



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Tea Mendek

**PROVENIJENCIJA DONJOMIOCENSKIH
I KVARTARNIH SEDIMENTA NA
PODRUČJU BILOGORE I KALNIKA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2026.



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Tea Mendek

PROVENIJENCIJA DONJOMIOCENSKIH I KVARTARNIH SEDIMENTATA NA PODRUČJU BILOGORE I KALNIKA

DOKTORSKI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter

Zagreb, 2026.



University of Zagreb

Faculty of Science
Department of Geology

Tea Mendek

PROVENANCE OF LOWER MIOCENE AND QUATERNARY SEDIMENTS IN THE AREA OF BILOGORA AND KALNIK

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

Borna Lužar-Oberiter, PhD, assoc. prof.

Zagreb, 2026.

Ova je doktorska disertacija izrađena u sklopu Dokorskog studija geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Borne Lužar-Oberitera.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet istraživanja.....	1
1.2. Metodologija rada.....	4
1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	5
2. Geografski i geološki smještaj istraživanoga područja.....	10
2.1. Geografski smještaj istraživanoga područja.....	10
2.2. Prirodno-geografska obilježja istraživanoga područja.....	11
3. Evolucija južnog dijela Panonskog bazenskog sustava.....	13
3.1. Panonski bazenski sustav.....	13
3.2. Paleogeografski razvoj šireg područja.....	16
3.3. Tektonski razvoj Panonskog bazenskog sustava.....	20
4. Tektonostratigrafski razvoj istraživanoga područja.....	24
4.1. Sin-rift faza.....	27
4.2. Post-rift faza.....	30
4.3. Kompresijska faza.....	31
5. Provenijencija sedimenata.....	33
5.1. Interpretacija izvorišnog područja i stijena.....	34
5.2. Faktori koji modificiraju sediment.....	34
6. Materijali i metode istraživanja.....	39
6.1. Terenska istraživanja i uzorkovanje.....	39
6.2. Laboratorijska istraživanja.....	45
6.2.1. Analiza teških minerala.....	45
6.2.2. Petrografija.....	47
6.2.3. Geokemija granata.....	48
6.2.4. Geokemija rutila.....	50
6.2.5. Geokemija vulkanskih valutica i stijena.....	53
6.2.6. U/Pb datiranje rutila.....	53
6.2.7. U/Pb datiranje cirkona.....	55
7. Rezultati.....	57
7.1. Rezultati analize teške mineralne frakcije.....	57
7.1.1. Zajednica teških minerala.....	57
7.1.1.1. Donjomiocenski pješčenjaci.....	57
7.1.1.2. Pleistocenski sedimenti Bilogore.....	59
7.1.1.3. Recentni pijesak potoka i rijeke Drave.....	60
7.1.2. Mineralni indeksi.....	62
7.1.3. Mineralni odnosi.....	66
7.2. Rezultati mineraloško-petrografskih analiza.....	69
7.2.1. Rezultati petrografskih analiza stijena i sedimenata.....	69
7.3. Rezultati geokemijskih analiza.....	75

7.3.1. Geokemija granata.....	75
7.3.2. Geokemija rutila.....	84
7.3.3. Geokemija vulkanskih valutica i stijena.....	89
7.4. Rezultati određivanja starosti radiometrijskim metodama datiranja.....	91
7.4.1. U/Pb datiranje rutila.....	91
7.4.2. U/Pb datiranje cirkona.....	95
8. Rasprava.....	97
8.1. Teški minerali i petrografija.....	98
8.2. Geokemija granata i rutila.....	101
8.3. Geokemija vulkanskih valutica i stijena.....	106
8.4. U/Pb datiranje rutila i cirkona.....	109
8.5. Provenijencija sedimenata.....	112
8.5.1. Donjomiocenski pješčenjaci Ivanščice i Kalnika.....	112
8.5.2. Pleistocenski sedimenti Bilogore.....	115
8.5.3. Recentni sedimenti potoka.....	116
9. Zaključak.....	119
10. Sažetak.....	122
11. Extended abstract.....	125
12. Literatura.....	128
13. Životopis.....	152
14. Prilozi.....	155
I Popis uzoraka.....	155
II Analiza teških minerala.....	159
III Petrografski sastav.....	161
IV Geokemija granata.....	164
V Geokemija rutila.....	202
VI Geokemija vulkanskih valutica i stijena.....	211
VI U/Pb datiranje na rutilu i cirkonu.....	216

ZAHVALE

Prvenstveno zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Borni Lužar-Oberiteru na savjetima, razumijevanju i podršci u svim fazama doktorskog studija. Veliko hvala na pomoći u terenskom radu, odabiru metoda istraživanja, laboratorijskim analizama, savjetima pri pisanju rada i izradi grafičkih prikaza, recenziji teksta te ideji i pomoći oko realizacije mog studijskog boravka u Göttingenu.

Zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Bojanu Matošu što me uveo u problematiku neogensko-kvartarnog razvoja jugozapadnog dijela Panonskog bazenskog sustava, na pomoći oko terenskih istraživanja i konstruktivnim prijedlozima za poboljšanje istraživanja.

Iskreno zahvaljujem svim djelatnicima Odsjeka za sedimentologiju i okolišnu geologiju Sveučilišta „Georg-August“ u Göttingenu na pomoći i savjetima tijekom mog boravka, a posebno dr. Istvanu Dunklu koji je vodio moje istraživanje i svojim savjetima dao značajan doprinos kvaliteti ove disertacije. Također hvala dr. Hilmaru von Eynattenu na pruženoj prilici da provedem dio istraživanja na njihovu odsjeku i dr. Janu Schönigu na pomoći oko geokemijske analize granata.

Zahvaljujem i članovima povjerenstva za ocjenu rada, prof. dr. sc. Marijanu Kovačiću, izv. prof. dr. sc. Bojanu Matošu i dr. sc. Lari Wacha, koji su svojim korisnim komentarima i sugestijama značajno doprinijeli kvaliteti disertacije.

Najiskrenije zahvaljujem prof. dr. sc. Blanki Cvetko-Tešović na velikoj pomoći i konstruktivnim savjetima u prvim godinama doktorskog studija.

Zahvaljujem Štefici Kampić, dipl .inž., na velikoj pomoći oko pripreme uzoraka u laboratoriju Mineraloško-petrografskog zavoda.

Veliko hvala i svim ostalim djelatnicima Geološkog odsjeka PMF-a koji su mi na bilo koji način pomogli tijekom izrade ovoga rada.

Zahvaljujem svojoj bivšoj ravnateljici u Drugoj gimnaziji Varaždin, Zdravki Grđan, prof., na velikom razumijevanju i pomoći u svim fazama izrade ovog rada. Svjesna sam da bez njezine podrške ne bih uspjela na ovome putu.

Veliko hvala i njemačkoj organizaciji KAAD i programu Erasmus+ stručna praksa koji su financirali studijski boravak i istraživanje u Göttingenu.

Zahvaljujem svojim prijateljicama na slušanju i razumijevanju te prijateljskoj potpori tijekom cijelog doktorskog studija.

Posebnu zahvalu zaslužuju moji roditelji koji su me podržavali tijekom cijelog školovanja. Također veliko hvala mom suprugu Marku i kćerki Lamar na razumijevanju, strpljenju i potpori tijekom izrade ovog rada, kao i ostalim članovima obitelji.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Doktorska disertacija

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Tea Mendek

Provenijencija donjomiocenskih i kvartarnih sedimenata na području Bilogore i Kalnika

Sažetak: Predmet istraživanja čine klastični sedimenti donjomiocenske i kvartarne starosti Ivanščice, Kalnika i Bilogore (SZ Hrvatska). Istraživani prostor geotektonski obuhvaća jugozapadni rubni dio Panonskog bazenskog sustava. Osnovni je cilj rada utvrditi izvorišno područje i vrstu izvorišnih stijena (provenijencija) navedenih sedimenata. Od tradicionalnih metoda upotrebljavane su analiza teških minerala i petrografska analiza pomoću polarizacijskog mikroskopa na svim uzorcima, dok su na odabranim uzorcima načinjene geokemijske analize granata pomoću elektronske mikroprobe, odnosno geokemijske analize i U/Pb datiranje rutila pomoću laserske ablacije. Dobiveni rezultati pokazuju da je za nastanak donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika i Ivanščice bio značajan donos materijala iz lokalnih izvorišta. U najvećoj mjeri to su bile Motajica i Moslavačka gora, a djelomično i slavonske gore. Pijesak taložen na najstarijoj dravskoj riječnoj terasi na prostoru Bilogore dominantno je transportiran rijekom Dravom iz alpskog područja, ishodišno područje predstavljaju Koralpe i Saualpe u Austriji te Pohorje u Sloveniji. Djelomično je bio zastupljen i lokalni donos, najvjerojatnije s područja Kalnika i Ivanščice, na što ukazuje analiza recentnog sedimenta rijeke Drave i potoka okolnih otočnih gora, kao i geokemijski sastav vulkanskih valutica s istraživanog područja.

Ključne riječi: pleistocen, donjomiocenski pješčenjaci, recentni sedimenti, JZ Panonski bazenski sustav, provenijencija

Rad sadrži: vii + 217 stranica, 67 slika, 8 tablica i 7 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici i knjižnici Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Mentor: dr. sc. Borna Lužar-Oberiter, izvanredni profesor, PMF, Zagreb

Ocjenjivači: dr. sc. Marijan Kovačić, redoviti profesor, PMF, Zagreb

dr.sc. Bojan Matoš, izvanredni profesor, RGNF, Zagreb

dr. sc. Lara Wacha, viša znanstvena suradnica, HGI, Zagreb

Rad prihvaćen: xxx na sjednici Vijeća Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Doctoral thesis

Faculty of Science

Department of Geology

Tea Mendek

Provenance of Lower Miocene and Quaternary sediment in the area of Bilogora and Kalnik

Abstract: The subject of the research consists of clastic sediments from the Ivanščica, Kalnik and Bilogora area (NW Croatia) from the Lower Miocene and Quaternary periods. The geotectonic setting is defined as the southwestern marginal part of the Pannonian Basin System. The main goal of the research is to determine the location of the source area and the types of the source rocks (provenance) of those sediments. Heavy mineral analysis and petrographic analysis using a polarizing microscope were applied to all samples as traditional methods. Then, some samples were selected for geochemical analysis of garnets using an electron microprobe, and one part for geochemical analysis and U/Pb dating of rutile using laser ablation. The supply of material was more local for the Lower Miocene sandstones from Kalnik and Ivanščica. The material was mostly provided by Mt. Motajica and Moslavačka Gora, and partially by the Slavonian mountains. The sand deposited on the oldest Drava River terrace in the area of Bilogora mainly points to the dominant transport of material by the Drava River from the Alpine area. The source areas are Koralpe and Saualpe (Austria) and Pohorje (Slovenia). The local supply was partly represented, most likely from the area of Mt. Kalnik and Mt. Ivanščica, based on the results of the analysis of recent sediments from the Drava River and streams of the surrounding mountains, as well as the geochemistry of volcanic pebbles sampled in the investigated area.

Key words: Pleistocene, lower Miocene sandstones, recent sediments, SW Pannonian Basin System, provenance

Thesis contains: vii + 217 pages, 67 pictures, 8 tables and 7 appendices

Original in: Croatian

Thesis deposited in: the National Library and Library of the Geological department of the Faculty of Science

Supervisor: Borna Lužar-Oberiter, PhD, associate professor, Faculty of Science, Zagreb

Reviewers: Marijan Kovačić, PhD, full professor, Faculty of Science, Zagreb

Bojan Matoš, PhD, associate professor, Faculty of Mining, Geology and Petroleum, Zagreb

Lara Wacha, PhD, senior research associate, Croatian Geological Survey, Zagreb

Thesis accepted: xxx Department of Geology Council Meeting

1. UVOD

1.1. Predmet istraživanja

U okviru izrade doktorskog rada, primarni fokus istraživanja bili su klastični sedimenti donjomiocenske i kvartarne starosti na području Kalnika i Bilogore. S obzirom na kompleksni tektonski razvoj sjeverozapadne Hrvatske tijekom neogena i kvartara, kao i učestale izmjene ledenih i međuledenih doba koje su nedvojbeno utjecale na razvoj reljefa, provedena istraživanja bila su usmjerena na rekonstrukciju lokacija izvorišnih područja i vrsta izvorišnih stijena (provenijencija) donjomiocenskih i kvartarnih naslaga Bilogore i Kalnika.

