

# Sedimentološke značajke klastita na području Otruševca, sjeveroistočnog dijela Samoborskog gorja

---

Jakominić, Matija

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:271884>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Matija Jakominić

**Sedimentološke značajke klastita na području  
Otruševca, sjeveroistočnog dijela Samoborskog gorja**

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Matija Jakominić

**Sedimentološke značajke klastita na području  
Otruševca, sjeveroistočnog dijela Samoborskog gorja**

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

Mentor:  
doc. dr. sc. Katarina Gobo

Zagreb, 2021.

## **Zahvala**

*doc. dr. sc. Katarini Gobo na mentorstvu i izuzetno velikoj i neprocjenjivoj pomoći pri izradi ovoga rada, ljubaznosti i srdačnosti, trudu i strpljenju, ali i velikom znanju i neophodno potrebnom usmjeravanju prema zadanim ciljevima.*

*Iako ne komentorici, veliku zahvalu dugujem doc. dr. sc. Karmen Fio Firi kao i kompletom Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, bez isticanja posebnih imena, zaista gotovo svim njegovim djelatnicima, kao i bivšim i sadašnjim kolegama koji su ovaj studij svojim prisustvom i kontaktom olakšali, učinili dodatno ugodnijim i ljepšim, ali i iznjedrili prijatelje, vjerujem, za cijeli život. Također gđi. Ivani Jurković na bezuvjetnoj i neizmjernoj pomoći i prijateljstvu.*

*Zahvalu želim uputiti i svojoj obitelji, obitelji koja je u svim nedaćama bila zajedno i na okupu, koja je pružala isto tako bezuvjetnu potporu i poticaj u svakome smislu. Svojoj majci Danijeli, sestri Lei Jakominić, mag. psych., na dodatnim korekcijama. Valentini Capanec, mag. educ. philol. angl. et inf., dodatno i na stručnim prijevodima, kao i bakama i djedovima, te svim ostalim članovima male, ali složne i one istinski prave obitelji.*

*Na kraju onu najveću i meni najbitniju zahvalu želim uputiti svome ocu, g. Danijelu Jakominiću, čovjeku zbog kojega sam danas ovdje i zbog kojeg sam to što jesam, te ujedno baš njemu želim i posvetiti ovaj diplomski rad. Još jednom, hvala ti na svemu **TATA**.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

## Diplomski rad

### Sedimentološke značajke klastita na području Otruševca, sjeveroistočnog dijela Samoborskog gorja

**Matija Jakominić**

**Rad je izrađen:** Geološko-paleontološki zavod, Geološki odsjek, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska

**Sažetak:** U mjestu Otruševac, na sjeveroistočnom dijelu Samoborskog gorja, odrađen je terenski dio rada i prikupljeno je 17 uzoraka sa 17 točaka. Na daljnju laboratorijsku analizu uzeto je deset uzoraka. Od njih deset, šest je analizirano mikroskopski, a četiri makroskopski. Uzorci su podvrgnuti analizi brojanja zrna, kalcimetriji, petrografskoj analizi, analizi nanofosila i dijatomeja. Iz dobivenih rezultata bilo je moguće odrediti sastav pješčenjaka kao i njegovu vrstu prema različitim trokomponentnim dijagramima, odrediti podrijetlo materijala te donijeti zaključke o vrsti reljefa, klimatskim uvjetima i indeksima trošenja čestica. Od četiri pješčenjaka, jedan je svrstan u litične grauvske, dok ostala tri spadaju pod litične arenite. Daljnja je interpretacija dobivenih podataka ukazala na subhumidnu klimu u vrijeme taloženja, kao i na moguće brdoviti reljef te na metamorfno i sedimentno podrijetlo čestica. Pronađeni proslojci ugljena, crvenkasta boja pojedinih uzoraka te limonitizacija zrna, ukazuju na sezonske klimatske promjene subhumidne do moguće subaridne klime. Također, značajni udio olivina ukazuje na različitu stopu trošenja i višestruko recikliranje stabilnijih minerala. Fosilni ostaci nisu pronađeni u niti jednom uzorku pa je o starosti naslaga teže donositi konkretnije zaključke.

**Ključne riječi:** Samoborsko gorje, Otruševac, klastiti, pješčenjaci, silit, perm, trijas, miocen, ugljen, taložni okoliši

**Rad sadrži:** 54 + IX stranica, 40 slika, 3 tablice, 40 literaturnih navoda, 3 internetska izvora

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentori:** doc. dr. sc. Katarina Gobo

**Ocjenjivači:** doc. dr. sc. Katarina Gobo

doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

prof. dr. sc. Marijan Kovačić

**Datum završnog ispita:** 23.09.2021

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Master's Thesis

### Sedimentological characteristics of clastic deposits near Otruševac, northeastern part of the Samoborsko gorje Hills

Matija Jakominić

**Thesis completed in:** Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia

**Abstract:** The field-work part of this master thesis was done in Otruševac, in the northeastern part of the Samoborsko gorje hills, where 17 samples were collected from 17 localities. Ten samples were taken for further laboratory analysis. Out of ten, six were analyzed microscopically, and four macroscopically. The samples were analysed by means of grain counting, calcimetry, petrographic analysis, nannofossil and diatom analysis. From the results obtained, it was possible to determine sandstone composition and type according to different ternary diagrams, to determine the origin of the material and to draw conclusions on the type of relief, climatic conditions and the weathering index. Out of the four sandstones, one is classified as a lithic graywacke, while the other three are lithic arenites. Data analysis suggests that weathering occurred due to sub-humid climate at the time of deposition, in areas of possibly hilly relief composed of metamorphic and sedimentary rocks. Traces of coal, the reddish color of some samples, and grain limonitization, point to seasonal climate changes from sub-humid to possibly subarid climate. Also, significant amounts of olivine have been found, suggesting different weathering rates and multiple recycling of more stable minerals. Fossil remains were not found in any of the samples so it is difficult to make more concrete conclusions on the age of the deposits.

**Keywords:** Samoborsko gorje Hills, Otruševac, clastics deposit, silt, perm, triassic, miocen, coal, sedimentary environments

**Thesis contains:** 54 + IX pages, 40 pictures, 3 tables, 40 references and 3 internet sources

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Geological Library, Faculty of Science University of Zagreb

**Supervisor:** Katarina Gobo, Ph.D., Assistant Professor

**Reviewers:** Katarina Gobo, Ph.D., Assistant Professor

Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant Professor

Marijan Kovačić, Ph.D., Full Professor

**Date of the final exam:** 23.09.2021

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Geografska obilježja i karakteristike terena.....	2
3. Pregled dosadašnjih istraživanja i geološka građa terena.....	4
4. Metode istraživanja.....	10
4.1. Terensko istraživanje.....	10
4.2. Laboratorijska obrada uzoraka.....	11
4.3. Mikroskopska obrada uzoraka.....	14
4.4. Određivanje sadržaja karbonata u stijeni – kalcimetrija.....	18
4.5. Analiza nanofosila.....	20
4.6. Porijeklo pješčenjaka i dijagrami indeksa trošenja.....	21
5. Rezultati.....	24
5.1. Terenski i makroskopski rezultati.....	24
5.2. Rezultati mikroskopske analize.....	32
5.3. Rezultati analize nanofosila.....	42
5.4. Rezultati analize kalcimetrije.....	42
5.5 Rezultati analize porijekla pješčenjaka i dijagrama indeksa trošenja.....	44
6. Rasprava.....	47
7. Zaključak.....	49
9. Literatura.....	51
10. Popis slika u tekstu.....	VI
11. Popis tablica u tekstu.....	IX

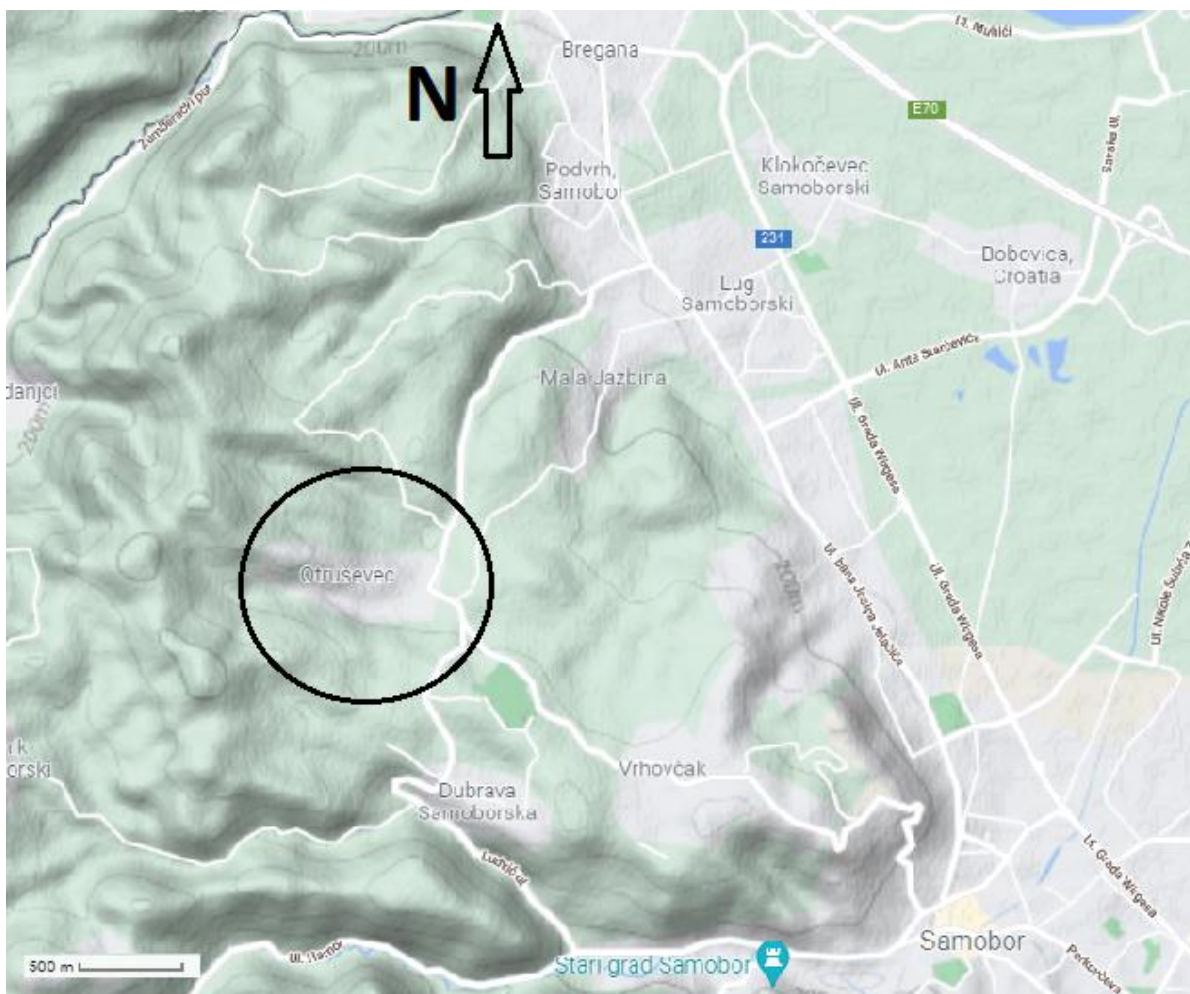
## **1. Uvod**

Područje Samoborskog gorja kao i mjesto Otruševac svojim velikim dijelom leži na sedimentnim stijenama što je već moguće primijetiti samim prolaskom i detaljnim pregledom stijenskih naslaga unutar istraživanog područja. Klastiti ili klastične stijene vrsta su sedimentnih stijena sačinjene najvećim dijelom od velikog broja klasta, po čemu i nose ime, ili detritusa različitog mineralnog, odnosno stijenskog sastava i porijekla. Najčešće nastaju trošenjem starijih stijena. Isto tako, sačinjavaju ih matriks i/ili cement koje čine fragmenti stijena manji od detritusa i predstavljaju potporu tim većim zrnima. Upravo iz tog razloga kao jednu od podjela, imamo podjelu klastita na klastopotporne gdje se zrna nalaze u međusobnom kontaktu i one matriks potporne gdje su klasti gotovo u potpunosti okruženi matriksom. Ipak, osnovna podjela klastita vrši se prema veličini samih klasta pa sukladno tome postoje krupnozrnasti, srednjezrnasti te sitnozrnasti klastiti ili pelitni sedimenti. Zadnje dvije navedene vrste klastita one su koje i sačinjavaju obrađeni teren i samim time glavna su tema ovoga rada.

Prema dostupnim podacima, klastične naslage u okolici Otruševca još nisu detaljno obrađene kao što je to pokušano kroz ovaj rad, već općenitije kao dio većih cjelina, najčešće zapravo kao dio kompletnog Samoborskog gorja. Iz tog razloga, cilj je bio prikupiti dovoljno reprezentativnih uzoraka i detaljnije proučiti geološku građu terena te nakon toga odabrati uzorke za daljnju laboratorijsku i mikroskopsku analizu. Nadalje, uzorci su pripremljeni i obrađeni kako u laboratoriju tako i naknadno detaljnije pod mikroskopom, a sve kako bi se čim bolje mogli analizirati i usporediti dobiveni rezultati s prijašnjim istraživanjima, pretpostavkama i geološkim kartama, kao i što točnije pokušati odrediti starost naslaga, ali i pretpostaviti taložne uvjete u vrijeme sedimentacije klastičnih stijena spomenutog područja.



## 2. Geografska obilježja i karakteristike terena



Slika 1. Karta šire okolice Otruševca s kotama nadmorske visine (Google Maps ©2021), web izvor 3.

Mjesto Otruševac nalazi se na sjeveroistočnom rubu Samoborskog gorja te se radi o mjestu u kojem se nalazi jedna od najljepših špilja u Hrvatskoj, Grgosova špilja, s bogatom lepezom ukrasa u vidu izuzetno očuvanih i velikih stalaktita i stalagmita. Otkrivena je tek 1973. godine, a danas je dodatno uređena i otvorena za posjetitelje. Otruševac se nalazi smješten svega pet kilometara od grada Samobora i četiri kilometra od Bregane (slika 1).

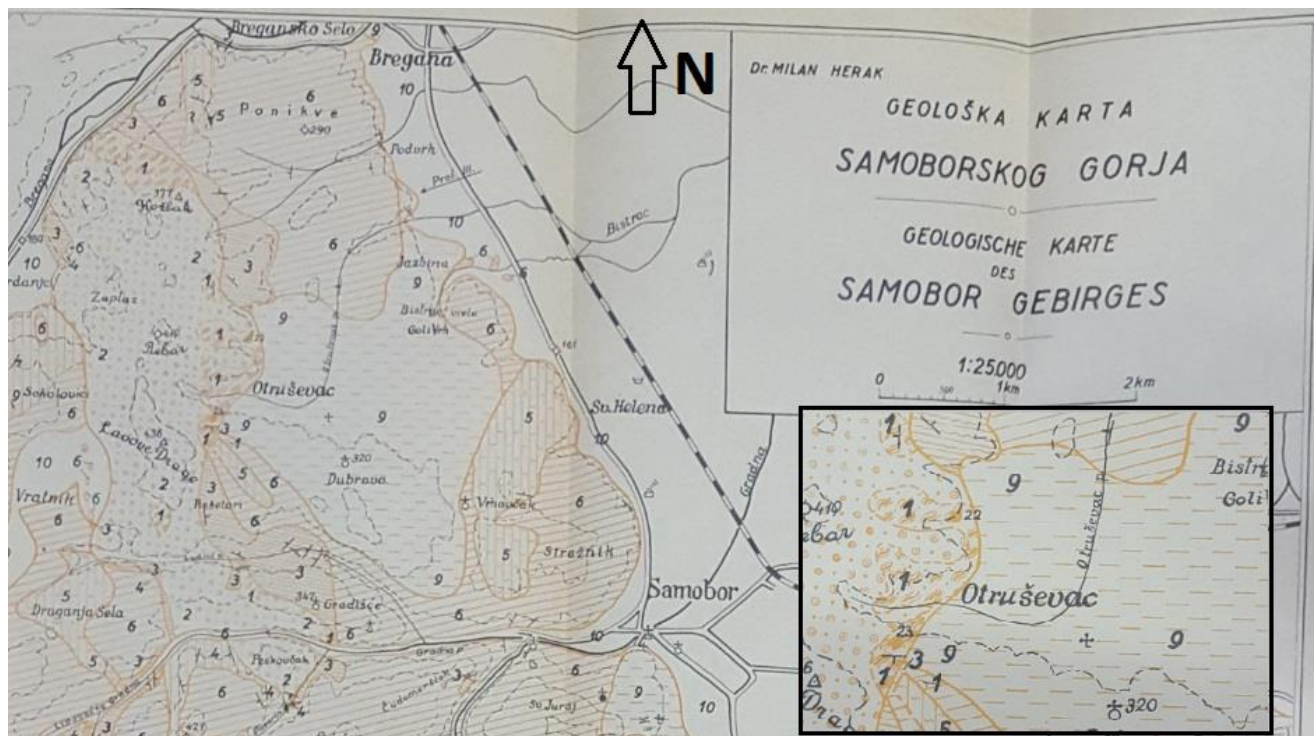


Slika 2. Karta Samoborskog gorja s označenim parkom prirode Žumberak – Samoborsko gorje (Google Maps ©2021), web izvor 2.

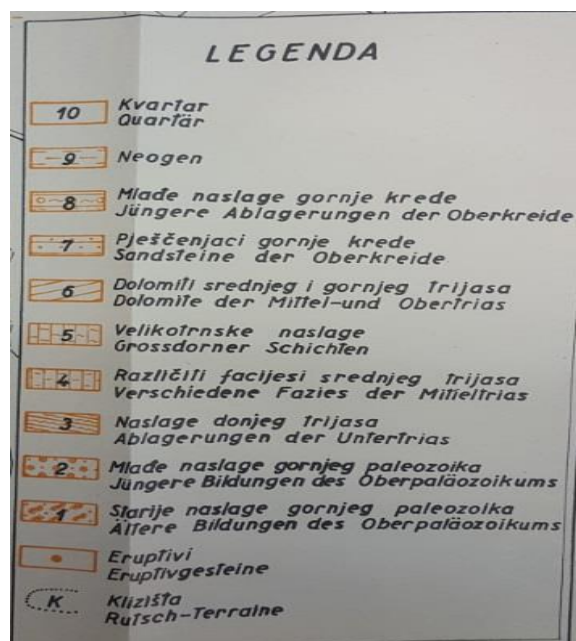
Samo Samoborsko gorje proteže se od granice sa Slovenijom prema jugu sve do rijeke Kupe, obuhvaćajući time dvije hrvatske županije, sjevernije Zagrebačku i južnije Karlovačku županiju. Na istoku se proteže gotovo do već spomenutog Samobora. Radi se ujedno i o parku prirode (slika 2) koji je stanište velike bioraznolikosti, kako flore tako i faune. Treba spomenuti kako se ne radi samo o planinsko-brdskom kraju, već o području s mnogim izvorima vode, bogatim plodnim ravnicama te, s druge strane, s najvišim vrhom Japetićem koji seže do 879 metara nadmorske visine. Stoga je jasno kako govorimo o području koje, osim čistih prirodnih ljepota, nudi izuzetne agrikulturne mogućnosti, kao i bogatu turističku ponudu, posebice alpinističku i planinarsku.

### 3. Pregled dosadašnjih istraživanja i geološka građa terena

Iako geološka istraživanja na području Samoborskog gorja sežu u 19. stoljeće, prvi potpuniji prikaz, kako geološkom kartom, tako i detaljnijim opisom naslaga, donosi HERAK (1954). U svom radu bavi se i detaljnije definira naslage gornjeg paleozoika, mezozoika i ponešto kvartara, čime je obuhvatio većinu geološke građe Samoborskog gorja. Što se tiče istraživanog područja u ovom radu, po HERAK (1954) mjesto Otruševac svojim zapadnim dijelom leži na starijim i mlađim naslagama gornjeg paleozoika, dok se s istočne strane nalaze mlađe neogenske naslage navučene na njegov stariji dio (slike 3a i b). Za istraživano područje HERAK (1954) navodi kako je konstatirao i spilite, magmatske stijene u okviru paleozoika, iako ne navodi točno mjesto pronalaska istih. U pogledu vrsta naslaga HERAK (1954) navodi kako se gornji paleozoik, konkretnije perm, u bazi sastoji od škriljavaca i sitnozrnastih pješčenjaka. Gornji dio naslaga mlađeg paleozoika čine sitnozrnasti i krupnozrnasti pješčenjaci, kao i krupnozrnasti konglomerati. Bitno je spomenuti kako HERAK (1954) spominje crvenu boju sitnozrnastih pješčenjaka koju pripisuje aridnoj klimi u permu. Ukratko, može se zaključiti da HERAK (1954) većinu paleozojskih naslaga definira kao klastite. Što se tiče mezozoika, odnosno donjeg trijasa, HERAK (1954) najčešće spominje vapnence i dolomite, iako detektira i ponešto „škriljavaca“. Situacija se prema njemu ne mijenja značajno niti u srednjem i gornjem trijasu gdje i dalje dominiraju vapnenci i dolomiti. S obzirom da mjesto Otruševac svojim dobrim dijelom leži i na neogenskim naslagama, bitno je spomenuti kako upravo to mjesto HERAK (1954) navodi kada govori o korekciji rasprostranjenosti neogenskih naslaga. Već i on jasno u neogenu prepoznaje pješčenjake, gline i lapore s tanjim uslojenim ugljenom i ostacima biljaka. Po pitanju tektonike vrijedi spomenuti hercinsko boranje u karbonu i permu na istraživanom području zbog čega je postojala stalna tendencija izdizanja. Također, u donjem trijasu spominje i novu transgresiju.



