

# Košna konglomerati: sastav i porijeklo čestica

---

Palatinuš, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:713592>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-04**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Iva Palatinuš

**KOŠNA KONGLOMERATI: SASTAV I  
PORIJEKLO ČESTICA**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Iva Palatinuš

**KOŠNA KONGLOMERATI: SASTAV I  
PORIJEKLO ČESTICA**

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

Mentorice:  
Doc. dr. sc. Katarina Gobo  
Doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

Zagreb, 2022.

*Ovaj diplomski rad izrađen je na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka pod vodstvom doc. dr. sc. Katarine Gobo i doc. dr. sc. Karmen Fio Firi u sklopu sveučilišnog diplomskog studija Geologije zaštite okoliša na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i projekta Hrvatske zaklade za znanost SEDBAS (IP-2019-04-7042).*

## **Zahvale**

*... mentoricama doc. dr. sc. Katarini Gobo i doc. dr. dc. Karmen Fio Firi na pomoći i savjetima tijekom pisanja ovog diplomskog rada te na znanju koje su mi prenijele tijekom fakultetskog obrazovanja,*

*... doc. dr. sc. Frani Markoviću na pomoći pri petrološkom opisu stijena,*

*... prof. dr. sc. Jasenki Sremac na pomoći pri identifikaciji fosila,*

*... prof. dr. sc. Nenadu Tomašiću na pomoći pri mikroskopiranju rudnim mikroskopom,*

*... tehničarima Dejanu Vončini i Željku Ištuku, dipl. ing. geol., na pomoći prilikom pripreme uzoraka u laboratoriju,*

*... obitelji i prijateljima na podršci tijekom obrazovanja.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

## Diplomski rad

### KOŠNA KONGLOMERATI: SASTAV I PORIJEKLO ČESTICA

Iva Palatinuš

**Rad je izrađen na:** Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb, Horvatovac 102b

#### Sažetak:

U ovom radu provedena je kvantitativna i kvalitativna analiza šarenih Košna konglomerata koji izdanjuju na središnjem dijelu Velebita, na području Brušana, uz vrelo Košna voda. Određena je prosječna veličina čestica koje izgrađuju konglomerate i njihova zastupljenost u pojedinim kategorijama Udden-Wentworthove klasifikacije te je procijenjen postotni udio matriksa. Petrografskim mikroskopom određena je litologija čestica i matriksa, a rudnim mikroskopom identificirani su opâki minerali. Uzorci pješčenjaka klasificirani su kao litični areniti, subarkoze te feldspatski areniti, a osim pješčenjaka, konglomerat čine valutice vapnenaca, rožnjaka i kремена. Rendgenskom difrakcijskom analizom utvrđeno je da crvenu boju pješčanog matriksa konglomerata uzrokuje hematit. Temeljem provedenih analiza i terenskih opažanja, Košna konglomerati određeni su kao petromiktne klastopotporni i matriksopotporni konglomerati, mjestimično brečo-konglomerati srednjopermske starosti čiji materijal vrlo vjerojatno potječe iz izdignutog Hercinskog gorja i taložen je u marinskom okolišu.

**Ključne riječi:** Košna konglomerati, Velebit, srednji perm, Hercinsko gorje

**Rad sadrži:** 51+IX stranica, 39 slika, 4 tablice i 71 literaturni navod

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentorice:** Doc. dr. sc. Katarina Gobo, PMF, Zagreb

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

**Ocjenjivači:** Doc. dr. sc. Katarina Gobo, PMF, Zagreb

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

Prof. dr. sc. Marijan Kovačić, PMF, Zagreb

**Datum završnog ispita:** 19. rujna 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Graduate Thesis

## KOŠNA CONGLOMERATES: PARTICLE COMPOSITION AND PROVENANCE

Iva Palatinuš

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

#### Abstract:

In this thesis a quantitative and qualitative analysis of multicoloured Košna conglomerates has been conducted. These conglomerates are found in the middle part of the Velebit Mt., in the Brušane area, along the “Košna voda” creek. The average particle size and their percentage in particular categories of the Udden-Wentworth classification were determined, and the percentage of matrix content was estimated. Particle and matrix lithology were determined using a petrographic microscope, while the present opaque minerals were identified using an ore microscope. Sandstone samples are classified as lithic arenites, subarkoses and feldspathic arenites. Beside sandstones, the conglomerates consist of limestone, chert and quartz pebbles. X-ray diffraction analysis showed that the red colour of conglomerate matrix is caused by hematite. Based on the conducted analysis and field observations, the Košna conglomerates are defined as Middle Permian petromict clast-supported and matrix-supported conglomerates, locally breccia-conglomerates. The material very likely originated from the uplifted Hercynian Mountains and was deposited in a marine environment.

**Keywords:** Košna conglomerates, Velebit Mt., Middle Permian, Hercynian Mountains

**Thesis contains:** 51+IX pages, 39 figures, 4 tables and 71 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Library of Geology, Department of Geology, Faculty of Science

**Supervisors:** Katarina Gobo, Ph.D., Assistant Professor, PMF, Zagreb  
Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant Professor, PMF, Zagreb

**Reviewers:** Katarina Gobo, Ph.D., Assistant Professor, PMF, Zagreb  
Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant Professor, PMF, Zagreb  
Marijan Kovačić, Ph.D., Full Professor, PMF, Zagreb

**Date of the final exam:** September 19<sup>th</sup>, 2022

## Sadržaj

Popis slika .....	VI
Popis tablica .....	IX
1. Uvod.....	1
2. Područje istraživanja .....	2
2.1. Tektonska evolucija Velebita .....	3
2.2. Stratigrafija gornjeg paleozoika na području Velebita .....	4
2.3. Gornjopaleozojski konglomerati Južnih i Istočnih Alpa .....	6
2.3.1. Južne Alpe .....	6
2.3.2. Istočne Alpe .....	10
3. Pregled dosadašnjih istraživanja .....	12
4. Materijali i metode rada .....	13
4.1. Terenske metode.....	13
4.2. Kvantitativna analiza čestica .....	13
4.3. Kabinetski rad.....	14
4.3.1. Mikroskopska analiza uzoraka .....	14
4.3.2. Rendgenska difrakcijska analiza .....	16
5. Rezultati .....	17
5.1. Terenski rad .....	17
5.2. Rezultati kvantitativne analize .....	20
5.3. Petrologija klastičnih stijena.....	22
5.3.1. Uzorak K-1 .....	22
5.3.2. Uzorak K-4 .....	23
5.3.3. Uzorak K-6 .....	24
5.3.4. Uzorak K-11 .....	25
5.3.5. Uzorak K-12 .....	26



---

5.3.6.	Uzorak K-13 .....	27
5.3.7.	Klasifikacijski trokomponentni dijagram .....	28
5.3.8.	Provenijencijski trokomponentni dijagram .....	29
5.3.9.	Dijagram indeksa trošenja .....	30
5.4.	Petrologija rožnjaka .....	31
5.5.	Petrologija vapnenaca .....	33
5.6.	Mikropaleontološka analiza .....	34
5.7.	Rendgenska difrakcijska analiza .....	38
6.	Rasprava .....	41
7.	Zaključak .....	45
8.	Popis literature .....	46

## Popis slika

- Slika 1. Položaj istraživanog područja na slijepoj karti Republike Hrvatske i susjednih zemalja (modificirano prema URL2) i topografska karta istraživanog područja s koordinatama izdanka (modificirano prema URL3)..... 2
- Slika 2. Isječak OGK 1:100 000, list Gospić (SOKAČ i sur., 1974) s označenim područjem istraživanja (bijela elipsa). Kartirane jedinice na isječku: C<sub>3</sub> – pješčenjaci i glineni škriljavci; P<sub>2</sub> – piritični pješčenjaci, pješčenjaci gredenskog tipa, kvarcni i petromiktini konglomerati; P<sub>2,3</sub> – vapnenci, dolomiti; <sup>1</sup>T<sub>1</sub> – dolomiti; <sup>2</sup>T<sub>1</sub> – tinjčasti pješčenjaci i škriljavci; <sup>3</sup>T<sub>1</sub> – dolomiti; T<sub>2</sub><sup>1</sup> – dolomiti i vapnenci; T<sub>2</sub><sup>2</sup> – vapnenci i dolomiti; T<sub>3</sub><sup>2,3</sup> – dolomiti; J<sub>1</sub><sup>3</sup> – vapnenci; J<sub>2</sub> – vapnenci i dolomitizirani vapnenci; J<sub>3</sub><sup>1,2</sup> – vapnenci ..... 2
- Slika 3. Kasno-hercinska paleogeografija cirkumpanonske regije s označenim pretpostavljenim područjem taloženja gornjopaleozojskih (karbonskih) naslaga današnjeg Velebita (modificirano prema VOZAROVA i sur., 2009 i SREMAC, 2012)..... 3
- Slika 4. Shematski stup gornjopaleozojskih do donjotrijaskih naslaga na području Velebita (modificirano prema KOCHANSKY- DEVIDÉ, 1973 i FIO i sur., 2013). Legenda: (1) karbonski šejlovi; (2) donjopermski ratendorfski vapnenci (upitnik zbog njihove nepoznate debljine i točnog položaja); (3) pješčenjaci u auerniškim naslagama; (4)–(10) „Košna naslage“ (označene crvenim okvirom): (4) bazalne breče; (5) permski zeleni piritični pješčenjaci; (6) permski kvarcni konglomerati; (7) konglomerati sa valuticama vapnenaca (Košna konglomerati); (8) permski sivi, crveni i žuti pješčenjaci; (9) srednjopermski šejlovi; (10) Trogkofelski vapnenci; (11)–(14) permska karbonatna jedinica sa vapnencima i dolomitima: (11) srednjo/gornjopermski crni vapnenci; (12) tamnosivi točkasti dolomiti; (13) svijetli „šećerasti“ dolomiti; (14) debeli uslojeni gornjopermski – prijelazni dolomiti; (15) donjotrijaski šejlovi i (16) donjotrijaski dolomiti – pjeskoviti dolomiti ..... 5
- Slika 5. Satelitska snimka današnjeg Alpskog i Dinarskog prostora sa označenim područjem Istočnih Alpa, Južnih Alpa i Dinarida (URL4) ..... 6
- Slika 6. Pojednostavljena karta permskih litostratigrafskih jedinica na području zapadnog Trentina sa zaokruženim područjima izdanaka Val Daone konglomerata (CASSINIS i sur., 2008) ..... 7
- Slika 7. Rekonstrukcija taložnih sljedova na području Aperta (stupovi I i II) i Daone doline (stupovi III, IV i V) (CASSINIS i sur., 2008)..... 8
- Slika 8. Geološki stupovi permske sukcesije na području Val Rendena (CASSINIS i sur., 2008) . 10
- Slika 9. Reprezentativni primjerak Košna konglomerata na izdanku u okviru 60x30 cm i shematski prikaz mjerjenih dimenzija valutica ..... 13
- Slika 10. Izdanak Košna konglomerata uz vrelo Košna voda ..... 17
- Slika 11. Matrikspotporni konglomerat; a – dobro zaobljeno sferično zrno, b – loše zaobljeno slabo sferično zrno..... 18

Slika 12. Klastpotporni konglomerat sa izraženom graduiranošću, nazire se ista usmjerenost dulje osi valutica što ukazuje na strujnu orijentaciju; bijela strelica pokazuje smjer positnjavanja čestica ...	18
Slika 13. Horizontalno laminirani pješčenjak s piritom .....	19
Slika 14. Košna konglomerat sa proslojkom crvenog pješčenjaka .....	19
Slika 15. Grafički prikaz udjela čestica u pojedinim kategorijama Udden-Wentworthove klasifikacije .....	20
Slika 16. Grafički prikaz udjela valutica u pojedinim potkategorijama Udden-Wentworthove klasifikacije .....	21
Slika 17. Uzorak K-1 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Cht – rožnjak, Qz – kremen, Fsp – feldspat.....	22
Slika 18. Uzorak K-4 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Chl – klorit, Cht – rožnjak, Qz – kremen.....	23
Slika 19. Fragment mikrobreče iz uzorka K-4 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Chl – klorit. ....	23
Slika 20. Zrna klorita iz uzorka K-4 promatrana u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B).....	24
Slika 21. Uzorak K-6 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Cht – rožnjak, Qz – kremen. ....	24
Slika 22. Fragment metamorfne stijene iz uzorka K-6 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B).....	25
Slika 23. Uzorak K-11 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B); u sredini je opaki mineral kubičnog habitusa. Oznake: Mtrx – matriks. ....	25
Slika 24. Opâki mineral trostranog presjeka iz uzorka K-11 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B).....	26
Slika 25: Opâki mineral idiomorfnog kubičnog presjeka iz uzorka K-11 promatran rudnim mikroskopom.....	26
Slika 26. Uzorak K-12 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B).....	27
Slika 27. Uzorak K-13 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B).....	27
Slika 28. Klasifikacijski trokomponentni dijagram za arenite (PETTIJOHN i sur., 1987). Oznake: Q – monokristalna i polikristalna zrna kremena; F – feldspati; LČ – litične čestice .....	28
Slika 29. Provenijencijski trokomponentni dijagram modificiran prema DICKINSON i sur. (1983). Oznake: Q – ukupna kvarcna zrna, F – feldspati, LČ – litične čestice.....	29

Slika 30. Dijagram indeksa trošenja modificiran prema WELTJE (1994) i WELTJE i sur. (1998). Oznake: (1) K-1; (2) K-4; (3) K-6; (4) K-11; (5) K-12; (6) K-13.....	30
Slika 31. Uzorak K-5 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B).....	31
Slika 32. Sraslac opakog minerala iz uzorka K-5 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B) .....	31
Slika 33. Anhedralno zrno minerala piritu u uzorku K-5 promatrano u reflektiranoj svjetlosti.....	32
Slika 34. A – uzorak K-14, vekston sa neidentificiranim fosilom (1); B – uzorak K-15, pekston; C – uzorak K-16, pekston sa bodljom ježinca (2); D – uzorak K-17, pekston; E – uzorak K-18, vekston i pekston sa ljušturama ostrakoda (3) i kalcisferama (4); F – uzorak K-18, pekston sa šupljinama ispunjenim sparitom .....	33
Slika 35. A – <i>Neotuberitina maljavkini</i> SULEYMANOV, 1948; B – rekristalizirana tuberitina; C – <i>Tuberitina bulbacea</i> GALLOWAY & HARLTON, 1948; D – <i>Turrispiroides cf. microsphaerica</i> K.V. MIKLUKHO-MAKLAY, 1968; E – ostrakodi i kalcisfere, F – neidentificirani fosil, moguće presjek radiolarije; G i H – <i>Microcodium</i> sp.; I – presjek mahovnjaka .....	35
Slika 36. A – neidentificirani fosil, B – fragment fuzulinidne foraminifere .....	35
Slika 37. Rendgenogram veziva uzorka K-6. Oznake: Qz – kremen, Hem – hematit. ....	40
Slika 38. Rendgenogram veziva uzorka K-1. Oznake: Qz – kremen, Cal – kalcit, Hem – hematit. ....	40
Slika 39. Usporedba gornjopaleozojskih taložnih sekvencija na području Jadransko-dinarskog megaterena i Istočnih Alpa (modificirano prema VOZÁROVÁ i sur., 2009) .....	44

## Popis tablica

Tablica 1. Rezultati statističke analize izmjerenih vrijednosti; oznake: N – ukupni broj čestica, min. – najmanja izmjerena vrijednost, max. – najveća izmjerena vrijednost, AS – aritmetička sredina (prosječna veličina čestica) .....	20
Tablica 2. Rezultati modalne analize mineralnog sastava uzoraka sa pridruženim litologijama određenim prema PETTIJOHN i sur. (1987) .....	28
Tablica 3. Rendgenografski podaci dobiveni analizom crvenog veziva uzorka konglomerata oznake K-6 .....	38
Tablica 4. Rendgenografski podaci dobiveni analizom crvenog veziva uzorka konglomerata oznake K-1 .....	39

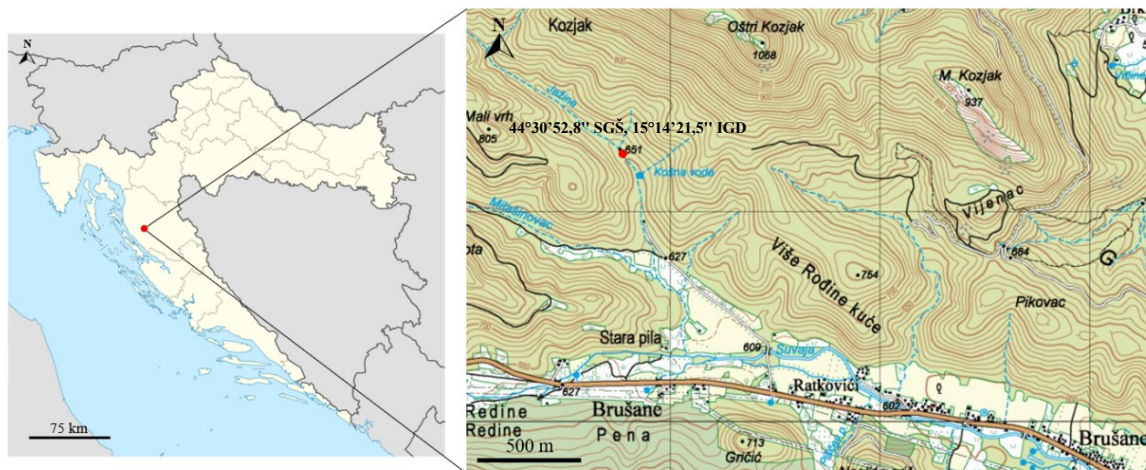
## **1. Uvod**

Gornjopaleozojske naslage na teritoriju današnje Republike Hrvatske taložene su na područjima tektonskih jedinica Vanjskih Dinarida, Unutrašnjih Dinarida i Tisije (SREMAC, 2012). Najljepše razvijen, kontinuirani slijed naslaga starosti od karbona do perma čini jezgru Velebitske antiklinale. Na tome području, u okolici Brušana, nalazi se vrelo Košna voda s karakterističnim šarenim Košna konglomeratima o kojima postoji vrlo malo geoloških podataka. Konglomerati su klastične sedimentne stijene u kojima dominiraju čestice veličine veće od dva milimetra. Iako čine vrlo mali postotak ukupne mase sedimentnih stijena na Zemlji, značajan su izvor podataka o tektonskim i sedimentnim procesima na nekom području.

Cilj ovog rada je odrediti porijeklo, taložni okoliš i klimu u vrijeme trošenja i taloženja materijala temeljem podataka dobivenih kvantitativnom i kvalitativnom analizom uzoraka Košna konglomerata te usporedbom sa postojećim literaturnim podacima o gornjopaleozojskim klastičnim naslagama sličnih karakteristika na području današnje Hrvatske i susjednih zemalja.