Istraživani je prostor obuhvaćao primarno geomorfološke strukture Bilogore i Kalnika s okolnim područjem (Slika 1), koje čine dio Panonsko-peripanonske Hrvatske (Magaš, 2003). Geotektonski područje istraživanja pripada jugozapadnom rubnom dijelu Panonskog bazenskog sustava (PBS), koji se nalazi između Dinarida, Alpa i Karpata, čije je formiranje započelo ekstenzijskim pokretima tijekom miocena, odnosno kompresijom i tektonskom inverzijom tijekom pliocena i kvartara (npr. Royden i dr., 1983; Huismans i dr., 2001; Ustaszewski i dr., 2008; Brückl i dr., 2010; Schmid i dr., 2020). U geomorfološkom razvoju područja istraživanja važnu je ulogu imala i učestala izmjena ledenih i međuledenih doba tijekom kvartara koja je akumulacijski i erozijski utjecala na reljefne forme periglacialnog reljefa. Ledena razdoblja obilježava suha i hladna klima s intenzivnim fizičkim trošenjem u planinskim područjima uz prijenos sedimenta eolskim putem, dok se tijekom toplih i vlažnih međuledenih razdoblja velike količine sedimenta prenose rijekama (Church i Ryder, 1972; Ballantyne, 2002; Sommerwerk i dr., 2009). Nadalje, riječni sustav rijeke Drave, osim važnog erozijskog utjecaja na periglacialni reljef, ima i veliki značaj u donosu materijala iz područja Istočnih Alpa te time i formiranju četiriju aluvijalnih terasa.

Osim klimatskih promjena, na distribuciju pliocenskih i kvartarnih sedimenata utjecala je i lokalna strukturna građa. Najveći utjecaj na oblikovanje današnjeg reljefa u ovom dijelu PBS-a imala je pliocensko-kvartarna tektonska inverzija, odnosno reaktivacija rasjeda duž kojih su se završno izdigle Bilogora i okolne gore za nekoliko stotina metara (Šimunić i Šimunić, 1987; Tomljenović i Csontos, 2001; Matoš i dr., 2016, 2017; Wacha i dr., 2018).

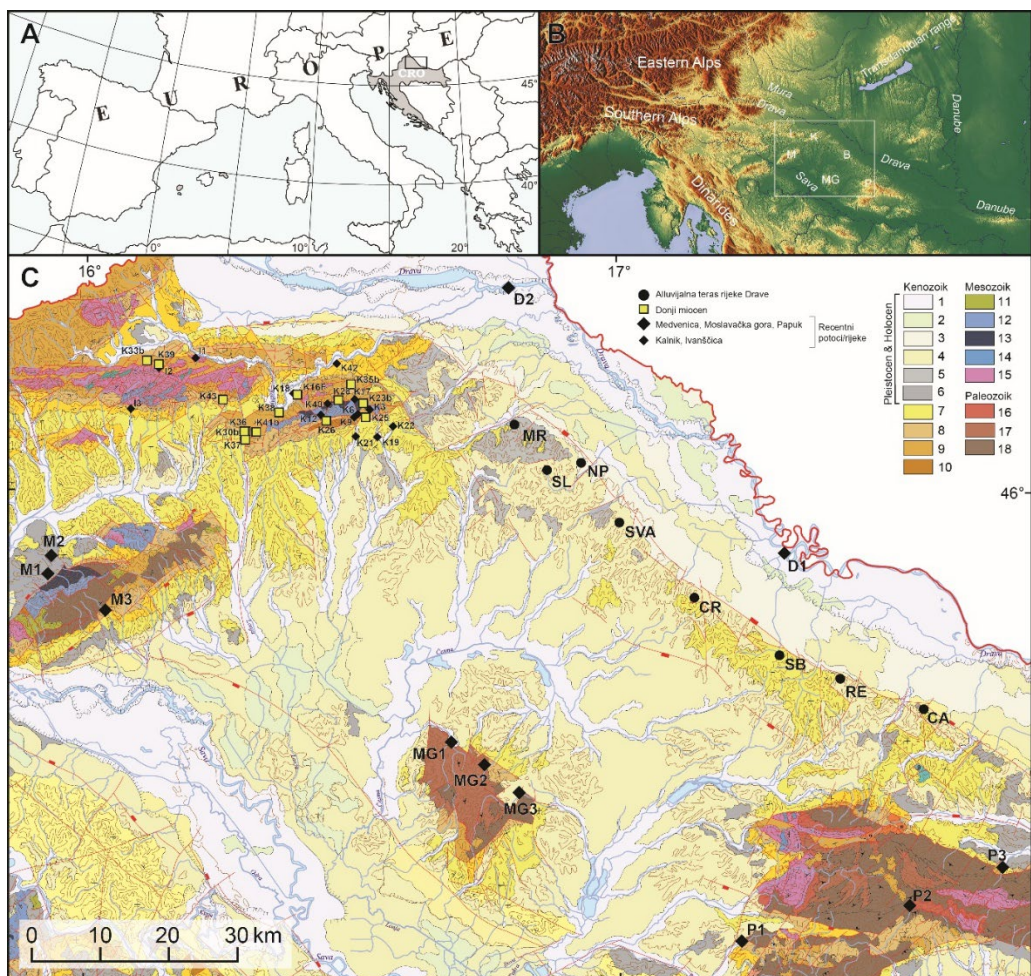
Time su, osim donosa materijala iz područja Alpa, okolne otočne gore, odnosno Kalnik, Ivanščica te slavonske gore, također važna izvorišta materijala za formiranje kvartarnih naslaga.

Budući da je izvorište materijala kvartarnih naslaga relativno slabo istraženo, cilj je ovog doktorskog rad bio odgovoriti upravo na pitanje izvorišta materijala te njegove taložne evolucije tijekom kvartara.

U sklopu izrade doktorskog rada definirano je pet osnovnih ciljeva istraživanja:

- 1) karakterizacija petrografskih obilježja donjomiocenskih i kvartarnih sedimenata analizom sastava teških minerala i petrografije
- 2) identifikacija geokemijskih obilježja analiziranih sedimenata pomoću geokemije valutica i geokemije teških minerala (granati, rutili)
- 3) određivanje geokronoloških obilježja detritičnih zrna radiometrijskim datiranjem na cirkonu i rutilu
- 4) određivanje vrsta izvorišnih stijena i smještaja izvorišnog područja te identifikacija utjecaja alpskog i lokalnih izvorišta tijekom kvartara
- 5) rekonstrukcija paleoekoloških odnosa i procesa na istraživanom području u vrijeme donjeg miocena i kvartara.

Ciljevi istraživanja temelje se na hipotezama da su donjomiocenski pješčenjaci lokalnog podrijetla, što znači da materijal potječe s okolnih otočnih gora Panonskog prostora, da je provenijencija kvartarnih aluvijalnih sedimenata dravske terase dominantno alpska uz moguć povremeni lokalni donos s otočnih gora te da recentni modeli prijenosa materijala riječnom mrežom na istraživanom području generalno odgovaraju putovima prijenosa tijekom kvartara. Stoga su očekivani znanstveni doprinosi ovog rada nadogradnja postojećih znanja o petrološkim, geokemijskim i geokronološkim obilježjima donjomiocenskih i kvartarnih sedimenata jugozapadnog dijela PBS-a, određivanje lokacije izvorišnog područja i vrste izvorišnih stijena (provenijencija) donjomiocenskih i kvartarnih sedimenata te utvrđivanje je li sav taloženi materijal alpskog podrijetla ili je riječ o značajnijem lokalnom donosu.



Slika 1. Karta istraživanog područja koja prikazuje otočne gore Medvednicu, Ivanšćicu, Moslavačku goru, slavonske gore, Kalnik te pobrđe Bilogore. Lokacije uzorkovanja označene su s: (□) donjomiocenski pješčenjaci; (●) pleistocenski sedimenti; (◆) recentni sedimenti potoka i rijeka. (A) Karta južne Europe na kojoj pravokutnik označava istraživano područje; (B) Reljefna karta koja prikazuje Istočne i Južne Alpe, Sjeverne Dinaride i jugozapadni dio Panonskog bazenskog sustava. Pravokutnik označava istraživano područje. B-Mt. Bilogora, K-Mt. Kalnik, I-Mt. Ivanšćica, M-Mt. Medvednica; (C) Geološka karta Bilogore i okolnog područja s lokacijama uzoraka (izmijenjeno prema Matoš i dr., 2016). Geološke jedinice na istraživanom području-kenozoik: 1 - aluvij rijeka i potoka, proluvij (silt, pijesak, šljunak), 2 - jezersko-močvarni organogeni sediment, 3 - eolski pijesak, 4 - les i sedimenti nalik lesu, 5 - pleistocenski fluvijalni sedimenti uključujući najstariju (prvu) riječnu terasu Drave, 6 - pliokvartarni klastični sedimenti, 7 - gornjomiocenski i pliocenski klastiti (šljunak, pijesak, pješčenjak, lapor, glina), 8 - srednjomiocenski vapnenci i klastiti, 9 - donjomiocenski klastiti (breča, konglomerat, pješčenjak, lapor, glina), laporoviti vapnenac, pjeskoviti vapnenac, 10 - paleocensko-eocenske karbonatne breče, klastiti; mezozoik: 11 - kredni sedimenti, 12 - jurski sedimenti- ofiolitni melanž (šejlovi, pješčenjaci, vapnenci, rožnjaci), 13 - jurske vulkanske stijene (dijabaz, bazalt, serpentinit), 14 - jurski vapnenci, 15 - trijaski klastiti, karbonati i vulkanske stijene; paleozoik: 16 - permski sedimenti, 17 - paleozojske i mezozojske granitne stijene, 18 - pelezozojske i mezozojske metamorfne stijene. Kratice: MR - Mučna Reka, SL - Selinec, NP - Novigrad Podravski, SVA - Sv. Ana, CR - Črešnjevica, SB - Špišić Bukovica, RE - Rezovac, CA - Cabuna.

1.2. Metodologija rada

Istraživanja provedena u sklopu izrade ovog doktorskog rada uključivala su upotrebu različitih metoda čiji je cilj bio dobivanje novih informacija o uvjetima sedimentacije, provenijenciji sedimenata i ulozi neotektonike u geomorfološkom razvoju prostora.

Na početku istraživanja izvršen je pregled dostupne literature koja je omogućila uspostavu baze podataka važnih za tematiku doktorskog rada. Posebno su konzultirane i geološke karte s ciljem dobivanja uvida u temeljne tektonske i geološke odnose, kao i razmještaj stratigrafskih jedinica u prostoru.

U okviru rada provedena su opsežna terenska istraživanja koja su započela preliminarnim utvrđivanjem potencijalnih lokacija uzorkovanja na kojima su u narednim fazama vršene detaljnije sedimentološke analize, uzorkovanje i fotografiranje izdanaka.

Uz terenska opažanja provedena su i laboratorijska istraživanja, kojima je prethodila priprema uzoraka za različite analitičke metode.

Prva je metoda podrazumijevala određivanje petrografskog sastava uzoraka *Gazzi-Dickinsonovom* metodom pomoću polarizacijskog mikroskopa, što ujedno predstavlja temeljnu metodu istraživanja u geologiji, pružajući uvid u petrološka svojstva stijena na izvorišnom području (Dickinson i Suczek, 1979).

Sljedeća upotrijebljena metoda zasnivala se na odredbi mineralnog sastava teške mineralne frakcije uzoraka kao jedne od osnovnih metoda u određivanju provenijencije. Separacija je izvršena pomoću natrijevog polivolfamata, a upotrijebljena je standardna frakcija 0,063 do 0,125 mm. Određivano je otprilike 300 zrna prozirnih teških minerala metodom trake (Mange i Maurer, 2012).

Uz petrološke analize, provedenesu i geokemijske analize sastava prikupljenih valutica. U tu svrhu, određena je koncentracija glavnih i elemenata u tragovima, odražavajući pritom kemijski sastav izvorišnih stijena, a također pružajući korisne informacije o tektonskom okruženju (Bhatia i Crook, 1986).

Uz odredbu koncentracija glavnih i elemenata u tragovima, također su provedene varijetalne geokemijske analize na dvije vrste teških minerala. Geokemijska analiza granata temeljila se na analizi makroelemenata pomoću elektronske mikroprobe jer njihov sadržaj potencijalno ukazuje na vrstu izvorišne stijene (Morton, 1991). Osim na granatima provedena je i geokemijska analiza rutila koji karakteriziraju velike varijacije elemenata u tragovima pomoću LA-SF-ICP-MS metode (Zack i dr., 2004a; Watson i dr., 2006).

Na istim detritičnim zrnima rutila provedeno je U/Pb datiranje s ciljem utvrđivanja radiometrijske starosti. Zrna rutila korisna su u istraživanjima provenijencije, jer su tijekom metamorfoze stabilna do facijesa zelenog škriljavca te „pamte“ samo zadnji metamorfni događaj, za razliku od češće korištenih cirkona (Meinhold, 2010). Također su datirana zrna cirkona iz tufova uzorkovanih na riječnoj terasi Drave.