Slika 3a. Geološka karta s povećanjem mjesta Otruševac prema HERAK (1954).



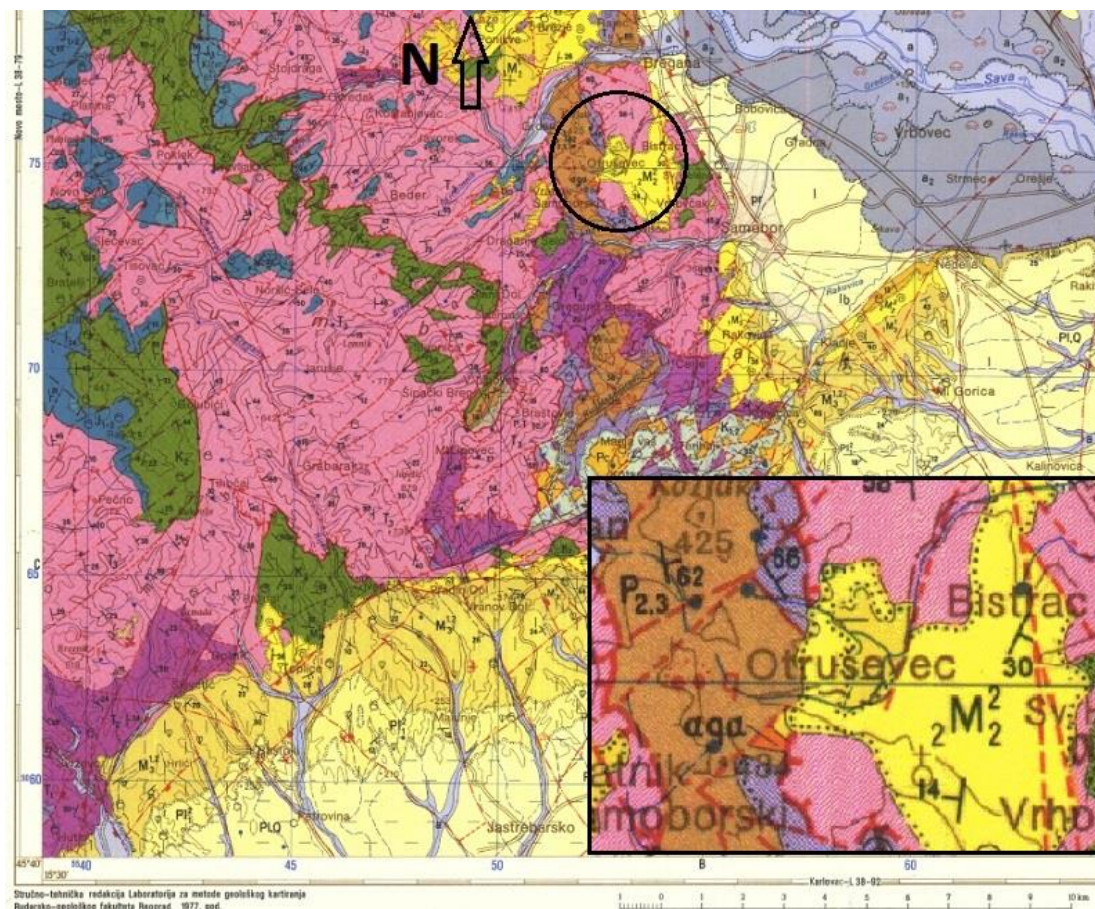
Slika 3b. Legenda naslaga za geološku kartu Samoborskog gorja prema HERAK (1954).

S druge strane, prema OGK lista Zagreb (slike 4a i b), odnosno ŠIKIĆ et al. (1978) nema puno razlika po pitanju geoloških razdoblja čije naslage možemo pronaći na području Otruševca, ali za razliku od HERAK (1954), paleozojske su naslage ipak nešto konkretnije definirane, posebice granice gornjeg perma te donjeg i srednjeg trijasa, što je posebno bitno za ovo istraživanje. I prema ŠIKIĆ et al. (1978) sedimenti gornjeg perma taloženi su na kraju hercinskog orogenetskog ciklusa, a čine ih šejlovi, siltiti, pješčenjaci i konglomerati. Isto tako, zastupljeni su vapnenci, dolomiti i gips, kao što to prikazuje i HERAK (1954). Gornjopermska starost dokazana je i fosilima i to redom amonitima, algama i foraminiferama (ŠIKIĆ et al., 1978). Također, ŠIKIĆ et al. (1978) spominju kako je u gornjem permu putem hidrotermalnih otopina došlo do stvaranja ležišta željezne i bakrene rude. U vrijeme permotrijasa nastavljena je sedimentacija, a prema ŠIKIĆ et al. (1978) to su šejlovi, siltiti i subarkozni pješčenjaci, dok neki predjeli kratkotrajno okopnjavaju. U donjem trijasu ponovno dolazi do plitkovodne sedimentacije, a starost naslaga je dokazana školjkama, puževima i foraminiferama. Srednji i gornji perm prema ŠIKIĆ et al. (1978) čine klastiti, karbonati i gips, dok donji trijas, također, čine naslage klastita i karbonata. I ŠIKIĆ et al. (1978) spominju efuzive, ali za razliku od HERAK (1954), definiraju ih na grebenu južno od mjesta Otruševac. Treba spomenuti kako ŠIKIĆ et al. (1978) govore o fragmentima ugljena i ugljenovitih lapora s gastropodima na području Otruševca gdje oni leže ispod transgresivnih sedimenata gornjeg tortona. Te naslage ŠIKIĆ et al. (1978) pripisuju marinskom porijeklu.

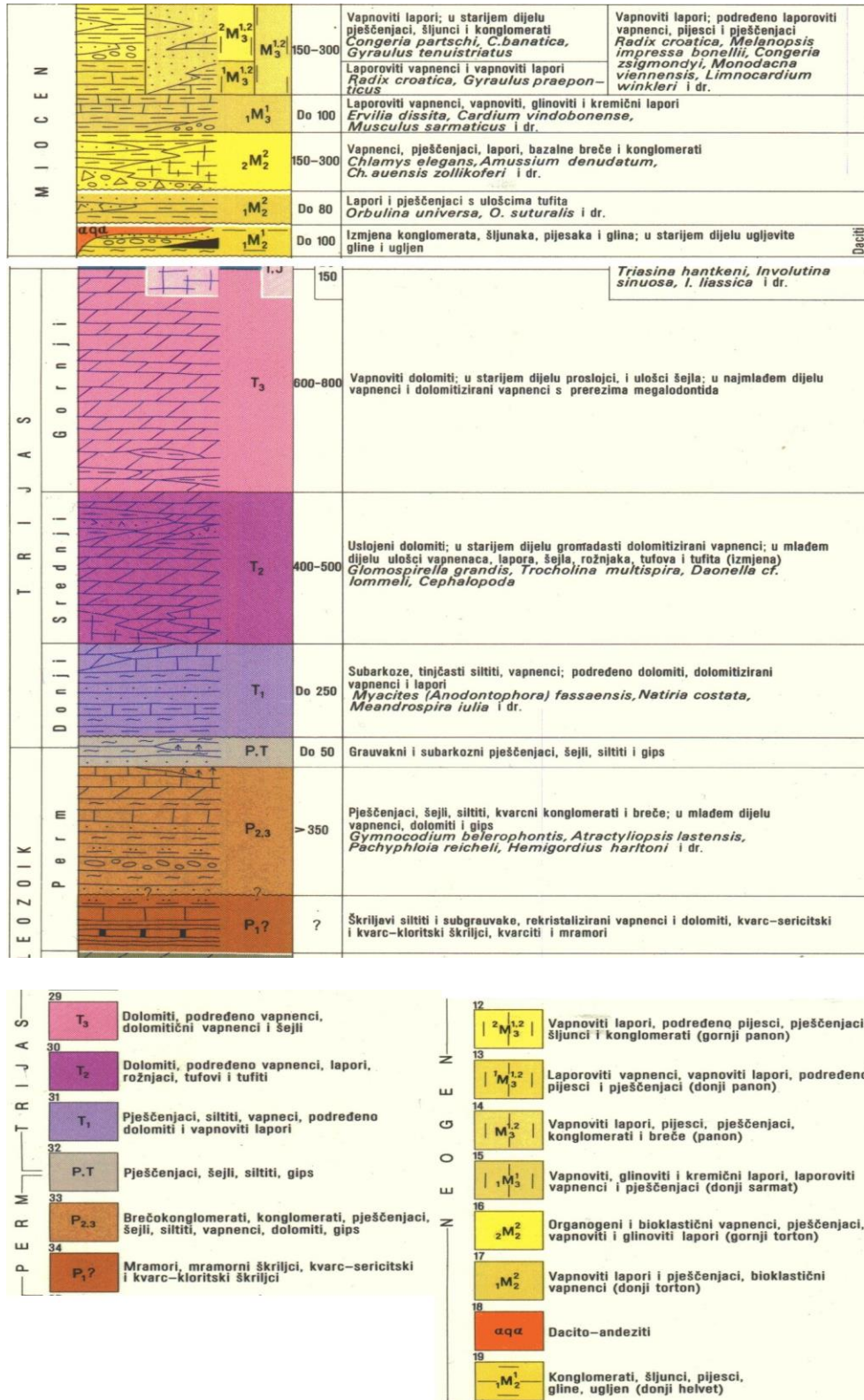
Naslage karbona i perma definirane su na još nekoliko lokacija u Hrvatskoj. Osim spomenutih na području Samoborskog gorja izdanjuju još na području Gorskog kotara, Ivanšćice te na području Korduna. Unutar lista Črnomelj prema OGK SFRJ, javljaju se pješčenjaci tipa kremenih-grauvaka i tinjčastih pješčenjaka (BUKOVAC et al., 1984). Na području Gorskog kotara na listu Delnice, definirani su siltiti i pješčenjaci donjeg i srednjeg perma (SAVIĆ et al., 1985). Litološki varijeteti na tom području definirani su od šejla preko siltoznog šejla, siltita do zaglinjene-pješčane stijene grauvalnog tipa, kao i grauvalni pješčenjaci od onih krupnozrnastih pa sve do sitnozrnastih. OGK lista Karlovac prema BENČEK et al. (1989) ponovno definira tinjčaste siltite i grauvalne pješčenjake u vrijeme mlađeg paleozoika na navedenom području, dok list Slunj OGK prema KOROLIJA et al. (1981) govori o klastičnom razvoju perma na području Petrove gore i Kremene glave u čijim naslagama nisu pronađeni ostaci fosila kao niti

imalo značajan udio karbonata. I ovdje su najzastupljeniji grauakni tip pješčenjaka kojeg slijede siltiti i pelitni sedimenti.

S druge strane, donjomiocenske naslage nalazimo na širem području Hrvatske ili konkretnije nekadašnjeg Paratethysa. Između ostalog i na nekim već spomenutim listovima OGK. Miocenske naslage tako su pronađene na području Gorskog kotara gdje prema SAVIĆ et al. (1985) one leže na naslagama senona i predstavljene su slojevima ugljena i to konkretno njih šest, zatim ugljevitog škriljca, konglomerata, pješčenjaka, lapora i gline. U sklopu lista Karlovac, BENČEK et al. (1989) definiraju raznolike naslage otnanga. Osim konglomerata ili brečokonglomerata, često se javljaju pješčenjaci kao i gline u kojima je vrlo česta pojava tanjih ili debljih proslojaka smeđeg ugljena. I na području Slunja u blizini sela Triac detektirane naslage donjeg miocena kojeg u ovom slučaju čine lapori s ugljenom, laporoviti vapnenci, pjeskovite gline, te pješčenjaci, kremenijesak i šljunak (KOROLIJA et al., 1981). U novijim radovima vrijeme otnanga specifično je u razvoju miocenskih naslaga jer se radi o periodu regresije gdje u početku dolazi do taloženja krupnozrnastog materijala i breča duž glavnih normalnih rasjeda kao rezultat širenja bazena za vrijeme sinrift faze (PAVELIĆ et al., 2001, 2003, 2016; ŠIMUNIĆ, 2009; PAVELIĆ i KOVAČIĆ, 2018). Tijekom otnanga u vrijeme izdizanja današnjih gora u brdovitim područjima postojala su slatkovodna jezera u kojima je taložen pretežito klastični materijal u vidu krupnozrnastih konglomerata donesen rijekama i potocima s današnje Moslavačke gore, Pšunja, Papuka, Medvednice, te Kalničkog i Samoborskog gorja, ali i pijesak i šljunak koji ponegdje sadrže proslojke gline i lapora (ŠIKIĆ et al., 1975; ŠIMUNIĆ et al., 1981; BLAŠKOVIĆ et al., 1984; KOROLIJA et al., 1989; PIKIJA et al., 2005, ŠIMUNIĆ, 2009). U nekoliko je navrata dolazilo do prestanka donosa krupnozrnastog materijala kada su se jezera pretvorila u močvare gdje je bujna vegetacija predstavljala izvorišni materijal za kasniji postanak smeđeg ugljena (KOCHANSKY-DEVIDE et al., 1978; AVANIĆ et al., 1995; PAVELIĆ et al., 2001; ŠIMUNIĆ, 2009). Na kraju treba spomenuti kako su otnaške naslage prepoznate jasno i vrlo blizu mjesta Otruševac u tek kilometar udaljenom mjestu Grdanjci na zapadu. U tom mjestu radi se o naslagama klastita za koje je utvrđeno kako su doneseni i taloženi u kopnenom okolišu, a uspoređuju se s naslagama šljunka, pijeska, mulja i ugljena iz sjeverne Hrvatske za koje je definirana helvetska odnosno otnaška starost (ŠIKIĆ et al., 1978; VRSALJKO et al., 2005). Prema VRSALJKO et al. (2005), ugljenoviti slojevi pronađeni na području Samoborskog gorja pripadaju badenskoj kopnenoj sedimentaciji.



Slika 4a. Dio OGK lista Zagreb s povećanim prikazom mjesta Otruševac prema ŠIKIĆ et al. (1978).



Slika 4b. Prikaz naslaga po pojedinim geološkim dobama bitnim za područje Otruševca u sklopu geološkog stupa i opis naslaga prema OGK list Zagreb ŠIKIĆ et al. (1978).



## **4. Metode istraživanja**

### **4.1. Terensko istraživanje**

Uzorkovanje na terenu odrađeno je u dva navrata, u lipnju 2019. godine te u kolovozu 2021. godine. U drugom navratu teren je obišten nešto dublje, odnosno više u šumu s južne strane udoline. Drugim riječima, obuhvaćen je veći dio istraživanog područja radi prikupljanja što većeg broja podataka i uzoraka, kao i, u konačnici, pokušaja čim bolje interpretacije dobivenih rezultata. Istraživanje je na južnoj strani započeto na nadmorskoj visini od otprilike 270 metara te nastavljeno idućih nešto više od 200 metara puta kroz šumu koji završava približno na 320 metara nadmorske visine. Početak terenske obrade nalazi se na samom ulazu u šumu preko puta ceste koja vodi prema sjevernom dijelu Otruševca, a iznad potoka koji svojim tokom prati slijepu cestu kao što se vidi i na slici 5. Istraživano područje je vrlo gusto obraslo šumskim raslinjem, a izdanci i mjesta uzorkovanja u dva jarka prekrivena su većim dijelom zemljom i lišćem. Iz tog razloga nije bilo moguće odrediti točne debljine slojeva, a njihovi položaji određeni su precizno tek na dvije točke. Od opreme pri terenskom istraživanju korišteni su standardni geološki alati kao što su lupa, kompas, opća geološka karta, HCl kiselina u omjeru 1:1, geološki čekić, vrećice i markeri za uzorkovanje kao i dnevnik rada.



Slika 5. Prikaz satelitske snimke istraživanog terena (Google Maps ©2021), web izvor 1.

## 4.2. Laboratorijska obrada uzoraka

Nakon odrađenog terenskog rada, od ukupno 17 istraženih točaka uzeto je deset uzoraka za daljnju laboratorijsku obradu, a redom se radi o uzorcima T1, T3, T5, T7, T9, T10, T11, T13, T15 i T16. Uzorci su odabrani na temelju makroskopskih karakteristika, njihove pogodnosti za laboratorijsku obradu s obzirom na trošnost, poroznost, ali i veličinu. Osim toga, na temelju makroskopskih značajki, prepoznato je kako među pojedinim točkama uzorkovanja gotovo da i nema, na oko, vidljive razlike pa je iz tog razloga odrađena daljnja eliminacija određenih točaka i za daljnju su obradu uzete one za koje je pretpostavljeno kako će u konačnici dati najrelevantnije rezultate. Konkretno, kada govorimo o prvih šest točaka, za daljnju analizu odabrani su uzorci s točaka T1, T3 i T5. Uzorak T7 čini kremenata žila koju pak čine limonitizirana zrna kremenata, a analiziran je samo makroskopski. Uzorci T8 i T9 makroskopski su također gotovo identični pa je za daljnju analizu odabran uzorak T9 zbog njegovih nešto većih dimenzija. Njima je vrlo sličan i

uzorak T10, ali s obzirom na udaljenost na terenu te nešto drugačiju nijansu boje i on je odabran za laboratorijsku analizu. U gornjim slojevima točke T10 nalazi se spomenuta kremena žila koja se može pratiti sve do točke T13, a odabrani uzorak kremenca nalazi se na točki T11. Kako se geološka slika ne mijenja niti na točki T12, za daljnju obradu je odabran uzorak T13 kojeg osim silita čine i lijepo izraženi prosljoci ugljena. Na točki T14 radi se zatim ponovno o pješčenjaku makroskopski gotovo istom kao na točkama T1 i T2 te su u konačnici još za laboratorijsku obradu uzeti uzorci pješčenjaka s točke T15 kao i sa sjeverne strane uzorak s točke T16 jer razlika s onim na točki T17 također nije primjetna golim okom.

Od navedenih deset uzoraka za mikroskopsku obradu uzeto je njih osam. Uzorci koji makroskopski sadrže velike količine kremenca ili ih on u potpunosti čini nisu korišteni za daljnju analizu pod mikroskopom, konkretno oni s točke T7 i T11. Svi odabrani uzorci rezani su na dijamantnoj pili „Struers – Discotom-2“ (vidljivo i na slici 6), točnije oni koji su uopće mogli biti rezani. Naime, uzorci T13 i T16 sastavljeni su od toliko sitnih i slabije povezanih čestica da su se uz veliku trusnost jednostavno mrvili pri učvršćivanju na stolić za rezanje. U trenutku kada su i bili barem iole dobro pričvršćeni, mlaz vode pri rezanju dijamantne pile vrlo ih je lako ispirao i dodatno uništavao te jednostavno od njih nije bilo moguće napraviti mikroskopske preparate. Ostalih šest uzoraka, sada na debljini od otprilike pola centimetra nakon rezanja prvotno je ispolirano prahom za poliranje veličine F-800 te stavljeno na grijanje odnosno sušenje. Zatim su mikroskopska stakalca premazana kanadskim balzomom te su na njih zalijepljeni uzorci i to na onu ispoliranu stranu i stavljani ponovno na sušenje. Kada su već bili suhi i kada nije postojala opasnost od njihovog odljepljivanja s mikroskopskog stakalca stavljani su u stroj za istanjivanje ili brušenje izbrusaka „Alba – 7 rue de bois – Asnieres“ (slika 7) te su istanjivani na manje od milimetra. U konačnici svi su uzorci dodatno još ručno istanjivani prahom za brušenje veličine zrna F-400 te polirani do željenih rezultata prahom veličine zrna ponovno F-800.



Slika 6. Stroj za rezanje stijena „Struers“



Slika 7. Stroj za istanjivanje uzoraka „Alba“

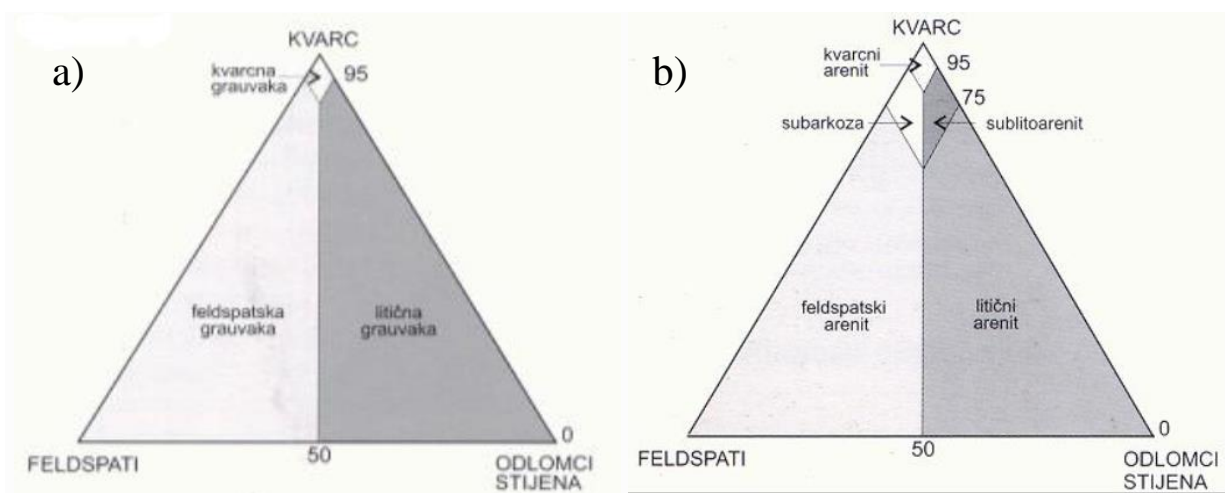
### 4.3. Mikroskopska obrada uzoraka

Pri mikroskopskoj obradi uzoraka korišten je polarizacijski mikroskop „Carl Zeiss – Axiolab“. Preparati su fotografirani s digitalnim fotoaparatom marke „Canon 500 D“ koji je pričvršćen za sam mikroskop. Svi uzorci promatrani su na objektivima s povećanjima od 2,5, 10 i 20 puta. Srednjezrnasti klastiti fotografirani su pri povećanju od 2,5 puta, dok je kod pelitnih sedimenata korišteno povećanje od 10 puta.