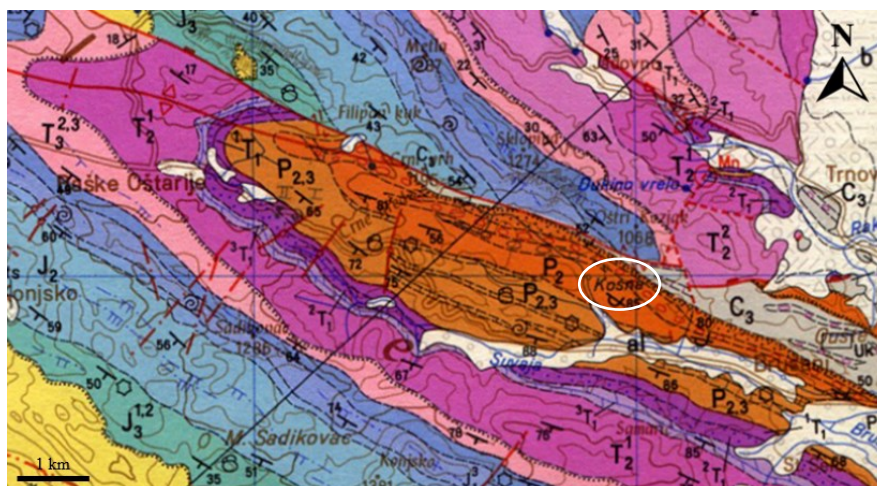
## 2. Područje istraživanja

Istraživano područje nalazi se na središnjem dijelu Velebita, uz vrelo Košna voda (slika 1), sjeverozapadno od Brušana (Ličko-senjska županija). Točne koordinate izdanka određene su tijekom terenskog rada u lipnju 2021. godine pomoću aplikacije *GeoCro* (URL1) te iznose  $44^{\circ}30'52,8''$  sjeverne geografske širine i  $15^{\circ}14'21,5''$  istočne geografske dužine.



Slika 1. Položaj istraživanog područja na slijepoj karti Republike Hrvatske i susjednih zemalja (modificirano prema URL2) i topografska karta istraživanog područja s koordinatama izdanka (modificirano prema URL3)

Geološka građa šireg područja prikazana je na Osnovnoj geološkoj karti 1:100 000, list Gospić (SOKAČ i sur., 1974). Isječak geološke karte prikazan je na slici 2.

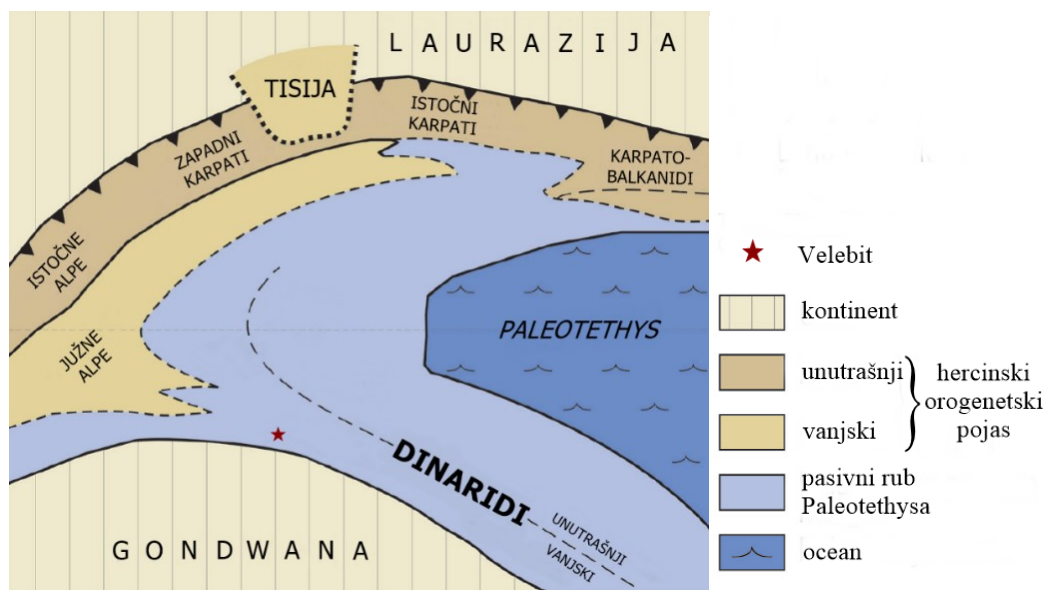


Slika 2. Isječak OGC 1:100 000, list Gospić (SOKAČ i sur., 1974) s označenim područjem istraživanja (bijela elipsa). Kartirane jedinice na isječku: C<sub>3</sub> – pješčenjaci i glineni škriljavci; P<sub>2</sub> – piritični pješčenjaci, pješčenjaci gredenskog tipa, kvarcni i petromiktini konglomerati; P<sub>2,3</sub> – vapnenci, dolomiti; <sup>1</sup>T<sub>1</sub> – dolomiti; <sup>2</sup>T<sub>1</sub> – tinjčasti pješčenjaci i škriljavci; <sup>3</sup>T<sub>1</sub> – dolomiti; T<sub>2</sub><sup>1</sup> – dolomiti i vapnenci; T<sub>2</sub><sup>2</sup> – vapnenci i dolomiti; T<sub>3</sub><sup>2,3</sup> – dolomiti; J<sub>3</sub><sup>1</sup> – vapnenci; J<sub>2</sub> – vapnenci i dolomitizirani vapnenci; J<sub>3</sub><sup>1,2</sup> – vapnenci

## 2.1. Tektonska evolucija Velebita

Gornjopaleozojska sukcesija na području cirkumpanonske regije odraz je tektonskih procesa odnosno kompresijskog režima uzrokovanog Hercinskom orogenezom i promjenom konfiguracije Pangee (VOZÁROVÁ i sur., 2009). Inicijalna faza Hercinske orogeneze započela je u ranom karbonu pomicanjem Gondwane prema Lauraziji u smjeru suprotnom od kretanja kazaljki na satu te je trajala do kraja karbona. Konačna kolizija nastupa krajem perma kada superkontinent Pangea poprima svoj konačan oblik (WICANDER i MONROE, 2016).

Gornjopaleozojske naslage čine jezgru velebitske antiklinale i predstavljaju cjelovitu, kontinuiranu sukcesiju klastičnih i karbonatnih naslaga starosti od pensilvanija (moskovija) do gornjeg perma odnosno početka trijasa (RAMOVŠ i sur., 1990; SREMAC, 2005). Taložene su na pasivnom kontinentalnom rubu sjeverne Gondwane, na šelfnom području Paleotethysa (slika 3).



Slika 3. Kasno-hercinska paleogeografija cirkumpanonske regije s označenim pretpostavljenim područjem taloženja gornjopaleozojskih (karbonskih) naslaga današnjeg Velebita (modificirano prema VOZAROVA i sur., 2009 i SREMAC, 2012)

Na području Velebita, krajem karbona i početkom perma započela su orogenetska kretanja i mjestimična izdizanja terena. Krajem ranog perma dolazi do stabilizacije terena, da bi početkom srednjeg perma započela značajna orogenetska aktivnost povezana sa kasnim fazama hercinske orogeneze (RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR, 1968). Krajem srednjeg perma, odnosno početkom mlađeg perma, karbonatna sedimentacija postepeno zamjenjuje klastičnu



sedimentaciju te su tijekom mlađeg perma na području današnjeg Velebita istaložene debele naslage vapnenca i dolomita (SALOPEK, 1942; RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR, 1968; KOCHANSKY-DEVIDÉ, 1973, 1982).

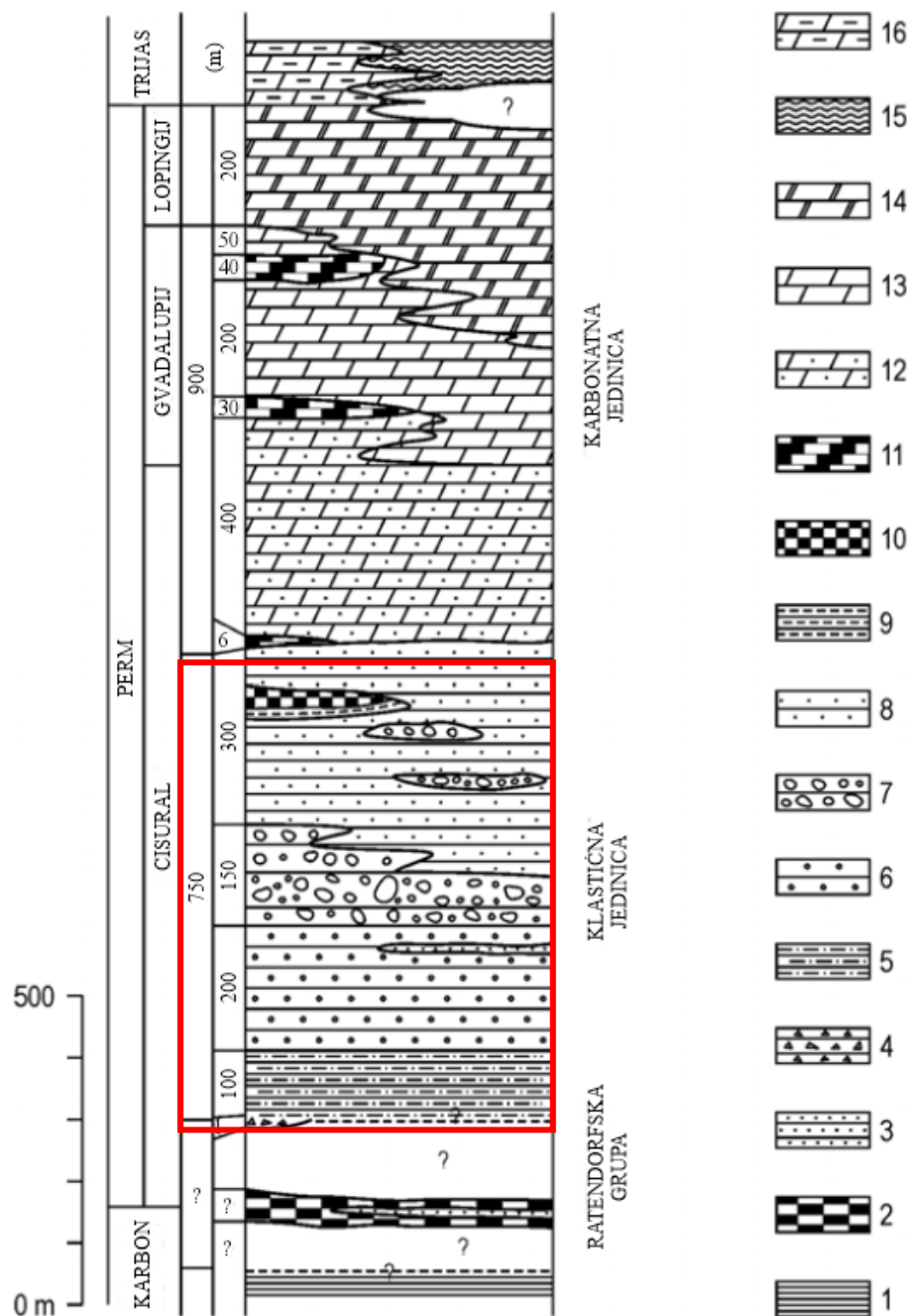
## 2.2. Stratigrafija gornjeg paleozoika na području Velebita

Gornjokarbonske naslage Velebita čini izmjena šejlova, pješčenjaka i konglomerata sa lećama vapnenaca, a starost im je određena na temelju marinskih fosila i fosila kopnenog bilja (SOKAČ i sur., 1976). Petrološki i prema fosilnom sadržaju, ove naslage odgovaraju auerniškim slojevima (SALOPEK, 1942). Auerniške slojeve čini izmjena klastičnih naslaga i vapnenaca te ih karakterizira bogata fosilna zajednica marinskih i kopnenih organizama.

Razdoblje perma započinje taloženjem ekvivalenta alpskih ratendorfskih vapnenaca sa švagerinama i pseudošvagerinama (SREMAC i KOCHANSKY-DEVIDÉ, 1982). Kontakt karbonskih stijena i donjih ratendrofskih vapnenaca na području Velebita interpretiran je pretežno kao rasjedni te je okružen klastičnim naslagama (KOCHANSKY-DEVIDÉ, 1973). Pojava litičnih grauvara te krupnozrnastih čestica terigenog porijekla ukazuje na orogenetska kretanja što je uzrokovalo brže punjenje sedimentacijskog bazena krupnijim materijalom i materijalom slabije zrelosti (RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR, 1968).

SALOPEK (1942) dijeli permsku formaciju na području brušansko-oštarijskog prodora na donju klastičnu seriju i gornju dolomitnu seriju. Klastična serija započinje vapnenim brečama koje se često mogu naći na samoj granici karbona i perma. Na njih naliježu zeleni piritni pješčenjaci koji trošenjem postaju smeđi. Piritni pješčenjaci postupno prelaze u permske, pretežito kvarcne konglomerate koji sadržavaju i uklopke rožnjaka te mogu biti bijeli, narančasti ili crvenkasti, a sadrže i uloške pješčenjaka. Početkom perma, u Lici se talože krupni šareni Košna konglomerati. Klastična serija perma završava gredenskim pješčenjacima (SALOPEK, 1948) na koje naliježe debela serija permskih dolomita sa sporadičnim ulošcima vapnenaca.

Opisani slijed naslaga na području Velebita, shematski je prikazan na slici 4 gdje je crvenim okvirom istaknut dio stupa koji obuhvaća klastičnu jedinicu/seriju perma unutar koje se nalaze Košna konglomerati analizirani u ovom radu.



Slika 4. Shematski stup gornjopaleozojskih do donjotrijaskih naslaga na području Velebita (modificirano prema KOCHANSKY- DEVIDÉ, 1973 i FIO i sur., 2013). Legenda: (1) karbonski šejlovi; (2) donjopermski ratendorfski vapnenci (upitnik zbog njihove nepoznate debljine i točnog položaja); (3) pješčenjaci u auerniškim naslagama; (4)–(10) „Košna naslage“ (označene crvenim okvirom): (4) bazalne breče; (5) permski zeleni piritični pješčenjaci; (6) permski kvarcni konglomerati; (7) konglomerati sa valuticama vapnenaca (Košna konglomerati); (8) permski sivi, crveni i žuti pješčenjaci; (9) srednjopermski šejlovi; (10) Trogkofelski vapnenci; (11)–(14) permska karbonatna jedinica sa vapnencima i dolomitima: (11) srednjo/gornjopermski crni vapnenci; (12) tamnosivi točkasti dolomiti; (13) svijetli „šećerasti“ dolomiti; (14) debeli uslojeni gornjopermski – prijelazni dolomiti; (15) donjotrijaski šejlovi i (16) donjotrijaski dolomiti – pjeskoviti dolomiti

### 2.3. Gornjopaleozojski konglomerati Južnih i Istočnih Alpa

U Južnim i Istočnim Alpama, nemarinski permski sedimenti taloženi su u bazenima formiranim tijekom konačne faze Hercinske orogeneze (KRAINER, 2005). Kasno- do post-hercinska taložna sekvencija na tim područjima podijeljena je na dva tektono-sedimentacijska ciklusa koje razdvaja hijatus uzrokovan Saalijskim tektonskim pokretima (KRAINER, 1993). Taloženje naslaga donjeg ciklusa na različitim se mjestima odvijalo u različito vrijeme, uglavnom početkom perma, a lokalno je započelo već krajem karbona. Naslage gornjeg ciklusa taložene su tijekom srednjeg/kasnog perma do ranog trijasa te su taložni uvjeti slični na području današnjih Dinarida, Južnih Alpa i Istočnih Alpa (slika 5).



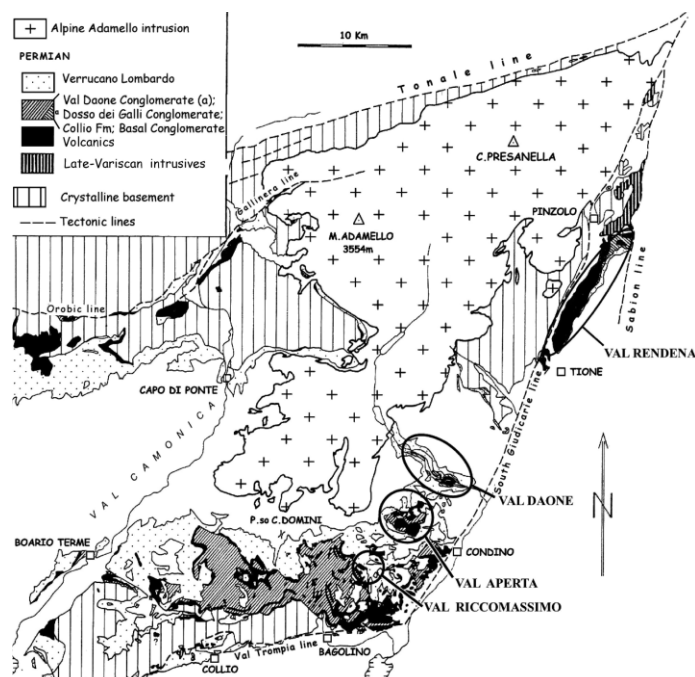
Slika 5. Satelitska snimka današnjeg Alpskog i Dinarskog prostora sa označenim područjem Istočnih Alpa, Južnih Alpa i Dinarida (URL4)

#### 2.3.1. Južne Alpe

U zapadnom dijelu Južnih Alpa (Dolomiti, Lombardija), nisko-metamorfnu hercinsku podlogu prekrivaju krupnozrnasti crveni Ponte Gardena konglomerati istaloženi u okolišu aluvijalne lepeze (VOZÁROVÁ i sur., 2009). Ove naslage sadrže fragmente stijena iz podloge te sa Bolzano vulkanskim kompleksom čine taložni slijed donjeg ciklusa (kasni karbon/rani perm). Bolzano vulkanski kompleks sačinjava debela sekvencija vulkanskih stijena s interkalacijama jezerskih sedimenata i sedimenata aluvijalne lepeze (KRAINER, 1993). Gornji ciklus (srednji/kasni perm) čine stijene Gredenske i Belerofonske formacije. Na području Sextenskih Dolomita, istaloženi su ekvivalenti Ponte Gardena konglomerata, tzv. Sextenski (Sesto) konglomerati na koje naliježu Tarvis breče. Tarvis breče i Sesto konglomerati istaloženi su u okolišu aluvijalne lepeze (CORRADINI i sur., 2017).