Dio istraživanja proveden je u matičnoj ustanovi (PMF, Geološki odsjek), dok su geokemijske varijetalne analize i U/Pb datiranja provedeni u laboratoriju na Odsjeku za sedimentologiju i okolišnu geologiju Sveučilišta „Georg-August“ u njemačkom gradu Göttingenu.

1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Područje Bilogore, Kalnika i Ivanščice dosad je istraživano s više različitih aspekata, u prvom redu s ciljem istraživanja naftnog potencijala ili iskorištavanja rudnih bogatstava.

Radovi koji datiraju iz 19. i s početka 20. stoljeća uglavnom imaju povijesnu vrijednost, ali ne pridonose značajnije današnjim geološkim istraživanjima. To su većinom radovi austro-ugarskih geologa na temu mineralnih sirovina. Među najstarije radove koji imaju geološko značenje ubrajaju se oni D. Gorjanović-Krambergera, M. Kišpatića, F. Kocha i J. Poljaka, kako navode Šimunić i dr. (1982). D. Gorjanović-Kramberger ističe da je Kalnik prema sjeveru pomaknuti dio Medvednice koju je uvrstio u „orijentalno kopno“ (Šimunić i Hećimović, 1979). On također uvodi naziv „otočne planine“ jer je smatrao da su gore i planine sjeverozapadne Hrvatske bile okružene morem tijekom neogena. J. Poljak piše da je Kalnik „depadansa“ Ivanščice, dok su prema A. Winkler-Hermaden Ivanščica i Kalnik antiklinale koje su bile aktivne do mlađeg pliocena (Šimunić i Hećimović, 1979).

Nakon Drugog svjetskog rata počinju istraživanja naftnog potencijala Bilogore i okolice te stoga nastaju brojni radovi iz naftne geologije, geomorfologije i strukturne geologije. Prelogović i dr. (1969) morfometrijski opisuju bilogorske strukture i zaključuju da se mlade strukture poklapaju sa starijim strukturama podloge jer osi antiklinalnih struktura uglavnom odgovaraju morfološki istaknutom reljefu. Prema razmješčaju rasjeda zaključuju da je riječ o horst tipu tektonike podloge. Kvartarne naslage također su zahvaćene rasjedima što upućuje na mlade neotektonske pokrete. Kranjec i dr. (1971) utvrđuju da su tijekom miocena formirani obrisi morfostrukturnih jedinica Bilogore, Bjelovarske depresije i Dravske potoline. Na osnovu istražnih bušotina izdvojili su četiri litostratigrafske jedinice starosti od gornjeg panona do kvartara (Ivanić-Grad, Kloštar Ivanić, Bilogorska i Lonja formacija). U podini proučavanih naslaga nalaze miocenske sedimente koji su transgresivno taloženi na paleoreljef podloge.

Prelogović (1974) u doktorskoj disertaciji piše o dubinskim strukturnim i strukturno-geomorfološkim odnosima u Dravskom području. Prema njemu, u neotektonskoj fazi, koja traje od početka neogena do danas, najznačajniji su vertikalni tektonski pokreti, dok u najmlađem dijelu te faze dolazi do postupnog izdizanja Bilogore i formiranja današnjeg reljefa. Prelogović i Velić (1988) pišu kako u zapadnom dijelu Dravske potoline prevladavaju strukture horstova i graba koje su izdignute ili spuštene duž normalnih rasjeda. Isti su autori utvrdili da su tektonska kretanja dijagonalna na pružanje postojećih struktura tijekom pliocena i kvartara. Spominju Kalnički rasjed kao jedan od najaktivnijih duž kojeg su samo tijekom zadnjeg glacijala utvrđeni skokovi od 25 m.

Pojedini su autori razmatrali stratigrafiju, litologiju i podrijetlo kvartarnih naslaga u porječju rijeke Drave. Tako Galović i Magdalenić (1975) analiziraju mineralni sastav i fosilni sadržaj eolskih sedimenata područja Kloštar - Virovitica. Les je eolski sediment nanošen tijekom gornjeg pleistocena i obilježava ga izrazita dominacija granata. Sličan mineraloški sastav ima holocenski eolski pijesak koji je prvobitno transportiran Paleo-Dravom, a nakon napuštanja korita prerađen je vjetrom. Provenijencijom eolskih gornjopleistocenskih sedimenata bavili su se još Mutić (1975a), Babić i dr. (1978) i Galović (2016).

Malo je radova o provenijenciji pleistocenskih krupnozrnatih klastičnih sedimenata taloženih na najstarijoj riječnoj terasi Drave. Mutić (1975b) zaključuje da je pijesak rijeke Drave iz bušotine nedaleko od Podravske Slatine alpskog podrijetla jer među teškim mineralima dominiraju granati, epidoti i amfiboli. Do sličnog zaključka dolaze Brenko i dr. (2020, 2021). Peh i dr. (1998) spominju povremeni lokalni donos sedimenta na najstarijoj dravskoj riječnoj terasi na području Đurđevca. Oni zaključuju da najvjerojatnije izvorište materijala predstavljaju visokometamorfne stijene Pohorja, dok su drugi mogući izvor stijene Papuka. Mogućnost izmjene izvorišnih područja kratko spominju još Babić i dr. (1978) te Šimunić i dr. (2014).

Gazarek i dr. (1990) provode granulometrijske analize šljunaka i pijesaka te određivanje teških minerala u pijescima Dravskog bazena od Ormoža do Đurđevca. Zaključuju da valutice šljunaka uglavnom potječu od alpskih metamorfnih stijena. Nizvodno se povećava udio pijeska koji pokazuje velike varijacije u količini teških minerala.

Kovačić i Grizelj (2006) bave se provenijencijom gornjomiocenskih klastičnih sedimenata jugozapadnog dijela PBS-a te zaključuju da je riječ pretežno o donosu s područja Alpa i Karpata. Mutić (1981) na temelju analize zajednice teških minerala u miocenskim klastičnim sedimentima SZ dijela Hrvatskog zagorja zaključuje da su izvorišna područja materijala Pohorje i Kozjak.

Najnoviji radovi od 90-ih godina 20. stoljeća do današnjih dana, bave se strukturnom geologijom, neotektonskim razvojem i seizmotektonskim obilježjima jugozapadnog dijela PBS-a. Pojavljuje se sve više podataka o radiometrijskoj starosti stijena. Pojedini autori također se bave provenijencijom sedimenata.

Pamić (1990) istražuje granitno-metamorfne stijene u podlozi Panonskog bazena u Bilogorsko-podravskom području. Podlogu čine granitoidne stijene, migmatiti i metamorfiti amfibolitnog facijesa. Na temelju K-Ar datiranja dobiven je veliki raspon starosti od 39 do 161 milijuna godina. Vjerojatno su alpske starosti kao i sličan granitno-migmatitno-metamorfni kompleks na Moslavačkoj gori.

Saftić i dr. (2003) razlikuju tri sedimentacijska megaciklusa tijekom neogena i kvartara. Opisuju facijese i taložne okoliše u Dravskoj depresiji. Tijekom prvog megaciklusa od sredine donjeg miocena do kraja sarmata talože se terestričke i marinske naslage. U drugom megaciklusu prevladavaju naslage bočatog Panonskog jezera u razdoblju panona i pontaa. Zatim se u trećem megaciklusu u pliocenu i kvartaru talože slatkovodne jezerske i kasnije fluvijalne naslage. Sličnom problematikom bave se Malvić i Velić (2011), koji također opisuju sedimentaciju u hrvatskom dijelu PBS-a kroz tri megaciklusa. Također pišu o neogenskoj i kvartarnoj tektonici te razlikuju dvije transtenzijske i dvije transpresijske faze od sredine donjeg miocena do današnjih dana. Lučić i dr. (2001) na sličan način opisuju sedimentaciju i tektoniku u razdoblju neogena i kvartara na hrvatskom dijelu PBS-a.

Prelogović i Velić (1992) pišu o jezerskim i močvarnim sedimentima taloženim tijekom kvartara u istočnom dijelu Dravske depresije. Na temelju sastava teških minerala u kojem prevladavaju granati, epidot/zoisit i amfiboli zaključuju da je detritus podrijetlom iz metamorfnih stijena. Debljina kvartarnih naslaga varira te se zone debljih i tanjih naslaga izmjenjuju dijagonalno na pružanje depresije na što utječu rasjedi smjera ISI - ZJZ. Prelogović i dr. (1998) zaključuju kako recentnu tektonsku aktivnost u hrvatskom dijelu PBS-a obilježavaju česti potresi duž aktivnih rasjeda koji sežu sve do Moho sloja, a on se prema Aljinović (1987) nalazi na dubini između 25 i 30 km. U svojoj doktorskoj disertaciji Hećimović (1995) istražuje tektonske odnose šireg područja Kalnika te navodi kako se glavno izdizanje odvijalo tijekom gornjeg pliocena i pleistocena, a recentne strukture posljedica su kompresije sjever - jug.

Noviji radovi o Bilogori ističu da je riječ o mladoj transpresijskoj strukturi čiji je postanak genetski povezan s tektonskom evolucijom Dravske depresije. Intenzivno izdizanje dogodilo se tijekom pliocena i kvartara zbog ponovnog aktiviranja Dravskog rasjeda. Matoš (2014) u doktorskoj disertaciji naglašava korelaciju reljefnih oblika Bilogore i susjednih

tektonskih struktura Dravske depresije i Bjelovarske subdepresije. Ističe da je otvaranje Dravske depresije i Bjelovarske subdepresije duž normalnih rasjeda započelo tijekom ekstenzijske faze razvoja koja je trajala od ranog miocena do kraja srednjeg miocena. Zatim slijede kompresijska faza zbog promjena u regionalnom polju naprezanja i tektonska inverzija primarno normalnog Dravskog rasjeda. U radu je današnji izgled Bilogore povezan s neotektonskim događajima te je posebno istaknuto značenje recentnih aktivnih rasjeda čiji su vertikalni pomaci iznosili između 20 i 1600 m tijekom pliocena i kvartara. Recentna tektonska aktivnost okarakterizirana je kao umjerena.

Mrinjek i dr. (2006) bave se aluvijalnim sedimentima južno od rijeke Drave, između Virovitice i Slatine, na lokalitetima Cabuna, Rezovac i Bistrica. Pritom navode da u donjem dijelu istraživanih naslaga prevladavaju šljunci i izdvajaju facijes aluvijalne lepeze, a na njega erozijski naliježe facijes prepletene rijeke, što ukazuje na smanjenje tektonske aktivnosti ili moguće klimatske promjene. Na temelju utvrđenih smjerova paleotransporta, koji su uglavnom okomiti na Dravski rasjed, zaključuju da je potencijalno izvorište šljunka i pijeska tektonski izdignuto zaleđe Psunja ili Bilogore. Prema njima, starost je sedimenta gornjopliocenska, jer na temelju fosilnog nalaza *Ginkga* zaključuju da se taloženje odvijalo prije pleistocenskih glacijacija.

Wacha i dr. (2018) metodom optički stimulirane luminiscencije određuju starost aluvijalnih sedimenata na obroncima Bilogore, na lokalitetima Mučna Reka, Miholjanac, Hampovica i Cabuna. Dobivena starost aluvijalnih sedimenata koje su odredili kao naslage prve (najstarije) dravske riječne terase jest srednji pleistocen, dok ih prekrivaju lesne naslage iz zadnjeg glacijala. Na temelju dobivenih podataka o starosti kvartarnih naslaga lesa, lesu sličnih sedimenata i pijeska izračunali su prosječnu vrijednost izdizanja Bilogore i spuštanja Dravske depresije. Stope izdizanja iznose 0,56 mm godišnje za Mučnu Reku i 0,43 mm za Cabunu, dok su godišnje stope usijecanja Drave u rasponu od 0,09 do 0,22 mm. Podaci ukazuju na intenzivnije izdizanje SZ dijela Bilogore što povezuju s mnogim aktivnim neotektonskim rasjedima na području Dravske depresije i Kalnika o čemu pišu Matoš (2014) te Matoš i dr. (2016).

Tibljaš i dr. (2002) određivali su starost vulkanoklastičnih stijena na području sjeverozapadne Hrvatske na temelju njihova kemijskog sastava. Isti autori odredili su eger – egenburšku starost tufova s lokaliteta Podrute, Moždenec i Knezov Jarak (Glogovnica). Mandić i dr. (2012) datirali su vulkanski pepeo s lokaliteta Glogovnica na Kalniku metodom $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ i dobili prosječnu starost od 18 milijuna godina, što odgovara granici egenburg – otnang.