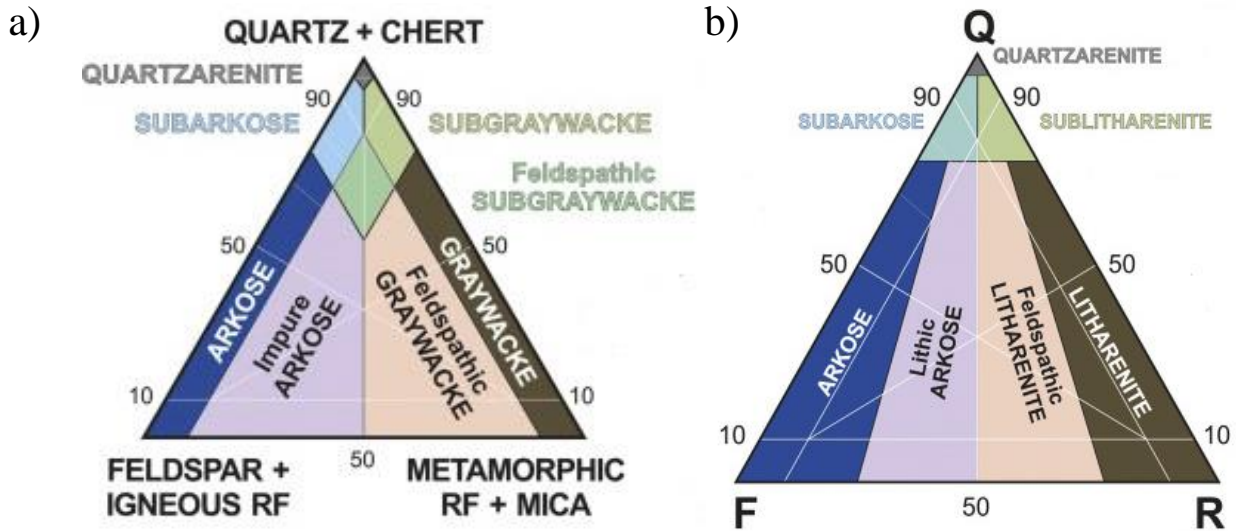
Metoda brojanja zrna najrelevantnija je pri određivanju srednjezrnastih klastita i korištena je i u ovom radu pri spomenutom povećanju od 2,5 puta. Iako jednostavna, s dobivenim podacima daje najširu mogućnost interpretacije vrsta i podvrsta srednjezrnastih klastita, ali i mogućnost interpretacije podataka za dobivanje slike o porijeklu detritičnih čestica, vrsti klime u vrijeme taloženja, kao i o reljefu. Pri brojanju zrna broje se sva ona zrna koja padaju na x os nitnog križa mikroskopa. Nakon kompletnog pređenog reda, rađen je skok od otprilike 100 mikrona te je brojanje nastavljeno ponovno po x osi. Kako bi podatci bili što relevantniji, potrebno je izbrojati najmanje 300-400 zrna pa i u ovom slučaju broj izbrojanih zrna u svakom uzorku iznosi 300 i više. Pri brojanju svako zrno razvrstava se prvotno u osnovne tri skupine, kremen, feldspata i litičnih čestica, a po potrebi dodatno se mogu razlikovati monokristalni od polikristalnog kremen, što je bio slučaj i u ovoj analizi. Feldspati su brojani svi zajedno, ali se često radi i razlika između alkalijskih i plagioklasa. Isto tako, unutar litičnih čestica može se razlikovati znatan broj različitih minerala, kao što su minerali glina, tinjci, opaki minerali, kloriti, olivini, hornblenda i drugi. Za potrebe ovog istraživanja od navedenih litičnih čestica izdvojeni su tinjci, zasebno muskovit te zasebno biotit, kao i olivini. Dobiveni rezultati kasnije su prikazani numerički unutar tablice, ali i korišteni za niz dvo- i trokomponentnih dijagrama.

Za detaljnije određivanje pješčenjaka nakon onog makroskopskog, kao i brojanja zrna, korištene su različite klasifikacije. Za konkretnije određivanje vrsta pješčenjaka korištena je klasifikacija po PETTIJOHN (1972) (slika 8a i b) koja dijeli pješčenjake osnovno na grauvake i arenite ovisno o količini matriksa za koji se uzima granica najčešće od 15 %, dok unutar pojedinog dijagrama vrhovi kutova trokuta pokazuju udio pojedine komponente od 100 %. Postotci se na dijagram unose za različiti detritični sadržaj unutar stijene ovisno o međusobnom udjelu u samom uzorku. Za kremen koji je najčešće označen i kao Q, feldspate s oznakom F i

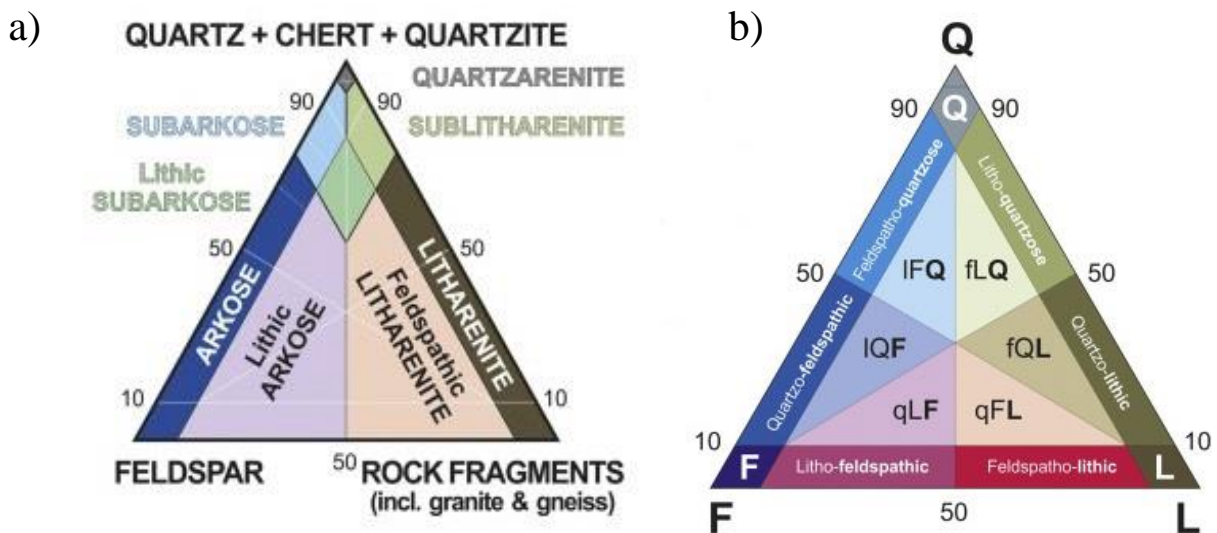
litične čestice ili odlomke stijena koji se označuju s oznakom LF ili eng. RF. Postoje dodatne podjele koje odvajaju monokristalni kremen kao jedini relevantni za udio kremenca u Q-F-LF dijagramu, dok polikristalni svrstavaju u ostale litične fragmente. Za potrebe ovog rada korišten je još Q-F-LF dijagram za grauvake i arenite prema FOLK (1954) (slika 9a), odnosno FOLK (1974) (slika 9b). Osim toga za podjelu arenita dodatno su još korištene klasifikacije prema GARZANTI (2016) koji na Q-F-LF dijagramu detaljnije definira određena područja unutar dijagrama i daje dodatna nazivlja istim te ujedno daje i najopširniju podjelu arenita i to na 15 polja (slika 10a) kao i prema MCBRIDE (1963) (slika 10b). Za spomenuti je još kako postoji čitav niz drugih podjela pješčenjaka. Vezano za grauvake krenuvši od KRYNINE (1948) i van ANDEL (1958), kao i za obje vrste pješčenjaka GILBERT (1954) i PACKHAM (1954), ali i CROOK (1960) čija je pak podjela vrlo slična onoj prema FOLK (1974). Sve podjele baziraju se na trokomponentnim dijagramima, a razlike između njih kreću se u postotku matriksa koji se uzima u obzir, preko svrstavanja granita i granitoidnih gnajseva u različite kategorije, ali i do tek ponešto izmijenjenih granica nazivlja unutar samih dijagrama.



Slika 8. Q-F-LF trokomponentni dijagrami klasifikacije pješčenjaka na a) grauvake i b) arenite ovisno o udjelu matriksa u stijeni te podjela istih unutar pojedinog dijagrama prema postotku detektiranog detritičnog sadržaja izvedeno prema PETTIJOHNU et al. (1987)



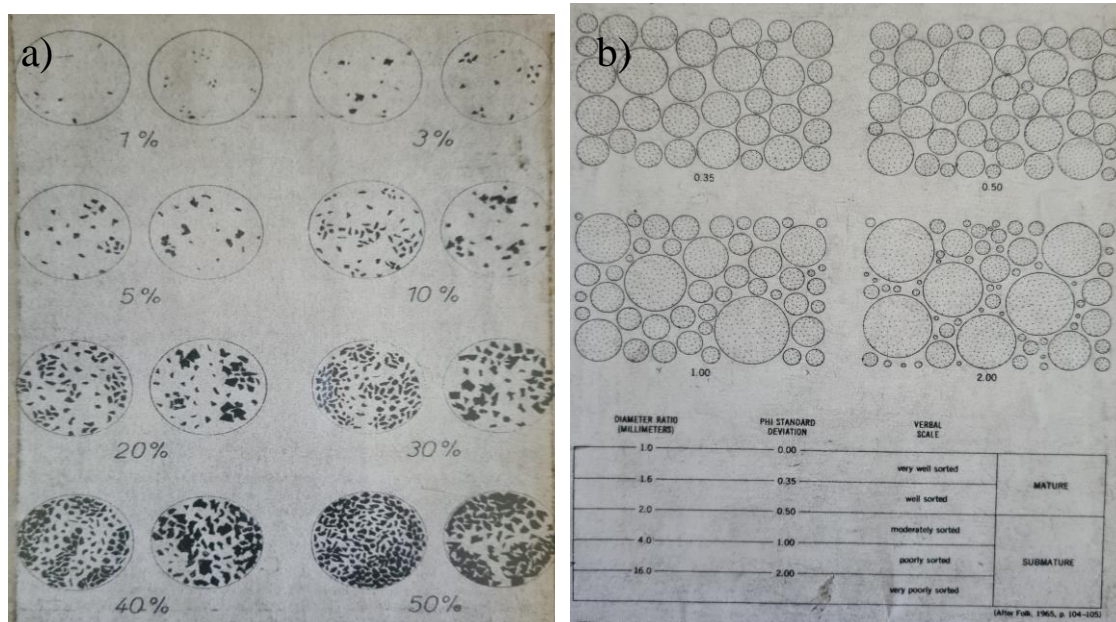
Slika 9. a) Trokomponentni dijagram za klasifikaciju pješčenjaka po FOLK (1954) za grauivake i b) po FOLK (1974) za arenite. Oba na osnovi međusobnog omjera Q-F-LF detritusa.



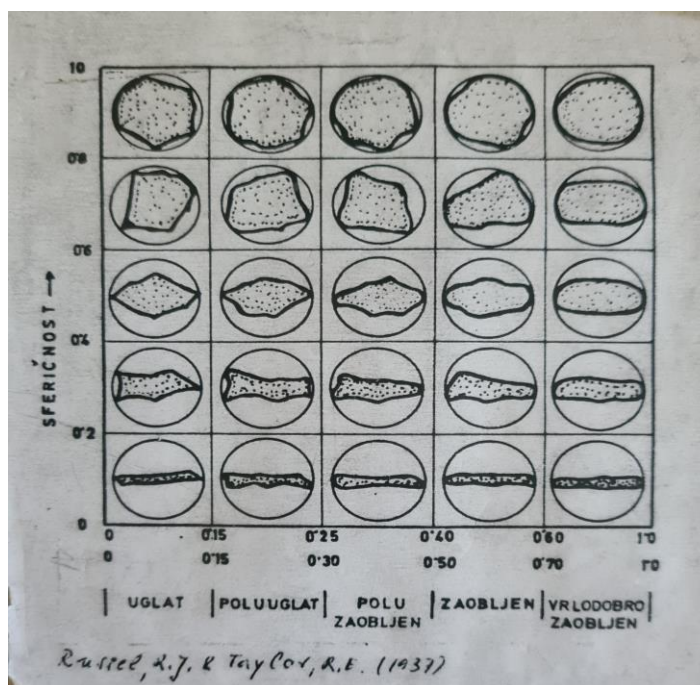
Slika 10. a) Trokomponentni dijagram podjele arenita prema MCBRIDE (1963) i b) prema GARZANTI (2016).

Klasti unutar uzoraka determinirani su pomoću nekoliko različitih klasifikacija. Za sferičnost i zaobljenost zrna korištena je klasifikacija po RUSSEL i TAYLOR (1937), a za količinu, to jest postotak klasta unutar uzorka klasifikacija po TERRY i CHILLINGAR (1955),

dok je sortiranost zrna u uzorku određena prema modificiranoj verziji po FOLKU (1974), a sve vidljivo na slikama 11a, b i 12.



Slika 11. a) Prikaz klasifikacije po postotku klasta unutar uzorka po TERRY i CHILLINGAR (1955) i b) prikaz sortiranosti zrna u uzorku prema modificiranoj verziji po FOLKU (1968).



Slika 12. Klasifikacija sferičnosti i zaobljenosti zrna po RUSSEL i TAYLOR (1937).

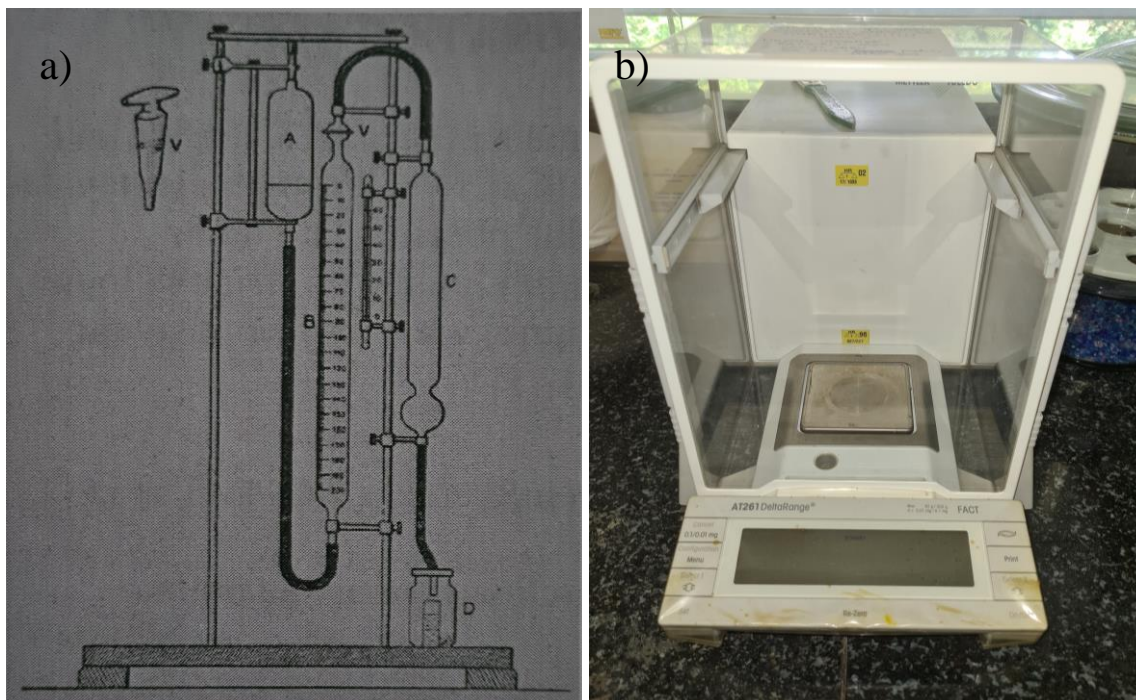


Sama petrografska analiza i sastav uzoraka odrađena je prema internoj skripti Mineralna optika (VRKLJAN, 2006). Valja napomenuti kako su sve klasifikacije rađene prema subjektivnom mišljenju pojedinca ili pojedinaca, odnosno procjeni te podliježu samim time i mogućnosti pogreške i to najviše pri procjeni sferičnosti, zaobljenosti i sortiranosti klasta.

Od deset odabranih uzoraka za laboratorijsku analizu od njih šest napravljeni su mikroskopski izbrusci to jest preparati i tih šest uzoraka je i analizirano pod petrografskim mikroskopom. Redom se radi o uzorcima T1, T3, T5, T9, T10 i T15.

#### **4.4. Određivanje sadržaja karbonata u stijeni – kalcimetrija**

Postupak kalcimetrije koristi se za određivanje količine, to jest postotka kalcijevog karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u uzorku odnosno dezintegriranoj ili usitnjenoj stijeni. Za spomenuti postupak osim laboratorijskog pribora kao što su epruvete, pinceta, laboratorijska žličica i slično, potrebni su i tehnička vaga, Scheiblerov kalcimetar (slika 13a), termometar i barometar. Količina kalcijevog karbonata u uzorku određuje se volumetrijskim mjerenjem ugljikovog dioksida ( $\text{CO}_2$ ) koji se mjeri u graduiranoj cijevi Scheiblerovog kalcimetra. Nakon usitnjavanja uzorka stijene u tarioniku te prosijavanja kroz sito s veličinom otvora od 2 mm, na digitalnoj vagi „Metler“ (slika 13b) odvagano je oko 300 mg prosijanog uzorka u dvije posudice, te u druge dvije uzorak koji u istim količinama služi kao standard.



Slika 13. a) Shematski prikaz Scheiblerovog kalcimetra gdje pokretna cijev A služi za izjednačavanje tlaka tijekom rada, cijev B je graduirana i koristi se za očitavanje oslobođenog CO<sub>2</sub>, a na vrhu joj se nalazi ventil V preko kojeg je u kontaktu s cijevi C koja je fiksna i spojena na posudu D ili tikvicu u kojoj se nalazi uzorak za analizu na miješalici za miješanje uzorka. b) Digitalna vaga „Metler“ za odvagu uzorka.

Nakon odvage, u sve četiri posudice stavlja se mala epruveta s HCl kiselinom razrijeđenom destiliranom vodom u omjeru 1:1, ali svakako bez kontakta iste s uzorkom te se jedna za drugom istim postupkom spajaju na Scheiblerov kalcimetar. U trenutku kada je uzorak u posudi hermetički zatvoren i spojen na kalcimetar počinje miješanje standarda ili uzorka s kiselinom te se nakon pet do deset minuta na skali graduirane cijevi očitava volumen razvijenog CO<sub>2</sub>. Količina CaCO<sub>3</sub> izračunava se potom formulom:

$$\% \text{ CaCO}_3 = (\text{ml CO}_2 \times F \times 2.274 \times 100) / m \text{ (mg) uzorka ili standarda}$$

gdje je m masa uzorka, a F težina 1 mg/ml CO<sub>2</sub> pri temperaturi i tlaku tijekom provođenja analize, iščitana iz tablice 1.

Tablica 1. Konstante 1 mg/ml CO<sub>2</sub> pri određenoj temperaturi i tlaku zraka.