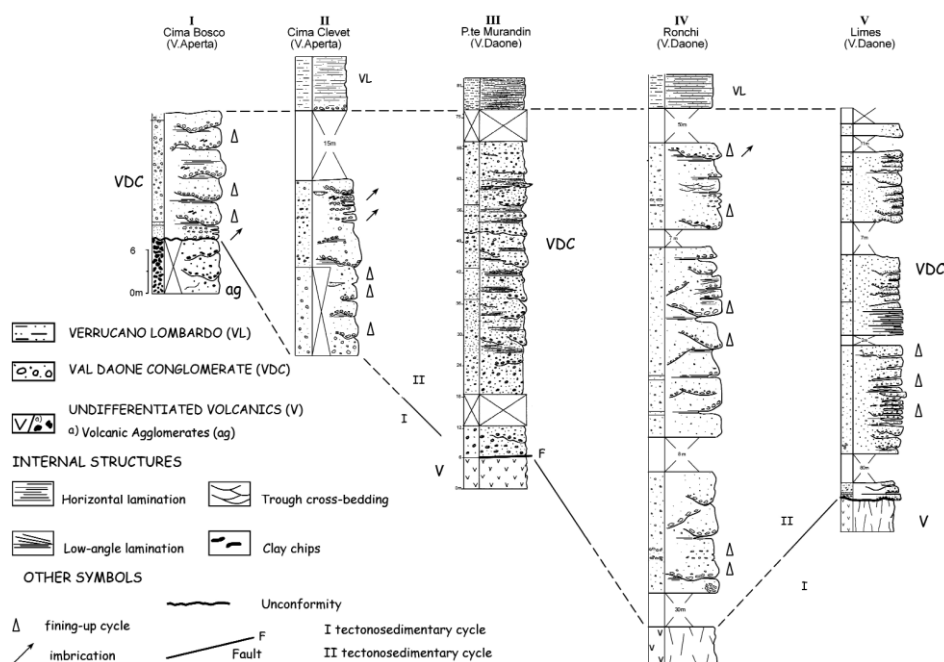
U istočnom dijelu Južnih Alpa, u Karničkim Alpama i južnim Karavankama, tijekom većeg dijela perma, dominiraju plitkomorski taložni okoliši (KRAINER, 2005). Nemarinska sedimentacija predstavljena je Tarvis brečama i Gredenskom formacijom. Na stijene Trogkofelske grupe nekonformno naliježu Tarvis breče koje su nastale uslijed tektonskih pokreta koji su uzrokovali izdizanje pojedinih blokova stijena što je rezultiralo erozijom i preradom prethodno istaloženog sedimenta, pretežito Trogkofelskih vapenaca. Tarvis breče u Karničkim Alpama dokaz su da su tektonski pokreti uzrokovani Saalijskom orogenetskom fazom započeli već tijekom sakmarija (KRAINER, 2005). U sastavu Tarvis breča dominiraju fragmenti trogkofelskih vapnenaca, a manje su zastupljeni fragmenti kremenca, magmatskih stijena, pješčenjaka, radiolarijskog čerta i filita (KRAINER, 1993). Ove naslage taložene su iz debritnih tokova u proksimalnoj zoni aluvijalne lepeze. Granicu Tarvis breča sa klastitima Gredenske formacije označava prva pojava vulkanskih klasta riolitnog sastava. Osim Tarvis breča, u srednjem permu taložile su se i naslage Sesto konglomerata (CORRADINI i sur., 2017).

CASSINIS i suradnici (2008) detaljno su opisali naslage Val Daone konglomerata na području Južnih Alpa u sjevernoj Italiji te ih smjestili u kontekst regionalnih tektonskih događaja. Proučavani lokaliteti na kojima izdajuju ovi konglomerati nalaze se na zapadu pokrajine Trentino (slika 6).



Slika 6. Pojednostavljena karta permskih litostratigrafskih jedinica na području zapadnog Trentina sa zaokruženim područjima izdanaka Val Daone konglomerata (CASSINIS i sur., 2008)

Na području „Val Daone“ (slika 6), stijensku formaciju čine konglomerati do mikrokonglomerati bjelkaste do sivkaste boje te srednjeznasti pješčenjaci sa fragmentima kremenja i magmatskih stijena. Mjestimično su prisutni tanki slojevi silita te centimetarske leće ugljena. Od fosila ima palinomorfa i loše sačuvanih biljnih ostataka. U krovini konglomerata, česti su Verrucano Lombardo laminirani pješčenjaci (slika 7, stupovi III i IV), a u njihovoj podlozi magmatske stijene (slika 7, stupovi III, IV i V). Od sedimentnih tekstura, osim horizontalne i kose laminacije, česti su ciklusi positnjavanja naviše. Unutar konglomerata vidljiva je imbricacija valutica. Kontakt konglomerata sa magmatskim stijena u podlozi je rasjedni (slika 7, stup III), nekonforman (slika 7, stup V), a na mjestima ga nije moguće odrediti (slika 7, stup IV).



Slika 7. Rekonstrukcija taložnih sljedova na području Aperta (stupovi I i II) i Daone doline (stupovi III, IV i V) (CASSINIS i sur., 2008)

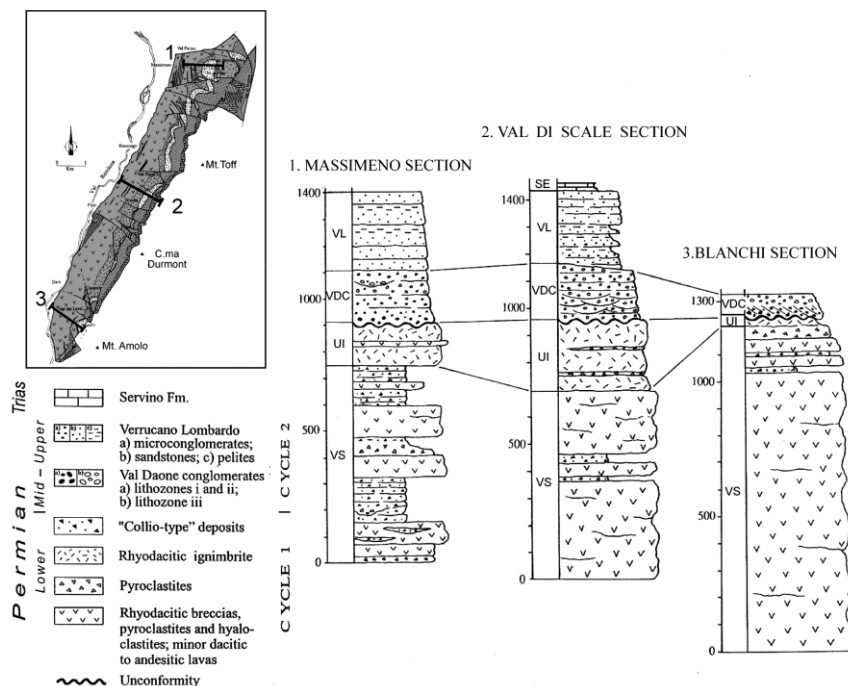
Proučavano područje Daone doline nalazi se uz Adamello batolitno tijelo stoga je prethodno navedeni slijed stijena (magmatični-konglomerati-pješčenjaci) pretrpio kontakti metamorfizam što se očituje u promjeni kristaliniteta ilita (RIKLIN, 1985). Na izdancima se uočava promjena boje Verrucano Lombardo pješčenjaka iz tipične crvene u tamno ljubičastu kao posljedica rekristalizacije hematita i onda u sivu na mjestu prve pojave biotita.

Južno od Daone doline, na području „Val Aperta“ (slika 7), stratigrafski slijed započinje tamno sivim vulkanskim aglomeratima nejasnog sastava. Na njih naliježe Val Daone konglomerat (slika 7, stup I) karakteriziran iznenadnim i nekontinuiranim lateralnim

i vertikalnim promjenama veličine zrna. Česte su i kanalske strukture te leće glinovitih sedimentata, a mjestimično je prisutna imbrikacija valutica (slika 7, stup II). Lokalno se mogu uočiti i tragovi vrtloženja. Na ovom području na Val Daone konglomerat također naliježe Verrucano Lombardo pješčenjak. U bazalnom dijelu konglomerata ima fragmenata magmatskih stijena iz podloge stoga se pretpostavlja da je kontakt tih dviju jedinica na proučavanom izdanku erozijski (slika 7, stup I).

Istočno od Collio bazena, na granici pokrajina Brescia i Trentino, također se nalaze izdanci Val Daone konglomerata (područje „Val Riccomassimo“ na slici 6). Kao i na prethodno opisanim izdancima, čine ga krupnozrnasti pješčenjaci do konglomerati bogati zrnima kremenca i fragmentima magmatskih stijena. Lokalno, u bazalnom dijelu karakterizira ga crvenkasta boja.

Na „Val Rendena“ području istraživanja (slika 8), prema CORTESOGNO i suradnicima (1998a,b), permska sukcesija sastoji se od donje sekvencije koju čine vulkanoklastične stijene u izmjeni sa riječno-jezerskim sedimentima na koje naliježu ignimbriti riodacitnog sastava. Val Daone konglomerat na ovom području čine srednjezrnaste do krupnozrnaste riječne naslage bjelkaste, lokalno crvenkaste i zelenkaste boje. Na njima naliježu Verrucano Lombardo crveni pješčenjaci. Donja vulkanoklastična jedinica odijeljena je od Val Daone konglomerata stratigrafskom prazninom nepoznatog trajanja. Nekonformitet je označen valovitom erozivnom površinom (slika 8). Prijelaz iz konglomerata prema crvenim pješčenjacima sugerira promjenu iz okoliša bujične rijeke u okoliš aluvijalne ravnice.



Slika 8. Geološki stupovi permske sukcesije na području Val Rendena (CASSINIS i sur., 2008)

Val Daone konglomerat istaložen je kao sediment aluvijalne lepeze, prepletene ili meandrirajuće rijeke (CASSINIS i sur., 2008). CASSINIS i suradnici (2012) Sesto konglomerate i Tarvis breče istočnog dijela Južnih Alpa određuju kao srednjopermske lateralne jedinice Val Daone konglomerata.

### 2.3.2. Istočne Alpe

Na području Peninske i Austroalpinske tektonske jedinice Istočnih Alpa, tijekom ranog perma, taložene su klastične naslage u okolišima proksimalne i distalne aluvijalne lepeze koje prelaze u sedimente plimnih ravnica i plaja. Formiraju se i kaliče sa rijetkim tankim slojevima algi (KRAINER, 2005). Klastične čestice koje čine polimiktne breče, konglomerate, litične arenite i grauvake potječu iz lokalne stijenske podloge.

Naslage proksimalnog dijela aluvijalne lepeze čine loše sortirani, klastični masivni konglomerati i rijetke kanalske ispune sa koritastom kosom slojevitošću (KRAINER, 2005). Lokalno ima interkalacija matrikspotpornih konglomerata i nezrelih pješčenjaka sa slabo razvijenom horizontalnom laminacijom. Naslage distalnog dijela lepeze čine masivni konglomerati, ispune kanala konglomeratima koji pokazuju koritastu kosu slojevitost, sitnozrnasti konglomerati sa planarnom kosom slojevitošću, krupnozrnasti horizontalno laminirani pješčenjaci i tanki proslojci masivnih, lokalno bioturbiranih muljnjaka. Ovi litofacijesi lokalno čine sekvenciju positnjavanja naviše te su interpretirani

kao krupnozrnaste naslage prepletenih rijeka sa sedimentima taloženim iz gravitacijskih tokova (KRAINER, 1990). Distalne naslage pješčanih ravnica i plaja čine uglavnom bioturbirani siltovi i muljnjac s interkalacijama masivnih do horizontalno laminiranih pješčenjaka, fosilifernih kalcitnih konkcija i tankih vapnenaca sa fosilima ostrakoda i spirorbisa. Na vrhu donjopermske sukcesije lokalno se mogu naći riolitne vulkanske stijene (tufovi i ignimbriti) koje odgovaraju Bolzano vulkanskom kompleksu Južnih Alpa.



### 3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Istraživanja paleozojskih naslaga na području Like i Velebita datiraju još iz 19. stoljeća od kada potječu najstariji podaci i prve pregledne geološke karte autora FOETTERLE (1855), HAUER (1868), SCHUBERT (1908, 1910) i KOCH (1909a,b, 1914, 1929a,b). SALOPEK (1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1948, 1952) iznosi niz rasprava koje tematiziraju stratigrafske probleme ovih naslaga. Zbog nedostatka informacija o razvoju paleozoika na području Velebita, SALOPEK (1942) sa grupom istraživača nakon detaljnih istraživanja gornjopaleozojskih naslaga na području Velebita odnosno Like i Gorskog Kotara objavljuje podatke u radu pod nazivom „O gornjem paleozoiku Velebita u okolini Brušana i Baških Oštarija“, u kojem opisuje stratigrafske odnose i geološku građu kasnog paleozoika kao i njegovu rasprostranjenost na širem području Brušana i Baških Oštarija. U tom radu, SALOPEK imenuje šarene konglomerate „Košna“ konglomeratima prema vreli Košna voda u čijoj se neposrednoj blizini nalazi njihov izdanak.

KOCHANSKY-DEVIDÉ (1955, 1959, 1965) vrši detaljnu stratigrafsku razdiobu velebitskog područja na temelju mikrofosila.

RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR (1968) daju detaljan petrološki opis gornjopaleozojskih naslaga Like i Velebita i stavljaju ih u kontekst regionalnih tektonskih zbivanja.

KOCHANSKY-DEVIDÉ (1973) temeljem fosilnog sadržaja i karakteristika facijesa zaključuje da klastična Košna serija starosno odgovara Trogkofelskoj seriji Alpa, odnosno da ulošci vapnenaca u Košna naslagama odgovaraju trogkofelskim vapnencima Slovenije, stoga se klastična Košna serija može smatrati klastičnim ekvivalentom Trogkofelskih vapnenaca.

Osim navedenih autora, opisom i biostratigrafskom odredbom paleozojskih naslaga na Velebitu bavili su se autori SREMAC (1991) i TIŠLJAR i sur. (1991). ALJINOVIĆ i SREMAC (1997) bave se klastičnim naslagama na području Gorskog Kotara te ih uspoređuju sa naslagama Velebita, Vanjskih Dinarida u Sloveniji i Južnih Alpa.

Brojni su radovi autorice SREMAC (2005, 2007, 2012) koji tematiziraju paleozoik Hrvatske. Osim stijenskih jedinica i fosilnog sadržaja, opisani su i taložni okoliši i klimatski uvjeti koji su vladali na šelfnom području paleozojskog superkontinenta, a potom su naslage taložene na teritoriju današnje Hrvatske korelirane sa naslagama taloženim u susjednim zemljama.

## 4. Materijali i metode rada

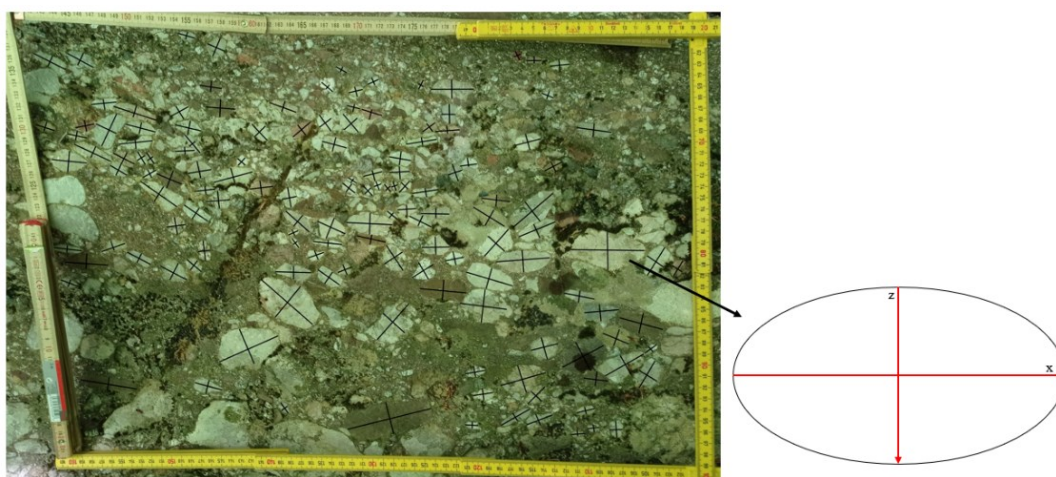
### 4.1. Terenske metode

Tijekom terenskog rada na području vrela Košna voda u lipnju 2021. godine prikupljeno je 19 uzoraka stijena različitih litologija i pojedinačne valutice te su fotografirane uočene teksturne i strukturne karakteristike stijena radi daljnje analize. Uzorci su označeni slovom K i brojevima od 1 do 19.

Priprema uzoraka prikupljenih na terenu kao i analitičke metode i postupci navedeni u nastavku, provedeni su na Geološko-paleontološkom i Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.

### 4.2. Kvantitativna analiza čestica

Na terenu je fotografirano pet reprezentativnih primjera Košna konglomerata u okviru 30x60 cm. Temeljem fotografija izmjerene su osi izduljenja čestica (oznaka x) i osi okomite na os izduljenja (oznaka z) (slika 9). Navedene dimenzije izmjerene su u programu za obradu fotografija *GIMP* (URL5). U programu *PAST* (URL6) izvršena je statistička analiza izmjerenih podataka koja je obuhvatila izračun prosječne veličine čestica te kategorizaciju istih prema Udden-Wentworthovoj ljestvici. Udden-Wentworthova ljestvica geometrijska je ljestvica bazirana na broju dva koja se najčešće koristi za klasifikaciju i nomenklaturu sedimentata i sedimentnih stijena. Raspon udjela matriksa u konglomeratima procijenjen je prema TERRY i CHILINGAR (1955).



Slika 9. Reprezentativni primjerak Košna konglomerata na izdanku u okviru 60x30 cm i shematski prikaz mjerenih dimenzija valutica

### 4.3. Kabinetski rad

Kabinetski rad obuhvatio je analizu 19 uzoraka petrografskim mikroskopom od kojih su tri uzorka analizirana i rudnim mikroskopom te rendgensku difrakcijsku analizu mineralnog sastava crvenog matriksa konglomerata. Pješčenjaci su temeljem modalnog sastava klasificirani prema PETTIJOHN i sur. (1987), a potom su uvršteni u trokomponentni provenijencijski dijagram prema DICKINSON i sur. (1983) i dijagram indeksa trošenja prema WELTJE (1994) i WELTJE i sur. (1998).

Provedena je i mikropaleontološka analiza uzoraka, pretežito vapnenaca koji su klasificirani prema FOLKU (1959), DUNHAMU (1962) te na osnovi veličine zrna. Prema FOLKU (1959) imenovanje se vrši prema dominantnoj vrsti čestica te prevladavajućem vezivu (mikrit ili sparit). DUNHAMOVA (1962) klasifikacija bazirana je na strukturnim značajkama vapnenaca pri čemu se gleda sadržaj karbonatnog mulja, odnos udjela zrna i mulja te znakovi organogenog vezivanja skeleta tijekom rasta organizama. Na osnovi veličine zrna, vapnenci se dijele na kalcirudit, kalkarenit i kalcilit.

#### 4.3.1. Mikroskopska analiza uzoraka

Izrađeni su mikroskopski izbrusci za analizu petrografskim mikroskopom i nabrusci za analizu rudnim mikroskopom. Postupak pripreme uzoraka za mikroskopiju opisan je prema VRKLJAN i sur. (2018).

Izbrusci stijena fotografirani su pomoću kamere Canon EOS 500D spojene na Zeiss AxioLab mikroskop. Fotografije su obrađene u programu AxioVision Rel. 4.8. Fosilni sadržaj fotografiran je Canon EOS 1100 kamerom spojenom na Olympus-SZX10 stereomikroskop, a fotografije su obrađene pomoću Quick Photo Camera 3.0 programa.