Pavelić i dr. (2001) opisuju facijese i analiziraju kopnene i slatkovodne sedimente donjeg miocena na Kalniku, u čijoj se bazi nalaze spomenuti tufovi. Donji dio tih naslaga čine siltiti koji prema gore prelaze u izmjenu konglomerata i pješčenjaka, a opisani su kao nanosi prepletenih rijeka taloženi u uvjetima semiaridne klime. Zaključuju da je smjer paleotransporta bio sa sjeverozapada tijekom aluvijalne faze. Zatim slijedi jezerska faza u uvjetima humidne klime i taloženje lapora u izmjeni s pješčenjacima, a ona završava taloženjem pijeska u okolišu progradirajuće delte. Na temelju analize sporomorfa određeno je da se taloženje ovih slatkovodnih naslaga odvijalo tijekom otnanga.

Nekoliko autora bavilo se petrološkim, geokemijskim i geokronološkim istraživanjem ofiolitnog melanža Kalnika. Vrkljan (1992) radi mineralošku i kemijsku analizu spilita iz gornjeg toka Kamešnice te zaključuje da su nastali postmagmatskom hidrotermalnom alteracijom bazičnih efuziva u uvjetima niskog stupnja metamorfizma. Vrkljan (1994) mineraloški i kemijski analizira efuzivne stijene iz kamenoloma Hruškovec koje su rezultat nekoliko intruzija bazaltne lave u gornjokredne sedimente. Vrkljan i Garašić (2004) na temelju diskriminantnih dijagrama određuju izvor magme i tektonsko okruženje bazičnih magmatskih stijena iz melanža. Gabro ukazuje na plaštni izvor magme, dok metabazalti upućuju na izvor iz kontinentalne kore. Bazalti su mogli nastati magmatskom diferencijacijom iz iste magme kao gabro, dok je dijabaze mogla stvoriti magma iz plaštnog klina obogaćena hidrotermalnim fluidima koji se dižu iz subducirajuće ploče. Dakle, magmatske stijene iz melanža stvorene su u različitim okolišima i u različito vrijeme. Lugović i dr. (2015) analiziraju mineralni i kemijski sastav gabra iz melanža. Na temelju $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ i K/Ar datiranja dobivene su tri različite starosti, a to su donja jura, gornja jura i donja kreda. Brlek i dr. (2020) na temelju geokronoloških podataka iz vulkanoklastičnih stijena Kalnika određuju nešto raniji početak badenske transgresije Sjevernohrvatskog bazena od općeprihvaćenih 15 milijuna godina, čime pridonose novim spoznajama o miocenskoj sin-rift fazi razvoja istraživanog područja.

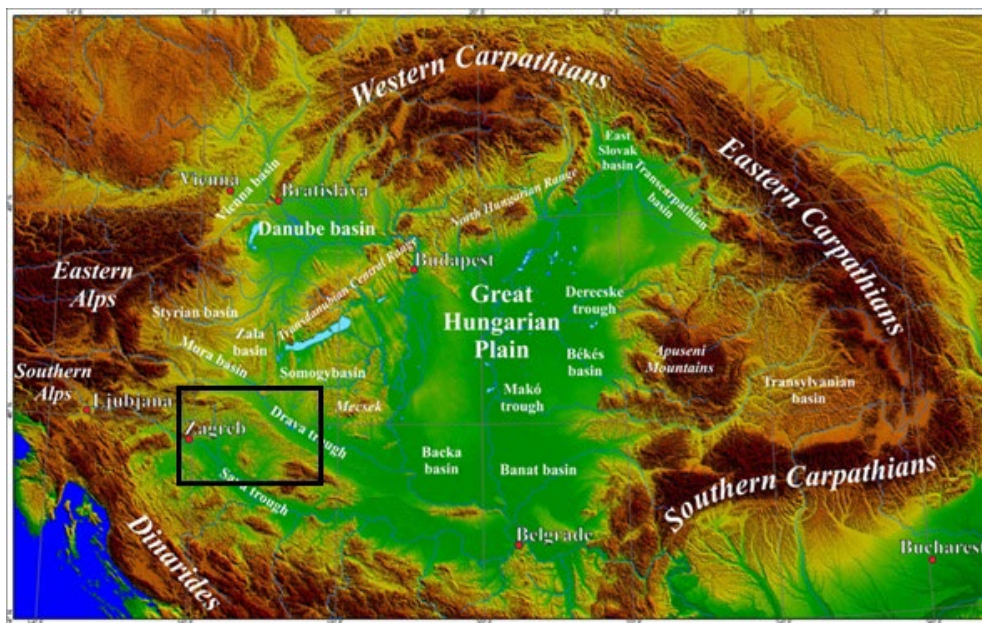
Mraz i dr. (2008) bave se hidrogeološkim i hidrochemijskim obilježjima masiva Kalnika i izdvajaju paleogenske karbonatne breče kao glavni vodonosnik.

2. GEOGRAFSKI I GEOLOŠKI SMJEŠTAJ ISTRAŽIVANOGA PODRUČJA

2.1. Geografski smještaj istraživanoga područja

Područje istraživanja nalazi se unutar velike prirodno-geografske cjeline koja se naziva Panonsko-peripanonska Hrvatska, a obuhvaća geomorfološke strukture Bilogore i Kalnika s okolnim područjem (Slika 1). Geološki pripada jugozapadnom dijelu PBS-a te obuhvaća dijelove Sjevernohrvatskog bazena i bazena Hrvatskog zagorja. Geotektonski smještaj definiran je rubnim položajem unutar PBS-a, odnosno tektonskim odnosima orogena koji ga okružuju, Dinarida, Alpa i Karpata (Slika 2).

Prema većini geografskih regionalnih podjela može se zaključiti da istraživani prostor najvećim dijelom pripada Podravini, dok Ivanščica čini sjeverni rub Hrvatskog zagorja. Sjevernu granicu istraživanog područja čini rijeka Drava, na jugoistoku su to slavonske gore, na jugu Moslavačka gora, a na zapadu rub Ivanščice.



Slika 2. Digitalni model reljefa Panonskog bazenskog sustava, Alpa, Karpata i Dinarida. Pravokutnik označava područje istraživanja (Horváth i dr., 2015).

2.2. Prirodno-geografska obilježja istraživanoga područja

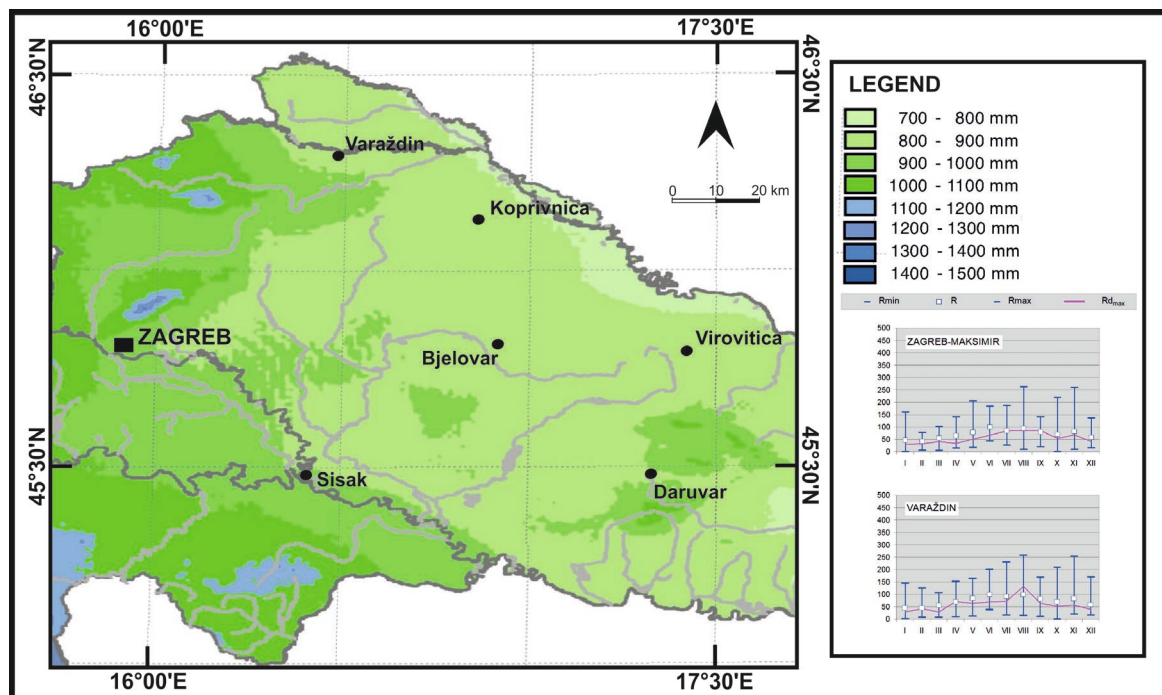
Geomorfološki razvoj terena izravni je rezultat tektonskih i klimatskih procesa koji su prevladavali tijekom pliocena i kvartara. Teren je intenzivno boran tijekom štajerske orogenetske faze (srednji miocen), dok su rasjedi nastali u isto vrijeme ili kasnije. Štajerska faza izbrisala je utjecaje starijih tektonskih pokreta koji su se na promatranom području odvijali u nekoliko faza od kraja paleozoika (Šimunić i Hećimović, 1979). Glavna faza izdizanja Bilogorskog pobrđa te Kalnika odvijala se tijekom gornjeg pliocena i kvartara tijekom rodanske i vlaške faze alpske orogeneze, dok se u isto vrijeme spuštala Dravska potolina, kao i neke druge manje depresije (Kranjec i dr., 1971; Prelogović i Velić, 1988; Matoš, 2014; Matoš i dr., 2016).

Kao dio PBS-a, područje istraživanja većim je dijelom nizinsko područje s prosječnom nadmorskom visinom ispod 120 m (Matoš, 2014). Prevladavaju aluvijalne terase rijeke Drave i drugih rijeka, poput Lonje, Bednje i Ilove. Bilogora je brežuljkasto područje i s najvišim vrhom od 309 m geomorfološki pripada kategoriji humlja ili gorica. Kalnik je izrazitije uzvišenje te s najvišim vrhom od 643 m pripada kategoriji gora, dok Ivanščica pripada kategoriji planina s najvišim vrhom visine 1060 m.

Današnji reljef stvoren je neotektonskim pokretima tijekom pliocena i kvartara, odnosno pojedini su dijelovi reljefa izdizani, a pojedini spuštani duž naslijeđenih rasjednih struktura. Također je došlo do boranja terena, koje se izravno povezuje s izdizanjem jer su intenzivno borani sedimenti najzastupljeniji uz rubove planina (Šimunić i Šimunić, 1987). U jezgrama sinklinala sedimenti su gornjeg miocena, što upućuje na činjenicu da je do boranja došlo nakon toga (Šimunić i Šimunić, 1987).

Budući da klimatska obilježja imaju značajan utjecaj na procese trošenja stijena važno je poznavati osnovna obilježja klime. Istraživano područje smješteno je u sjevernom umjerenom toplinskom pojasu te je pod utjecajem klimatskih čimbenika i modifikatora koji su regionalnog i lokalnog tipa. Važan je modifikatorski utjecaj velikih vodenih površina Sjevernog Atlantika i Sredozemlja nad kojima se stvaraju ciklone koje do Panonske nizine dolaze uglavnom nošene glavnim zapadnim vjetrovima, kao i utjecaj sjevernih vjetrova koji najčešće omogućuju stvaranje stabilnih vremenskih uvjeta te gradijent vjetra od sjevera prema jugu. Količina padalina u panonskom se prostoru pravilno smanjuje od zapada prema istoku zbog porasta kontinentalnosti (Slika 3). Godišnji raspored padalina kontinentalnog je tipa, što znači da je veći udio padalina u toplom dijelu godine (Zaninović i dr., 2008).

Prema Köppenovoj klimatskoj regionalizaciji prostor pripada klimatskom podtipu umjereno tople vlažne klime s toplim ljetom (klima bukve), čija je oznaka Cfb (Šegota i Filipčić, 1996; Filipčić, 1998).



Slika 3. Godišnja količina padalina u središnjoj Hrvatskoj. Grafovi prikazuju godišnji hod prosječnih (R), minimalnih ($R_{\min}$) i maksimalnih ($R_{\max}$) mjesečnih količina padalina te dnevni padalinski maksimum ($R_{d\max}$) u mm za Zagreb i Varaždin (Matoš, 2014).

Hidrografska mreža vrlo je razvijena na istraživanom području, a otjecanje je pretežno površinsko. Prostor najvećim dijelom pripada dravskom porječju, dok se samo južniji dijelovi odvodnjavaju prema Savi. Budući da su Drava i Sava pritoke Dunava, područje u potpunosti pripada crnomorskom slijevu (Magaš, 2013).

Na Ivanšćici je razvijeno svega nekoliko značajnijih potoka jer prevladava karbonatna podloga koja zbog propusnosti otežava razvoj površinskog otjecanja. Značajniji su potoci na sjevernim obroncima Željeznica i Bistrica, Očura na zapadnim obroncima te Reka i Dugi jarek na jugu. Na jugoistočnom dijelu izvire rijeka Lonja, jedna od značajnijih rijeka središnje Hrvatske.