°C	tlak u mm Hg						
	752	754	756	758	760	762	765
26	1.816	1.822	1.829	1.835	1.840	1.845	1.849
25	1.823	1.829	1.836	1.842	1.847	1.852	1.856
24	1.829	1.835	1.842	1.848	1.853	1.858	1.862
23	1.835	1.841	1.848	1.854	1.859	1.864	1.868
22	1.841	1.847	1.854	1.860	1.865	1.870	1.875
21	1.848	1.854	1.861	1.867	1.872	1.877	1.882
20	1.854	1.860	1.867	1.873	1.878	1.883	1.888
19	1.860	1.866	1.873	1.879	1.884	1.889	1.894

U konačnici, obzirom na dva uzorka, računa se njihova aritmetička sredina udjela karbonata u stijeni. Interpretacijske vrijednosti na kraju su predstavljene s obzirom na dobivene postotke u 3 dijela:

- < 10 % CaCO<sub>3</sub> – slabo karbonatna stijena
- 10 – 30 % CaCO<sub>3</sub> – srednje karbonatna stijena
- > 30 % CaCO<sub>3</sub> – jako karbonatna stijena

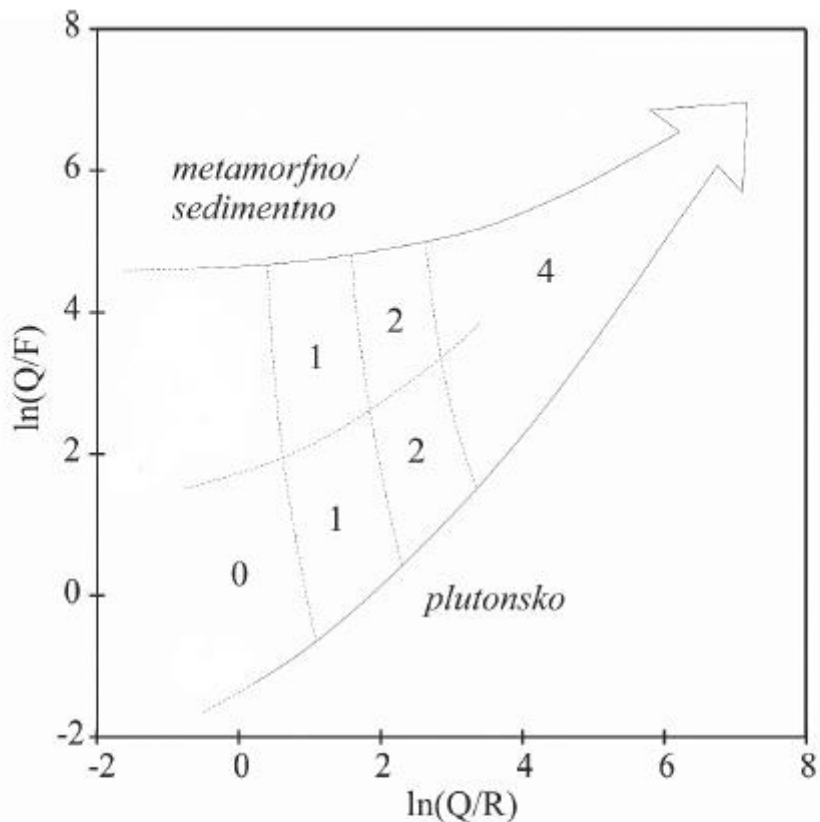
#### 4.5. Analiza nanofosila

Analiza nanofosila koristi se za fosile u redu veličine otprilike 5 do 30 mikrona. Za potrebe analize potreban je također usitnjeni ili dezintegrirani uzorak stijene namočen u destiliranoj vodi. Dio suspendiranog materijala potom se odvaja i centrifugira kroz nekoliko koraka kako bi se odvojila ona najsitnija frakcija te se zatim odvaja pomoću kapaljke i prenosi na pokrovno stakalce te zagrijava dok ne ispari sva tekućina i ostane čisti suhi materijal. U konačnici se dodaje kanadski balzam pomoću kojega se pokrovno stakalce lijepi za predmetno te je uzorak ili preparat nakon hlađenja spreman za daljnju analizu i samo mikroskopiranje. U ovom slučaju

mikroskopska analiza obavljena je na svjetlosnom mikroskopu „Zetopan Reichert“ na povećanju od 630 puta. U ovom radu osim za nanofosile ova je metoda korištena i za potencijalni pronalazak dijatomeja.

#### **4.6. Porijeklo pješčenjaka i dijagrami indeksa trošenja**

Kako bi se odredio indeks trošenja uzoraka odnosno stijena istraživanog područja korišten je dijagram indeksa trošenja preuzeto i izmijenjeno prema WELTJE (1994) i WELTJE et al. (1998) vidljiv na slici 14. Sam dvokomponentni dijagram podijeljen je na pet različitih područja u kojima točkaste vrijednosti proizlaze iz ovisnosti odnosa osi apscise koju čine vrijednosti prirodnog logaritma udjela kremena prema litičnim fragmentima u uzorku, te osi ordinate, čije vrijednosti dobivamo prirodnim logaritmom, također, kremena, ali prema udjelu feldspata u uzorku. Unutar samog grafa s gornje strane nalaze se područja koja indiciraju metamorfno i sedimentno porijeklo materijala, dok donja strana ukazuje na magmatsko porijeklo pješčenjaka. Drugi dio indeksa trošenja pripada tablici koja govori o indeksu trošenja pješčenjaka ovisno o vrsti reljefa i klime pa tako vrijednosti iz gornjega grafa sukladno tablici mogu ukazati po okomici na semiaridnu do aridnu, subhumidnu ili tropsku humidnu klimu te po vodoravnim vrijednostima na visok planinski reljef, brdovita područja ili pak ravnice.

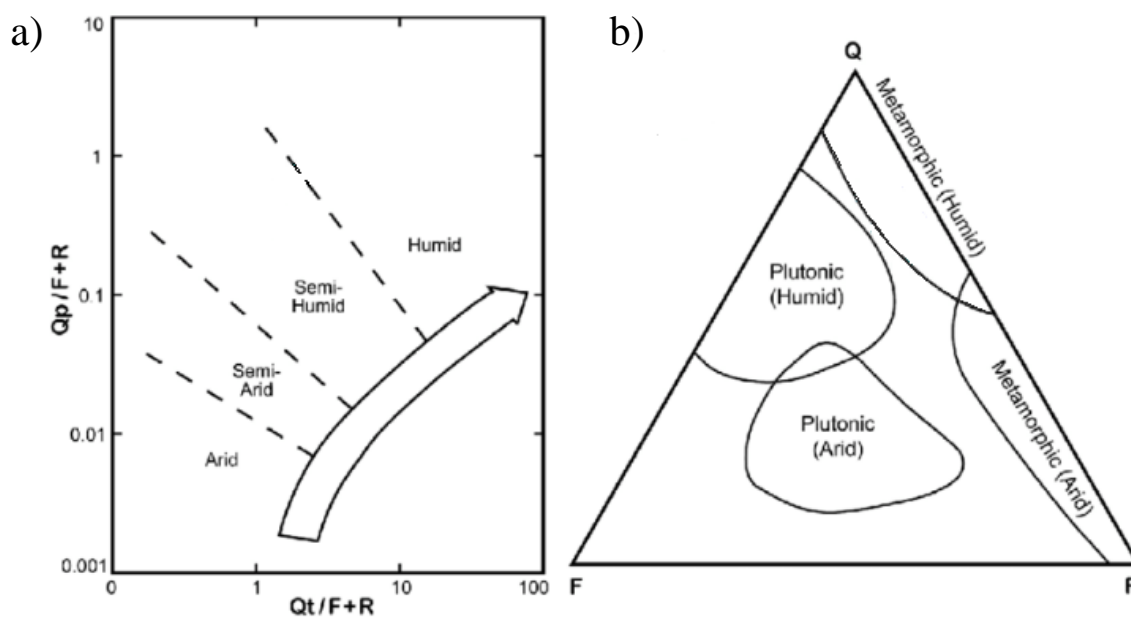


semi-kvantitativni indeks trošenja		fiziografija (reljef)		
		visoka (planine) 0	srednja (brda) 1	niska (nizine) 2
klima (precipitacija)	(semi) aridna mediteranska	0	0	0
	srednje-temperaturna djelomično humidna	1	1	2
	tropska humidna	2	2	4

Slika 14. Dijagram indeksa trošenja izmijenjeno prema WELTJE (1994)

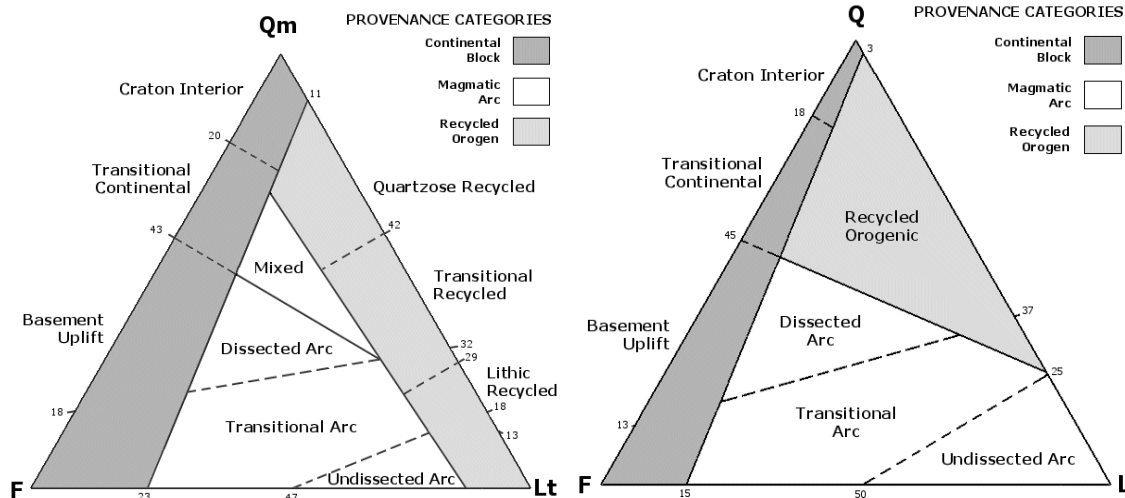
Dva dijagrama, prvi prema SUTTNER i DUTTA (1986) jest dvokomponentni dijagram s logaritamskim skalama na čiju se apscisu unosi omjer ukupnog broja kremenih zrna podijeljen sa zbrojem feldspata i litičnih čestica u uzorku, dok se na ordinatu unosi omjer čestica polikristalnog kremenata, također, prema zbroju feldspata i litičnih fragmenata (slika 15a). Točke dobivene izračunatim vrijednostima ukazuju na klimu u vrijeme sedimentacije. S druge strane, graf na slici 15b odnosi se na trokomponentni dijagram prema SUTTNER et al. (1981) te ukazuje na porijeklo

pješčenjaka, ali ujedno i na vrstu klime. Njegovi vrhovi prikazuju klasičan međusobni udio Q-F-LF komponenti u uzorku, dok je unutrašnjost dijagrama podijeljena na četiri zone prema kojima nakon dobivenih i unesenih podataka možemo donijeti zaključak o aridnoj ili humidnoj klimi u vrijeme sedimentacije te o metamorfnom ili magmatskom porijeklu čestica.



Slika 15. a) Dijagram prema SUTTNER i DUTTA (1986) koji prikazuje tip klime u vrijeme sedimentacije i pod b) trokomponentni dijagram prema SUTTNER et al. (1981) koji prikazuje vrstu klime i porijeklo pješčenjaka.

Dva trokomponentna dijagrama prema DICKINSON (1985) govore o porijeklu materijala analiziranih uzoraka pješčenjaka (slika 16). Iako se i jedan i drugi baziraju na međusobnom omjeru količine kremenca, feldspata i litičnih čestica, razlikuju se prema vrsti kremenca u stijeni koje uzimaju kao podatak za interpretaciju. Tako jedan dijagram u obzir uzima i monokristalna i polikristalna zrna kremenca te je podijeljen na pet polja, dok drugi dijagram u obzir uzima samo monokristalni kremenac te zbog podijeljenosti na osam polja daje potencijalno detaljniju sliku o porijeklu detritičnih čestica.



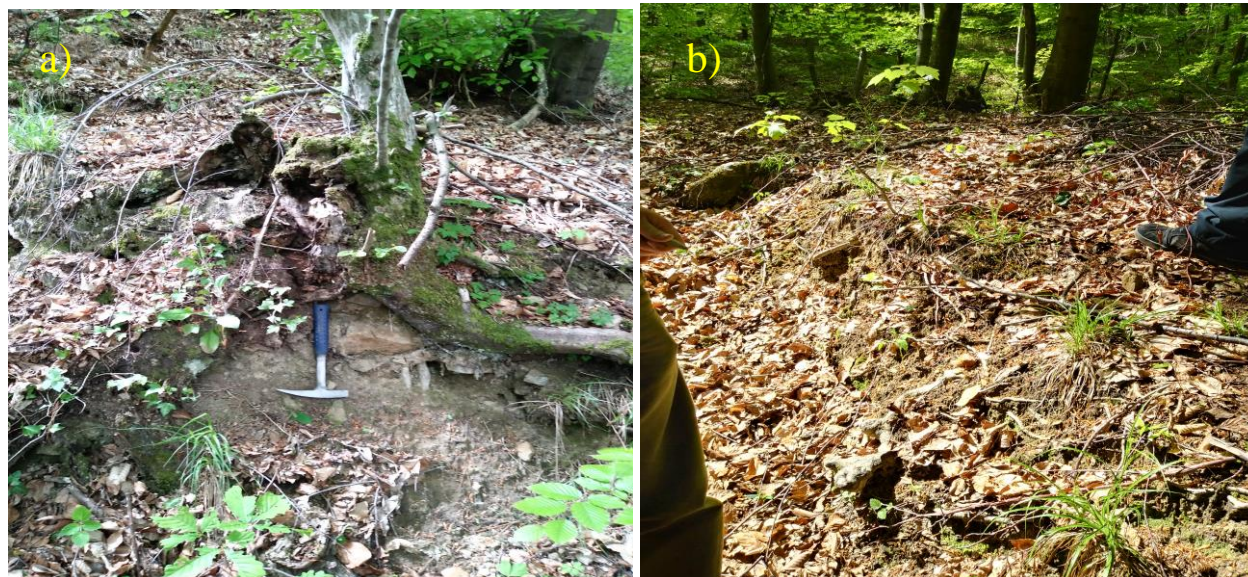
Slika 16. Trokomponentni dijagram prema DICKINSON (1985) koji prikazuje, iako sa sličnim podacima, dvije različite kategorizacije porijekla detritičnih fragmenata.

## 5. Rezultati

### 5.1. Terenski i makroskopski rezultati

Zbog pokrivenosti terena, istraživane stijene slabo izdanjuju te je određivanje debljine i položaja slojeva otežano. Na točki T8 položaj je određen kompasom i iznosi 118/46 te na točki T11 gdje on iznosi 110/50. Treba naglasiti kako niti jedan sloj nije dovoljno otvoren kako bi se položaj mogao mjeriti direktno na izdanku, već su oba mjerenja odrađena s pomoćnim produžetkom sloja što samim time umanjuje i preciznost i točnost mjerenja. S obzirom na relativno mali broj vidljivih stijenskih izdanaka, uzorci su uzeti gotovo sa svih iole relevantnih točaka prema makroskopskoj procjeni. Teren je, zatim, prođen južno, dublje u šumu, kroz omanji jarak koji je, vrlo vjerojatno, nastao prirodnim putem pod utjecajem starijih vodenih tokova. Prikupljajući uzorke, konkretno njih šest do krajnje prođene točke na terenu koja se nalazi pedesetak metara južnije od točke T6, makroskopski je zaključeno kako se radi o srednjeznastim klastitima, odnosno vrlo vjerojatno pješčenjacima, a navedeno je također prikazano na slikama 17a, b i 18.

Posljednje prikupljen uzorak na tom potezu uz brdo prema jugu nalazi se na točki T6 vidljiv i na slici 18.



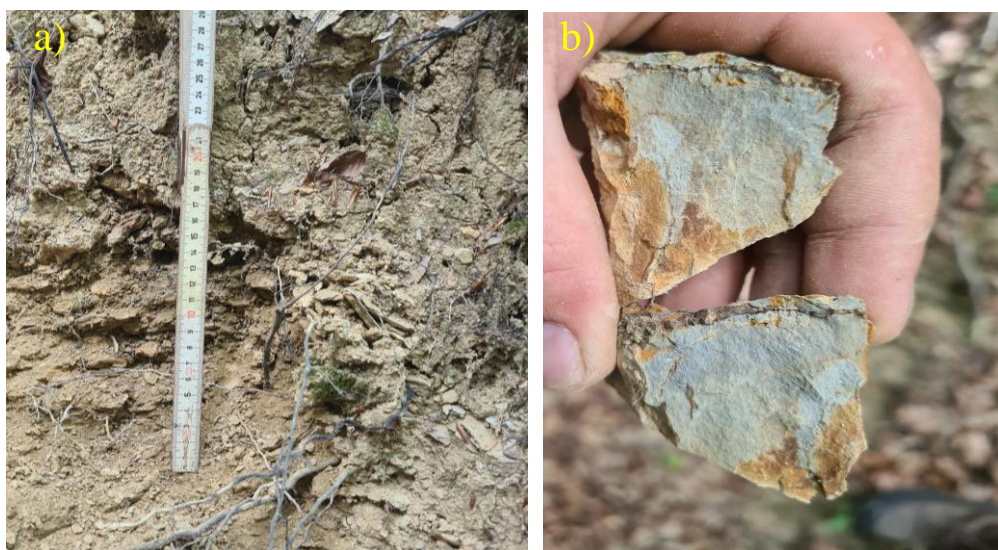
Slika 17. a) Točka T1 makroskopski određena kao pješčenjak kao i pod b) točka T5.



Slika 18. Točka T6 kao zadnja s uzorkom pješčenjaka unutar lijevog jarka i izlaz na zaravnjeni dio terena u daljini.



Nakon daljnjeg uspona izlazi se na spomenuti zaravnjeni dio vidljiv na slici 18, a u kojem se više ne pronalaze stijenski izdanci ili su, ako i postoje, potpuno prekriveni lišćem i raslinjem. Za zaključiti je ipak da oni na ovom dijelu terena prestaju s obzirom da se samim izlaskom na taj zaravnjeni dio izlazi i iz jarka kroz koji se prolazi cijelim tim spomenutim putem. Pomakom od svega desetak metara prema zapadu ponovno se dolazi do jednog jarka koji je vidljivo dublji od prvog te se njime nastavlja put, sada nazad prema sjeveru i samim time niz padinu u kojem se geološka slika, točnije stijenska građa terena u potpunosti mijenja. Već nakon pedesetak metara na prvoj idućoj točki koja je označena kao T7 nalazi se izdanak nakon kojega isti postaju sve učestaliji. Sukladno tome, tijekom idućih otprilike 150 metara prema sjeveru, nalaze se redom točke sve do one označene kao T14, a koja se nalazi na samom dnu drugog jarka i to svega nekoliko metara zapadnije od početne točke istraživanja T1. Prema tome, može se konstatirati kako se radi o dva gotovo paralelna, ali geološki promatrano, različita jarka. Bitno je to za spomenuti jer za razliku od onog prvog, u drugome makroskopski možemo zaključiti kako se njegovim većim dijelom radi o znatno sitnozrnastijem, vrlo vjerojatno pelitnom sedimentu zelenkasto-sive boje, što je vidljivo i na slikama 19a i b. Izuzetak čine upravo prva i posljednja točka drugog jarka, odnosno T7 i T14 koje su makroskopski definirane kao pješčenjaci.



Slika 19. a) Točka T8 prikazuje vrlo trošni pelitni sediment smečkaste boje. b) Uzorak s točke T9 na kojoj je znatno bolje litificirani silit.

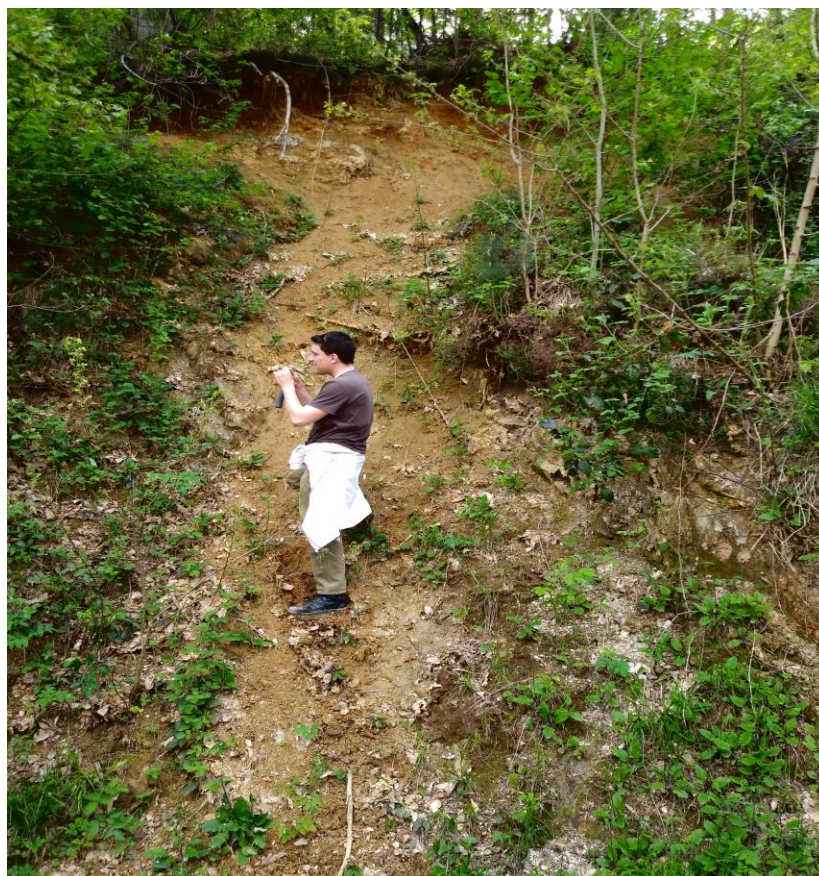


Slika 20. Točka T11 na kojoj se najbolje vidi kremena žila i u kojoj je izmjerena njena najveća debljina.



