomorskom području, za koje pretpostavljamo da je mjesto taloženja istraživanih naslaga, moguće je da okoliš nije odgovarao plitkomorskim organizmima koje bi ovdje očekivali. Isto tako, naknadne dijagenetske promjene mogle su dovesti do otapanja skeleta organizama koji su tu moguće bili prisutni, stoga nalazimo vrlo rijetke fosilne ostatke u uzorcima. Još jedan razlog rijetke prisutnosti fosilnih ostataka je izumiranje perm – trijas koje je naročito pogodilo marinske organizme, dok su one koje su preživjele bile znatno reducirane.

Iako je terigena komponenta s obzirom na značajan udio kremen, feldspata i tinjaca u uzorcima magmatskog ili metamorfnog podrijetla, rezultatima kalcimetrije određeno je da svih pet uzoraka pripadaju jako karbonatnim stijenama, što ukazuje da je dio litičnih čestica sedimentnog podrijetla.

U većini uzoraka možemo uočiti graduiranje tj. promjenu veličina čestica, ako imamo slijed prvo krupnijih čestica pa nakon toga manjih, tada se radi o normalnom graduiranju, a ako je obrnuto radi se o inverznom graduiranju. Sljedeće svojstvo koje je bilo promatrano je sortiranost. Ona je u gotovo svim uzorcima dobra što ukazuje da je podrijetlo materijala bilo relativno daleko od istraživanog područja, dok su čestice u uzorcima većinom poluuglate do poluzaobljene, što ukazuje da čestice nisu bile dugo prerađivane. Upravo stupanj zaobljenosti i habanja tijekom transporta utječu na oblik zrna koji je u ovom slučaju diskoidal i cilindričan. U svim uzorcima nalazi se malo cementa, što ukazuje na to da se radi o arenitima ili silitima, također s obzirom na sve navedene podatke možemo zaključiti da se radi o strukturno umjereno zrelih pješčenjacima.

Uzorci su određeni kao feldspatski areniti i litoarenit. Moguće je da je sediment bio relativno brzo taložen te su feldspati ostali očuvani. Iako stup, prikazan na slici 7, nije detaljno uzorkovan, na temelju analiziranih osam uzoraka može se pretpostaviti posipavanje čestica od dna prema vrhu.

Prema svemu navedenom možemo pretpostaviti da je okoliš taloženja analiziranih uzoraka područje relativno plitkog mora [web izvor 5] u kojem su moguće česte promjene količine donosa materijala, a dugoročnije i promjene relativne razine mora.

6. Zaključak

U radu su različitim postupcima laboratorijskih analiza i mikroskopiranjem preparata osam prikupljenih uzoraka određivane karakteristike kao što su sastav, veličina, oblik, sortiranost i zaobljenost čestica, prisutnost/odsutnost cementa i fosilnog sadržaja. Utvrđeno je da su uzorci iz okolice sela Jurići areniti i siltiti koji imaju sličan mineralni sastav, a razlikuju se u količini pojedinih minerala i karbonatne komponente. Veličina zrna u uzorcima varira pa je tako mjerenjima 50 različitih zrna u svih osam uzoraka utvrđeno da prosječna veličina čestica u uzorcima varira između 15 do 105 mikrona. Najveće veličine zrna određene su u uzorku J-2 (oko 277 mikrona), dok su najmanje pronađene u uzorku J-7 (oko 6 mikrona). U većini uzoraka dominiraju kremen i feldspati. Omjer kremenita i feldspata nije jednak u svim uzorcima. Druge određene čestice su tinjci i litične čestice, međutim zbroj njihovih udjela najčešće je ispod 50%, uz iznimku uzorka J-3 gdje je taj zbroj udjela 63%.

Postupkom kalcimetrije na pet odabranih uzoraka utvrđen je udio karbonatne komponente, u rasponu od 31 do 47,6%. Vrlo rijetka prisutnost fosilnih ostataka može biti posljedica gušenja života prilikom donosa i taloženja terigenog materijala, ali i posljedica otapanja njihovih skeleta naknadnim dijagenetskim procesima. Izumiranje na granici perm – trijas je također utjecalo na vrlo rijetku prisutnost fosilnih ostataka.

S obzirom da generalno unutar stupa možemo uočiti slijed posipavanja naviše, okoliš taloženja je relativno plitko more u kojem se povremeno mijenjao donos materijala ili je moglo dolaziti do oscilacija u relativnoj razini mora.