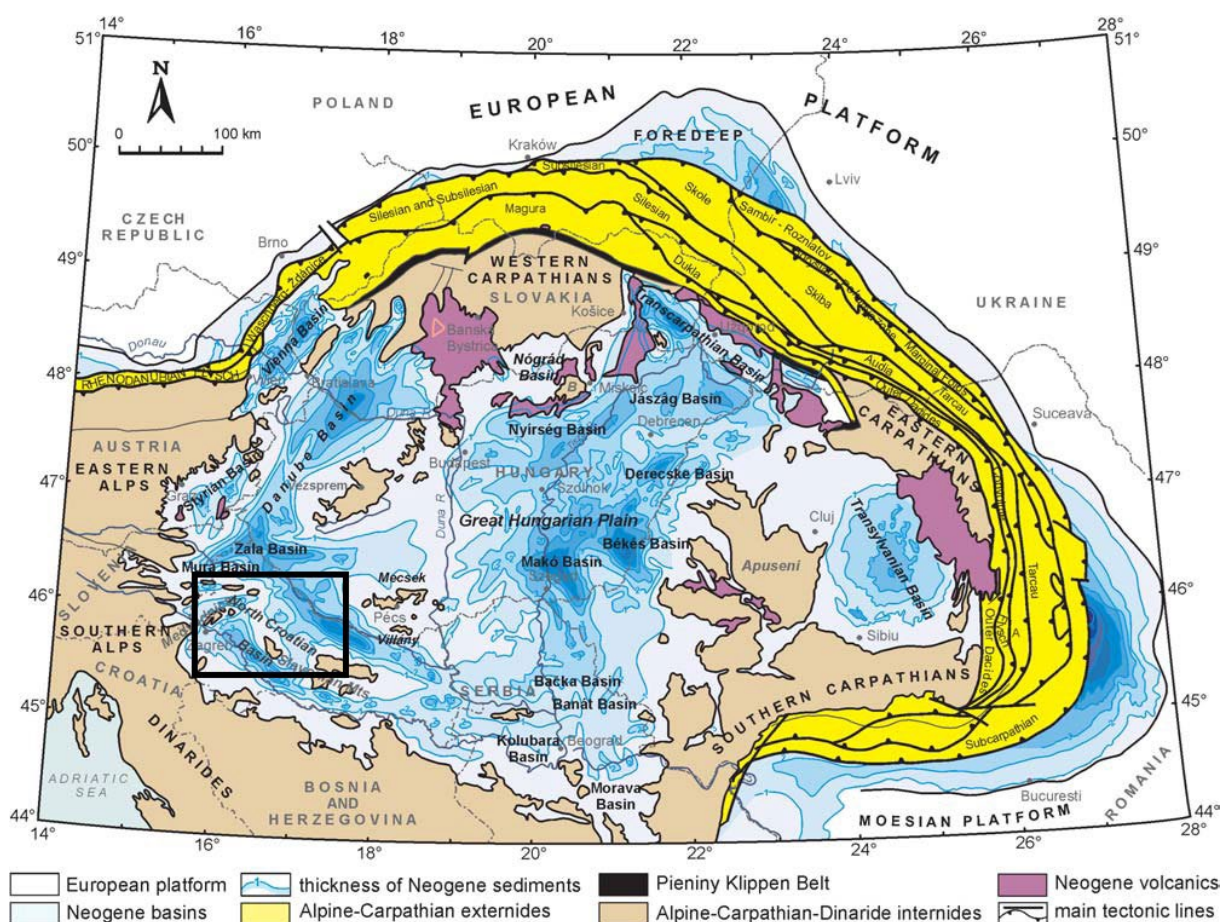
Kalnik ima vrlo razvijenu mrežu potoka. Na zapadnom dijelu značajni su potoci Ljuba, Ljubelj i Hruškovec. Potoci Kamešnica i Glogovnica odvodnjavaju središnji dio. Na istočnim obroncima nalazi se mineralni izvor Apatovec.

Bilogora ima svega nekoliko manjih potoka.

3. EVOLUCIJA JUŽNOG DIJELA PANONSKOG BAZENSKOG SUSTAVA

3.1. Panonski bazenski sustav

Istraživano područje geološki pripada Panonskom bazenskom sustavu (PBS-u) koji se prostire između Alpa, Karpata i Dinarida (Slika 4). Alpsko-karpatsko-dinaridski sustav, također poznat kao ALCADI sustav, nastao je kao posljedica subdukcije i kontinentalnih kolizija različitih tektonskih jedinica između Europske i Afričke ploče. Dio je većeg cirkum-mediteranskog orogenetskog sustava (Horváth i dr., 2006; Ustaszewski i dr., 2008).



Slika 4. PBS okružen Alpsko-karpatsko-dinaridskim sustavom. Pravokutnik označava područje istraživanja (Kováč i dr., 2007).

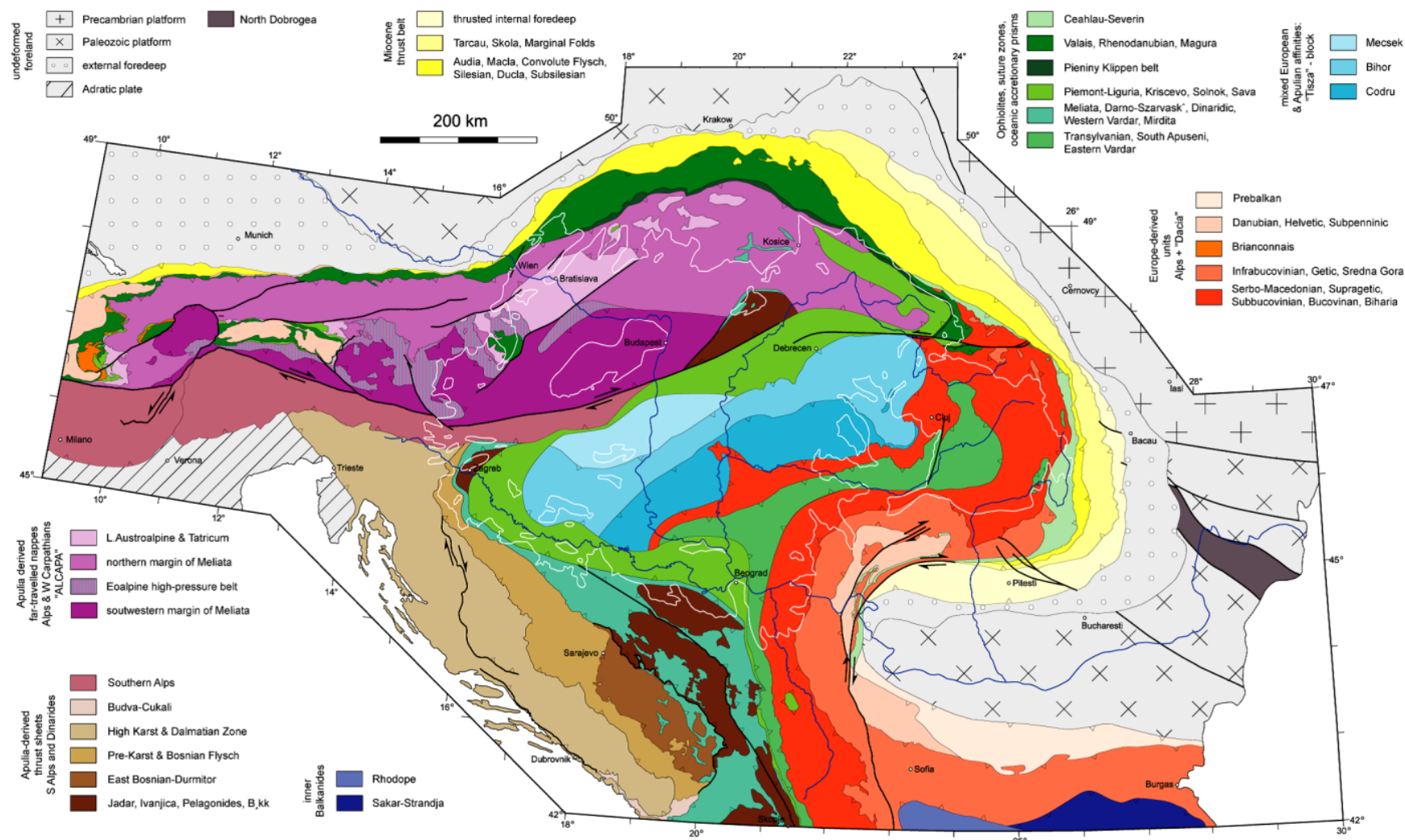
Panonski bazenski sustav sastoji se od nekoliko bazena među kojima možemo izdvojiti npr. Dunavski bazen, Mura-Zala bazen, Štajerski bazen, Malu i Veliku mađarsku nizinu, Sjevernohrvatski bazen i Moravski bazen (Slika 4). Jugozapadni dio PBS-a prostire se na području kontinentalne Hrvatske, a sastoji se od dva bazena (Slika 11). To su manji bazen Hrvatskog zagorja na sjeverozapadu Hrvatske i Sjevernohrvatski bazen koji obuhvaća najveći dio kontinentalne Hrvatske (Pavelić, 2001; Ćorić i dr., 2009; Pavelić i Kovačić, 2018).

Prema postanku PBS je taložni bazen ispunjen neogenskim i kvartarnim naslagama koje prekrivaju deformiranu podlogu složene strukture. Taložni je bazen zalučnog tipa (*back-arc basin*), a njegovo formiranje započelo je u donjem miocenu kao posljedica kolizije Europske i Jadranske ploče te zalučne ekstenzije prostora između Dinarida i Karpata (Horváth i dr., 2006; Ustaszewski i dr., 2008).

Prema Schmid i dr. (2008) područje Panonskog bazenskog sustava i ALCADI sustava uključuje tektonske blokove iz različitih paleogeografskih područja, pri čemu su tektonostratigrafski kompleksi izravni rezultati taloženja i formiranja na dijelovima Europske ploče, Jadranske ploče, tektonskog bloka Tisija-Dacija te nekadašnjeg oceana Neotethys (Slika 5).

MAJOR TECTONIC UNITS OF THE ALPS, CARPATHIANS AND DINARIDES

S.M. Schmid, B. F. genschuh, K. Ustaszewski, R. Schuster, L. Matenco and M. Tischler



Slika 5. Glavne tektonske jedinice Alpa, Karpata, Dinarida i Panonskog bazena (Schmid i dr., 2008).

3.2. Paleogeografski razvoj šireg područja

Tektonska evolucija istraživanoga područja genetski je vezana uz Jadransku mikroploču i Europsku ploču, odnosno njihove paleogeografske odnose, koji su tijekom mezozoika i kenozoika evoluirali od međusobnog približavanja i sudaranja pa sve do podvlačenja, izdizanja i zalučne ekstenzije koji su rezultirali nastankom Dinarida i Panonskog bazenskog sustava (Horváth i dr., 2006; Schmid i dr., 2008; Ustaszewski i dr., 2008 i pripadajuće reference).

Evolucija čitavog sustava započinje predneogenskim otvaranjem i zatvaranjem dvaju oceanskih područja, a to su Neotethys i Alpski Tethys (Handy i dr., 2015). Ova dva oceanska područja razdvajala su osnovne tektonske jedinice koje danas čine predneogensku podlogu PBS-a (Schmid i dr., 2008; Ustaszewski i dr., 2008, 2010), a to su Unutrašnji Dinaridi, ALCAPA blok, Tisija i Dacija (Slika 5) (Schmid i dr., 2008).