Slika 21. Točka T14 prikazuje jedini uzorak pješčenjaka pronađen u zapadnom jarku uz onu prvu na točki T7.

Povratkom na cestu pri kretanju na zapad, nakon sedamdesetak metara odabrana je još jedna točka uzorkovanja i obilježena kao T15. Riječ je o posljednjoj točki s te južne strane terena. Nalazi se na vrlo strmom potezu uz sami potok i gotovo na samom kraju ceste. Makroskopski je, također, određena kao pješčenjak. U konačnici, sa sjeverne strane terena zabilježena je posljednja točka opažanja te označena kao T16 i T17 zbog uzetih uzoraka. Makroskopski je materijal vrlo mekan, porozan i trusan te fino laminiran, a govoreći o njemu kao o pelitnom sedimentu, može se zaključiti da je vjerojatno riječ o siltitu ili muljnjaku. Dodatno treba naglasiti kako su navedeni slojevi na toj točki borani, odnosno radi se o prebačenoj bori. Zanimljivo je, ali prije svega, bitno za naglasiti kako su na pojedinim točkama pronađeni vrlo jasno vidljivi proslojci ugljena. Konkretno, isti su pronađeni na točkama T13, u krovini točke T15 te sa sjeverne strane udoline na točkama T16 i T17. Dakle, oni su činjenično u ovom slučaju i na istraživanom području vezani uz sitnozrnastiji sediment odnosno sitnozrnaste klastite u koje još makroskopski možemo svrstati redom i točke T8 i T9, kao i u donjim slojevima točku T10 i T11 (slika 20).



Slika 22. Točka T15 makroskopski određena kao pješčenjak.

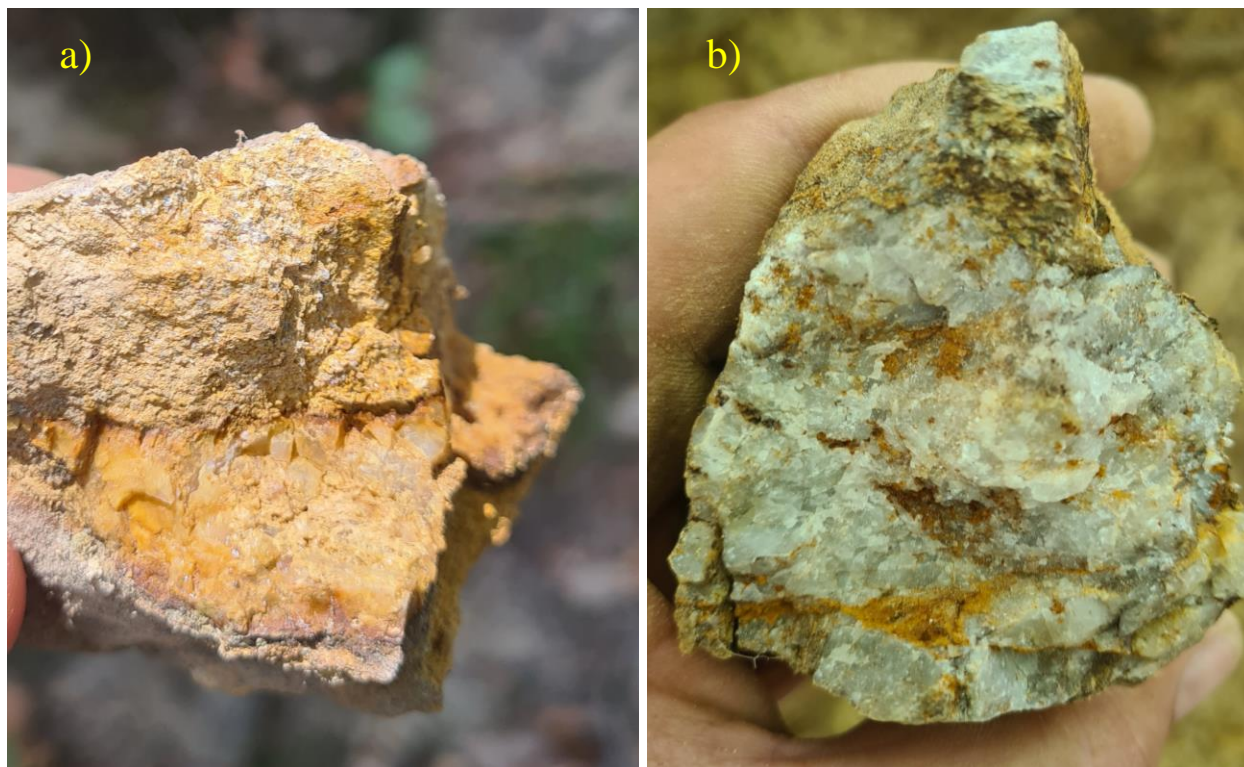


Slika 23. Točka T16, uzorak siltita s proslojcima ugljena gdje je vidljivo i boranje.

Kada već zaključujemo po točkama, vrijedi spomenuti kako su točke T1-T7 makroskopski determinirane kao srednjeznasti klastiti, to jest konkretnije kao pješčenjaci, isto kao i točka T14 (slika 21) i u donjim slojevima točka T15 (slika 22). Sve navedene pješčenjake po terenskoj metodi u usporedbi sa standardnim uzorcima možemo smjestiti u sitno do srednjeznaste pješčenjake. U konačnici, kao što je već spomenuto, kremen je prepoznat u obliku kremene žile na točki T7, te kao zaseban uzorak u gornjim slojevima točaka T10, T11 i T12. Može se primijetiti i da je dobar dio uzoraka crvenkasto-smeđe boje što možemo pripisati vrlo vjerojatno prisustvu željezovitih minerala u naslagama gdje su ioni željeza  $Fe^{2+}$  uz oksidaciju prešli u  $Fe^{3+}$  te i obojili djelomično stijene u crvenkastu boju, dok s druge strane imamo i one zelenkasto sive stijene koje pak mogu upućivati na ione željeza  $Fe^{2+}$ . Također, niti jedan od uzoraka u dodiru s kiselinom HCl nimalo ne reagira čime možemo otkloniti mogućnost većeg udjela kalcita, odnosno kalcijevog karbonata u uzorcima pa i općenito na istraživanom području.

Budući da uzorci T7, T11 i T13 zbog svojih karakteristika nisu bili podvrgnuti mikroskopskom istraživanju, obrađeni su detaljnije samo makroskopski. Kod uzoraka T7 i T11

jasno je vidljivo kako se radi o kremenu. Treba naglasiti kako se početak kremene žile može pratiti upravo od te točke T7 gdje se ona nalazi između dva sloja pješčenjaka. Nije ju moguće pratiti cijelim putem, ali u nižem dijelu terena krećući se prema sjeveru, konkretno od točke T10, dolazi da njenog zadebljanja pa tako njen najdeblji dio iznosi 50 centimetara. Na točki T7 (slika 24a) nalazi se između dva sloja vrlo trusnog i rastresitog pješčenjaka zbog čega iz uzorka s te točke i nije izrađen mikroskopski preparat. Slojevi pješčenjaka imaju izrazito crvenkasto-smeđu boju, a ista obavija i svako pojedino zrno kremenca što može upućivati na limonitizaciju. Kako daljnja analiza kremenca nije rađena može se samo pretpostaviti kako se potencijalno radi o željezovitoj komponenti, to jest hematitu. Isto tako čini se kako na toj točki zapravo kremena žila istanjuje, što je vidljivo i na slici 24a. Na točki T11 (slika 24b) kremena žila više nije pokrivena krovinskim naslagama, a ispod nje se nalazi nešto sitniji sediment, vrlo vjerojatno siltit, a koji je detaljnije obrađen mikroskopski. Prema navedenom, za zaključiti je kako se radi o kremenu koji je, geološki gledano, mlađi od stijene domaćina, odnosno pješčenjaka te kako on prema jugu kao što je i spomenuto istanjuje.



Slika 24. a) Uzorak kremenca s točke T7 i pod b) onog s točke T11.

Točka T13 bitna je za spomenuti jer se radi o uzorku koji zbog slabije litifikacije nije bilo moguće mikroskopski obraditi, a važan je zbog laminacija u kojima se jasno vide pravilne izmjene ugljena i pelitnog sedimenta, vidljivo i na slikama 25a i b. Što se obrade uzorka tiče, on je prerezan dijamanom pilom što je već dalo znatno bolji uvid u strukturu i teksturu uzorka. Pelitni sediment u uzorku izuzetno je sličan uzorcima s točaka T16 i T17. Boranje na ovoj točki nije primijećeno, ali treba napomenuti kako je kompletan izdanak izuzetno trošan pa i porušen. S druge strane, može se usporediti s točkama T16 i T17 i zbog svoje mekoće, trusnosti i smečkaste boje, ali i ugljena koji je isto tako detektiran i na drugoj strani doline na spomenute dvije točke iako ne toliko dobro i jednolično laminiran. Lamine i jedne i druge komponente su veličine dva do tri milimetra, a radi se vrlo vjerojatno o već spomenutom muljnjaku.



Slika 25. a) Točka T13 i b) presjek uzorka s točke T13.

Iako je uzorak s točke T16 detaljnije obrađen laboratorijskim metodama, bitno je analizirati ga i makroskopski jer zbog njegovog slabog stupnja litifikacije također nije bilo moguće napraviti mikroskopski preparat. Naime, radi se o pelitnom sedimentu svjetlosmeđe boje s vrlo jasno vidljivom laminacijom, a čije su lamine međusobno slabo povezane zbog čega se uzorak vrlo lako lomi i trusi. Osim toga, prije navedeni proslojci ugljena s južne strane udoline mogu se pronaći i na ove jedine dvije točke T16 i T17 sa sjeverne strane istraživanog područja.

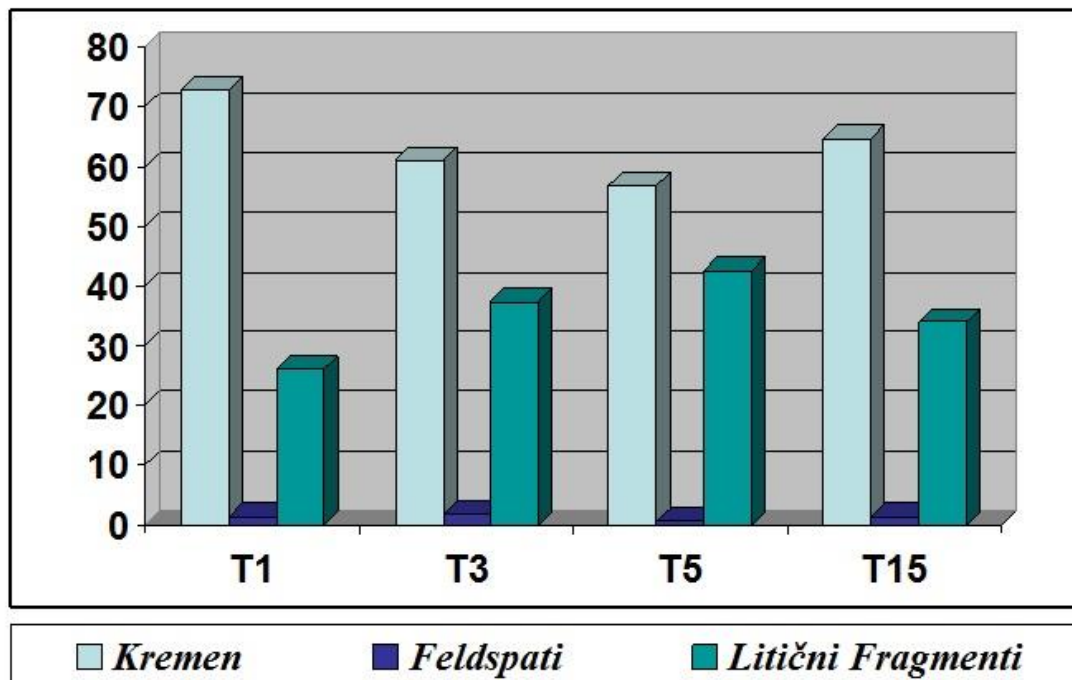
Već makroskopski gledano može se primijetiti visok sjaj uzorka, odnosno pojedinih čestica koje ga čine, a što može ukazivati na značajan udio tinjaca.

## 5.2. Rezultati mikroskopske analize

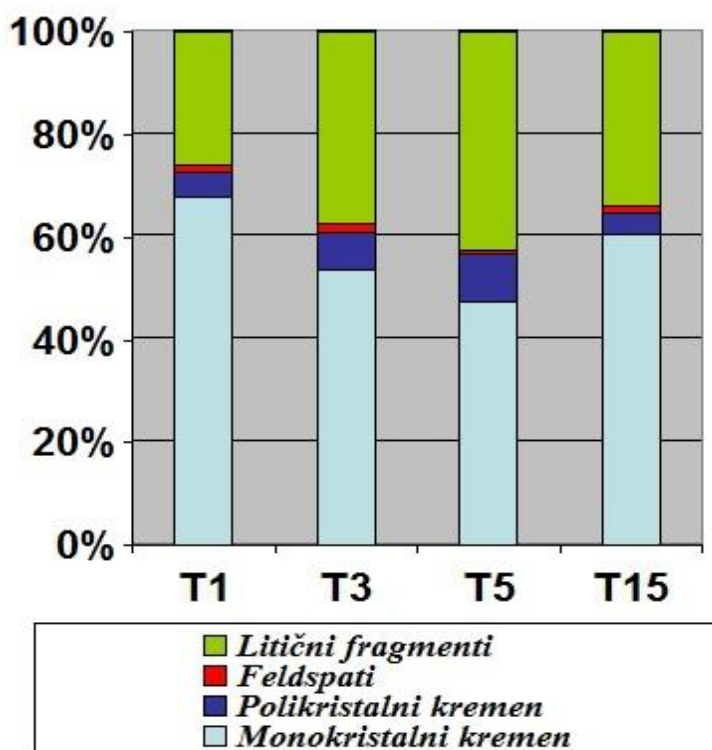
Rezultati mikroskopske analize su prikazani u obliku tablice 2. Numerički podaci su kasnije korišteni u nizu dijagrama radi što boljeg zaključivanja o porijeklu i postanku sedimenta. Jedan dio navedenih podataka prikazan je i pomoću vizualno preglednijih grafova vidljivih na slikama 26 i 27.

Tablica 2. Prikaz rezultata brojanja zrna u brojevima i postocima. Osim glavnih Q-F-LF komponenti prikazane su i vrijednosti Qm-monokristala kremenca, Qp-polikristala kremenca, M-muskovita, B-biotita i Ol-olivina.

Naziv uzorka	Qm	Qp	Qu	F	LF	Σ	M	B	Ol	% Qm	% Qp	Qu	% F	% LF	% Σ
T1	204	15	219	4	78	301	21	2	2	67,77	4,98	72,75	1,33	25,91	99,99
T3	161	22	183	5	112	300	23	5	19	53,67	7,33	61,00	1,67	37,33	100
T5	144	28	172	2	129	303	16	3	52	47,52	9,24	56,76	0,66	42,57	99,99
T15	184	12	196	4	103	303	26	2	12	60,72	3,96	64,68	1,32	33,99	99,99



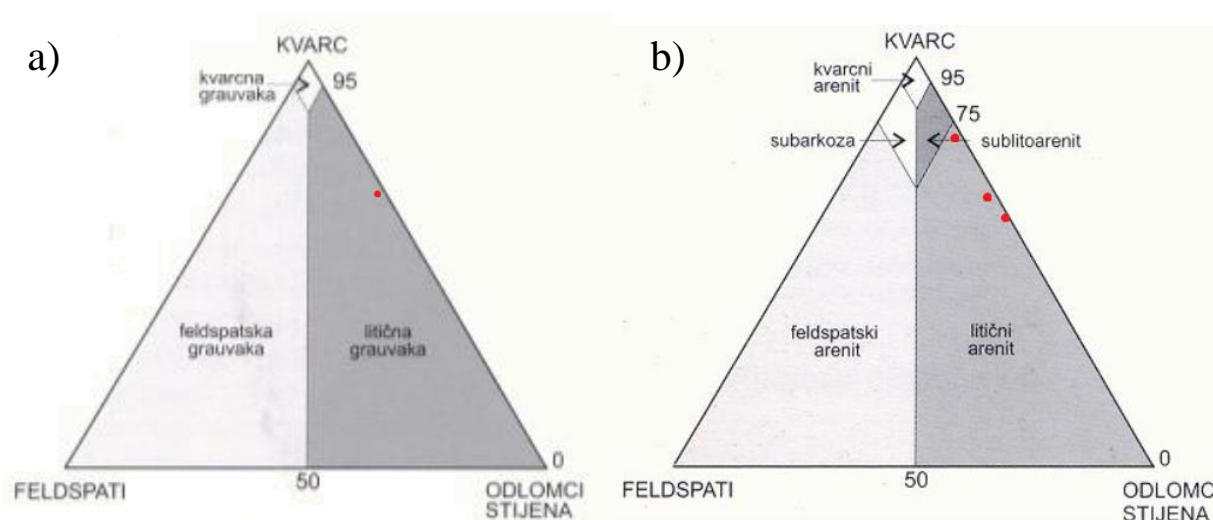
Slika 26. Grafički prikaz u postotcima glavnih komponenti pješčenjaka za četiri uzorkovane točke.



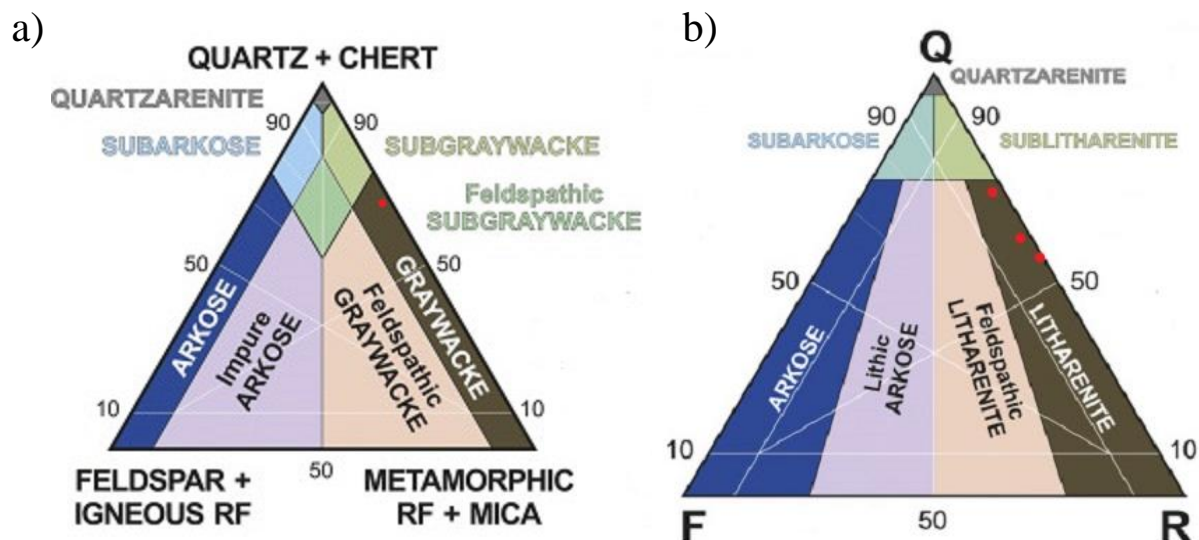
Slika 27. Grafički prikaz litičnih fragmenata, feldspata te monokristalnog i polikristalnog kremen u postotcima.



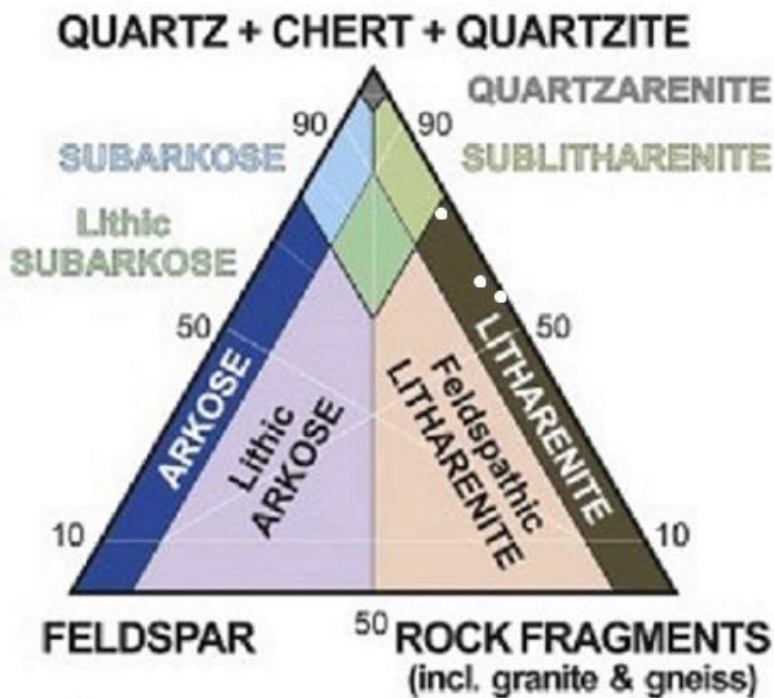
Nakon odrađene mikroskopske analize i interpretacije rezultata prema PETTIJOHN (1987), uzorak T15 spada u litičnu grauvaku (slika 28a), dok je prema FOLKU (1954) svrstan u red grauvaka (slika 29a). Što se arenita tiče, prema PETTIJOHNU (1987) sva tri uzorka svrstana su u litične arenite, kao što je to slučaj i prema FOLKU (1974), a vidljivo na slikama 28b i 29b. Također, iste rezultate daje trokomponentni dijagram i po McBRIDE (1963) (slika 30), a s obzirom kako je klasifikacija prema GARZANTI (2016) najnovija, rezultati su klasificirani i prema njegovom trokomponentnom dijagramu te spadaju u lito-kremen vidljiv na slici 31.