7. Literatura

- ALJINOVIĆ, D., HORACEK, M., KRYSTYN, L., RICHOSZ, S., KOLAR-JURKOVŠEK, T., SMIRČIĆ, D., JURKOVŠEK, B. (2018): Western Tethyan Epeiric Ramp Setting in the Early Triassic: An Example from the Central Dinarides (Croatia). *Journal of Earth Science*, 29, 806–823.
- HERAK, M., ŠČAVNIČAR, B., ŠUŠNJARA, A., ĐURĐANOVIĆ, Ž., KRYSTYN, L., GRUBER, B. (1983): The Lower Triassic of Muć – Proposal for a standard section of the European Upper Scythian, *Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen*, Band 5, 93–106.
- JELASKA, V., KOLAR-JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B., GUŠIĆ, I. (2003): Triassic beds of the 1061 basement of the Adriatic–Dinaric carbonate platform of Mt. Svilaja (Croatia). *Geologija*, 46/2, 225–230.
- KITTL, E. (1903): Die Cephalopoden der oberen Werfener Schichten von Muć in Dalmatien, sowie anderen dalmatinischen, bosnisch-herzegovischen und alpinen Lokalitäten. *Abhandlungen der Geologischen Reichsanstalt*, 20/1, 1–77.
- KRYSTYN, L. (1974): Die Tirolites Fauna (Ammonoidea) der untertriassischen Werfener Schichten Europas und ihre stratigraphische Bedeutung: Sitzungsber der Österreichische Akademie der Wissenschaft, *Mathematik-naturwissenschaft Klasse I*. 183/1–3, 29–50.
- MARJANAC, T. (2000): Triassic of Dalmatia – Evidence of a failed rift (Muć section): *Vijesti Hrvatskoga geološkog društva*, 37/2, 117–126. U: J. Pamić & B. Tomljenović (ur.), *Special Issue, Fieldtrip Guidebook PANCARDI, Dubrovnik, Croatia 1. – 3. 10. 2000.*
- MILOVIĆ, M., JASPRICA N., TAFRA, D., PANDŽA, M., KRPINA, V. (2020): Prirodna obilježja Svilaje s pregledom istraživanja flore i vegetacije. *Glas. Hrvat. bot. druš.*, 8(1), 29–50.
- PAPEŠ, J., MAGAŠ, N., MARINKOVIĆ, S., SIKIRICA, V., RAIĆ, V. (1984): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Sinj L33-10. *Geoinženjering*, Institut za geologiju, Sarajevo; Geološki zavod, Zagreb, (1971-1976); Savezni geološki institut, Beograd (1982).
- ŠČAVNIČAR, B., ŠUŠNJARA, A. (1983): The Geologic Column of the Lower Triassic at Muć (Southern Croatia), *Geološki stup donjeg trijasa kod Muća (južna Hrvatska)*. *Prirodoslovna istraživanja*, 47, 1–25.
- VUDRAG, M., SREMAC, J. (2015): Early Triassic deposits of Ogorje (vicinity of Muć): *International Scientific Meeting, 100th Birth Anniversary of Vanda Kochansky-Devidé, Full Member of Academy, Zagreb*, 9. – 12. 4. 2015, 82–83.

- [1] <https://planinarenje.hr/odredista/svilaja-vrh?podrucje=dalmatinska-zagora> (pristupljeno 20.08.2021.)
- [2] https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Historijska_geologija_2.pdf (pristupljeno 21.8.2021.)
- [3] <http://geol.pmf.hr/~ntomasic/predavanja/2-%20%20PROMATRANJE%20web.pdf> (pristupljeno 5.9.2021.)
- [4] https://geohubliverpool.org.uk/fieldwrk/index_htm_files/sandstoneclass.pdf (pristupljeno 12.9.2021.)
- [5] <https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/III.pdf> (pristupljeno 12.9.2021.)

Popis slika

Slika 1. Geografski položaj Svilaje, preuzeto iz MILOVIĆ et al. (2020)	2
Slika 2. Geološka karta (OGK Sinj, PAPEŠ et al., 1982) preklopljena preko Google Earth karte, s označenim lokalitetom sela Jurići (žuto) i mjestom uzorkovanja istraživanih naslaga (crveno) ...	3
Slika 3. Izdanak donjotrijaskih naslaga u blizini sela Jurići	6
Slika 4. Klasifikacija pješčenjaka po Pettijohnu	8
Slika 5. Priprema uzoraka u laboratoriju: a) usitnjavanje uzorka, b) drobljenje uzorka	9
Slika 6. Aparatura za kalcimetriju, Mineraloško-petrografski zavod PMF-a	10
Slika 7. Shematski prikaz uzorkovanog slijeda pješčenjaka u okolici Jurića te položaj analiziranih uzoraka unutar stupa.	12
Slika 8. Makro uzorak J-1. Mjerilo prikazuje 1 cm.	13
Slika 9. Uzorak J-1: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	14
Slika 10. Veličina čestica u uzorku J-1	14
Slika 11. Udio čestica u uzorku J-1	15
Slika 12. Tip pješčenjaka u uzorku J-1	15
Slika 13. Makro uzorak J-2. Mjerilo prikazuje 1 cm.	16
Slika 14. Uzorak J-2: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	16
Slika 15. Veličina čestica u uzorku J-2	17
Slika 16. Udio čestica u uzorku J-2	17
Slika 17. Tip pješčenjaka u uzorku J-2	18
Slika 18. Makro uzorak J-3. Mjerilo prikazuje 1 cm.	19
Slika 19. Uzorak J-3: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	19
Slika 20. Veličina čestica u uzorku J-3	20
Slika 21. Udio čestica u uzorku J-3	20
Slika 22. Makro uzorak J-4. Mjerilo prikazuje 1 cm.	21
Slika 23. Uzorak J-4: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	21
Slika 24. Veličina čestica u uzorku J-4	22
Slika 25. Udio čestica u uzorku J-4.	22
Slika 26. Uzorak J-5: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	23
Slika 27. Veličina čestica u uzorku J-5	24
Slika 28. Udio čestica u uzorku J-5	24
Slika 29. Tip pješčenjaka za uzorak J-5	25
Slika 30. Makro uzorak J-6. Mjerilo prikazuje 1 cm.	25
Slika 31. Uzorak J-6: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	26
Slika 32. Veličina čestica u uzorku J-6	27
Slika 33. Makro uzorak J-7. Mjerilo prikazuje 1 cm.	28
Slika 34. Uzorak J-7: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	28
Slika 35. Veličina čestica u uzorku J-7	29
Slika 36. Makro uzorak J-8. Mjerilo prikazuje 1 cm.	30

Slika 37. Uzorak J-8: a), c) bez analizatora i b), d) s analizatorom	30
Slika 38. Veličina čestica u uzorku J-8	31
Slika 39. Usporedba udjela čestica u uzorcima J-1 do J-5.....	32
Slika 40. Odnos prosječnih veličina zrna po uzorcima.....	33