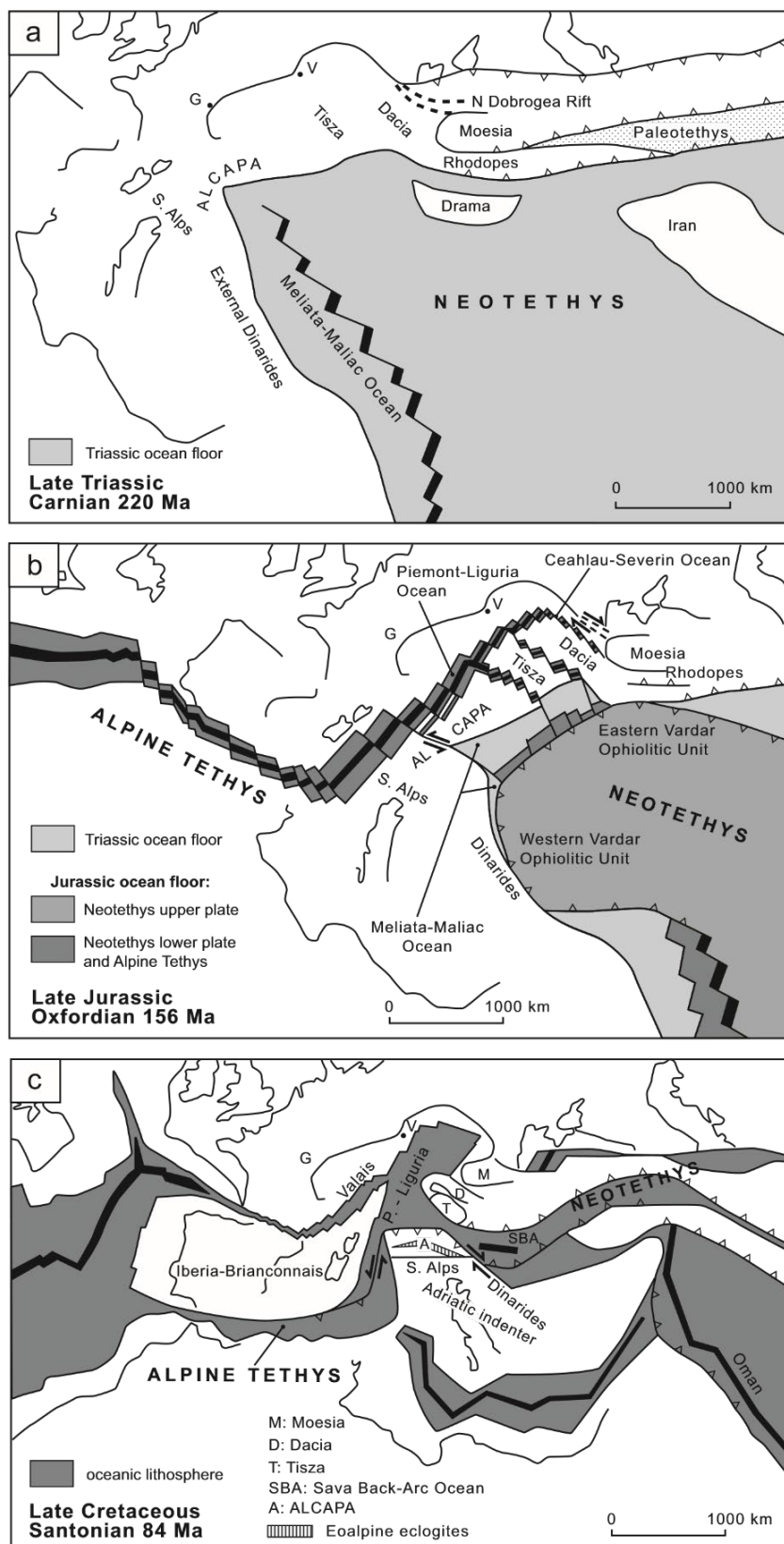
Tektonski razvoj šireg područja istraživanja koji objedinjuje Dinaride, Alpe te kontinentalni blok Tisija-Dacija geodinamski je započeo u trijasu procesima riftovanja sjevernog ruba Gondvane. Riftovanjem se odvojio kontinentalni fragment te je započelo otvaranje oceanskog bazena Neotethysa između Afričke i Europske ploče (Stampfli, 2000; Schmid i dr., 2008; Horváth i dr., 2015).

Širenjem Neotethysa između Gondvane na jugu i Cimerijskog bloka oceansko područje bilo je okruženo prostranim šelfnim područjima na kojima su se formirale karbonatne platforme (Horváth i dr., 2015). Na Jadranskoj mikroploči koja je do tada bila dio pasivnog ruba Gondvane procesima riftovanja dolazi do odvajanja od matičnog kopna te su slijedom navedenog formirane karbonatne platforme, odnosno plitkomorska područja na kojima su taloženi karbonati (Vlahović i dr., 2005).

Kretanje Jadranske mikroploče imalo je važan utjecaj u formiranju debelih slijedova karbonata od gornjeg trijasa pa sve do kraja krede, a danas čine osnovnu građu planinskih pojaseva Apenina, Alpa i Dinarida-Albanida-Helenida (Tari, 2002; Vlahović i dr., 2005; Korbar, 2009).

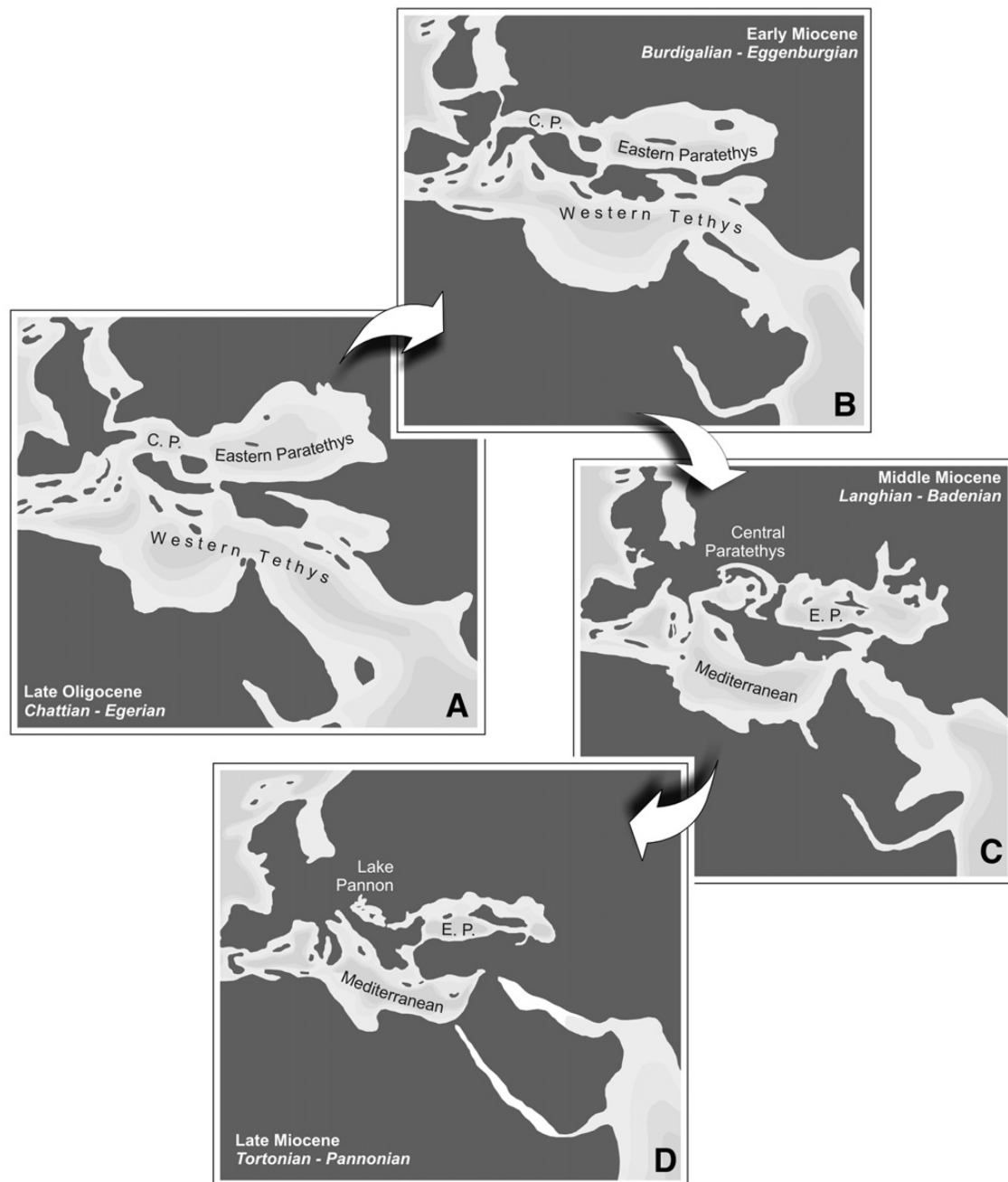
Rotacija Afrike u odnosu na Europsku ploču dovela je do zatvaranja SZ dijela Neotethysa, poznatog pod imenom ocean Meliata-Maliac, pri čemu ocean Vardar kao dio oceana Neotethys egzistira sve do kraja jure (Slika 6a-b) (Stampfli, 2000).

Jedinica Tisija odvojena je od Europe sredinom jure (Schmid i dr., 2008), dok jedinica Dacija također nastaje odvajanjem od Europe krajem jure (Csontos i Vörös, 2004).



Slika 6. Tektonska evolucija istraživanog područja tijekom mezozojske ere. (A) Otvaranje oceana Meliata-Maliac krajem trijasa. (B) Otvaranje Alpskog Tethysa koje dovodi do odvajanja Jadranske mikroploče (uključujući buduće Južne Alpe i ALCAPA blok), kao i Tisije i Dacije od europskog kontinenta krajem jure. (C) Povezuju se dva ogranka Alpskog Tethysa krajem krede, uz pomicanje Jadranske mikroploče i Afričke ploče prema sjeveru (Schmid i dr., 2008).

Tijekom jurskog razdoblja započinje postupno zatvaranje Neotethysa. Kao posljedica otvaranja središnjeg Atlantika tijekom gornje jure dolazi do intraoceanske subdukcije pri čemu je zapadni ogranak oceana Vardar kao dio oceana Neotethys konzumiran (Slika 6b). U to vrijeme dolazi i do spajanja kontinentalnih blokova Tisija i Dacija (Schmid i dr., 2008). Tijekom krede na Jadranskoj mikroploči i dalje egzistira karbonatna platforma na kojoj se talože plitkovodni karbonati (Vlahović i dr., 2005). Daljnje zatvaranje oceana Neotethys događa se krajem krede, kada dolazi inicijalno do subdukcije Jadranske mikroploče pod Europsku ploču, a kasnije tijekom paleogena i kontinentalne kolizije s blokom Tisija-Dacija, što je rezultiralo nastankom Dinarida te Savske suturne zone, odnosno tektonskog šava između Europske i Jadranske ploče (Schmid i dr., 2008). Tijekom eocena ocean Neotethys time u potpunosti nestaje (Rögl, 1999). Između Jadranske mikroploče i Europe nalazilo se još jedno oceansko područje u geološkoj prošlosti, a to je Alpski Tethys (Slika 6b-c). Njegovo otvaranje započinje tijekom donje jure što je djelomično i dovelo do zatvaranja zapadnog dijela oceana Vardar (Schmid i dr., 2008). Zatvaranje Alpskog Tethysa odvijalo se u tri faze (Handy i dr., 2010; Horváth i dr., 2015), a uslijed njegova kredno-eocenskog zatvaranja zapadni dio oceana Tethys (Alpski Tethys) značajno je reduciran. Današnje Sredozemno more njegov je ostatak (Slika 7). Južni dio Europe u to je vrijeme još uvijek arhipelag te se između stabilne Europske platforme i novonastalog Sredozemnog mora stvaraju izduženi morski bazeni. Za vrijeme eocena i oligocena na području između Dinarida, Alpa i Karpata također se formira djelomično izolirano unutrašnje more Paratethys kao posljedica orogeneze Alpa i Dinarida, odnosno kolizije Europske i Jadranske ploče (Slika 7a) (Rögl, 1999). Tijekom donjeg i srednjeg miocena egzistira Središnji Paratethys (Slika 7b-c), dok u gornjem miocenu na njegovu mjestu nastaje bočato Panonsko jezero (Slika 7d).



Slika 7. Paleogeografija prostora Paratethysa i Sredozemlja tijekom oligocena i miocena. (A) Početkom oligocena nastaje Paratethys potpunom izolacijom te se postupno dijeli na Središnji (CP) i Istočni Paratethys (EP). (B) Tijekom donjeg miocena Središnji Paratethys duboki je bazen položen u smjeru zapad-istok. (C) Središnji Paratethys razdvaja se u nekoliko bazena sredinom miocena. (D) Središnji Paratethys nestaje u gornjem miocenu i na njegovu mjestu nastaje bočato Panonsko jezero, dok je Istočni Paratethys i dalje povezan sa Sredozemnim morem (Harzhauser i Piller, 2007).

3.3. Tektonski razvoj Panonskog bazenskog sustava

Sin-rift faza, koju obilježava ekstenzija šireg prostora između Karpata, Alpa i Dinarida predstavlja početnu fazu u oblikovanju PBS-a (Horváth i Tari, 1999; Tari, 2002; Horváth i dr., 2006).

Konečny i dr. (2002) posebno ističu četiri događaja koji su utjecali na stvaranje PBS-a. To su subdukcija A-tipa¹ na prostoru Alpa između Jadranske mikroploče i Europske ploče, lateralna ekstruzija ALCAPA bloka, subdukcija B-tipa² Europske ploče u Karpatima te posljedična zalučna ekstenzija i dijapirsko izdizanje astenosfere.