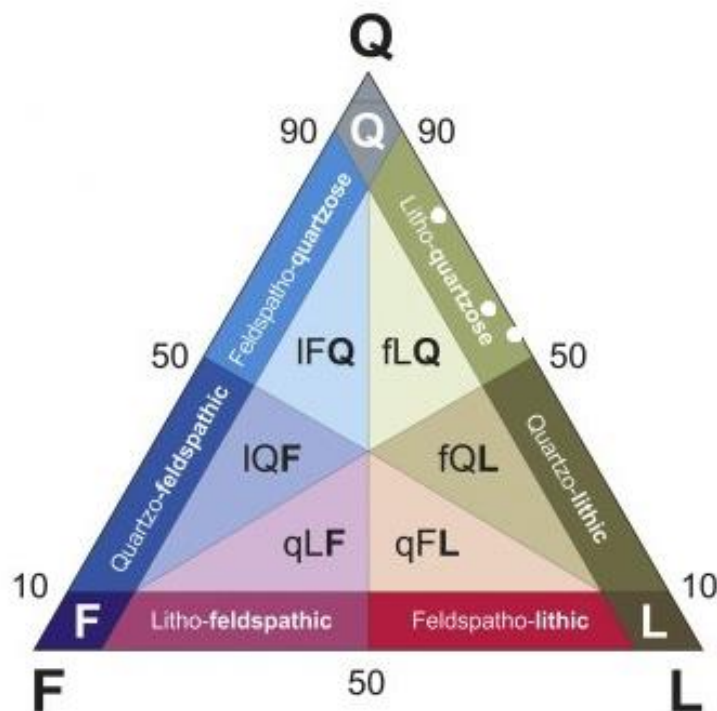
Slika 28. Uneseni rezultati u Q-F-LF trokomponentni dijagram klasifikacije pod a) grauvaka i b) arenita prema PETTIJOHNU et al. (1987).



Slika 29. Prikaz rezultata na trokomponentnim dijagramima za klasifikaciju pješčenjaka. a) Po FOLK (1954) za grauivake i b) FOLK (1974) za arenite.



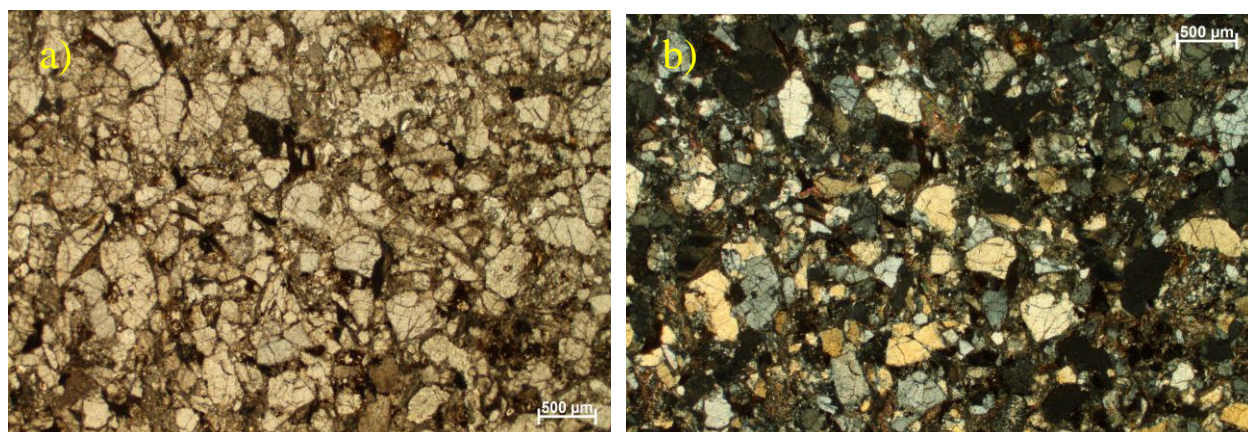
Slika 30. Rezultati na trokomponentnom dijagramu podjele arenita prema MCBRIDE (1963).



Slika 31. Rezultati na trokomponentnom dijagramu podjele arenita prema GARZANTI (2016).

Uzorak T1 definiran je i nakon mikroskopske analize kao pješčenjak. U njemu se nalazi više od 50 % detritusa. Pod mikroskopom većina klasta je bezbojna, dok je prisutan matriks većinom siv i zastupljen u cijelom uzorku s manje od 15 % vidljivo na slici 32a. Može se primijetiti nekolicina tamnosmeđih zrna unutar uzorka. S analizatorom velika većina zrna mijenja boju u bijelo-sivkastu ili žućkastu, dok pri zakretanju mikroskopskog stolića za 45° ona u potpunosti potamne. Iz navedenoga može se zaključiti kako se radi o kremenim zrnima i to u većini slučajeva monokristalnog tipa s jednolikim potamnjenjem iako je zastupljeno i onih potpuno polikristalnog tipa i nejednolikog potamnjenja (slika 32b). Smeđa zrna i pod analizatorom ne mijenjaju boju kao niti zakretanjem stolića, što u konačnici navodi na zaključak kako se radi o biotitu čije su interferencijske boje prekrivene vlastitom, a može se primijetiti i kalavost. Primjetan je i udio bezbojnih zrna bez analizatora, ali s njegovim uključenjem ona dostižu žarke interferencijske boje i pokazuju jednosmjernu kalavost, prema primijećenom može se zaključiti kako se radi o muskovitu. Zrna se većinom nalaze u međusobnom kontaktu pa samim time prema podjeli možemo ga svrstati u klastpotporne pješčenjake. Sferičnost klasta u većini je procijenjena između 0,4 i 0,6 iako se mogu primijetiti i zrna u kategorijama 0,2-0,4 i

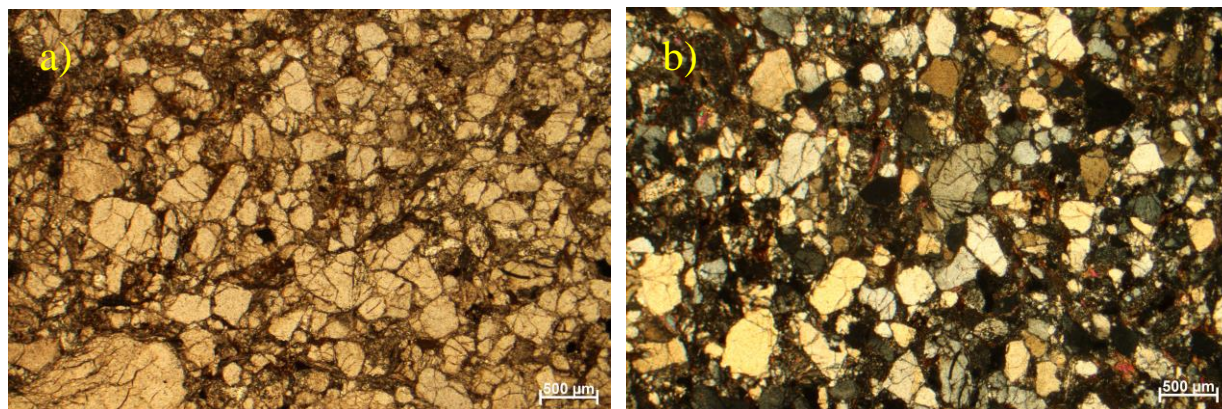
0,6-0,8. Većina je zrna poluzaobljena do zaobljena uz nešto manju zastupljenost poluuglatih zrna. Na velikom broju zrna mogu se primijetiti brojna puknuća, to jest pukotine, dok je sortiranost definirana prema skali između 0,5 i 1, što u konačnici daje umjereno dobru sortiranost. Što se same veličine zrna tiče, ona se kreće za većinu klasta između 300  $\mu\text{m}$  i 500  $\mu\text{m}$  što prema mjerilu veličine čestica i odgovarajućem nazivlju uzorak svrstava u srednjezrnasti pješčenjak. Fosilnih ostataka kao ni biogene komponente u uzorku nema, dok tinjci i fragmenti ostalih stijena kao ostale detritične čestice prevladavaju u odnosu na feldspate kojih ima tek nekoliko. Prema svemu navedenom u konačnici uzorak T1 možemo svrstati u litične arenite.



Slika 32. Fotomikrografija uzorka s točke T1 s povećanjem 2,5 puta pod a) bez analizatora i b) s analizatorom. Vidljiva zrna kremena, litični fragmenti te muskovit i biotit.

Za uzorak T3 u startu je bitno naglasiti kako se radi o vrlo sličnom uzorku kao i T1. Detritičnih zrna također je preko 50 %, isto kao što je većina klasta bezbojna. Jasno se mogu primijetiti iste mikrofiziografske značajke za biotit, ali i nešto više žarkih i različitijih interferencijskih boja. U ovom slučaju osim što neka pripadaju i dalje muskovitu druga nemaju izraženu kalavost i njihove boje su još žarkije pa se može zaključiti kako se radi o olivinima. Odnos monokristala i polikristala kremena također je i u ovom slučaju značajno na strani monokristalnih zrna koja isto tako pokazuju jednolično potamnjenje (slika 33b). Zrna su i dalje u međusobnom kontaktu pa i sam pješčenjak spada u klastpotporne. Sferičnost klasta se također ne mijenja, a većinu se može svrstati u interval 0,4-0,6, isto kao što su ona i u ovom slučaju većinom poluzaobljena do zaobljena. Sortiranost je svrstana u interval od 0,5 do 1, što i dalje ukazuje na umjereno dobru sortiranost, a kako nema razlike niti u veličini klasta, radi se isto tako o

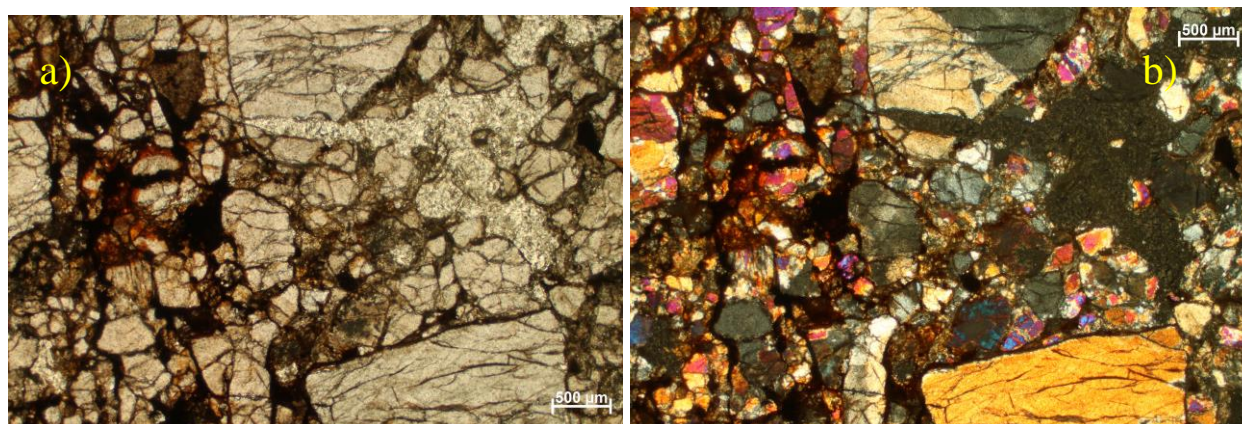
srednjezrnastom pješčenjaku, a sve vidljivo i na slici 33a. Fosilni ostaci nisu pronađeni niti u ovome uzorku. Feldspati su ponovno manje zastupljeni u odnosu na druge odlomke stijena, ali s obzirom na nešto veću količinu drugih detritičnih čestica u odnosu na kremen, ovaj uzorak svrstan je u litične arenite.



Slika 33. Fotomikrografija uzorka s točke T3 s povećanjem 2,5 puta bez analizatora pod a). Pod b) uzorak s uključenim analizatorom gdje se vide zrna kremenata u međusobnom i točkastom i bridnom kontaktu, kao i zrna olivina i muskovita.

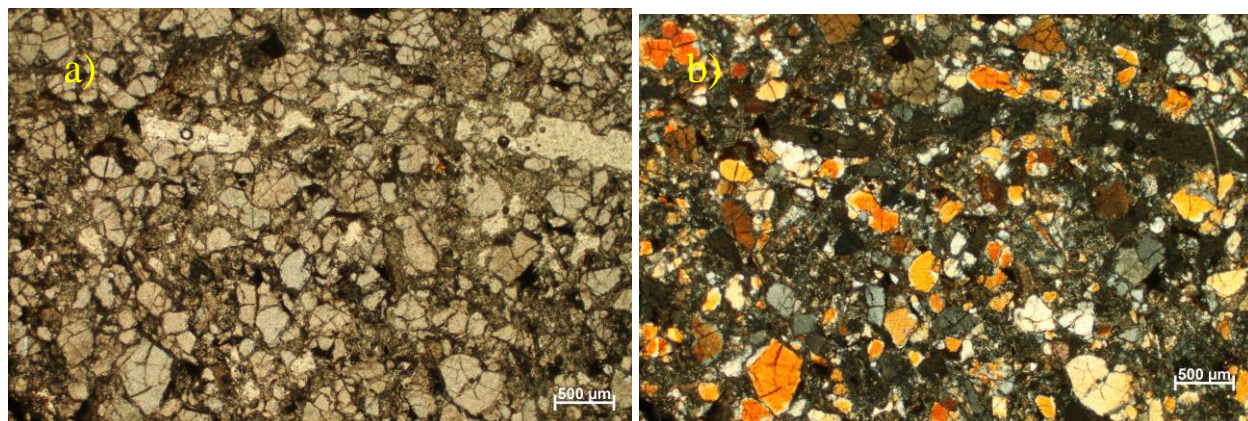
Uzorak T5 po sastavu je ipak nešto drugačiji od uzoraka T1 i T3. Iako po onim osnovnim česticama sličan, najveća razlika može se primijetiti u odnosima njihove zastupljenosti i veličine (slika 34a). I dalje prevladavaju bezbojna zrna, ali već s uključenjem analizatora jasno je vidljivo kako značajno raste količina olivina u uzorku (slika 34b), a i dalje su zastupljeni muskovit i biotit. Iduća glavna razlika je u veličini zrna kremenata gdje u ovom uzorku nailazimo, osim na one srednjezrnaste, i na one krupnozrnaste čije se veličine kreću između 1500 i 2000 μm. Samim time pada sortiranost uzorka pa se tako ista kreće u intervalu između 1 i 2 čime je određeno kako se radi o lošoj sortiranosti. Značajno raste i zastupljenost polikristala kremenata koji pokazuju i nejednolično potamnjenje, dok je zamjetno kako je količina zrna kremenata znatno manja u ovome uzorku u odnosu na ostale fragmente stijena i tinjaca iako i dalje i jedna i druga navedena komponenta prevladavaju u odnosu na feldspate, čime je i ova stijena svrstana u litični arenit. Ono po čemu se uzorak i dalje poklapa s prethodno dva opisana je količina detritične komponente koja je i dalje značajno preko graničnih 50 %, po sferičnosti u ovom uzorku najveća je zastupljenost zrna koja su svrstana u interval od 0,6 do 0,8, dok su ista i dalje većinom zaobljena i poluzaobljena. Kontakt među zrnima čak je i nešto izraženiji u ovom uzorku tako da se svakako

radi o klastpotpornom pješčenjaku. Fosilnih ostataka i biogene komponente u uzorku također nema, a za naglasiti je dodatno kako ovaj uzorak pokazuje i najveću limonitizaciju zrna.



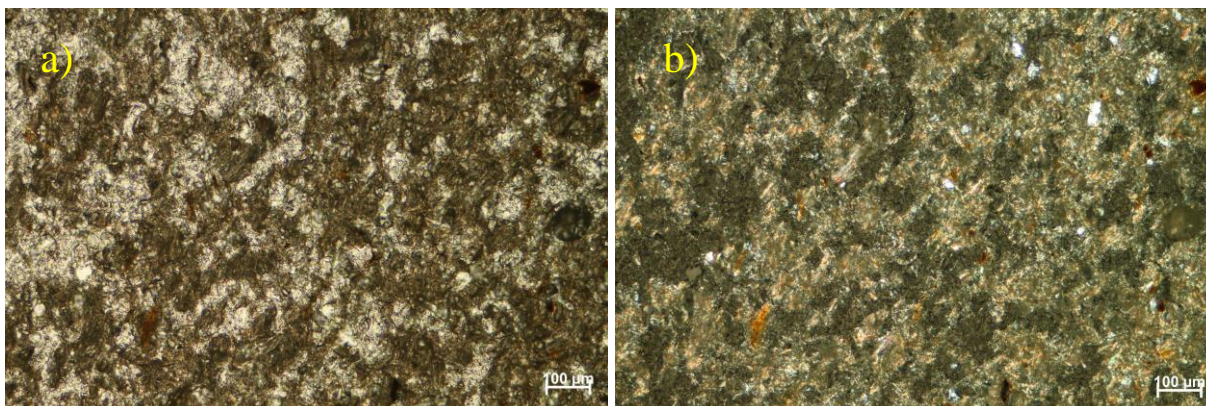
Slika 34. a) Fotomikrografija uzorka s točke T5 s povećanjem 2,5 puta bez analizatora i b) s analizatorom. Vidljive različite veličine zrna, kao i mnoštvo zrna olivina.

Uzorak T15 je određen kao pješčenjak i nakon mikroskopske analize. Odmah je vidljivo kako su zrna puno manje u kontaktu, nego je to slučaj s prethodno analiziranim pješčenjacima. Isto tako, čini se kako bez obzira na djelomičan kontakt pojedinih zrna ovdje većinu njih okružuje matriks pa se može zaključiti kako se ipak radi o jedinom matriks potpornom srednjezrnastom klastitu (slika 35b). Bitno je za naglasiti kako se radi i o znatno sitnozrnastijem pješčenjaku u odnosu na ostale analizirane te kako se veličina čestica kreće najčešće između 200 i 400 µm. Omjer ostalih detritičnih čestica u odnosu na zrna kremena ovdje je najveći uspoređujući rezultate dobivene analizama prethodnih pješčenjaka. I dalje su prisutni tinjci u uzorku, a količina olivina je otprilike kao i u uzorku T3. Količina detritične komponente znatno je preko 50 %, dok je sferičnost zrna najčešće u intervalu između 0,6 i 0,8 uz značajnu prisutnost i onih između 0,4 i 0,6 vidljivo i na slici 35a. Sortiranost je u ovom uzorku najbolja od svih analiziranih pješčenjaka pa ju prema intervalu možemo smjestiti na granicu 0,5. Većina zrna je zaobljena, iako ima ponešto i poluuglatih i poluzaobljenih zrna. Fosili nisu determinirani niti u ovom uzorku. Prema navedenom ovdje možemo zaključiti kako se radi o jednoj litičnoj grauvaki pronađenoj na istraživanom području.



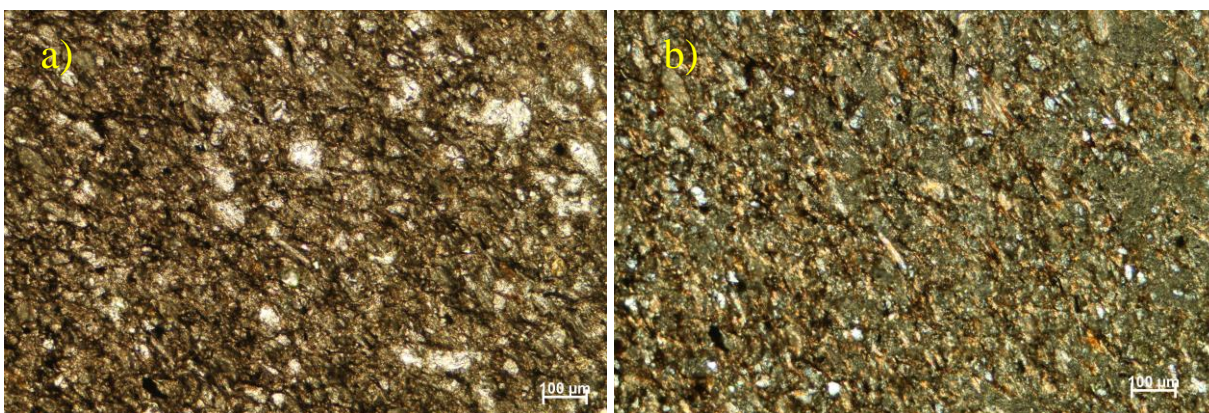
Slika 35. a) Fotomikrografija uzorka s točke T15 pri povećanju 2,5 puta bez analizatora i pod b) s uključenim analizatorom. Vidljivo znatno više matriksa u uzorku, uz i dalje najveću prisutnost kremenih zrna.