##### a) Analiza petrografskim mikroskopom

Petrografski mikroskop je polarizacijski mikroskop gdje se stijenski uzorci promatraju u prolaznoj svjetlosti te služi za identifikaciju prozirnih minerala. Preparat sadrži tanku pločicu uzorka odnosno izbrusak, a može sadržavati i sitna zrnca uzorka što se onda naziva preparatom mineralnih zrnaca. Za potrebe ovog rada, rađeni su izbrusci stijena tako da su uzorci prikupljeni na terenu najprije izrezani dijamentnom pilom i smanjeni na veličinu približno 24x24 mm, zalijepljeni kanada balzamom na predmetno stakalce, a potom postupno stanjivani brusnim prahovima sve finijeg zrna do debljine otprilike 0,02 do 0,03

milimetra. Izbrusci klastičnih stijena su potom pokriveni kanada balzomom i pokrovnim stakalcem, a izbrusci vapnenaca su ostali nepokriveni.

Od 19 prikupljenih uzoraka, izrađena su ukupno 23 izbruska. Zrna u izbruscima brojana su metodom linije te su podijeljena u tri kategorije: kremen (monokristalna i polikristalna zrna), feldspati i litične čestice. U ortoskopskim uvjetima bez uključenog analizatora promatrana su sljedeća svojstva minerala: oblik zrna, kalavost, reljef te vlastita boja. U ortoskopskim uvjetima s uključenim analizatorom promatran je karakter potamnjenja te interferencijske boje minerala. Zrna kremena i feldspata često je teško razlikovati u ortoskopskim uvjetima jer dijele slične svojstva (npr. vlastita boja, interferencijska boja) stoga su izbrusci promatrani i u konoskopskim uvjetima i identificirani na temelju konoskopskih figura. Konoskopska figura kod kremena ima oblik crnog križa oko kojeg se koncentrično nižu interferencijske boje, gdje svaka boja slijedi zamišljenu liniju u obliku kružnice koja se naziva izokroma. Kod feldspata, konoskopska figura je crni križ, oko kojeg se koncentrično nižu interferencijske boje u obliku linija koje se nazivaju lemniskate. Zakretanjem mikroskopskog stolića, križ se rastavlja na dvije hiperbole.

#### b) Analiza rudnim mikroskopom

Rudni mikroskop je polarizacijski mikroskop za reflektiranu svjetlost kojim se istražuju opâki (neprozirni) minerali. Preparat sadrži debelu pločicu uzorka odnosno nabrusak. Nabrusci su pripremljeni tako što je najprije izrezan komad stijene debljine oko dva centimetra koji je onda s jedne strane brušen i poliran brusnim prahovima sve finijeg zrna, u ovom slučaju prahovima 240, 500 i 2000. Pločice su zatim dodatno polirane na platnu s dodatkom smjese vode i kroma.

Ukupno je izrađeno šest nabrusaka, po dva primjerka od triju odabranih litologija. Odabrani su uzorci u čijim je izbruscima uočen sadržaj opâkih minerala.

#### 4.3.2. Rendgenska difrakcijska analiza

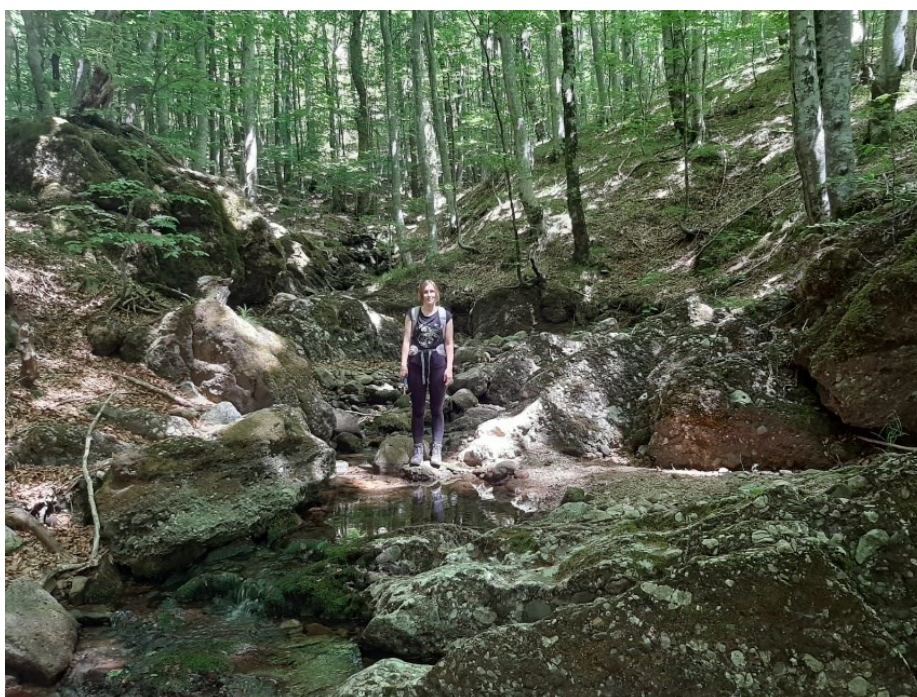
Za rendgensku difrakcijsku analizu korišten je difraktometar Phillips PW 3050/60 X'Pert Pro, a za očitavanje dobivenih rendgenograma korišten je X'Pert HighScore Plus program opremljen JCPDS (1996) bazom podataka. Pri snimanju su korišteni sljedeći instrumentalni uvjeti: bakrovo  $\text{CuK}\alpha$  zračenje pri naponu 40kV i jakosti struje 40 mA, veličina koraka snimanja  $0,001^\circ 2\theta/\text{s}$ .

Analiziran je crveni matriks konglomerata kojeg je najprije trebalo izdvojiti iz stijene udarcem čekića, a potom usitniti u ahatnom mlinu do konzistencije finog praha. Prahom su napunjeni aluminijski nosači koji su onda preneseni u difraktometar na snimanje. Snimljeni su rendgenogrami dvaju uzoraka.

## 5. Rezultati

### 5.1. Terenski rad

Uzorci su točkasto prikupljeni sa izdanka uz vrelo Košna voda (slika 10). Prikupljeno je 19 uzoraka stijena različitih litologija i pojedinačne valutice. Naslage na izdanku ne čine slijed, nego su razbacane u obliku fragmenata različitih veličina.



Slika 10. Izdanak Košna konglomerata uz vrelo Košna voda

Košna konglomerate na proučavanom izdanku čine čestice različitog sastava: crveni, sivi i smeđi pješčenjaci, rožnjaci, karbonati i kremen. Čestice su različitih veličina, od nekoliko milimetara do nekoliko centimetara, a rjeđe i veličine blokova. Matriks Košna konglomerata uglavnom je pješčenjak crvene boje različitih nijansi i njegov udio u stijeni je varijabilan stoga su terenski određeni klastpotporni (ortokonglomerati) i matrikspotporni (parakonglomerati). Konglomerate koji sadrže i ugate čestice može se svrstati u kategoriju brečo-konglomerata.

Matrikspotporni konglomerati loše su sortirani sa zrnima različite sferičnosti i zaobljenosti (slika 11) koje povezuje crvenkasto-sivi matriks.





Slika 11. Matrikspotporni konglomerat; a – dobro zaobljeno sferično zrno, b – loše zaobljeno slabo sferično zrno

Klastopotporni konglomerati pokazuju različite karakteristike na različitim dijelovima istraživanog područja. Uglavnom su loše sortirani sa zaobljenim, poluzaobljenim do poluuglatim više-manje izduženim zrnima, mjestimično sa fragmentima horizontalno laminiranih pješčenjaka. Čestice su u rasponu veličina od granula do blokova. Na pojedinim dijelovima izdanka, nazire se umjerena imbrikacija valutica. Konglomerati su uglavnom masivni sa mjestimično lijepo izraženom graduiranošću (slika 12).



Slika 12. Klastopotporni konglomerat sa izraženom graduiranošću, nazire se ista usmjerenost dulje osi valutica što ukazuje na strujnu orijentaciju; bijela strelica pokazuje smjer positnjavanja čestica

Na uzorcima smeđe-zelenih pješčenjaka, osim horizontalne laminacije, uočeni su kristali minerala pirita (slika 13).



Slika 13. Horizontalno laminirani pješčenjak s piritom

Košna konglomerati se na izdanku sporadično izmjenjuju sa crvenim pješčenjacima (slika 14).



Slika 14. Košna konglomerat sa proslojkom crvenog pješčenjaka



## 5.2. Rezultati kvantitativne analize

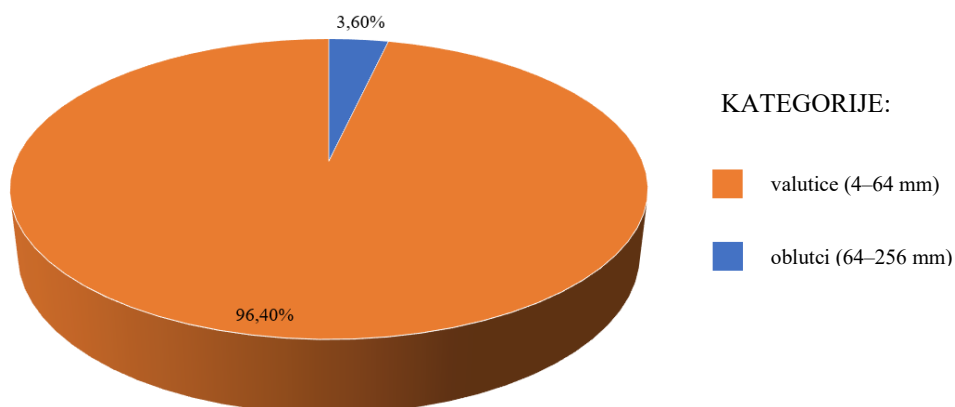
Sa fotografija reprezentativnih dijelova izdanka Košna konglomerata fotografiranih tijekom terenskog rada izbrojano je ukupno 609 zrna. Podaci o broju zrna, dimenzijama osi izduženja (x) i osi okomite na os izduženja (z) prikazani su tablično, a njihova zastupljenost u pojedinim kategorijama Udden-Wentworthove klasifikacije prikazana je u obliku kružnih dijagrama.

Najveća izmjerena vrijednost osi x je 10,5 cm, a osi z 7,3 cm. Prosječna veličina osi izduženja x iznosi 2,7 cm, a osi z okomite na os izduženja 1,5 cm. Rezultati statističke analize podataka prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Rezultati statističke analize izmjerenih vrijednosti; oznake: N – ukupni broj čestica, min. – najmanja izmjerena vrijednost, max. – najveća izmjerena vrijednost, AS – aritmetička sredina (prosječna veličina čestica)

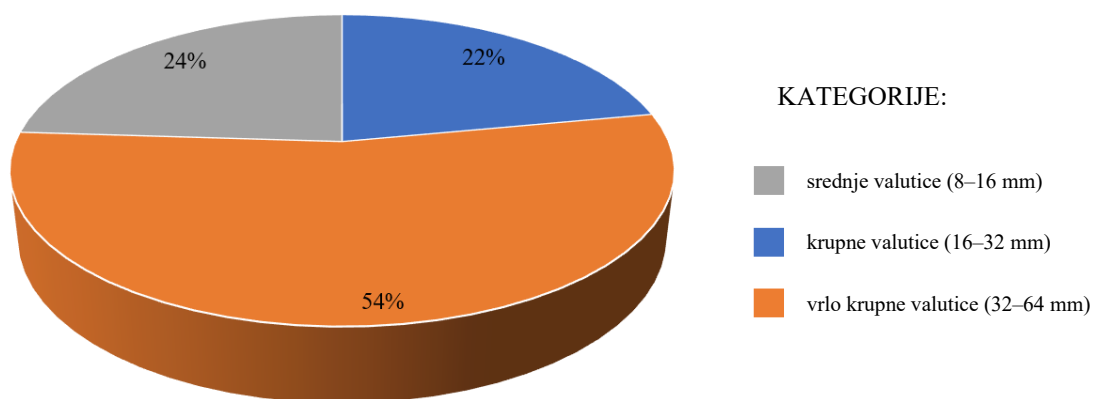
PARAMETRI	x os	z os
N	609	609
min. (cm)	0,7	0,4
max. (cm)	10,5	7,3
AS (cm)	2,7	1,5

Prema Udden-Wentworthovoj klasifikaciji koja se temelji na veličini zrna, čestice su podijeljene na: valutice (4–64 mm) i oblutke (64–256 mm). Na analiziranim dijelovima izdanka prevladavaju valutice (96,40 %), a preostalih 3,60 % čine oblutci (slika 15).



Slika 15. Grafički prikaz udjela čestica u pojedinim kategorijama Udden-Wentworthove klasifikacije

Valutice se dalje mogu podijeliti u potkategorije: sitne valutice (4–8 mm), srednje (8–16 mm), krupne (16–32 mm), vrlo krupne (32–64 mm). Od izmjerenih valutica, niti jedna ne pripada kategoriji sitnih valutica, stoga je i izostavljena u dijagramu. Najveći udio čestica pripada kategoriji vrlo krupnih valutica (54 %), a u kategorijama srednjih i krupnih valutica je podjednaki broj čestica (slika 16).



Slika 16. Grafički prikaz udjela valutica u pojedinim potkategorijama Udden-Wentworthove klasifikacije

Udio matriksa u konglomeratima je promjenjiv. Dominiraju klastpotporni konglomerati sa vrlo malim postotkom matriksa, mjestimično manje od 5 %. Vrlo su rijetki matrikspotporni konglomerati čiji sadržaj matriksa seže do 80 %.

### 5.3. Petrologija klastičnih stijena

Od uzoraka prikupljenih na terenu, napravljeno je ukupno 23 preparata, odnosno mikroskopskih izbrusaka. Od toga je 17 mikroskopskih izbrusaka klastičnih stijena, jedan izbrusak rožnjaka, a preostalih pet su izbrusci vapnenaca. Preparati rožnjaka i vapnenaca opisani su u zasebnom poglavlju. Nakon analize svih izbrusaka klastičnih stijena, izdvojeni su i fotografirani reprezentativni primjerci različitih litologija. Od uzoraka u čijim su izbruscima uočeni opâki minerali, napravljeni su nabrusci za rudnu mikroskopiju.

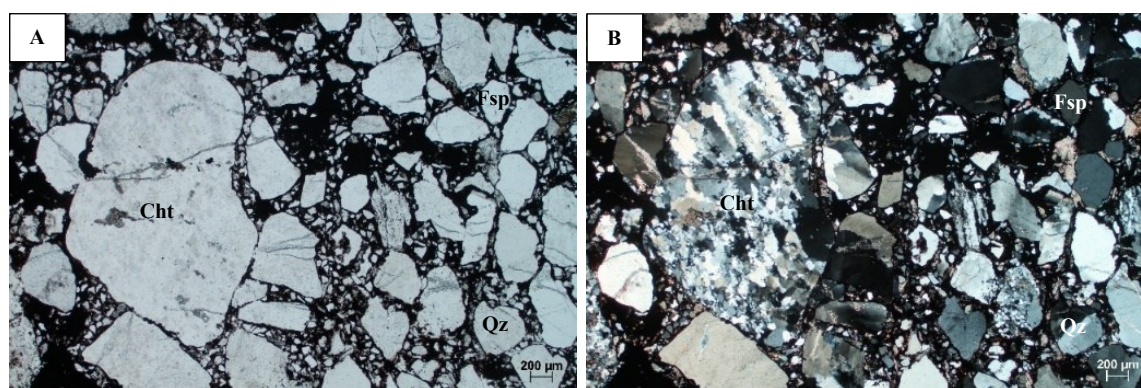
Minerali i litične čestice na fotomikrografijama označeni su kraticama prema WHITNEY i EVANS (2010) te SWANSON (1981).

#### 5.3.1. Uzorak K-1

Uzorak K-1 loše je sortirani pješčenjak u kojem dominiraju poluuglata svijetla zrna raspona veličine od oko 0,15 do 1,5 mm. Vezivo je krupnozrnasto i čini ga kvarcni cement sa mineralnim zrnima veličine otprilike 60  $\mu\text{m}$  (slika 17).

U uzorku dominiraju mineralna zrna kremen (53,5 %), često ispresjecana žilicama kalcita. Litičnih čestica ima oko 25,7 % i uglavnom ih čine zrna rožnjaka, a najmanje su zastupljeni feldspati (20,8 %). Oko zrna se uočava tamni rub crnog veziva. Rijetka su izdužena mineralna zrna tinjaca.

Odnos matriksa i zrna je promjenjiv, ali generalno se može reći da su zrna gusto pakirana i da je postotak matriksa manji od 15 %. Stoga se ovaj pješčenjak, prema klasifikaciji PETTIJOHN i sur. (1987), svrstava u kategoriju **litičnih arenita**.



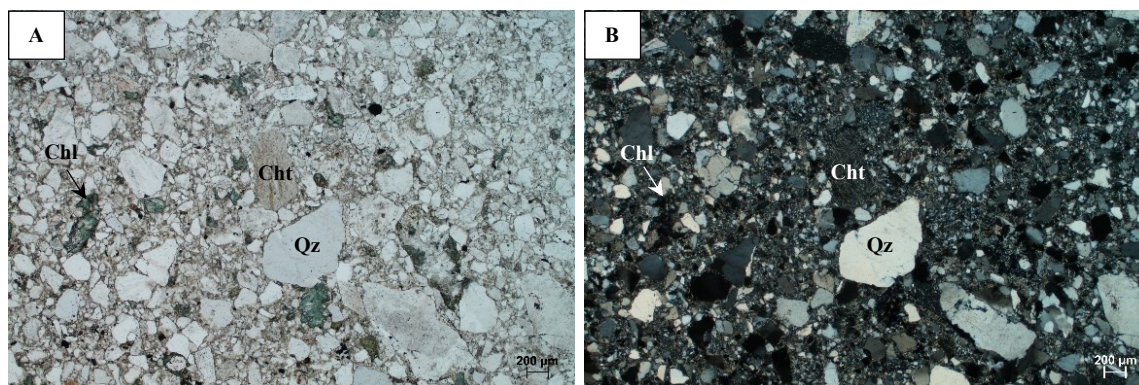
Slika 17. Uzorak K-1 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Cht – rožnjak, Qz – kremen, Fsp – feldspat.

### 5.3.2. Uzorak K-4

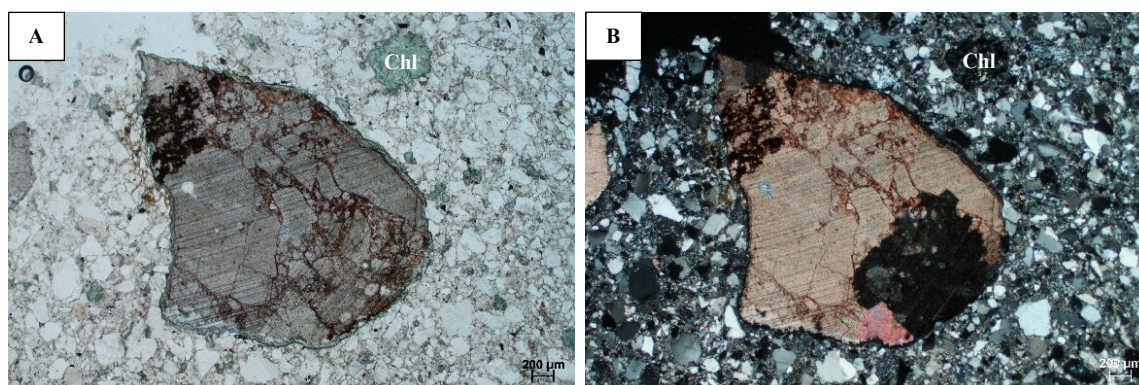
Uzorak K-4 je srednje dobro sortirani pješčenjak sa uglatim zrnima raspona veličina od otprilike 40  $\mu\text{m}$  do 0,7 mm između kojeg je sitnozrnasti matriks nepoznatog sastava (slika 18).