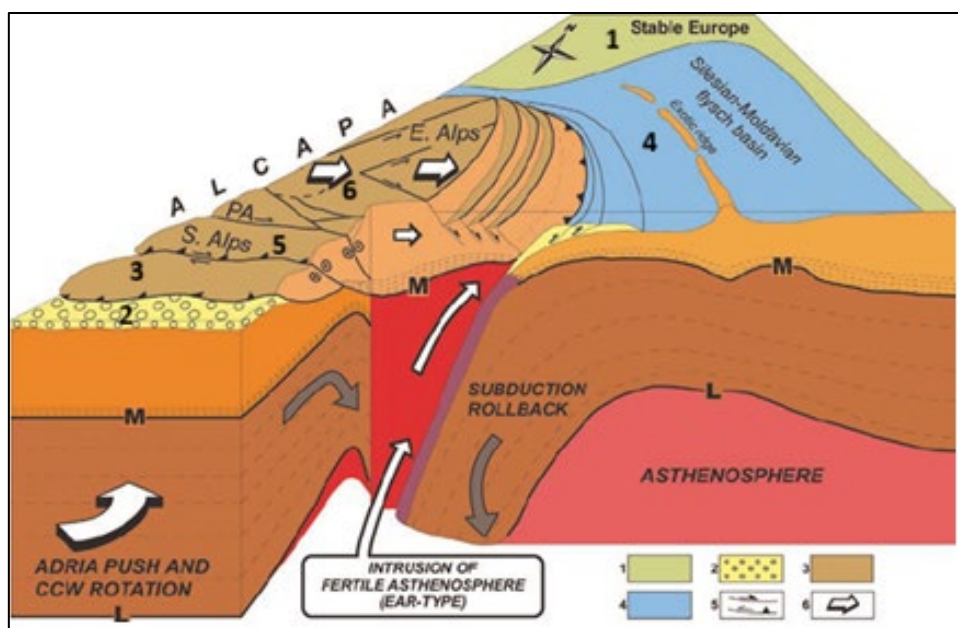
Idući od istoka prema zapadu, na prostoru Karpata odvijala se subdukcija Europske ploče. Istovremena rotacija subducirajuće Europske ploče prema istoku, tj. *roll-back* subdukcija dovela je do ekstenzijskog naprezanja u gornjoj ploči, odnosno prostora koji se nalazio zapadno od Karpata (Slika 8).

Kontinent-kontinent kolizija Europske ploče i Jadranske mikroploče inicijalno se dogodila na području Istočnih Alpa. Prema Handy i dr. (2010) početak kontinentalne kolizije Jadranske mikroploče i Europske ploče dogodio se u razdoblju konijaka i santona (gornja kreda) prije otprilike 84 milijuna godina. Međutim, postoje i indikacije da je kontinentalna kolizija započela i nešto ranije. Prema Handy i dr. (2015) kalcijsko-alkalijski vulkanizam koji možemo vezati uz početak kontinentalne kolizije nalazimo u unutrašnjem dijelu Dinarida već prije 92 milijuna godina, dok još stariji kalcijsko-alkalijski magmatiti ukazuju na početak prije 110 milijuna godina.

Roll-back subdukcija u Karpatima, osim ekstenzije, omogućila je i djelomičnu lateralnu ekstruziju tektonskog bloka ALCAPA (prije približno 18 do 17,5 milijuna godina; Konečny i dr., 2002; Schmid i dr., 2008). Blok ALCAPA, koji se sastoji od dijelova Istočnih Alpa, središnjih i zapadnih Unutrašnjih Karpata te sjeverozapadnog dijela podloge PBS-a, predstavlja rezultat kompresijske tektonike između Jadranske mikroploče i Europe, koji je nastao usred sudaranja i fragmentacije Istočnih Alpa i Zapadnih Karpata. Ekstruzija je započela tijekom otnanga.

¹ kolizija dviju kontinentalnih kora

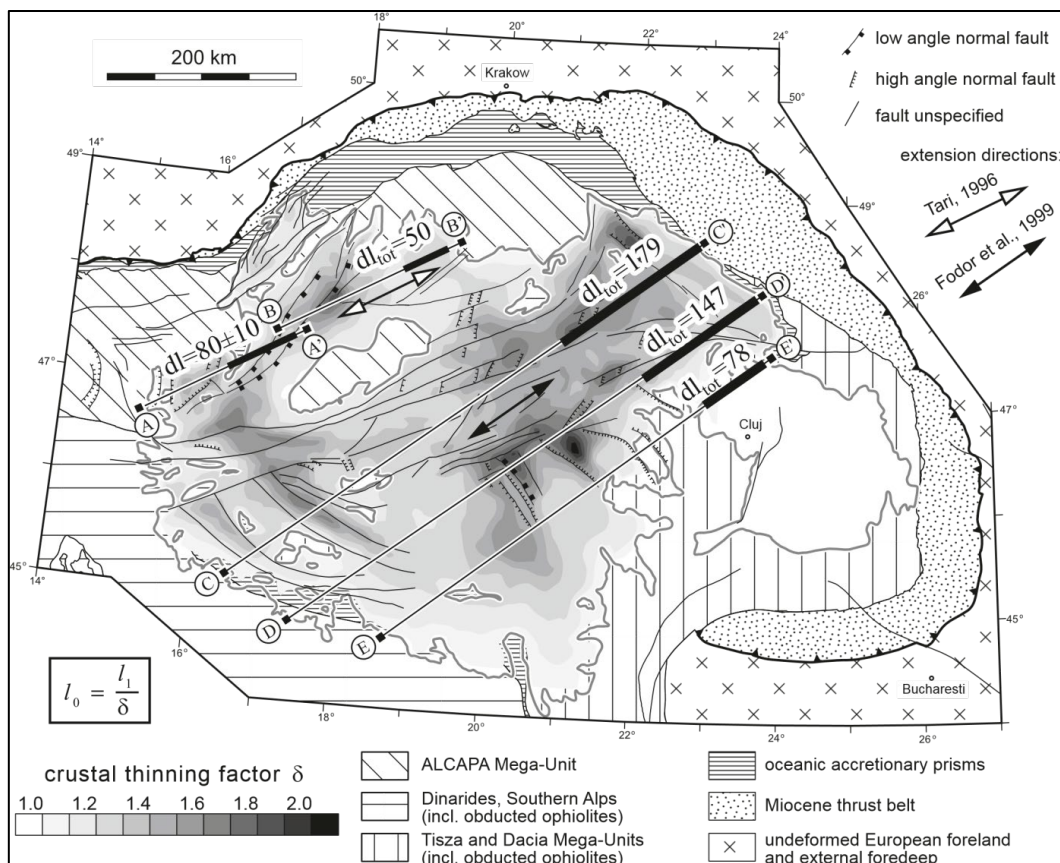
² subdukcija oceanske kore pod oceansku ili kontinentsku



Slika 8. Prikaz tektonskih odnosa u zoni kolizije Jadranske mikroploče s Alpama te u zoni Karpata. 1 – stabilna Europa, 2 – predlučni bazen, 3 – Alpsko-karpatski navlačni pojas, 4 – flišni bazen u Karpatima, 5 – normalni rasjed, strike-slip rasjed, 6 – ekstruzija ALCAPA bloka paralelno s pružanjem orogena (Horváth i dr., 2006).

Prema Ustaszewski i dr. (2008) ukupna ekstenzija Panonskog bazena na rubovima je iznosila približno 78 km, a u središnjim dijelovima i do 180 km. Autori su zaključili da je intenzitet ekstenzije ponajveći u središnjem dijelu PBS-a, a povezana je sa Srednjomađarskom rasjednom zonom. Ekstenzija se pretežito odvijala po pravcu sjeveroistok - jugozapad (Slika 9) te se uz nju vežu pojave intenzivnog andezitnog vulkanizma.

Tako su u sin-riftnoj fazi razvoja stvoreni mnogi bazeni u kojima prevladava jezerska sedimentacija praćena vulkanizmom. Krajem ove faze napreduje marinska transgresija Središnjeg Paratethysa, ali neujednačeno u različitim dijelovima PBS-a (Brlek i dr., 2020).

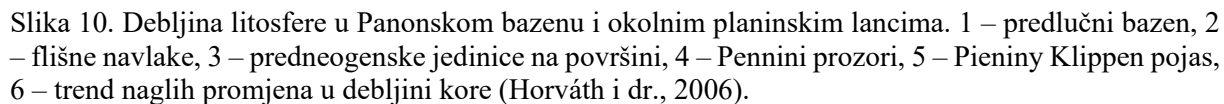


Slika 9. Procjena veličine ekstenzije u Panonskom bazenu (Ustaszewski i dr., 2008).

Nakon toga slijedi post-riftna faza u kojoj dolazi do slijeganja bazena zbog hlađenja litosfere (Horváth i dr., 2015). Tijekom post-riftna faze zabilježene su i transtenzijske faze, što je dovelo i do sekundarnog produbljivanja PBS-a kao posljedice ekstenzije po pravcu I - Z i II - SZ (Fodor i dr., 1999).

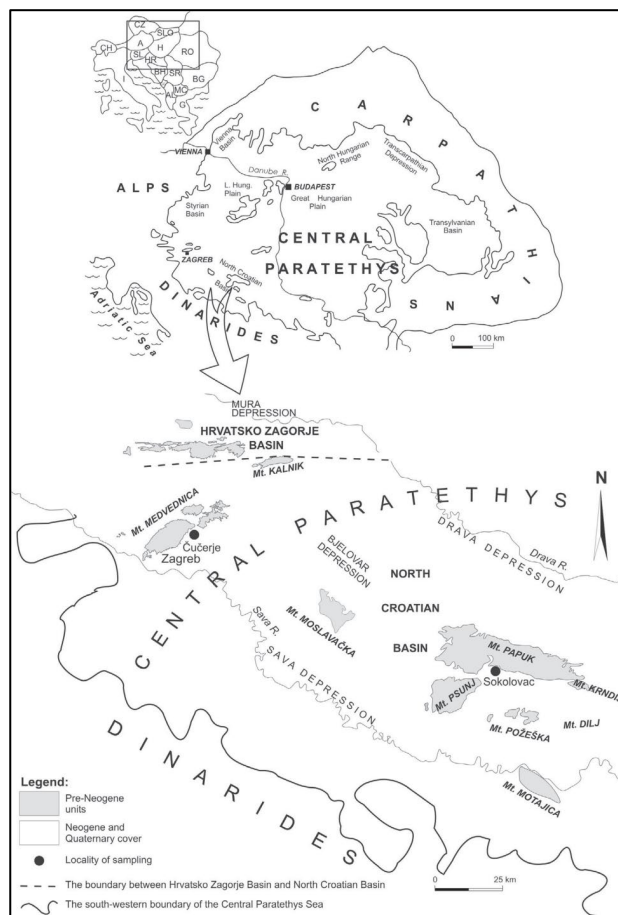
Tijekom srednjeg miocena cijeli prostor PBS-a pokriven je Paratethysom (Kováč i dr., 2007), pri čemu prevladava marinska sedimentacija. Početkom gornjeg miocena izolacijom Središnjeg Paratethysa od morskih prostora u okruženju prestaje marinska sedimentacija i dolazi do formiranja prostranog Panonskog jezera s brakičnim uvjetima taloženja (Geary i dr., 2000; Pavelić, 2001).

Završetak razvoja PBS-a obilježen je obnovom kompresijskog naprezanja tijekom pliocena i kvartara na širem području, uz procese tektonske inverzije i strukturne reaktivacije rasjeda i nastanak kompresijskih struktura neposredno uz reversne rasjede. Budući da je kompresija izravni rezultat kontinuirane konvergencije Jadranske mikroploče i Europe, bila je usmjerena po pravcu generalno S - J uz lokalne otklone prema SZ i SI (Fodor i dr., 1999). Iz



4. TEKTONOSTRATIGRAFSKI RAZVOJ ISTRAŽIVANOGA PODRUČJA

Hrvatski dio Panonskog bazenskog sustava najvećim dijelom zauzima Sjevernohrvatski bazen, a samo mali, sjeverozapadni dio pripada bazenu Hrvatskog zagorja (Slika 11). Razvoj se odvijao kroz sin-rift i post-rift fazu, kao što je opisano u prethodnom poglavlju, uz pojedine lokalne specifičnosti.



Slika 11. Položaj bazena Hrvatskog zagorja i Sjevernohrvatskog bazena u Panonskom bazenskom sustavu i Središnjem Paratethysu (Ćorić i dr., 2009).