Uzorak T9 sivkaste je boje s dosta velikom razlikom u veličini čestica (slika 36a). Osim čestica sive, prepoznaju se i one smečkaste boje. Pod analizatorom lako se prepoznaju tinjci i to ponovno nešto više muskovita u odnosu na biotit, kao što je to bio slučaj i u srednjeznastim uzorcima. Osim njih, zastupljen je i zamjetan udio kremenih zrna koja i u ovom uzorku imaju dobru zaobljenost i većinom su monokristalnog tipa (slika 36b). Također, lako se mogu razaznati i zrna olivina. Ostali sadržaj varira od čestica veličine gline pa sve do praha. Fosilni sadržaj nije prepoznat niti u ovom uzorku, a s obzirom na navedeno, ali i na makroskopsku analizu, može se pretpostaviti kako se radi o muljnjaku.



Slika 36. Fotomikrografija uzorka s točke T9 s povećanjem od 10 puta bez analizatora pod a) i s analizatorom pod b). Vidljivo nekoliko zrna kremenja, muskovit kao i limonitizacija pojedinih zrna.

U uzorku T10, iako se i dalje radi o pelitnom sedimentu, već pri prvom pogledu može se zaključiti kako je znatno veći udio većih zrna u odnosu na uzorak T9. Veličina se kreće od 100 pa čak do 200  $\mu\text{m}$ , a sve je vidljivo i na slici 37a. S uključenim analizatorom primjećuje se veći broj kremenih zrna, a i dalje su prisutni muskovit, biotit i olivini (slika 37b). Boja ovog uzorka, također je sivo-smeđa, a niti u njemu, kao što je slučaj sa svim ostalim analiziranim uzorcima, nema fosilnog sadržaja. Kremena zrna i u ovom su uzorku većinom poluzaobljena do zaobljena. Sitnozrnasti sediment ponovno varira kao i u prošlom uzorku pa se isto tako može pretpostaviti kako se radi o jednoj vrsti muljnjaka.



Slika 37. Fotomikrografija uzorka s točke T10 s povećanjem od 10 puta bez analizatora pod a) i s analizatorom pod b). Vidljivo paralelno položena većina zrna, muskovit i zrna kremenjena.

Na kraju u tablici 3. prikazane su sve točke pa samim time i uzorci na kojima je odrađena jedna ili više daljnjih laboratorijskih obrada i analiza. Osim samih naziva točaka prikazane su njihove koordinate iskazane u stupnjevima, minutama i sekundama sjeverne geografske širine i istočne geografske dužine, vrsta, to jest način obrade proveden na pojedinom uzorku te dobiveni zaključci o vrstama klastita i minerala.



Tablica 3. Prikaz analiziranih točaka, njihove koordinate, vrsta analize i vrsta stijene.

Naziv uzorka	Stupnjevi SGŠ	Stupnjevi IGD	Način analize	Vrsta klastita
T1	45° 48' 58.5648"	15° 40' 16.9176"	Mikroskopski	litični arenit
T3	45° 48' 58.1934"	15° 40' 17.1768"	Mikroskopski	litični arenit
T5	45° 48' 57.8844"	15° 40' 16.6758"	Mikroskopski	litični arenit
T7	45° 48' 55.8396"	15° 40' 14.9196"	Makroskopski	kremena žila + pješčenjak
T9	45° 48' 56.4984"	15° 40' 15.5352"	Mikroskopski	silit - muljnjak
T10	45° 48' 57.2394"	15° 40' 15.9594"	Mikroskopski	silit - muljnjak
T11	45° 48' 57.51"	15° 40' 16.2906"	Makroskopski	kremena žila
T13	45° 48' 58.2618"	15° 40' 16.5966"	Makroskopski	silit s ugljenom
T15	45° 48' 59.3778"	15° 40' 13.623"	Mikroskopski	litična grauvaka
T16	45° 49' 4.0224"	15° 40' 11.769"	Makroskopski + nanofosili	silit s ugljenom

### 5.3. Rezultati analize nanofosila

Uzorak T16 koji je podvrgnut analizi na vapnenačke nanofosile kao i na dijatomeje potpuno je sterilan. U preparatu dakle nema fosila veličine od svega nekoliko mikrona pa čak niti do 50-ak mikrona što je zapravo i veličina čestica koja je uzeta iz suspenzije. Pronađeno je tek ponešto karbonatnog kršja, a promatrane čestice izgledaju staklasto i nepravilno.

### 5.4. Rezultati analize kalcimetrije

Nakon odrađene kalcimetrije po već prethodno opisanom postupku dobiveni su također rezultati koji i u ovom slučaju odgovaraju nedostatku fosila i kroz pregledane mikroskopske preparate, ali i rezultatima analize nanofosila. U konačnici oni izgledaju ovako:

Standard 1 = 295,7 mg

Standard 2 = 298,3 mg

Uzorak 1 = 296 mg

Uzorak 2 = 296 mg

Masa plina (F) u trenutku kalcimetrije iznosila je 1,822 mg/ml, a iščitana iz tablice 1 pri temperaturi zraka od 24,5 ° C te tlaku zraka od 998 bara.

$$\begin{aligned}\text{Standard 1 (\% CaCO}_3) &= (72 \text{ ml CO}_2 \times 1,822 \text{ mg/ml} \times 2.274 \times 100) / 295,7 \text{ mg} \\ &= 100,88 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Standard 2 (\% CaCO}_3) &= (74 \text{ ml CO}_2 \times 1,822 \text{ mg/ml} \times 2.274 \times 100) / 298,3 \text{ mg} \\ &= 102,75 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Uzorak 1 (\% CaCO}_3) &= (2 \text{ ml CO}_2 \times 1,822 \text{ mg/ml} \times 2.274 \times 100) / 296 \text{ mg} \\ &= 2,79 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Uzorak 2 (\% CaCO}_3) &= (1,5 \text{ ml CO}_2 \times 1,822 \text{ mg/ml} \times 2.274 \times 100) / 296 \text{ mg} \\ &= 2,09 \%\end{aligned}$$

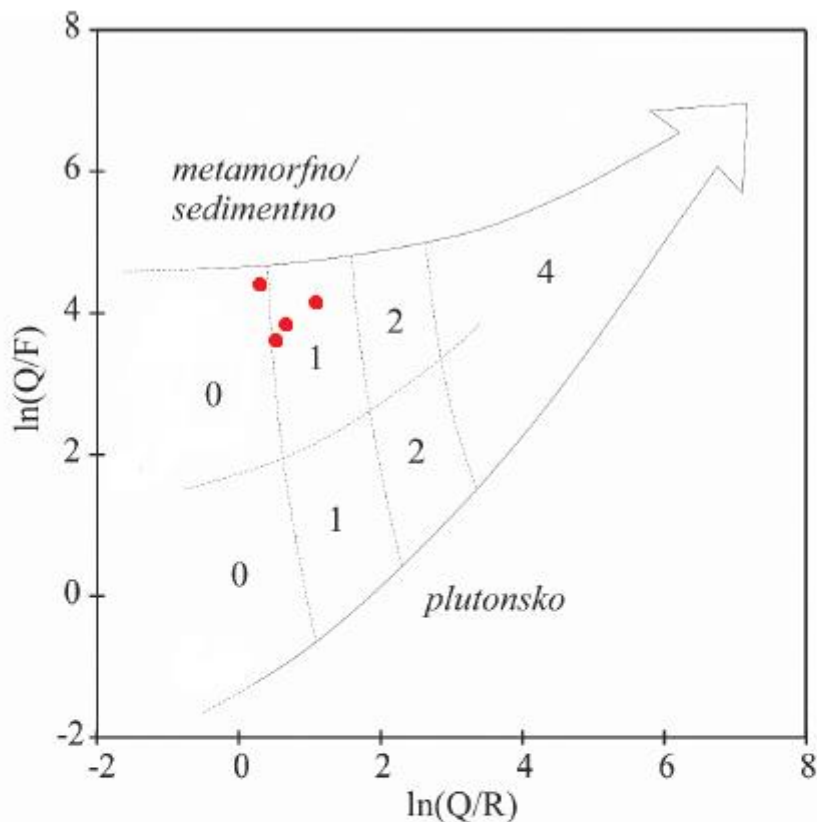
Izračunata je i aritmetička sredina dva analizirana uzorka po navedenoj formuli te su i prikazani konačni rezultati kalcimetrije.

$$\begin{aligned}\text{Uzorak 1 (\% CaCO}_3) + \text{Uzorak 2 (\% CaCO}_3) / 2 &= \% \text{ CaCO}_3 \\ 2,79 \% + 2,09 \% / 2 &= 2,44 \% \text{ CaCO}_3\end{aligned}$$

U konačnici prema dobivenim rezultatima, a sukladno prethodno priloženoj klasifikacijskoj tablici baziranoj na postotcima, možemo zaključiti kako se radi o slabo karbonatnoj stijeni.

## 5.5 Rezultati analize porijekla pješčenjaka i dijagrama indeksa trošenja

Što se tiče prvotno spomenutog dijagrama indeksa trošenja prema WELTJE (1994), nakon odrađene analize i unosa numeričkih rezultata može se zaključiti kako uzorci T1, T3 i T15 ulaze u područje definirano brojem 1, dok uzorak T5 po vrijednostima pripada području označenim brojem 0. Bitno je za naglasiti kako se bez obzira na tu razliku u kategorijama svi uzorci međusobno nalaze vrlo blizu pa tako i uzorak T5 koji se nalazi zapravo na samoj granici područja označenog brojem 1. Svi rezultati pripadaju gornjem dijelu grafa koji njihovo porijeklo definira kao metamorfno i sedimentno. Pogledom na tablicu, koja čini drugi dio navedenog tumačenja, može se zaključiti kako dani rezultati daju za pravo govoriti o materijalu donesenom s brdovitog područja u vrijeme umjerene i djelomično humidne klime što i jest jednoznačno definirano brojem 1 u tablici, a što je vidljivo i na slici 38. Dok je za uzorke s točaka T1, T3 i T15 to vrlo jasno definirano, obzirom kako uzorak T5 ipak ulazi u područje definirano brojem 0 za njega se može samo pretpostavljati kako je donesen iz područja visokog reljefa čime se ne može govoriti o vrsti klime u tom periodu ili kako je pak nastao u vrijeme aridne klime, a što s druge strane isključuje pretpostavku o vrsti terena. Ipak, s obzirom na njegovu vrijednost koja je vrlo blizu ostalim uzorcima za pretpostaviti je kako se ne radi o tako ekstremno izmijenjenim uvjetima bilo po pitanju reljefa ili klime.

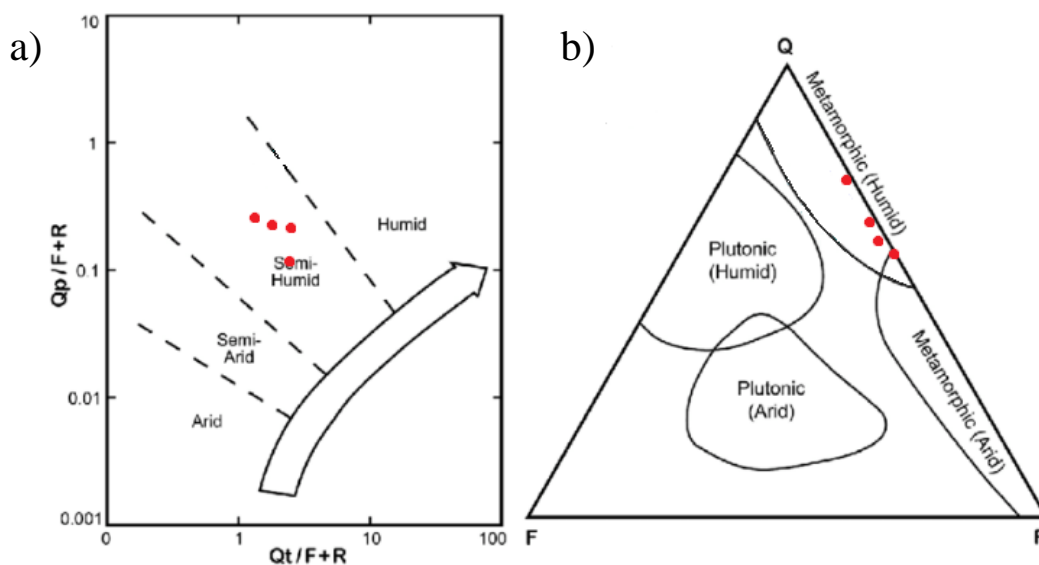


semi-kvantitativni indeks trošenja		fiziografija (reljef)		
		visoka (planine) 0	srednja (brda) 1	niska (nizine) 2
klima (precipitacija)	(semi) aridna mediteranska	0	0	0
	srednje-temperaturna djelomično humidna	1	1	2
	tropska humidna	2	2	4

Slika 38. Unesene vrijednosti odnosno rezultati na dijagramu indeksa trošenja izmijenjeno prema WELTJE (1994)

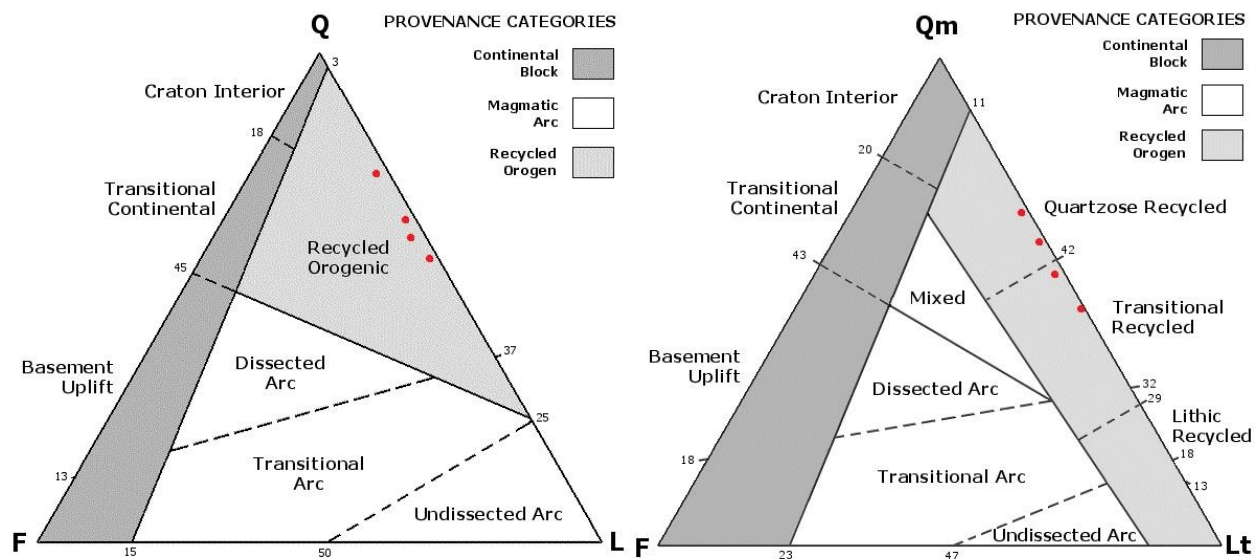
Nadalje, prema SUTTNER i DUTTA (1986) nakon interpretacije numeričkih vrijednosti odnosa ukupnog kremenata i polikristalnog kremenata u odnosu na ukupan zbroj zrna feldspata i litičnih fragmenata, dobiveni rezultati za sve četiri analizirane točke spadaju u semihumidnu klimu (slika 39a). S druge strane, trokomponentni dijagram koji prema SUTTNER et al. (1981) pretpostavlja tip klime i porijeklo čestica u vrijeme taloženja, nakon unesenih i interpretiranih

podataka pokazuje kako točke T1, T3 i T15 pripadaju području unutar dijagrama koje označava metamorfno porijeklo stijena u vrijeme humidne klime (slika 39b). Jedino točka T5 pada u područje preklapanja metamorfnog porijekla stijene, ali unutar kojeg nije točno definirano o kakvoj se klimi u vrijeme sedimentacije radilo, već se samo može pretpostavljati o humidnim ili aridnim uvjetima.



Slika 39. Točkaste vrijednosti unesene na dva dijagrama. a) prema SUTTNER i DUTTA (1986) koji prikazuje tip klime u vrijeme sedimentacije i b) prema SUTTNER et al. (1981) s prikazom vrste klime i porijekla pješčenjaka.

U konačnici, rezultati izvedeni prema DICKINSON (1985) unutar standardnog Q-F-LF trokomponentnog dijagrama sve analizirane točke, a samim time i stijene, svrstavaju u područje recikliranog orogena. Razlika se tek može primijetiti unutar dijagrama koji kao relevantni podatak uzima monokristalni kremen, dok onaj polikristalni svrstava u ostale litične čestice. Iako i prema tom dijagramu sve točke i dalje padaju u polja recikliranog orogena on je u ovoj situaciji podijeljen na tri različite kategorije. Naime, prema njemu dvije točke, T1 i T15, pripadaju području unutar dijagrama označenog kao reciklirani kremen, a točke T3 i T5 pripadaju području prijelaznog recikliranog okoliša kao što je vidljivo i na slici 40.



Slika 40. Rezultati na trokomponentnim dijagramima prema DICKINSON (1985) koji prikazuju različite kategorizacije porijekla detritičnih fragmenata.

## 6. Rasprava

Nakon svih provedenih obrada uzoraka, analiza i interpretacija dobivenih rezultata, za početak možemo zaključiti kako na istraživanom području nisu pronađeni mikrofossilni ostaci, kao ni nanofosili i dijatomeje prema kojima bismo mogli jednoznačno zaključiti o starosti ili taložnom okolišu proučavanih naslaga. Ipak, dobiveni su zanimljivi rezultati kada govorimo o vrstama klastita. Iako makroskopski determinirani pješčenjaci naoko izgledaju vrlo slično, mikroskopska analiza pokazala je značajne razlike između pojedinih uzoraka. Što se tiče srednjeznastih uzoraka prema trokomponentnim dijagramima, tri od četiri uzorka definirani su kao litični areniti s vrlo visokim udjelom kremenca, dok je jedan uzorak, T15, definiran kao litična grauvaka, također s visokim udjelom kremenca. Monokristalna zrna kremenca u svim srednjeznastim uzorcima dominiraju nad polikristalnim. Krećući se prema jugu značajno raste udio olivina u pješčenjacima, što potencijalno može ukazati na višestruko recikliranje rezistentnih minerala, ali i dati za pravo pretpostavku kako su olivini, kao najnestabilniji minerali u pješčenjacima, naknadno dospjeli u proučavane stijene. Također, stupanj sferičnosti i zaobljenosti kremenih zrna može ukazivati na različitu stopu trošenja, ali i nešto duži donos materijala. Kako je broj

feldspata u svim uzorcima izuzetno malen i kreće se oko 1 %, za pretpostaviti je kako se radilo o subhumidnoj klimi u vrijeme taloženja koja je potencirala njihovo kemijsko trošenje. Zanimljivo je to usporediti s pretpostavkom koju iznosi HERAK (1954) o aridnim uvjetima u vrijeme taloženja u gornjem paleozoiku s obzirom kako se uspoređujući dobivene rezultate dolazi do zaključka kako je u početnoj fazi sedimentacije analiziranih pješčenjaka vladala ipak subhumidna klima obzirom na gotovo potpun izostanak feldspata. Osim samih feldspata, u prilog humidnoj klimi idu i rezultati dobiveni dijagramima indeksa trošenja, kao i dijagramima koji međusobno povezuju klimatske uvjete s porijeklom materijala, a koji svi redom govore o subhumidnoj do humidnoj klimi te metamorfnom i sedimentnom porijeklu čestica. U narednim pretaloživanjima i resedimentaciji vjerojatno je ipak zavladała nešto suša klima kao što HERAK (1954) i spominje, obzirom na velik porast vrlo vjerojatno naknadno donesenih i istaloženih olivina, velik broj limonitiziranih zrna, ali i na primijećenu crvenkastu boju kod velikog broja uzoraka što se može pripisati promjeni iona željeza u vrijeme suhlje klime.

Za zaključiti je kako mineraloška zrelost ukazuje na izuzetno zrele pješčenjake kako po omjeru monokristalnih zrna kremenata u odnosu na polikristalna, tako i po malom udjelu feldspata, ali u konačnici i prema odnosu kremenata naspram feldspata i litičnih fragmenata. S obzirom na sve navedeno, može se pretpostaviti da su proučavani klastiti na istraživanom području taloženi u kopnenom okolišu jezerskog tipa ili poplavne ravnice kao i naslage sa sjeverne strane terena, ali i siliti u drugom jarku. U prilog tome mogu ići i rezultati kalcimetrije koji su pokazali izuzetno malu količinu karbonata u uzorcima od svega 2,5 %, ali i prijašnja istraživanja prema HERAK (1954) koji navodi kako je okoliš u kasnom permu povremeno okopnjavao kao i ostala istraživanja koja redom permske naslage opisuju kao različite vrste klastita, bez značajnih nalaza fosila. S druge strane, najbitnija razlika po pitanju naslaga perma u odnosu na ostale radove i karte OGK lista Delnice, Črnomelj, Slunj i Karlovac leži upravo u zrelosti pješčenjaka. Dok su rezultati dobiveni analizama unutar ovog istraživanja Otruševca pokazali zrele pješčenjake s visokim udjelom kremenata relativno dobro zaobljenih zrna, s malo feldspata i očito nekoliko ciklusa pretaloživanja, druge karte i tumači opisuju pješčenjake s angularnijim zrnima kremenata i značajnijom količinom feldspata i većina ih je definirana kao litične i feldspatske grauivake. Dodatna razlika leži u tome što su pronađeni proslojci ugljena s južne strane terena vrlo blizu permskih pješčenjaka, na istoj visini udaljeni tek nekoliko metara od njih što može sugerirati ili još neotkriven ugljen mlađe paleozojske starosti ili tektonski vrlo poremećene odnose između

naslaga perma i naslaga miocena. Najviše sličnosti dobiveni rezultati pokazuju s naslagama klastita na Petrovoj gori prema OGK lista Slunj. Nema razloga ne složiti se s već prije dobivenim podacima iz prethodnih istraživanja po HERAK (1954) i ŠIKIĆ et al. (1978) kako se radi o klastitima gornjeg paleozoika, odnosno perma.