Najzastupljenija su zrna kremenena (64 %), zatim feldspata (19,2 %), a najmanje je litičnih čestica (16,8 %). Među litičnim česticama prevladavaju zrna rožnjaka, a u manjem postotku ima litičnih čestica crvene boje te vapnenaca. Osim navedenih litičnih čestica u uzorku su prisutni i fragmenti mikrobeče veličine oko 2,5 mm (slika 19). Rijetka su mineralna zrna tinjaca kao i mineralna zrna opâkih minerala.

Sadržaj matriksa manji je od 15 % stoga je ovaj uzorak klasificiran kao **subarkoza**.



Slika 18. Uzorak K-4 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Chl – klorit, Cht – rožnjak, Qz – kremen.

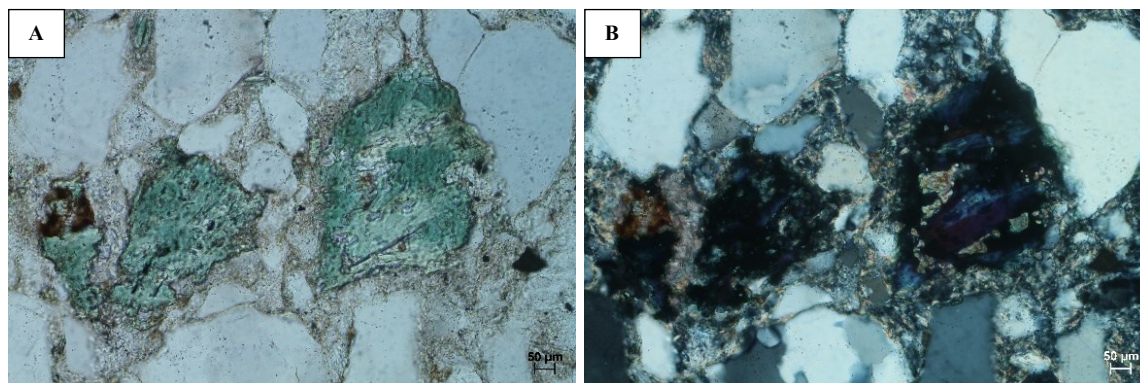


Slika 19. Fragment mikrobeče iz uzorka K-4 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Chl – klorit.

Osim glavnih petrogenih minerala koji izgrađuju ovaj pješčenjak, vrlo mali postotak ukupne stijene (oko 5 %) čine minerali grupe klorita. Zrna klorita su anhedralna, vlastita



boja im je zelena, a interferiraju u lavendulastoplavoj do ljubičastoj boji što je karakteristika klorita bogatih željezom (slika 20). Prosječna veličina zrna klorita u uzorku je oko 120  $\mu\text{m}$ .



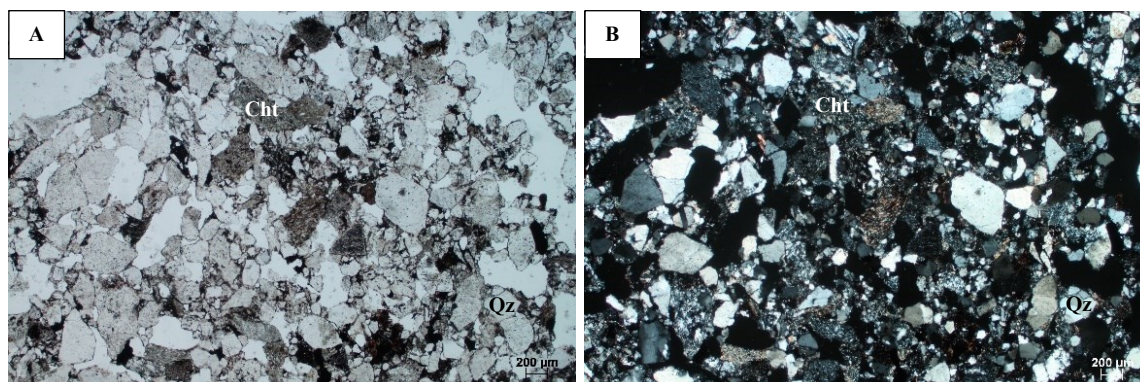
Slika 20. Zrna klorita iz uzorka K-4 promatrana u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)

### 5.3.3. Uzorak K-6

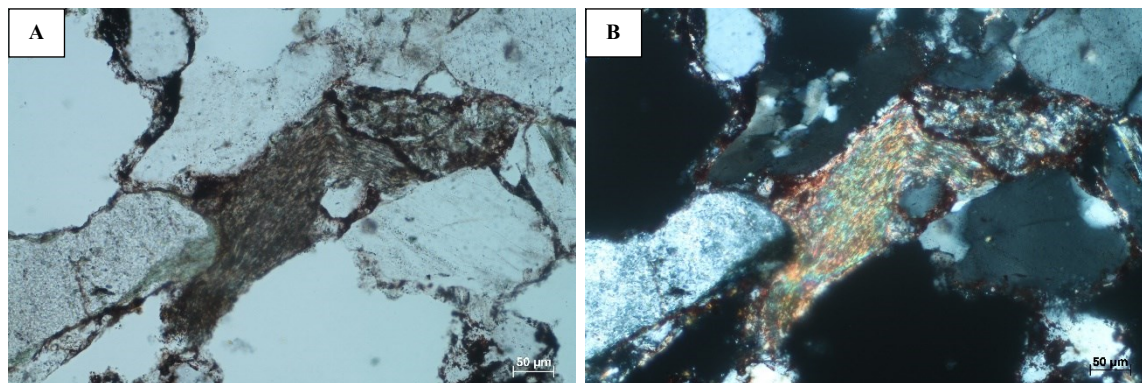
Uzorak K-6 je srednje dobro sortirani pješčenjak sa poluzaobljenim zrnima u rasponu veličina od 100 do 500  $\mu\text{m}$  (slika 21).

U sastavu dominiraju mineralna zrna kremena (48,5 %), zatim litične čestice (29,9 %) sa prevladavajućim zrnima rožnjaka i mineralna zrna feldspata (21,6 %). U manjem postotku, litične čestice čine vapnenci, sitnozrnasti crvenkasti litični fragmenti te fragmenti metamorfne stijene koja se prepoznaje prema preferiranoj orijentaciji minerala (slika 22).

Zrna su gusto pakirana i postotak matriksa je manji od 15 % stoga je ovaj uzorak klasificiran kao **litični arenit**.



Slika 21. Uzorak K-6 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B). Oznake: Cht – rožnjak, Qz – kremen.

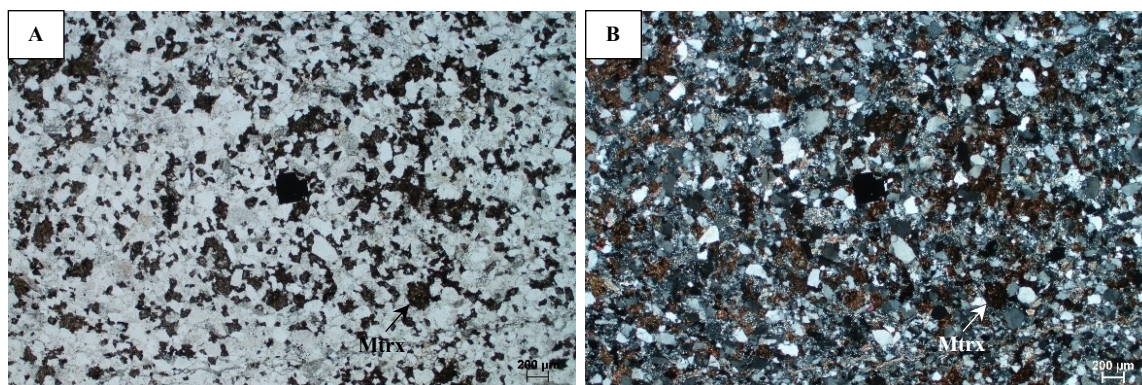


Slika 22. Fragment metamorfne stijene iz uzorka K-6 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)

#### 5.3.4. Uzorak K-11

Uzorak K-11 dobro je sortirani pješčenjak kojeg čine poluuglata do uglata zrna prosječne veličine oko 150 µm (slika 23).

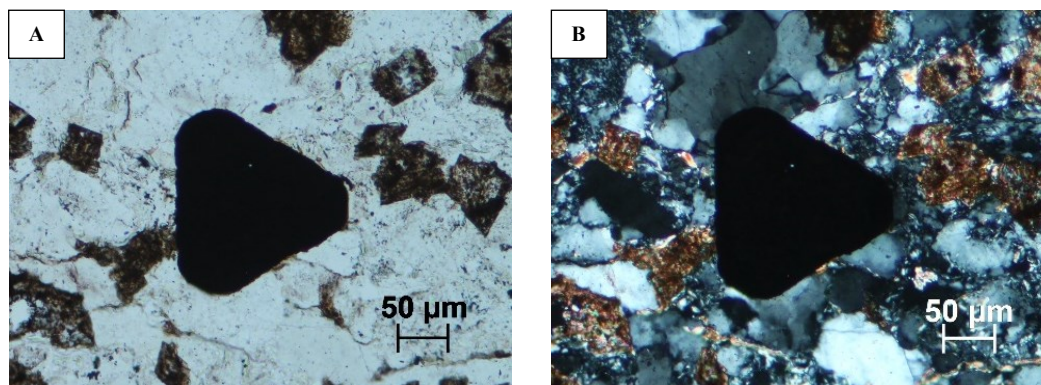
Većinu zrna čini kremen (48,3 %), zatim litične čestice (30,7 %) pa feldspati (21 %). Od litičnih čestica ima rožnjaka, vapnenaca, fragmenata metamorfnih stijena, mjestimično ima i tinjaca te opâkih minerala. Vezivo je sitnozrnasti crveni matriks kojeg ima manje od 15 % stoga je ovaj pješčenjak **litični arenit**.



Slika 23. Uzorak K-11 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B); u sredini je opaki mineral kubičnog habitusa. Oznake: Mtrx – matriks.

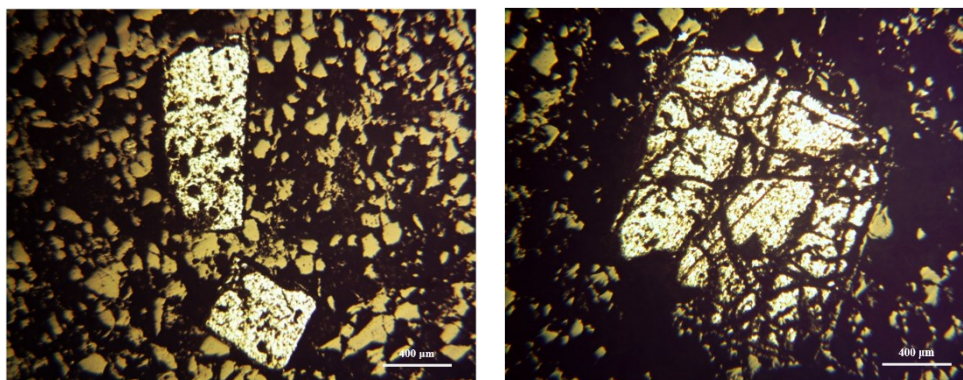
Opâki minerali u uzorku su kubičnog habitusa, idiomorfnog kvadratičnog (slika 23) i trostranog presjeka (slika 24). Da bi se utvrdilo o kojem opâkom mineralu je riječ, napravljeni su nabrunci za rudnu mikroskopiju.





Slika 24. Opâki mineral trostranog presjeka iz uzorka K-11 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)

U reflektiranoj svjetlosti, boja ovog minerala je mjedenožuta (slika 25) te je metaličnog sjaja, što je, uz habitus, karakteristika minerala pirita.

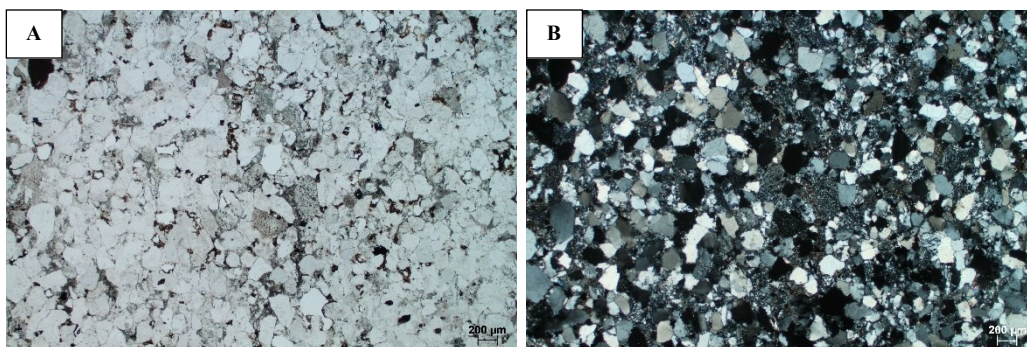


Slika 25: Opâki mineral idiomorfno kubičnog presjeka iz uzorka K-11 promatran rudnim mikroskopom

### 5.3.5. Uzorak K-12

Uzorak K-12 dobro je sortirani pješčenjak sa česticama prosječne veličine od oko 200 µm (slika 26). Zrna su gusto pakirana i poluuglata.

U uzorku ima najviše zrna kremena (65,9 %), feldspati čine 22,4 %, a litične čestice 11,7 % stijene. Litične čestice čine rožnjaci, fragmenti metamorfih stijena te fragmenti vapnenaca. Od feldspata se jasno prepoznaje mikroklin prema specifičnoj tzv. rešetkastoj strukturi koja se uočava kada je zrno u presjeku bliskom (001) pa su dva skupa lamela međusobno gotovo okomita (SLOVENEČIĆ I BERMANEC, 2003). Vrlo su rijetka mineralna zrna klorita. Sadržaj matriksa je manji od 15 % stoga se ovaj tip pješčenjaka svrstava u kategoriju **subarkoza**.

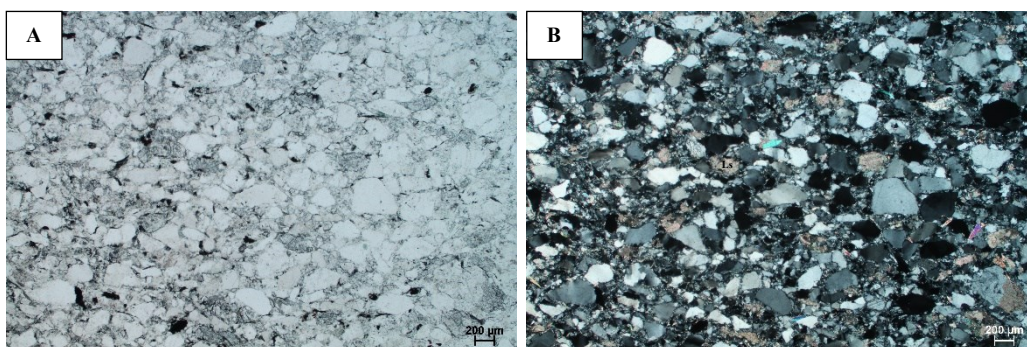


Slika 26. Uzorak K-12 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)

### 5.3.6. Uzorak K-13

Uzorak K-13 je srednje dobro sortirani pješčenjak sa gusto pakiranim zrnima veličine od otprilike 100 do 450 µm s malim postotkom matriksa (<15 %) (slika 27).

Najveći postotak čestica čine zrna kremena (62,2 %), zatim feldspata (29,8 %), a najmanje je litičnih čestica (8 %). Među litičnim česticama najviše je fragmenata vapnenaca, nešto manje rožnjaka. Mjestimično ima zrna plagioklasa koja se prepoznaju po paralelnim jasno vidljivim sraslačkim lamelama te izduženih zrna tinjaca koji interferiraju u živoj boji 3. reda. Uzorak se svrstava u kategoriju **feldspatskih arenita**.

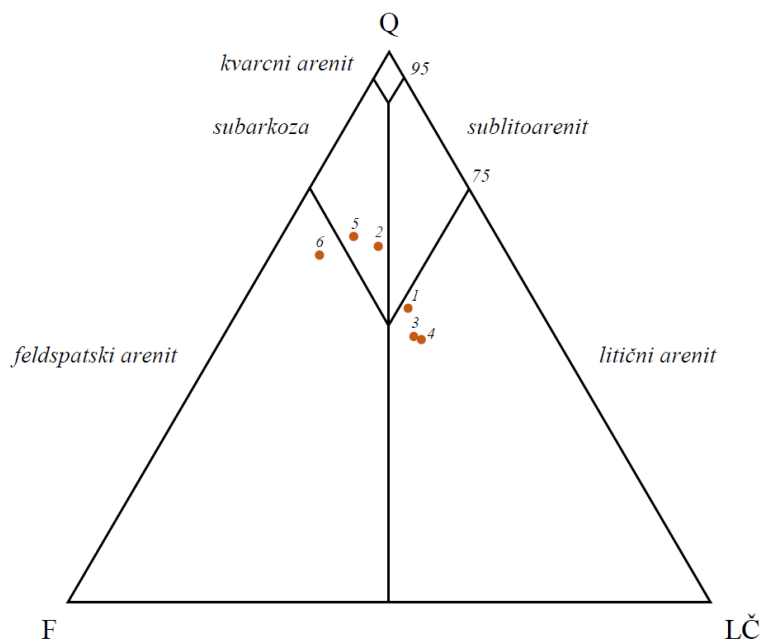


Slika 27. Uzorak K-13 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)



### 5.3.7. Klasifikacijski trokomponentni dijagram

Prethodno opisani uzorci klasificirani su na temelju postotnog udjela pojedinih zrna (kremena, feldspata i litičnih čestica). Svi analizirani uzorci su areniti stoga je korišten trokomponentni dijagram za arenite prema PETTIJOHN i sur. (1987) u koji su uvršteni podaci iz tablice 2. Litologijama u tablici 2 pridruženi su brojevi koji odgovaraju brojčanim oznakama u trokomponentnom dijagramu na slici 28.



Slika 28. Klasifikacijski trokomponentni dijagram za arenite (PETTIJOHN i sur., 1987). Oznake: Q – monokristalna i polikristalna zrna kremena; F – feldspati; LČ – litične čestice

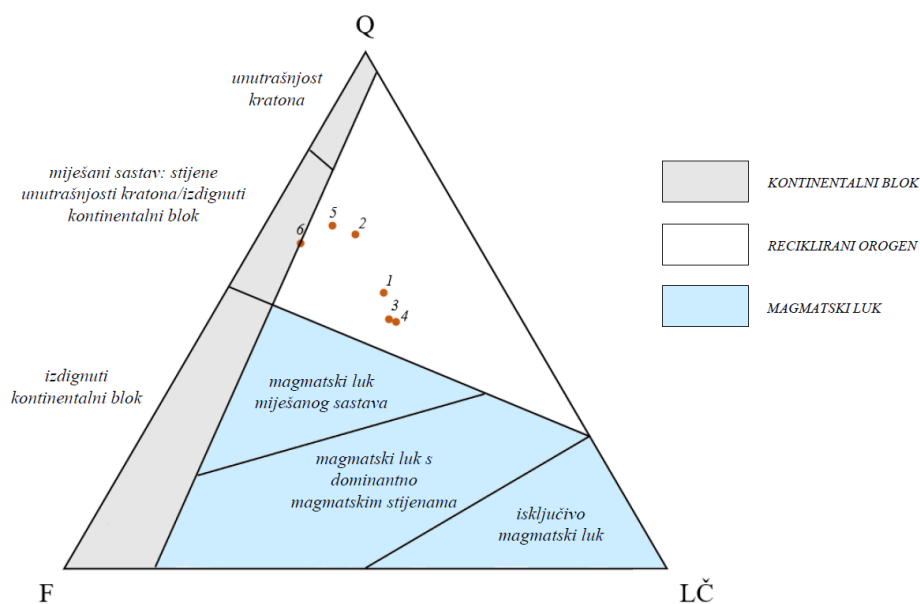
Tablica 2. Rezultati modalne analize mineralnog sastava uzoraka sa pridruženim litologijama određenim prema PETTIJOHN i sur. (1987)

OZNAKA UZORKA	Q*		F		L.Č.		SUMA	LITOLOGIJA
		%		%		%		
K-1	108	53,5 %	42	20,8 %	52	25,7 %	202	litični arenit (1)
K-4	130	64,0 %	39	19,2 %	34	16,8 %	203	subarkoza (2)
K-6	99	48,5 %	44	21,6 %	61	29,9 %	204	litični arenit (3)
K-11	99	48,3 %	43	21,0 %	63	30,7 %	205	litični arenit (4)
K-12	135	65,9 %	46	22,4 %	24	11,7 %	205	subarkoza (5)
K-13	125	62,2 %	60	29,8 %	16	8 %	201	feldspatski arenit (6)

\*mono- i polikristalna zrna kremena

### 5.3.8. Provenijencijski trokomponentni dijagram

Jedan od načina određivanja najvjerojatnijeg/mogućeg izvorišta stijena je pomoću provenijencijskog trokomponentnog dijagrama (slika 29) u kojem se uzorak na temelju litologije smješta u jedno od tri globalna provenijencijska područja: kontinentalni blok, magmatski luk i reciklirani orogen (DICKINSON i SUCZEK, 1979; DICKINSON i sur. 1983; DICKINSON 1985, 1988).



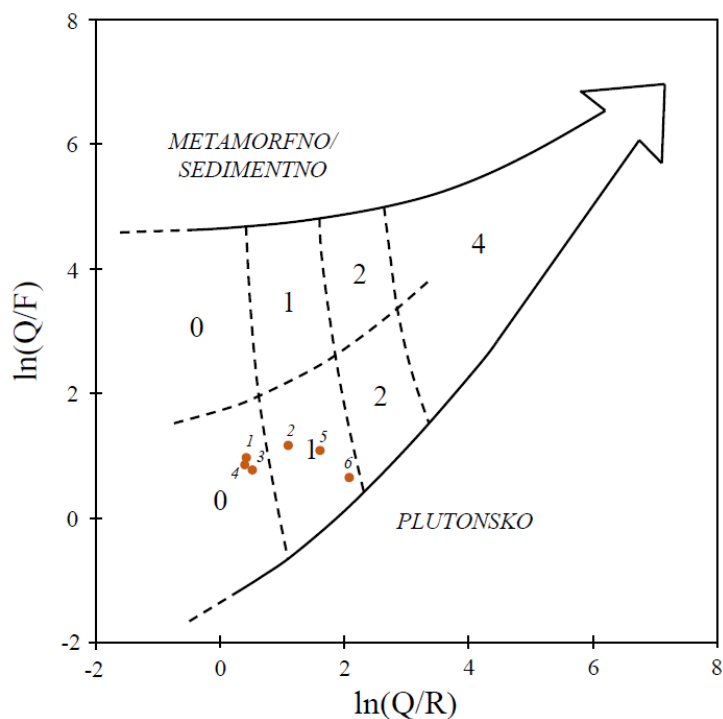
Slika 29. Provenijencijski trokomponentni dijagram modificiran prema DICKINSON i sur. (1983).  
Oznake: Q – ukupna kvarcna zrna, F – feldspati, LČ – litične čestice

Uzorci pješčenjaka 1–5 padaju u polje **recikliranog orogena**, a uzorak 6 je na granici područja **recikliranog orogena i kontinentalnog bloka**.

### 5.3.9. Dijagram indeksa trošenja

Dijagram indeksa trošenja stavlja u odnos klimatske uvjete i reljef kao glavne čimbenike kemijskog i fizikalnog trošenja stijena (WELTJE, 1994) te daje grubu procjenu utjecaja klime i tektonske aktivnosti na sedimentaciju pješčenjaka u određenom taložnom bazenu. Vrijednosti na apscisi su prirodni logaritmi omjera postotnog udjela kremena (Q) i litičnih čestica (R), a na ordinati prirodni logaritmi omjera postotnog udjela kremena (Q) i feldspata (F).

Svi uzorci grupirani su u donji dio dijagrama (plutonsko porijeklo). Uzorci oznake 1, 3 i 4 (litični areniti) grupirani su u područje označeno brojem 0, a uzorci 2, 5 i 6 (subarkoze i feldspatski arenit) su grupirani u područje označeno brojem 1 (slika 30).

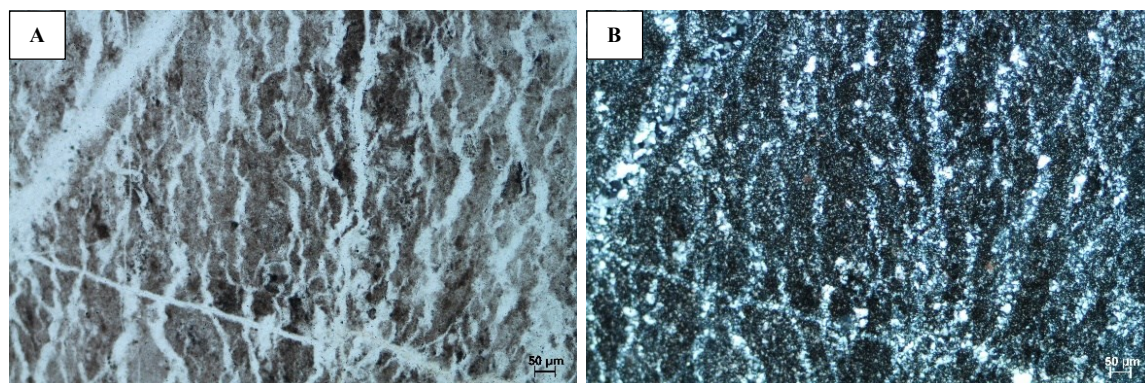


SEMI-KVANTITATIVNI INDEKS TROŠENJA			FIZIOGRAFIJA (RELJEF)		
			visoka (planine) 0	srednja (brda) 1	niska (nizine) 2
KLIMA (PRECIPITACIJA)	mediteranska (semi)aridna	0	0	0	0
	srednje-temperaturna djelomično humidna	1	0	1	2
	tropska humidna	2	0	2	4

Slika 30. Dijagram indeksa trošenja modificiran prema WELTJE (1994) i WELTJE i sur. (1998). Oznake: (1) K-1; (2) K-4; (3) K-6; (4) K-11; (5) K-12; (6) K-13

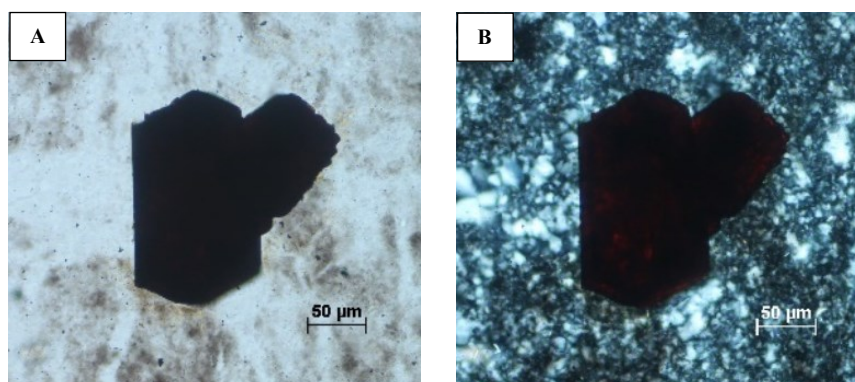
#### 5.4. Petrologija rožnjaka

Uzorak K-5 je mikrokristalasti rožnjak ispresjecan žilicama kremenca (slika 31). U uzorku su prisutna pravilna mineralna zrna opâkog minerala koji na rubovima propušta svjetlost pa se vidi njegova vlastita crveno-smeđa boja (slika 32).



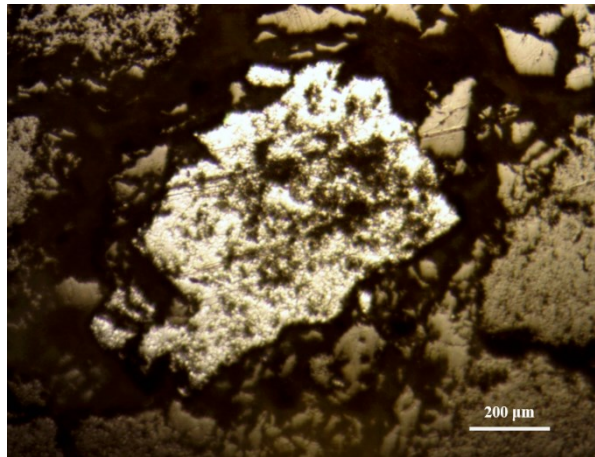
Slika 31. Uzorak K-5 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)

Radi identifikacije opâkog minerala koji je uočen u izbrusku, iz uzorka K-5 napravljena su dva nabruska za rudnu mikroskopiju.



Slika 32. Sraslac opakog minerala iz uzorka K-5 promatran u uvjetima bez uključenog analizatora (A) i s uključenim analizatorom (B)

S obzirom da su mineralna zrna ovog opâkog minerala u uzorcima vrlo rijetka, nisu uočena u napravljenim nabruscima. Međutim, mineral koji se nije vidio u izbruscima, a identificiran je pomoću rudnog mikroskopa je pirit. Zrna pirita u ovom uzorku su anhedralna, boja u reflektiranoj svjetlosti im je mjedenožuta i metaličnog su sjaja (slika 33).

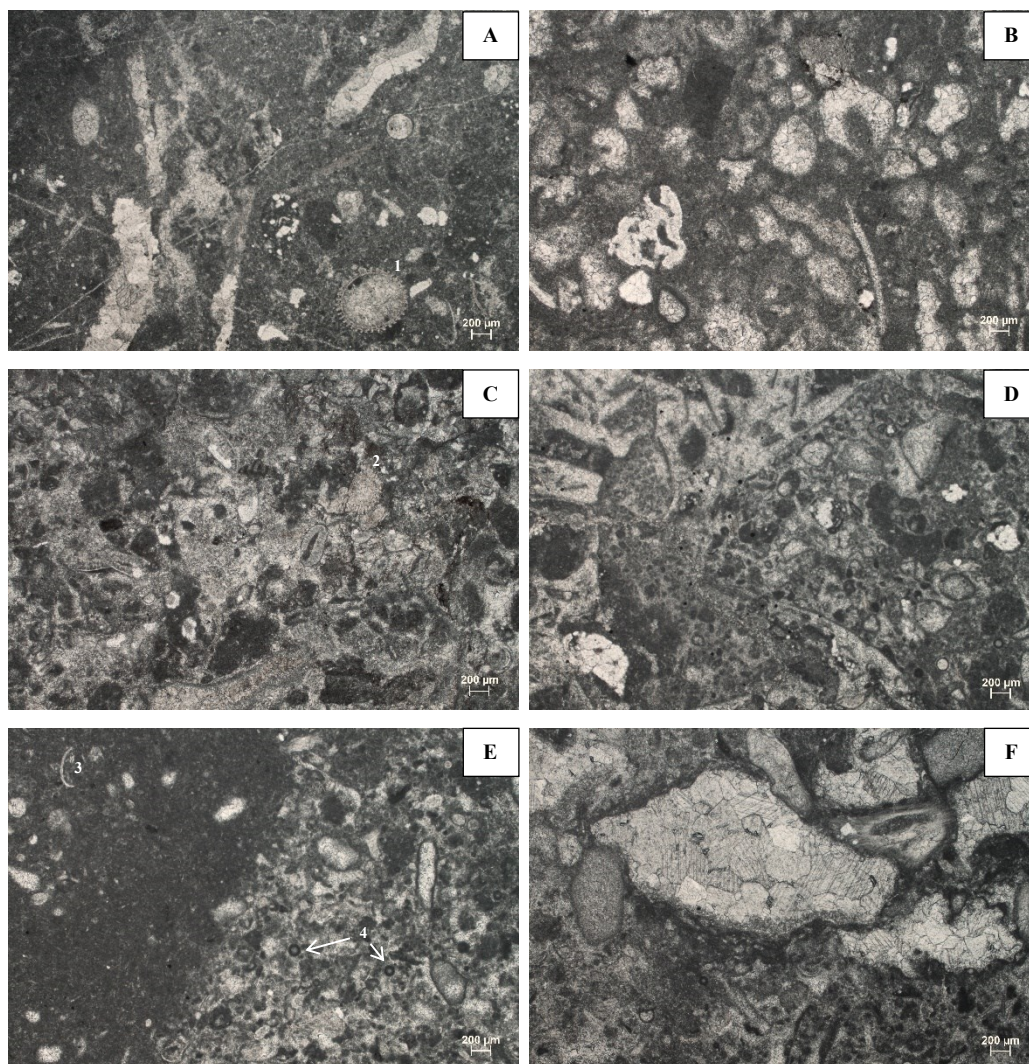


Slika 33. Anhedralno zrno minerala pirita u uzorku K-5 promatrano u reflektiranoj svjetlosti



### 5.5. Petrologija vapnenaca

Vapnenci na proučavanom izdanku dolaze kao valutice unutar Košna konglomerata ili kao zasebni fragmenti stijena. Analizirano je pet uzoraka oznaka K-14 do K-18 (slika 34 A–F) koji su klasificirani prema FOLKU (1959), DUNHAMU (1962) te na osnovi veličine zrna.



Slika 34. A – uzorak K-14, vekston sa neidentificiranim fosilom (1); B – uzorak K-15, pekston; C – uzorak K-16, pekston sa bodljom ježinca (2); D – uzorak K-17, pekston; E – uzorak K-18, vekston i pekston sa ljušturama ostrakoda (3) i kalciferama (4); F – uzorak K-18, pekston sa šupljinama ispunjenim sparitom

Svi analizirani vapnenci pretežito su sastavljeni od skeletnih čestica odnosno loše sačuvanih i neodredivih mikritiziranih bioklasta između kojih se nalazi mikrit stoga ih se prema FOLKU (1959) naziva **biomikritima**.

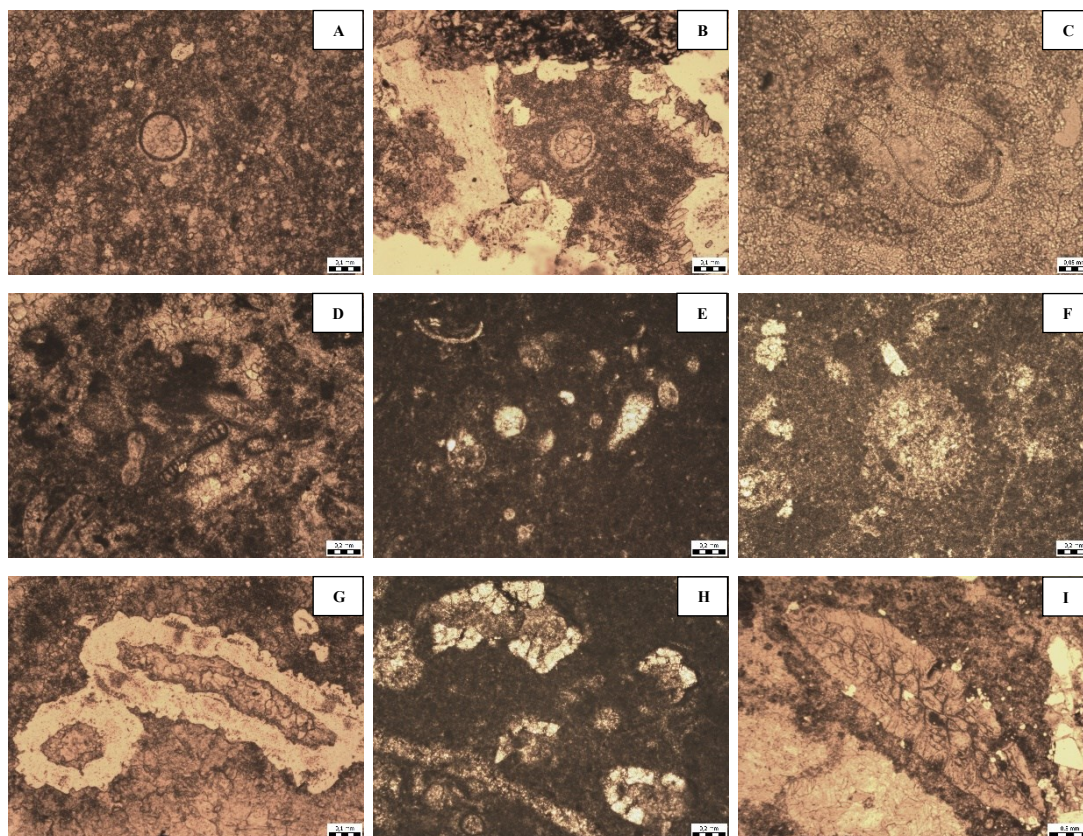
Uzorak K-14 sadrži više od 10 % čestica u muljnoj potpori stoga se prema DUNHAMU (1962) naziva vekstonom. Uzorci K-15, K-16 i K-17 su pekstoni jer ih karakterizira zrsna potpora sa mikritnim vezivom. U uzorku K-18 prepoznaju se dvije litologije – vekston i pekston, a ima i šupljina ispunjenih sparitom. Jasno se prepoznaju i ljuštore ostrakoda te kalcisfere. Čestice u ovim uzorcima uglavnom su bioklasti. Generalno se uzorci mogu klasificirati kao **vekstoni i pekstoni**.

Zbog sadržaja čestica fosilnog kršja i mjestimičnih skeleta arenitne veličine, ovi vapnenci još se nazivaju i **biokalkarenitima**.