Pronađeni ugljen na istraživanom području isključivo je vezan za pelitni sediment koji je, u većini uzoraka, vrlo slabo litificiran. Potrebno je naglasiti kako su naslage u kojima je pronađen na točkama T16 i T17 prema OGK, ŠIKIĆ (1978), pripisane permskim naslagama, dok su s druge strane prema OGK, ŠIMUNIĆ (2009), svrstane u miocenske, odnosno otnanške naslage što ponovno predstavlja svojevrsan problem jer su prema toj novijoj karti u otnang svrstani i pješčenjaci s južne strane terena. Razlike u svim proučavanim kartama mogu sugerirati kako geološka granica u mjestu Otruševac možda ipak nije dovoljno istražena pa samim time postoje i razlike u prikazu navučenih miocenskih naslaga na ove starije permske. Rezultati ovog diplomskog rada sugeriraju kako točke T16 i T17 zaista spadaju u otnang, dok bi južna strana terena ipak pripadala permu kao što to ukazuje i OGK prema ŠIKIĆ (1978).

## 7. Zaključak

1. Diplomski rad imao je kao polazišnu točku definirati postanak i porijeklo klastita u okolici mjesta Otruševac, ali i dobivene rezultate usporediti s prijašnjim istraživanjima. Od ukupno prikupljenih 17 uzoraka sa 17 različitih točaka njih šest obrađeno je i analizirano mikroskopski, dok je zbog slabije litifikacije njih još četiri obrađeno detaljnije samo makroskopski. Na osnovu dobivenih rezultata bilo je moguće detaljnije analizirati indekse trošenja u vrijeme taloženja, porijeklo čestica, ali i klimatske uvjete.

2. Tri od četiri uzorka srednjeznastih klastita definirani su prema nekoliko klasifikacija kao litični areniti, dok je uzorak T15 određen kao litična grauvaka. Svi uzorci pokazuju zrele pješčenjake s visokim udjelom monomineralnog kremena, vrlo malo feldspata i dobrom zaobljenosti zrna što može između ostaloga ukazivati ili na višestruko pretaloživanje ili na nešto duži donos materijala. Ujedno to je i najznačajnija razlika u odnosu na ostale klastite na području Hrvatske iz perioda perma koji su definirani u većini slučajeva kao grauvake.



3. Znatan udio olivina, pogotovo u uzorcima T3 i T5, ukazuje na naknadni donos pojedinih čestica prilikom taloženja kao i na potencijalno pretaloživanje i višestruko recikliranje onih stabilnijih minerala.
4. Prema interpretiranim podacima za indekse trošenja, ali i porijekla materijala i klimatskih uvjeta u vrijeme taloženja, svi su podaci dali gotovo jednoznačne rezultate. Radi se naime o brdovitom reljefu u vrijeme taloženja u uvjetima subhumidne klime, dok su čestice metamorfnog ili sedimentnog porijeklan, to jest recikliranog orogena.
5. U niti jednom uzorku nisu pronađeni fosilni ostatci što može govoriti u prilog tezi o kopnenom okolišu u vrijeme taloženja.
6. Značajan broj limonitiziranih zrna ukazuje na povremene aridne uvjete u vrijeme taloženja ili pak na kontinuirane aridne uvjete u periodima naknadnih resedimentacija.
7. Pronađeni proslojci ugljena vezani su uz pelitni sediment na četiri točke. I prema njima može se zaključiti kako se radi o kopnenom okolišu u vrijeme taloženja, ali i o sezonskim promjenama klime od subhumidne do potencijalno semiaridne. Također, kako se isti ne spominju u prijašnjim radovima u vrijeme kasnog perma i donjeg trijasa, a prepoznati su u miocenskim naslagama u nekolicini prijašnjih radova, potencijalno se može sugerirati detaljnije istraživanje otruševčkih nasalaga radi redefinicije geoloških granica ili o dosad nedetektiranom ugljenu u vrijeme perma i trijasa na području mjesta Otruševac.

## 9. Literatura

- AVANIĆ, R., KOVAČIĆ, M., PAVELIĆ, D., ŠIMUNIĆ, A., MIKNIĆ, M., VRSALJKO, D. (1995): Kongerijski vapnenci i klastiti otnanga–geološki stup Vidovec 2. Geološki vodič Medvednice. Institut za geološka istraživanja i INA-Industrija nafte, Zagreb, 154.
- BENČEK, Đ., JUKOVAC, J., MAGAŠ, N., ŠIMUNIĆ, A. (1989): Osnovna geološka karta 1: 100 000. List Karlovac, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- BLAŠKOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., DRAGIČEVIĆ, I., VELIĆ, J. (1984): Razvoj sedimentacijskih okoliša miocenskih naslaga na zapadnim obroncima Psunja (sjeverna Hrvatska). Geološki vjesnik, 37, 11–32.
- BUKOVAC, J., POLJAK, M., ŠUŠNJAR, M., ČAKALO, M. (1984): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000. Tumač za list Črnomelj L33–91. Geološki zavod Zagreb i Geološki zavod Ljubljana (1983), Savezni geološki zavod Beograd, 63.
- CROOK, K.A.W. (1960): Classification of arenites. American Journal of Science, 258(6), 419–428.
- FOLK, R.L. (1954): The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. The Journal of Geology, 62(4), 344–359.
- FOLK, R.L. (1968): Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, Hemphill Publishing Co., Texas, USA, 182.
- FOLK, R.L. (1974): The natural history of crystalline calcium carbonate; effect of magnesium content and salinity. Journal of Sedimentary Research, 44(1), 40–53.
- DICKINSON, W.R. (1985): Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. Provenance of arenites, Springer, Dordrecht, 331–361.
- DICKINSON, W.R., BEARD L.S., BRAKENRIDGE G.R., ERJAVEC J.L., FERGUSON R.C., INMAN K.F., KNEPP R.A., LINDBERG F.A., RYBERG P.T. (1983): Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. Geological society of America Bulletin, 94(2), 222–235.
- GARZANTI, E. (2016): From static to dynamic provenance analysis – Sedimentary petrology upgraded. Sedimentary Geology, 336, 3–13.

- GARZANTI, E. (2019): Petrographic classification of sand and sandstone. *Earth-Science Reviews*, 192, 545–563.
- GILBERT, C.M. (1954): *Sedimentary rocks*. U: Williams, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M., *Petrography*, Freeman, San Francisco, 406.
- HERAK, M. (1954): Izvještaj o geološkim istraživanjima u Samoborskoj okolini u godini 1952. *Ljetopis Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti*, (1951-1952), 59, 84–86.
- KOCHANSKY-DEVIDE, V., SLIŠKOVIĆ, T. (1978): Miocenske kongerije Hrvatske, Bosne i Hercegovine. *Paleontologia Jugoslavica*, 19, 1–98.
- KOROLIJA, B., JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Našice. Geološki zavod Zagreb i Savezni geološki zavod Beograd, 40.
- KOROLIJA, B., ŽIVALJEVIĆ, T., ŠIMUNIĆ, A. (1981): Onovna geološka karta SFRJ: 1:100.000. Tumač za List Slunj L33-103. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1972), Geološki zavod Sarajevo (1968), Savezni geološki zavod, 1–47.
- KRYNINE, P.D. (1956): Alice in Graywackeland. *Journal of Sedimentary Research*, 26(2), 188–189.
- McBRIDE, E.F. (1963): A classification of common sandstones. *Journal of Sedimentary Research*, 33(3), 664–669.
- PACKHAM, G.H. (1954): Sedimentary structures as an important factor in the classification of sandstones. *American Journal of Science*, 252(8), 466–476.
- PAVELIĆ, D., AVANIĆ, R., BAKRAČ, K., VRSALJKO, D. (2001): Early Miocene braided river and lacustrine sedimentation in the Kalnik Mountain area (Pannonian Basin System, NW Croatia). *Geologica Carpathica*, 52(6), 375–386.
- PAVELIĆ, D., AVANIĆ, R., KOVAČIĆ, M., VRSALJKO, D., MIKNIĆ, M. (2003): An outline of the evolution of the Croatian part of the Pannonian Basin system. 22nd IAS Meeting of Sedimentology (Opatija–September 17–19, 2003), *Field Trip Guidebook*, 155–161.
- PAVELIĆ, D., KOVAČIĆ, M., BANAK, A., JIMENEZ-MORENO, G., MARKOVIĆ, F., PIKELJ, K., BELAK, M. (2016): Early Miocene European loess: A new record of aridity in southern Europe. *Bulletin*, 128(1-2), 110–121.
- PAVELIĆ, D., KOVAČIĆ, M. (2018): Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. *Marine and petroleum geology*, 91, 455–469.

- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E., SIEVER, R. (1987): Sand and Sandstone, New York, Springer-Verlag, 139–213.
- PIKIJA, M., VRSALJKO, D., MIKNIĆ, M., HORVAT, M., GALOVIĆ, I., SLOVENEK, D. (2005): Sedimenti nižeg miocena Dilj gore (Lower part of Miocene deposits of Dilj Mt.)– 3. Hrvatski geološki kongres (Third Croatian Geological Congress), Knjiga sažetaka (Abstracts Book), 113, 114.
- RUSSELL, R.D., TAYLOR, R.E. (1937): Roundness and shape of Mississippi River sands. The Journal of Geology, 45(3), 225–267.
- SAVIĆ, D., DOZET, S. (1985): OGK 1: 100.000, Tumač za list Delnice L33-90. Savezni geološki zavod, Beograd.
- SUTTNER, L.J., DUTTA, P.K. (1986): Alluvial Sandstone Composition and Palaeoclimate Framework Mineralogy. Journal of Sedimentary Petrology, 56(3), 329–345.
- SUTTNER, L.J., BASU, A., MACK, G.H. (1981): Climate and the origin of quartz arenites. Journal of Sedimentary Research, 51(4), 1235–1246.
- ŠIKIĆ, K., BASCH, O., ŠIMUNIĆ, A. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Zagreb L33-80. Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1972), Savezni geološki institut, Beograd.
- ŠIKIĆ, K., BASCH, O. (1975): Geološka zbivanja od paleozoika do kvartara u zapadnom dijelu Zagrebačke regije – II godišnji znanstveni skup sekcije za primjenjenu geologiju, geofiziku i geokemiju, Znanstveni savjet za naftu JAZU, 5, 69–86.
- ŠIMUNIĆ, An., PIKIJA M., HEĆIMOVIĆ, I., ŠIMUNIĆ, Al. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tumač za list Varaždin. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd, 75.
- ŠIMUNIĆ, A. (2009): Tumač Geološke karte Republike Hrvatske 1:300 000. Pregled geoloških zbivanja. Ur. I. Velić i I. Vlahović, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 81–82.
- TERRY, R.D., CHILINGAR, G. (1955): Summary of „Concerning some additional aids in studying sedimentary formations“ by Shvetsov, M.S. Journal of Sedimentary Petrology, 25(3), 229–234.
- van ANDEL, T.H. (1958): Origin and classification of Cretaceous, Paleocene, and Eocene sandstones of western Venezuela. AAPG Bulletin, 42(4), 734–763.

VRKLJAN, M. (2006): Optička mineralogija za studente geološkog inženjerstva (skripta za internu upotrebu). Zagreb: Rudarsko-geološko naftni fakultet, 93–150.

VRSALJKO, D., PAVELIĆ, D., BAJRAKTAREVIĆ, Z. (2005): Stratigraphy and palaeogeography of Miocene deposits from the marginal area of Žumberak Mt. and the Samoborsko gorje Mts. (northwestern Croatia). *Geologia Croatica*, 58(2), 133–150.

WELTJE, G.J. (1994): Provenance and dispersal of sand-sized sediments: Reconstruction of dispersal patterns and sources of sand-sized sediments by means of inverse modelling techniques. *Utrecht University*, 121, 1-208.

WELTJE, G.J., MEIJER, X.D., DE BOER, P.L. (1998): Stratigraphic inversion of siliciclastic basin fills: a note on the distinction between supply resulting from tectonic and climatic forcing. *Basin research*, 10(1), 129–153.

#### **WEB izvori:**

1. <https://www.google.com/maps/@45.8166346,15.6706933,346m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4> – slika 5, prikaz običenih točaka izdanaka, 12. kolovoz 2021
2. [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1kUgBMY9\\_1QV4JZI-AyZnMRD2qCVCAxCG&ll=45.760608371767674%2C15.526238420019522&z=11](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1kUgBMY9_1QV4JZI-AyZnMRD2qCVCAxCG&ll=45.760608371767674%2C15.526238420019522&z=11) - slika 2 - prikaz Samoborskog gorja, 3. rujna 2021.
3. <https://www.google.com/maps/@45.8145171,15.6504948,14z/data=!5m1!1e4> – slika 1 – šira okolica mjesta s povećanjem Otruševca, 3. rujna 2021.

## 10. Popis slika u tekstu

Slika 1. Karta šire okolice Otruševca s kotama nadmorske visine. (Google Maps ©2021). .....	2
Slika 2. Karta Samoborskog gorja s označenim parkom prirode Žumberak – Samoborsko gorje (Google Maps ©2021).....	3
Slika 3a. Geološka karta s povećanjem mjesta Otruševac prema HERAK (1954).....	5
Slika 3b. Legenda naslaga za geološku kartu Samoborskog gorja prema HERAK (1954). .....	5
Slika 4a. Dio OGK lista Zagreb s povećanim prikazom mjesta Otruševac prema ŠIKIĆ et al. (1978). .....	8
Slika 4b. Prikaz naslaga po pojedinim geološkim dobima bitnim za područje Otruševca u sklopu geološkog stupa i opis naslaga prema OGK list Zagreb ŠIKIĆ et al. (1978). .....	9
Slika 5. Prikaz satelitske snimke istraživanog terena (Google Maps ©2021). .....	11
Slika 6. Stroj za rezanje stijena „Struers“ .....	13
Slika 7. Stroj za istanjivanje uzoraka „Alba“ .....	13
Slika 8. Q-F-LF trokomponentni dijagrami klasifikacije pješčenjaka na a) grauvake i b) arenite ovisno o udjelu matriksa u stijeni te podjela istih unutar pojedinog dijagrama prema postotku detektiranog detritičnog sadržaja izvedeno prema PETTIJOHNU et al. (1987).....	15
Slika 9. a) Trokomponentni dijagram za klasifikaciju pješčenjaka po FOLK (1954) za grauvake i b) po FOLK (1974) za arenite. Oba na osnovi međusobnog omjera Q-F-LF detritusa. ....	16
Slika 10. a) Trokomponentni dijagram podjele arenita prema MCBRIDE (1963) i b) prema GARZANTI (2016).....	16
Slika 11. a) Prikaz klasifikacije po postotku klasta unutar uzorka po TERRY i CHILLINGAR (1955) i b) prikaz sortiranosti zrna u uzorku prema modificiranoj verziji po FOLKU (1968).....	17
Slika 12. Klasifikacija sferičnosti i zaobljenosti zrna po RUSSEL i TAYLOR (1937). .....	17
Slika 13. a) Shematski prikaz Scheiblerovog kalcimetra gdje pokretna cijev A služi za izjednačavanje tlaka tijekom rada, cijev B je građirana i koristi se za očitavanje oslobođenog CO <sub>2</sub> , a na vrhu joj se nalazi ventil V preko kojeg je u kontaktu s cijevi C koja je fiksna i spojena na posudu D ili tikvicu u kojoj se nalazi uzorak za analizu na miješalici za miješanje uzorka. b) Digitalna vaga „Metler“ za odvagivanje uzorka. ....	19
Slika 14. Dijagram indeksa trošenja izmijenjeno prema WELTJE (1994).....	22

Slika 15. a) Dijagram prema SUTTNER i DUTTA (1986) koji prikazuje tip klime u vrijeme sedimentacije i pod b) trokomponentni dijagram prema SUTTNER et al. (1981) koji prikazuje vrstu klime i porijeklo pješčenjaka.....	23
Slika 16. Trokomponentni dijagram prema DICKINSON (1985) koji prikazuje, iako sa sličnim podacima, dvije različite kategorizacije porijekla detritičnih fragmenata. ....	24
Slika 17. a) Točka T1 makroskopski određena kao pješčenjak kao i pod b) točka T5. ....	25
Slika 18. Točka T6 kao zadnja s uzorkom pješčenjaka unutar lijevog jarka i izlaz na zaravnjeni dio terena u daljini. ....	25
Slika 19. a) Točka T8 prikazuje vrlo trošni pelitni sediment smečkaste boje. b) Uzorak s točke T9 na kojoj je znatno bolje litificirani silit. ....	26
Slika 20. Točka T11 na kojoj se najbolje vidi kremena žila i u kojoj je izmjerena njena najveća debljina. ....	27
Slika 21. Točka T14 prikazuje jedini uzorak pješčenjaka pronađen u zapadnom jarku uz onu prvu na točki T7.....	27
Slika 22. Točka T15 makroskopski određena kao pješčenjak. ....	28
Slika 23. Točka T16, uzorak silita s proslojcima ugljena gdje je vidljivo i boranje. ....	29
Slika 24. a) Uzorak kremena s točke T7 i pod b) onog s točke T11. ....	30
Slika 25. a) Točka T13 i b) presjek uzorka s točke T13.....	31
Slika 26. Grafički prikaz u postotcima glavnih komponenti pješčenjaka za četiri uzorkovane točke. ....	33
Slika 27. Grafički prikaz litičnih fragmenata, feldspata te monokristalnog i polikristalnog kremena u postotcima.....	33
Slika 28. Uneseni rezultati u Q-F-LF trokomponentni dijagram klasifikacije pod a) grauvaka i b) arenita prema PETTIJOHNU et al. (1987).....	34
Slika 29. Prikaz rezultata na trokomponentnim dijagramima za klasifikaciju pješčenjaka. a) Po FOLK (1954) za grauvake i b) FOLK (1974) za arenite.....	35
Slika 30. Rezultati na trokomponentnom dijagramu podjele arenita prema MCBRIDE (1963). ...	35
Slika 31. Rezultati na trokomponentnom dijagramu podjele arenita prema GARZANTI (2016). ...	36
Slika 32. Fotomikrografija uzorka s točke T1 s povećanjem 2,5 puta pod a) bez analizatora i b) s analizatorom. Vidljiva zrna kremena, litični fragmenti te muskovit i biotit. ....	37

Slika 33. Fotomikrografija uzorka s točke T3 s povećanjem 2,5 puta bez analizatora pod a). Pod b) uzorak s uključenim analizatorom gdje se vide zrna kremenata u međusobnom i točkastom i bridnom kontaktu, kao i zrna olivina i muskovita.....	38
Slika 34. a) Fotomikrografija uzorka s točke T5 s povećanjem 2,5 puta bez analizatora i b) s analizatorom. Vidljive različite veličine zrna, kao i mnoštvo zrna olivina.....	39
Slika 35. a) Fotomikrografija uzorka s točke T15 pri povećanju 2,5 puta bez analizatora i pod b) s uključenim analizatorom. Vidljivo znatno više matriksa u uzorku, uz i dalje najveću prisutnost kremenih zrna.....	40
Slika 36. Fotomikrografija uzorka s točke T9 s povećanjem od 10 puta bez analizatora pod a) i s analizatorom pod b). Vidljivo nekoliko zrna kremenata, muskovit kao i limonitizacija pojedinih zrna.....	40
Slika 37. Fotomikrografija uzorka s točke T10 s povećanjem od 10 puta bez analizatora pod a) i s analizatorom pod b). Vidljivo paralelno položena većina zrna, muskovit i zrna kremenata.....	41
Slika 38. Unesene vrijednosti odnosno rezultati na dijagramu indeksa trošenja izmijenjeno prema WELTJE (1994).....	45
Slika 39. Točkaste vrijednosti unesene na dva dijagrama. a) prema SUTTNER i DUTTA (1986) koji prikazuje tip klime u vrijeme sedimentacije i b) prema SUTTNER et al. (1981) s prikazom vrste klime i porijekla pješčenjaka.....	46
Slika 40. Rezultati na trokomponentnim dijagramima prema DICKINSON (1985) koji prikazuju različite kategorizacije porijekla detritičnih fragmenata.....	47



## **11. Popis tablica u tekstu**

Tablica 1. Konstante 1 mg/ml CO <sub>2</sub> pri određenoj temperaturi i tlaku zraka.....	19
Tablica 2. Prikaz rezultata brojanja zrna u brojevima i postotcima. Osim glavnih Q-F-LF komponenti prikazane su i vrijednosti Qm-monokristala kremenca, Qp-polikristala kremenca, M-muskovita, B-biotita i Ol-olivina. ....	32
Tablica 3. Prikaz analiziranih točaka, njihove koordinate, vrsta analize i vrsta stijene.....	42