## 5.6. Mikropaleontološka analiza

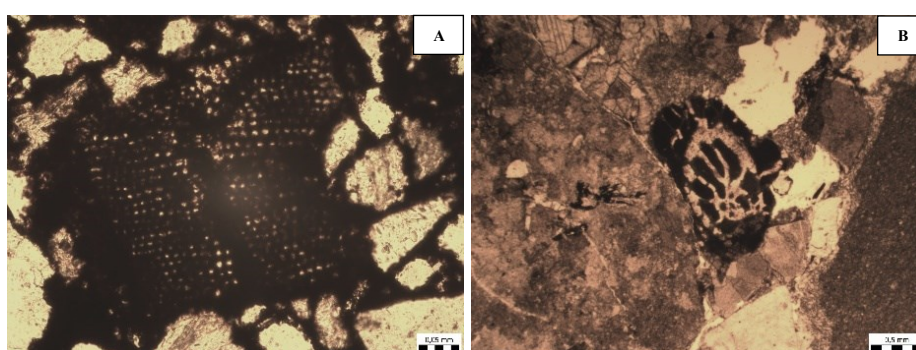
Većina fosila pronađena je u uzorcima vapnenaca. Osim već spomenutih bodlji ježinaca, ostrakoda i kalcisfera, u uzorcima su identificirani i fosili marinskih foraminifera, mahovnjaka i organizama nesigurnog sistematskog položaja (*Microcodium*). Mikrofosili određeni na nivou vrste su marinske foraminifere: *Neotuberitina maljavkini* SULEYMANOV, 1948; *Tuberitina bulbacea* GALLOWAY & HARLTON, 1948 i *Turrispiroides* cf. *microsphaerica* K.V. MIKLUKHO-MAKLAY, 1968. Neke od organizama nije bilo moguće identificirati. Mikrofosilni sadržaj vapnenaca prikazan je na slici 35 A–I.





Slika 35. A – *Neotuberitina maljavkini* SULEYMANOV, 1948; B – rekristalizirana tuberitina; C – *Tuberitina bulbacea* GALLOWAY & HARLTON, 1948; D – *Turrispiroides cf. microsphaerica* K.V. MIKLUKHO-MAKLAY, 1968; E – ostrakodi i kalcisfere, F – neidentificirani fosil, moguće presjek radiolarije; G i H – *Microcodium* sp.; I – presjek mahovnjaka

Osim u vapnencima, fosilni ostaci prisutni su u uzorcima pješčenjaka u kojima je tamno vezivo zamijenilo organsku tvar. Identificirani su fragmenti fuzulinidnih foraminifera, a neke fosile nije bilo moguće odrediti (slika 36).



Slika 36. A – neidentificirani fosil, B – fragment fuzulinidne foraminifere



### 5.6.1. Sistematika određenih vrsta foraminifera

Sistematika određenih vrsta foraminifera napravljena je prema bazi podataka WoRMS (URL7), gdje je provjerena i validnost vrsta.

Carstvo: **CHROMISTA**

Podcarstvo: **HAROSA**

Infracarstvo: **RHIZARIA**

Stablo: **FORAMINIFERA**

Razred: Foraminifera *incertae sedis*

Red: Parathuramminida †

Superfamilija: Parathuuamminoidea †

Familija: Archaesphaeridae †

Subfamilija: Archaesphaerinae †

Rod: *Neotuberitina* †

Vrsta: *Neotuberitina maljavkini* SULEYMANOV, 1948 †

Razred: Foraminifera *incertae sedis*

Red: Parathuramminida †

Supefamilija: Tuberitinoidea †

Familija: Tuberitinidae †

Rod: *Tuberitina* †

Vrsta: *Tuberitina bulbacea* GALLOWAY & HARLTON, 1928 †

Razred: Tubothalamea

Red: Miliolida

Podred: Miliolina

Superfamilija: Curnospiroidea

Familija: Cornospiridae

Rod: *Turrispiroides* †

Vrsta: *Turrispiroides cf. microsphaerica* K. MIKLUKHO-MAKLAY, 1968 †

## 5.7. Rendgenska difrakcijska analiza

Rendgenskom difrakcijskom analizom veziva uzorka konglomerata oznake K-6 utvrđen je sadržaj kremen, hematita, muskovita, klinoklora i feldspata (tablica 3, slika 37).

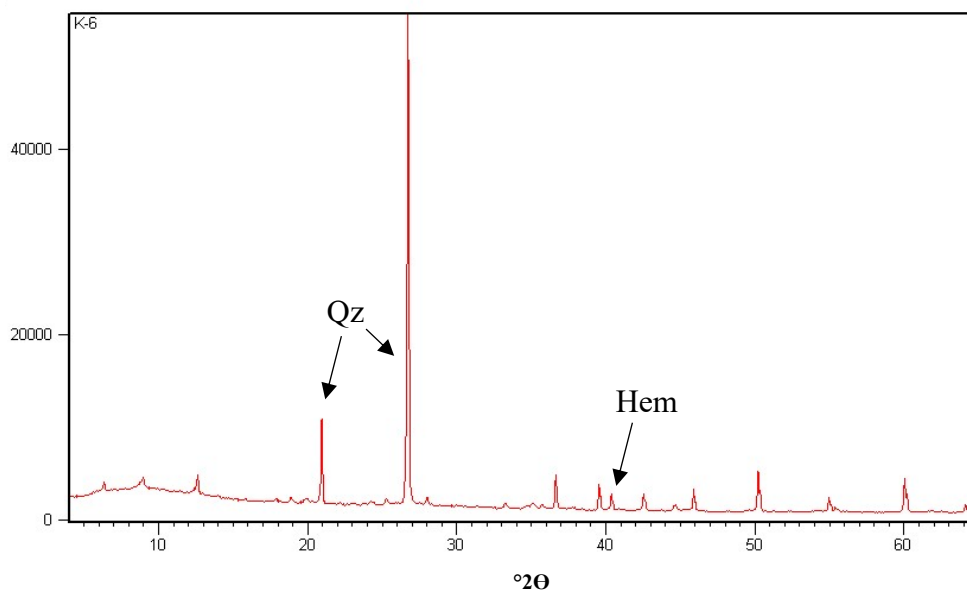
Tablica 3. Rendgenografski podaci dobiveni analizom crvenog veziva uzorka konglomerata oznake K-6

Položaj difrakcijskog maksimuma [ $^{\circ}2\theta$ ]	Međumrežni razmak d [Å]	Relativni intenzitet [%]	Mineral
6,34	13,9441	2	klinoklor
8,96	9,8647	2	muskovit
12,62	7,0124	4	klinoklor
17,88	4,9615	1	muskovit
18,90	4,6944	1	klinoklor
19,85	4,4729	1	muskovit
20,96	4,2380	17	kremen
24,17	3,6820	1	hematit; feldspat
24,41	3,6463	1	feldspat
25,28	3,5236	1	klinoklor
26,74	3,3344	100	kremen; muskovit
28,03	3,1833	1	feldspat
33,24	2,6956	1	hematit
34,61	2,5919	1	muskovit
35,14	2,5538	1	muskovit; feldspat
35,73	2,5129	1	hematit; klinoklor; feldspat
36,62	2,4538	7	kremen; muskovit; feldspat
37,86	2,3764	1	muskovit
39,54	2,2791	5	kremen; feldspat
40,37	2,2345	3	kremen
40,94	2,2045	1	hematit
42,53	2,1258	4	kremen; feldspat
44,66	2,0292	1	feldspat
45,87	1,9783	4	kremen; feldspat
50,22	1,8154	8	kremen
50,72	1,7985	1	kremen; feldspat
54,08	1,6943	1	hematit
54,95	1,6697	3	kremen
55,40	1,6572	1	kremen
60,03	1,5398	7	kremen
64,11	1,4515	2	kremen; hematit
64,29	1,4514	1	klinoklor

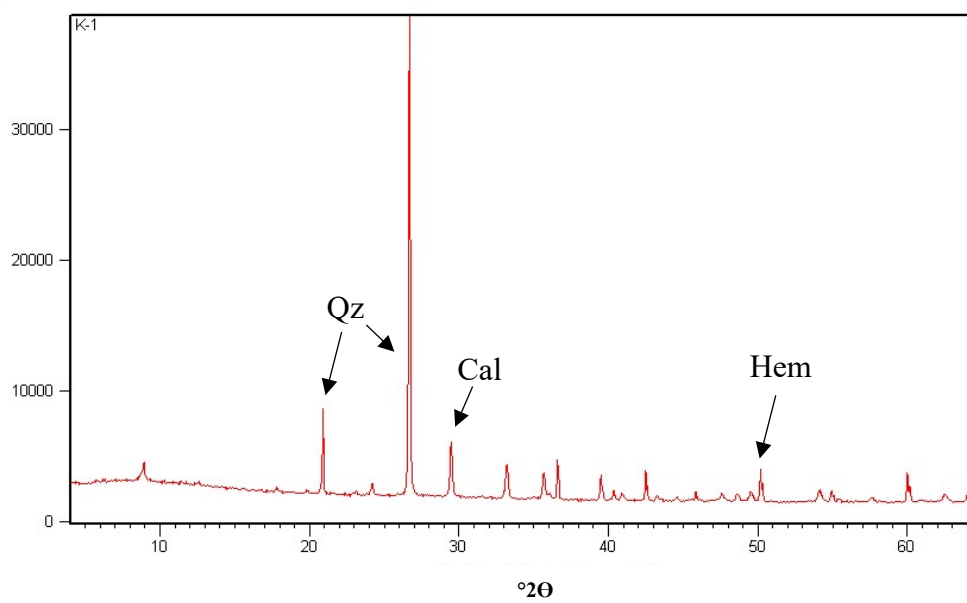
Rendgenska difrakcijska analiza crvenog veziva uzorka konglomerata oznake K-1 pokazala je prisutnost minerala kremen, hematita, muskovita i kalcita (tablica 4, slika 38).

Tablica 4. Rendgenografski podaci dobiveni analizom crvenog veziva uzorka konglomerata oznake K-1

Položaj difrakcijskog maksimuma [ $^{\circ}2\Theta$ ]	Međumrežni razmak d [ $\text{\AA}$ ]	Relativni intenzitet [%]	Mineral
8,92	9,91803	4	muskovit
19,89	4,46356	1	muskovit
20,92	4,24724	17	kremen
24,22	3,67555	3	hematit
26,69	3,34021	100	kremen; muskovit
29,48	3,03022	11	kalcit
33,22	2,69659	7	hematit
35,02	2,56260	1	muskovit
35,68	2,51641	5	hematit
36,05	2,49174	1	kalcit; muskovit
36,58	2,45669	8	kremen; muskovit
39,50	2,28120	5	kremen; kalcit
40,33	2,23629	2	kremen
40,90	2,20662	1	hematit
42,49	2,12742	6	kremen
43,23	2,09281	1	kalcit
47,59	1,91090	1	kalcit
48,57	1,87451	1	kalcit
49,49	1,84180	2	hematit
50,18	1,81648	7	kremen
54,10	1,69386	2	hematit
54,91	1,67062	2	kremen
55,36	1,65836	1	kremen
57,62	1,59850	1	hematit
60,00	1,54071	6	kremen
62,48	1,48527	1	hematit
64,08	1,45207	2	kremen; hematit



Slika 37. Rendgenogram veziva uzorka K-6. Oznake: Qz – kremen, Hem – hematit.



Slika 38. Rendgenogram veziva uzorka K-1. Oznake: Qz – kremen, Cal – kalcit, Hem – hematit.

## 6. Rasprava

Košna konglomerati na proučavanom izdanku predstavljeni su masivnim, loše sortiranim klastpotpornim konglomeratima koje čine čestice veličine valutica, među kojima dominiraju vrlo krupne valutice veličine 32–64 mm. Znatno su rjeđi loše sortirani matrikspotporni konglomerati u kojima udio matriksa seže i do 80 %, a mjestimično sadrže i uglate čestice pa ih se može nazvati brečo-konglomeratima. Valutice Košna konglomerata čine različiti tipovi pješčenjaka (litični areniti, feldspatski areniti i subarkoze), rožnjaci, kremen i vapnenci. S obzirom na valutice različitog petrografskog i mineralnog sastava, ovi konglomerati nazivaju se petromiktnima. Vezivo je uglavnom crveni krupnozrnasti pješčenjak čija je boja posljedica uklopaka hematita u kvarcnom cementu. Stupanj zaobljenosti različit je za petrografski različite valutice, ali i za valutice istog sastava, ali različite veličine. Visoka zaobljenost i sferičnost može biti rezultat dugotrajnog transporta ili višestrukog pretaložavanja.

Materijal veličine šljunka u vodenom se toku najčešće prenosi vučenjem (trakcijom). Imbrikacija je pojava karakteristična za plosnate valutice u šljuncima nošenim vodom. Prilikom trakcije, kotrljajuća zrna i valutice mogu se zaustaviti o prepreku te će se nasloniti jedna na drugu tako da su dužom osi nagnute u istom smjeru, suprotnom od smjera toka. Vertikalna promjena veličine zrna unutar sloja nastaje kao rezultat promjene u uvjetima toka tijekom sedimentacije pa tako positnjavanje čestica ukazuje na postupno slabljenje struja koje nose sediment. Horizontalna laminacija pješčenjaka primarna je taložna struktura nastala u gornjem strujnom režimu kod visokih brzina tokova. Navedene teksturne i strukturne značajke karakteristika su sedimenata taloženih u okolišima aluvijalnih lepeza, deltama (čelo i padina), progradacijskim klinoformnim tijelima i krupnozrnatim turbiditima (TIŠLJAR, 1994).

Uzorci pješčenjaka određeni kao litični areniti i subarkoze u trokomponentnom provenijencijskom dijagramu upadaju u područje recikliranog orogena, a uzorak feldspatskog arenita nalazi se na granici područja recikliranog orogena i kontinentalnog bloka (potpodručje miješani sastav: stijene unutrašnjosti kratona/izdignuti kontinentalni blok). Također, dijagram trošenja pokazao je da su stijene vrlo vjerojatno nastale trošenjem visokog do srednjeg reljefa u uvjetima (semi)aridne i djelomično humidne klime. Na temelju ovih podataka i činjenice da su naslage taložene u periodu hercinske orogenetske aktivnosti,

može se pretpostaviti da je materijal nastao trošenjem različitih dijelova uzdignutog Hercinskog gorja. Ovi rezultati u skladu su sa zaključcima autora RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR (1968) koji objašnjavaju postanak Košna konglomerata kao rezultat brze erozije gorja uzdignutog u kasnim fazama hercinske orogeneze.

S obzirom da naslage na izdanku ne čine slijed, već su razlomljene i razbacane uz potok, otežana je interpretacija taložnog okoliša. RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR (1968) navode da se konglomerati i krupnozrnasti pješčenjaci talože u zaostalim marinskim depresijama te naliježu diskordantno na stariju podlogu što argumentiraju sadržajem pirita i autigenih minerala. Za nastanak sulfida željeza (pirita) potrebni su reduktivni taložni uvjeti koji su zadovoljeni u slabije zračenim marinskim bazenima zaostalim uz uzdignute dijelove sedimentacijskog bazena. U uzorcima su identificirani i minerali grupe klorita koji su uz minerale illit i sericit također indikacija taloženja u marinskoj sredini koja sadrži dovoljno magnezijevih i kalijevih iona za formaciju novih minerala glina ili njihov nastanak alteracijom donesenog terigenog mulja (RAFFAELLI i ŠČAVNIČAR, 1968).

Materijal vrlo vjerojatno potječe iz uzdignutog Hercinskog gorja, prerađivan je i transportiran riječnim tokovima u plitkomorske okoliše u kojima je dodatno prerađivan morskim valovima. Na taloženje u marinskom okolišu upućuju i fragmenti fuzulinidnih foraminifera u cementnom vezivu pješčenjaka.

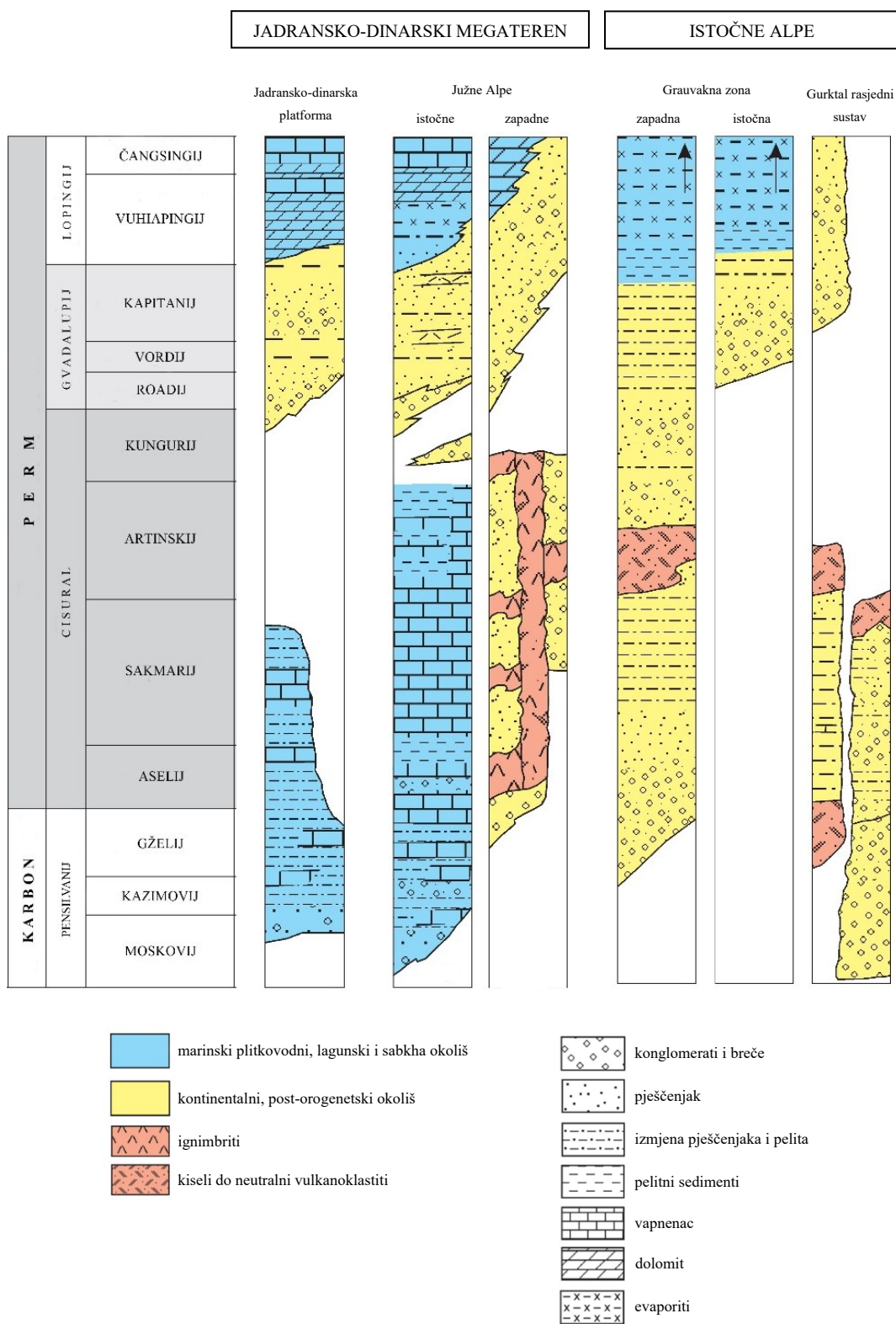
Vapnenci na izdanku dolaze u obliku valutica te većih blokova. U analiziranim uzorcima dominira mikritno vezivo koje je indikacija taloženja u mirnom okolišu, a s obzirom da su identificirani i fosili ostrakoda može se pretpostaviti da su taloženi u mirnom lagunskom okolišu. Prisutnost kalcisfera ukazuje na taloženje u dubokomorskom okolišu, stoga je materijal vjerojatno pretaložen. U uzorcima su identificirani i fosili bentičkih foraminifera roda *Tuberitina*, foraminifere roda *Turrispiroides*, fragmenti bodlji ježinaca, mahovnjaci te *Microcodium*. *Microcodium* je čest u paleozoiku od moskovija do donjeg perma kada se pojavljuje u kalkretnim paleotlima (KABANOV i sur., 2008). Za nastanak takvih tala potrebni su suptropski i topli klimatski uvjeti sa povremenim periodima suše, odnosno dobro drenirana, semi-aridna tla. Ranije se pripisivao korjenčićima, međutim danas se pretpostavlja da je *Microcodium* biološki inducirana mineralizacija saprotropskih mikroorganizama ili njihove asocijacije (aktinobakterije). Foraminifera *Neotuberitina maljavkini* SULEYMANOV, 1948 zabilježena je u neošvagerinskim naslagama Julijskih Alpa starosti rodij (URL8, URL9). *Tuberitina bulbacea* GALLOWAY i HARLTON, 1928

zabilježena je u Karničkim Alpama u Italiji, unutar vapnenaca ranog kazimovija. (URL10, URL11), odnosno unutar Auernig grupe. Foraminifera *Turrispiroides cf. microsphaerica* K.V MIKLUKHO-MAKLAY, 1968 nije otkrivena u naslagama susjednih zemalja Hrvatske već na području Irana, u naslagama starosti pensilvanija do donjeg perma (YARAHMADZAH i VACHARD, 2019). Ovim fosilima potvrđena je gornjokarbonska/donjopermska starost vapnenačkih fragmenata unutar Košna konglomerata. Iako se na temelju ovako malog broja analiziranih uzoraka ne može sa sigurnošću tvrditi koje je porijeklo ovih vapnenaca, postoje sličnosti sa Trogkofelskim vapnencima Karničkih Alpa koje je već 1973. godine utvrdila autorica KOCHANSKY-DEVIDÉ.

Gornjopaleozojske naslage na području Istočnih Alpa, Južnih Alpa i Dinarida povezuju slični sedimentacijski obrasci uvjetovani regionalnim tektonskim zbivanjima stoga se unatoč različitoj starosti mogu usporediti. Slika 39 prikazuje usporedbu gornjopaleozojskih taložnih sekvencija na području Jadransko-dinarskog megaterena kojem pripadaju Dinaridi i Južne Alpe sa taložnim sekvencijama na dijelovima Istočnih Alpa. Gornji taložni ciklus (srednji/gornji perm) uglavnom karakterizira klastičan razvoj nakon čega dolazi do promjene sedimentacijskih uvjeta i taloženja karbonata i/ili evaporita. Konglomerati na području Istočnih i Južnih Alpa taloženi su kao rezultat Hercinskih i Saalijskih orogenetskih kretanja (VOZÁROVÁ i sur., 2009), uglavnom u deltnim, fluvijalnim i jezerskim okolišima.

VOZÁROVÁ i sur. (2009) naglašavaju slični paleozojski tektono-sedimentacijski razvoj područja Južnih Alpa i Dinarida pa se Košna konglomerati, poput Tarvis breča i Sesto konglomerata (CASSINIS i sur. 2012), mogu smatrati lateralnim ekvivalentom Val Daone konglomerata.





Slika 39. Usporedba gornjopaleozojskih taložnih sekvencija na području Jadransko-dinarskog megaterena i Istočnih Alpa (modificirano prema VOZAROVÁ i sur., 2009)

## 7. Zaključak

Košna konglomerati su polimiktini, klastpotporni, rjeđe matrikspotporni konglomerati, mjestimično brečo-konglomerati srednjopermske starosti. Vezivo dominantno čini crveni pješčenjak čija boja potječe od hematita.

Materijal Košna konglomerata vrlo je vjerojatno nastao trošenjem Hercinskog gorja u (semi)aridnim i djelomično humidnim klimatskim uvjetima. Rekonstrukcija taložnog okoliša je otežana zbog činjenice da stijene na izdanku ne čine slijed već su razlomljene i razbacane uz vrelo Košna voda. Moguće je da je materijal iz Hercinskog gorja prerađivan i transportiran riječnim tokovima u marinske depresije gdje je dodatno prerađivan morskim valovima.

Vapnenačke valutice su gornjokarbonske i donjopermske starosti što je određeno na temelju mikrofosilnog sadržaja. Postoje indikacije da su vapnenci na izdanku ekvivalenti Trogkofelskih vapnenaca Karničkih Alpa.

Postoje strukturne i teksturne sličnosti konglomerata istaloženih na području Istočnih Alpa, Južnih Alpa i Dinarida. Taloženje ovih naslaga uvjetovano je hercinskim i saalijskim orogenetskim pokretima koji su na različitim područjima nastupili u različito vrijeme. S obzirom na sličan paleozojski tektono-sedimentacijski razvoj područja Južnih Alpa i Dinarida, Košna konglomerati mogu se smatrati lateralnim ekvivalentom Val Daone konglomerata.

## 8. Popis literature

- ALJINOVIĆ, D., SREMAC, J. (1997): The Middle and Upper Permian Deposits in Gorski Kotar: Facts and Misconceptions. *Geologia Croatica*, 50/2, 231–242.
- CASSINIS, G., PEROTTI, C.R., RONCHI, A. (2012): Permian continental basins in the Southern Alps (Italy) and peri-Mediterranean correlations. *International Journal of Earth Sciences*, 101, 129–157.
- CASSINIS, G., RONCHI, A., GRETTNER, N., DURAND, M. (2008): The Val Daone Conglomerate: a Middle Permian key unit from the Central Southern Alps (western Trentino, Italy), and regional stratigraphic implications. *Bollettino della Società geologica italiana (Italian Journal of Geosciences)*, 127/3, 519–532.
- CORRADINI, C., PONDRELLI, M., SCHONLAUB, H.P., SUTTNER, T.J. (2017): The Palaeozoic of the Carnic Alps: an overview. *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz*, 23, 203–211.
- CORTESOGNO, L., FIORINI, E., GAGGERO, L., MOLINA, M., RONCHI, A. (1998a): New stratigraphic and petrographic data on the Permian Tione Basin (Lower Val Rendena, Trentino, Italy). *Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Serie speciale*, 7, 125–138.
- CORTESOGNO, L., CASSINIS, G., DALLAGIOVANNA, G., GAGGERO, L., OGGIANO, G., RONCHI, A., SENO, S., VANOSSI, M. (1998b): The Variscian post-collisional volcanism in Late Carboniferous-Permian sequences of the Ligurian Alps, Southern Alps and Sardinia (Italy), a Synthesis. *Lithos*, 45, 305–328.
- DICKINSON, W.R. (1985): Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. U: *Provenance of Arenites: Reidel, Dordrecht (ur. G.G. ZUFFA)*, 333–361.
- DICKINSON, W.R. (1988): Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonics and paleogeography of sedimentary basins. U: *New Perspectives in Basin Analysis*, Springer Verlag, New York, ur. KLEINSPEHN, K.L. i PAOLA, C., 3–25.
- DICKINSON, W.R., SUCZEK, C. (1979): Plate tectonics and sandstone compositions. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 63, 2164–2182.
- DICKINSON, W.R., BEARD, L.S., BRAKENRIDGE, G.R., ERJAVEC, J. (1983): Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of America Bulletin*, 94, 222–235.
- FIO, K., SREMAC, J., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I., SPANGENBERG, J.E. (2013): Permian deposits and the Permian–Triassic boundary in Croatia: palaeoclimatic implications based on

- palaeontological and geochemical data. U: GASIEVICZ, A., SLOWAKIEWICZ, M. (ur.): Palaeozoic Climate Cycles: Their Evolutionary and Sedimentological Impact. Geological Society, London, Special Publications, 376, 539–548.
- FOETTERLE, F. (1855): Bericht über den geologischen Untersuchungen im Kroatischen Küstenlande. *Jahr. Geol. R. A.*, 6, 417 str.
- HAUER, F. (1868): Geologische Übersichtskarte der Österreichisch-Ungarische Monarchie. Blatt X, Dalmatien. *Jahr. Geol. R. A.*, 18, 431–454.
- JCPDS (1996): Powder diffraction file PDF-2 database sets 1–46. International sets for diffraction data, Philadelphia.
- KABANOV, P., ANADÓN, P., KRUMBEIN, W.E. (2008): Microcodium: An extensive review and a proposed non-rhizogenic biologically induced origin for its formation. *Sedimentary Geology*, 205, 79–99.
- KOCH, F. (1909a): Geologijška prijedna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Medak-Sv. Rok, 1:75 000. Izdanje Kraljevske hrvatsko-slavonsko-dalmatinske zemaljske vlade Odjela za unutarnje poslove, Zagreb.
- KOCH, F. (1909b): Geologijška prijedna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Tumač geologijške karte Medak-Sv. Rok, 1:75 000. Naklada Kraljevske zemaljske vlade Odjela za unutarnje poslove, Izdanje. *Geol. povj.* 7, 1–31, Zagreb.
- KOCH, F. (1914): Izvještaj o geološkom snimanju Velebita i Like u godini 1913. *Vijesti geološkog povjerenstva*, 3 i 4, 27–29.
- KOCH, F. (1929a): Geološka karta Hrvatske, Slavonije i Dalmacije (prilog geološkoj karti Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca). Karlobag-Jablanac. Naklada Geol. zav. u Zagrebu, Repr. Vojnogeogr. Inst., Beograd.
- KOCH, F. (1929b): Tumač Geološkoj karti Karlobag-Jablanac. Prilog geologiji Velebita i Like. Posebno izdanje Geol. zav. u Zagrebu, 1–42.
- KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. (1955): Karbonske i permske fuzulinidne foraminifere Velebita i Like. I. Opći dio i karbon. *Rad JAZU*, 305, 5–62.
- KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. (1959): Karbonske i permske fuzulinidne foraminifere Velebita i Like. Donji perm. *Paleontologia jugoslavica*, JAZU, 3, 62 str.
- KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. (1965): Karbonske i permske fuzulinidne foraminifere Velebita i Like. Srednji i gornji perm. *Acta geologica*, JAZU, 5, 101–150.

- KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. (1973): Trogkofelske naslage u Hrvatskoj. *Geološki vjesnik*, 26, 41–51.
- KRAINER, K. (1990): Fazielle und sedimentpetrographische Untersuchungen im Perm des Drauzuges. *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 82 (1989), 49–78.
- KRAINER, K. (1993): Late- and Post-Variscian Sediments of the Eastern and Southern Alps. U: Von RAUMER, J.F., NEUBAUER, F. (ur.): *Premesozoic Geology in the Alps*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 537–564.
- KRAINER, K. (2005): The nonmarine permian of the Eastern and Southern Alps: a review. U: LUCAS, S.G., ZEIGLER, K.E. (ur.): *The Nonmarine Permian*. *New Mexico Museum of History and Science Bulletin*, 30, 159–169.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E., SIEVER, R. (1987): *Sand and Sandstone*. 2<sup>nd</sup> Edition, Springer-Verlag, New York, 553 str.
- RAFFAELLI, P., ŠČAVNIČAR, B. (1968): Naslage gornjeg paleozoika Like i Gorskog kotara. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, *Geološki zavod in Slovensko geološko društvo*, 1, 21–27.
- RAMOVŠ, A., HINTERLECHNER-RAVNIK, A., KALENIĆ, M., KARAMATA, S., KOCHANSKY-DEVIDE, V., KRSTIĆ, B., KULENOVIĆ, E., MIRKOVIĆ, M., PETKOVSKY, P., SREMAC, J., TEMKOVA, V. (1990): Stratigraphic Correlation Forms of the Yugoslav Paleozoic. *Rendiconti Societa Geologica Italiana*, 12 (1989), 359–383.
- RIKLIN, K. (1985): Contact metamorphism of the Permian „Red Sandstones“ in the Adamello area. *Memoire della Societa geologica italiana*, 26, 159–169.
- SALOPEK, M. (1937): Proučavanje gornjeg paleozoika u Velebitu. *Ljetopis JAZU*, 49, 188–192.
- SALOPEK, M. (1938): Proučavanje gornjeg paleozoika u Brušansko-Oštarijskom prodoru. *Ljetopis JAZU*, 50, 127–132.
- SALOPEK, M. (1939): Karbon i perm u okolini Brušana i Sv. Roka. *Ljetopis JAZU*, 51, 135–139.
- SALOPEK, M. (1940): Gornji paleozoik i donji trijas u okolini Sv. Roka, Raduča i Metka. *Ljetopis JAZU*, 52, 157–161.
- SALOPEK, M. (1941): Paleozojski prodor Velike Paklenice u Velebitu. *Ljetopis JAZU*, 53, 158–163.
- SALOPEK, M. (1942): O gornjem paleozoiku Velebita u okolini Brušana i Baških Oštarija. *Rad JAZU*, 274, 218–272.

- SALOPEK, M. (1948): O gornjem paleozoiku sjeveroistočnog podnožja Velebita i Like. Prirodoslovna istraživanja JAZU, 24, 1–75.
- SALOPEK, M. (1952): O gornjem permu Velike Paklenice u Velebitu. Rad JAZU, 289, 5–26.
- SCHUBERT, R.I. (1908): Zur Geologie des Österreichischen Velebit. Jahrb. Geol. R. A., 58, 345 str.
- SCHUBERT, R.I. (1910): Erläuterung zur Geologischen Karte der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder der Österreich-Ungarn Monarchie, SW-Grupper Nr. 116, Medak-Sv Rok. Geol. Reichsanst. Wien, 1–32.
- SLOVENEK, D., BERMANEC, V. (2003): Sistematska mineralogija – mineralogija silikata. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, 349 str.
- SOKAČ, B., NIKLER, L., VELIĆ, I., MAMUŽIĆ, P. (1974): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Gospić L33-127. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1967), Savezni geološki institut, Beograd.
- SOKAČ, B., ŠČAVNIČAR, B., VELIĆ, I. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Gospić L33–127. Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1967); Savezni geološki institut Beograd, 64 str.
- SREMAC, J. (1991): Zone Neoschwagerina cratiuclifera in the Middle Velebit Mt. (Croatia, Yugoslavia). Geologija, 34, 7–55.
- SREMAC, J. (2005): Equatorial Shelf of the Palaeozoic Supercontinent – Cradle of the Adriatic Carbonate Platform. Geologia Croatica, 58/1, 1–19.
- SREMAC, J. (2007): The Palaeozoic of Velebit Mt. U: GRGASOVIĆ, T., VLAHOVIĆ, I. (ur.): Field Trip Guidebook and Abstracts, 9<sup>th</sup> International Symposium on Fossil Algae Croatia in Zagreb, 2007. Hrvatski geološki institut, 13–19.
- SREMAC, J. (2012): Influence on terrestrial sedimentation in Pennsylvanian rocks of Croatia. Geologia Croatica, 65/3, 273–282.
- SREMAC, J., KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. (1982): Paleozoik Hrvatske (kratki pregled). U: SREMAC, J. (ur.): Vodič ekskurzije. Terenski sastanak Velebit (1982). IGCP Project br. 5, Jugoslavenska radna grupa, 3–7 (41–42), Zagreb.
- SWANSON, R.G. (1981): Standard Abbreviations For Lithologic Descriptions. U: Sample examination manual, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Okla, 140 str.

- TERRY, R.D., CHILINGAR, G.V. (1955): Summary of „Concerning some additional aids in studying sedimentary formations“ by M.S. Shvetsov. *Journal of Sedimentary Petrology*, 25/3, 229–234.
- TIŠLJAR, J. (1994): Sedimentne stijene. Školska knjiga, Zagreb, 433 str.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., SREMAC, J., VELIĆ, I., VESELI, V., STANKOVIĆ, D. (1991): Excursion A – Velebit Mt. Permian-Jurassic. U: VELIĆ, I. i VLAHOVIĆ, I. (ur.): Some aspects of the shallow water sedimentation of the Adriatic Carbonate Platform (Permian do Eocene). The Second International Symposium on the Adriatic Carbonate platform, Zadar, may 1991, Excursion Guide-book, 1–50, Zagreb.
- VOZÁROVÁ, A., EBNER, F., KOVACS, S., KRAUTNER, H.-G., SZEDEKENYI, T., KRSTIĆ, B., SREMAC, J., ALJINOVIĆ, D., NOVAK, M., SKABERNE, D. (2009): Late Variscian (Carboniferous to Permian) environments in the Circum Pannonian Region. *Geologica Carpathica*, 60/1, 71–104.
- VRKLJAN, M., BOROJEVIĆ ŠOŠTARIĆ, S., TOMAŠIĆ, N. (2018): Optička mineralogija, određivanje minerala polarizacijskim mikroskopom. RGNF, PMF, Zagreb, 331 str.
- 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 modeling techniques. Doktorska disertacija, Sveučilište Utrecht. *Geologica ultractina*, 121.
- 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, 129–153.
- WHITNEY, D.L., EVANS, B.W. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95, 185–187.
- WICANDER, R., MONROE, J.S. (2016): *Historical geology: Evolution of Earth and Life Through Time*. Cengage Learning, Boston, SAD, 434 str.
- YARAHMADZAH, H., VACHARD, D. (2019): Moscovian-asselian (middle Pennsylvanian-earliest Cisuralian) Smaller Foraminifera from the Asad-abad Section (Sanandaj-sirjan Zone, Central Iran). *Journal of Foraminiferal Research*, 49/2, 107–130.

Internetski izvori:

URL1: <https://play.google.com/store/apps/details?id=dev.stemi.geocro&hl=hr&gl=US> (preuzeto 27. 6. 2021.)

URL2: [https://sh.wikipedia.org/wiki/Zagreb#/media/Datoteka:Croatia\\_location\\_map.svg](https://sh.wikipedia.org/wiki/Zagreb#/media/Datoteka:Croatia_location_map.svg) (preuzeto 28. 2. 2022.)

URL3: <http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/> (preuzeto 20. 6. 2022.)

URL4: <https://earth.google.com/web/@43.86513078,14.40377407,357.90866685a,2153048.78671199d,35y,0h,0t,0r> (pristupljeno 1. 8. 2022.)

URL5: <https://static.gimp.org/downloads/> (preuzeto 17. 9. 2021.)

URL6: <https://past.en.lo4d.com/windows> (preuzeto 4. 3. 2021.)

URL7: <https://www.marinespecies.org/> (pristupljeno 27. 6. 2022.)

URL8: <https://www.gbif.org/occurrence/1698325387> (pristupljeno 4. 7. 2022.)

URL9: [https://paleobiodb.org/classic/basicCollectionSearch?collection\\_no=36241&is\\_real\\_user=1](https://paleobiodb.org/classic/basicCollectionSearch?collection_no=36241&is_real_user=1) (pristupljeno 4. 7. 2022.)

URL10: [https://www.mindat.org/paleo\\_loc.php?id=83955](https://www.mindat.org/paleo_loc.php?id=83955) (pristupljeno 4. 7. 2022.)

URL11: <https://www.gbif.org/occurrence/1698445150> (pristupljeno 4. 7. 2022.)