Tijekom faze riftovanja na području Hrvatske stvorene su Savska, Dravska, Murska, Karlovačka, Požeška i Slavonsko-srijemska depresija te Bjelovarska subdepresija, odnosno subbazeni pretežno pravca pružanja ZSZ - IJI. S obzirom na tektonske procese koji su vezani uz rubni položaj PBS-a, debljina kore prosječno je između 25 i 30 km (Aljinović, 1987), dok je

debljina litosfere približno 80 km (Horváth, 1993). Zbog izraženog paleoreljefa debljine taloženih naslaga izuzetno su varijabilne te time miocenske naslage leže diskordantno na snažno tektoniziranoj podlozi. Sastav stijena podloge značajno se razlikuje na cjelokupnom prostoru, jer se na hrvatskom dijelu PBS-a susreću različite tektonostratigrafske jedinice Jadranske mikroploče i Tisijskog kontinentalnog bloka, koje su tijekom geološke prošlosti imale značajno diferencirani razvoj (Schmid i dr., 2008).

Najvećim dijelom rubni dio PBS-a u Hrvatskoj pripada Tisiji, koja je nekada bila dio Europskog promontorija (Schmid i dr., 2008). Sastavljena je od hercinskog kristalinskog kompleksa i mezozojskih formacija koje pokazuju sličnost s formacijama na južnom rubu Europske ploče. Tisijski kontinentalni blok, koji čini središnji dio PBS-a, sa zapadne i sjeverne strane okružuje ofiolitni pojas nastao obdukcijom Neotethysa i Alpskog Tethysa, dok ga s jugozapada i jugoistoka okružuju Dinaridi i blok Dacija (Slika 5).

Na istraživanom području prevladavaju miocenske i kvartarne sedimentne stijene. Naime, spomenuti je prostor tijekom geološke prošlosti uglavnom bio dio velikog taložnog prostora Središnjeg Paratethysa, odnosno kasnije Panonskog jezera u kojem se tijekom neogena i kvartara događala tektonski uvjetovana megaciklusna sedimentacija (npr. Saftić i dr., 2003; Matoš, 2014).

Predneogenska podloga područja istraživanja izdanjuje uglavnom na Kalniku i Ivanšćici. Pretežno je čine karbonati, metamorfiti i magmati paleozojske i mezozojske starosti, te tek simbolično paleogenski klastiti i karbonati. S obzirom na kompleksnost te nepoznavanje detaljnih strukturno-litoloških odnosa, predneogenski stijenski kompleks nije litostratigrafski raščlanjen u hrvatskom dijelu PBS-a (Pavelić i dr., 2003; Saftić i dr., 2003; Malvić i Cvetković, 2013; Matoš, 2014; Pavelić i Kovačić, 2018).

Tektonski razvoj PBS-a može se podijeliti u nekoliko faza. Prvu fazu obilježavaju inicijalna zalučna ekstenzija i stanjenje kontinentalne kore kao dio sin-rift faze, a koja je započela tijekom otnanga i trajala sve do kraja badena (Lučić i dr., 2001). Nakon ekstenzije slijedi kratka epizoda kompresije tijekom sarmata, koja je tijekom panona prešla u post-riftnu fazu slijeganja litosfere uslijed prekida zalučne ekstenzije i termalnog hlađenja kore. U završnoj fazi razvoja PBS-a, tijekom pliocena i kvartara, slijedi kompresijska faza koju su obilježile tektonska inverzija i strukturna reaktivacija rasjeda što je dovelo do izdizanja otočnih gora i završnog formiranja današnjeg reljefa podloge (npr. Pavelić, 2001; Saftić i dr., 2003; Matoš i dr., 2016 s referencama).

U Tablici 1 prikazane su glavne faze razvoja jugozapadnog ruba PBS-a uz osnovna tektonska i litostratigrafska obilježja.

Tablica 1. Glavne tektonske faze u formiranju hrvatskog dijela PBS-a (Malvić i Velić, 2011).

Vrijeme (mil. god.)	Geološko razdoblje	Tektonika	Uvjeti taloženja
0	kvartar	2. transpresijska faza	završno strukturno formiranje kontinentalni okoliš
1			
2			
3	pliocen		
4			
5			
6	panon		
7			
8			
9		2. transtenzijska faza	udaljeni klastični izvor turbiditi
10			
11			
12	sarmat	1. transpresijska faza	oplićavanje i redukcija saliniteta
13	baden	1. transtenzijska faza	lokalno trošenje aluvijalne lepeze
14			
15			
16	karpat	sporadične ekstenzije u hrvatskom dijelu PBS-a	
17			
18			
19	otnang		

4.1. Sin-rift faza

Kada se govori o početku razvoja JZ ruba PBS-a, tj. područja kontinentalne Hrvatske, postoje određena neslaganja u literaturi oko njegova početka zbog nedostatka fosila. Prema Mandić i dr. (2012) koji su datirali piroklastite unutar aluvijalnih naslaga, ekstenzija je započela tijekom otnanga, dakle prije otprilike 18 milijuna godina. U jugozapadnom dijelu PBS-a orijentacija naprezanja bila je sjever - jug (Lučić i dr., 2001). Ekstenzija bazena odvija se prema jugu (Pavelić i Kovačić, 2018). Takva orijentacija naprezanja dovela je do lijevih pomaka duž lijevih i desnih rasjeda, a pomaci blokova u smjeru sjeveroistoka dovode do otvaranja ekstenzijskih bazena (Lučić i dr., 2001). Najvažniji su ekstenzijski bazeni Dravski i Savski, koji su stvoreni kao polugrabe duž normalnih listričkih rasjeda (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018).

U vrijeme sin-rift faze procesima riftovanja stvaraju se tektonske grabe i polugrabe duž normalnih listričkih rasjeda pružanja ZSZ - IJI, koje su ispunjavane mješovitim sedimentima inicijalno nastalima u riječnim i jezerskim okolišima. Na taj način u hrvatskom dijelu PBS-a stvorene su Savska, Dravska, Murska, Karlovačka, Požeška i Slavonsko-srijemska depresija te Bjelovarska subdepresija (Velić i dr., 2002).

Završetkom sin-riftne tektonske faze u hrvatskom dijelu Panonskog bazena smatra se vrijeme srednjeg badena (Pavelić i Kovačić, 2018).

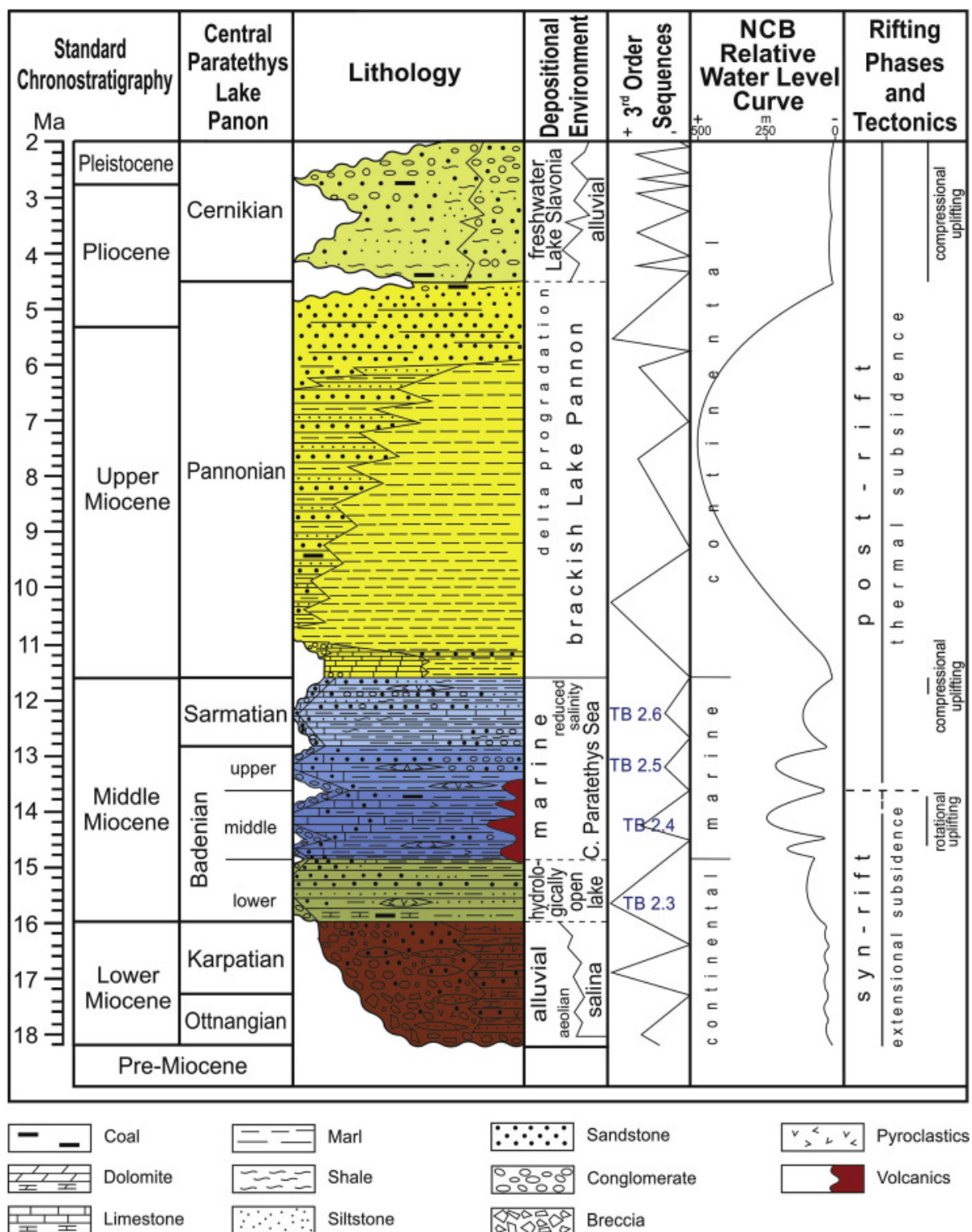
Taloženje neogensko-kvartarnog kompleksa započinje prvim naslagama otnanga i karpata, koje se mogu pronaći u najdubljim dijelovima Dravske depresije. Prevladavaju krupnozrnati klastični sedimenti riječnih i jezerskih sustava uz lokalni donos materijala koji povremeno uključuje i vulkanoklastične naslage (Slika 12), (Lučić i dr., 2001; Saftić i dr., 2003; Pavelić i Kovačić, 2018). Na području Kalnika taloženje krupnozrnastih klastita i silita naplavnih područja započinje u okolišu prepletenih rijeka u uvjetima semiaridne klime (Pavelić, 1998; Pavelić i dr., 2001). Na aluvijalnu fazu nastavlja se jezerska, koju uglavnom obilježava taloženje lapora uz povremeni donos krupnijeg materijala gravitacijskim tokovima, prvenstveno turbiditnim strujama (Pavelić i dr., 2001).

Mjerenje imbrikacije u šljunku taloženom tijekom aluvijalne faze na Kalniku ukazuje na dominantni smjer transporta prema sjeverozapadu. Međutim, ako se uzmu u obzir paleomagnetski rezultati koji ukazuju na lagano zakretanje prostora suprotno od kazaljke na satu uzrokovano

tektonskim događajima tijekom pliocena, tada je pravi smjer transporta prema sjeveru (Pavelić i dr., 2001). Može se dakle zaključiti da se generalni donos materijala na širem području odvijao isprepletenim rijekama koje su tekle od juga prema sjeveru.

Osim litofacijesa koji ukazuju na taložne promjene u okolišima, tijekom otnanga zabilježene su i pojave vulkanizma, odnosno piroklastita, dok izostanak efuzivnih stijena ukazuje na niski intenzitet vulkanske aktivnosti (Pamić i dr., 1992/1993; Pamić i dr., 1995; Mandić i dr., 2012; Brlek i dr, 2020). Tijekom karpata dolazi do prostorne diferencijacije, što je dovelo do djelomičnog izdizanja slavonskih gora (Pavelić, 2001).

Kopneni uvjeti sedimentacije mijenjaju se u marinske u srednjem badenu, kada istraživani prostor postaje dio Središnjeg Paratethysa (Ćorić i dr, 2009; Mandić i dr., 2012; Marković, 2017; Pavelić i Kovačić, 2018).



Slika 12. Sedimentološki i stratigrafski prikaz razvoja Sjevernohrvatskog bazena (Pavelić i Kovačić, 2018).

4.2. Post-rift faza

Po završetku ekstenzije u PBS-u u hrvatskom dijelu tijekom srednjeg badena započinje post-riftna faza (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018).

U post-rift fazi prestaje riftovanje te dolazi do termalnog hlađenja kore, a time i slijeganja terena duž rasjednih zona. Tijekom panona i ponta formirani su bazeni Drave i Save te izdignute slavonske gore (Prelogović i dr., 1998; Pavelić, 2001). Međutim, potrebno je napomenuti da se prema najnovijim spoznajama pont više ne izdvaja kao mlađi dio gornjeg miocena te će se nadalje u radu čitav gornji miocen definirati kao panon. Posljedično, tektonska aktivnost jenjava, na što ukazuje pretežito taloženje karbonata i lapora u taložnim okolišima Središnjeg Paratethysa, kao i smanjenje vulkanske aktivnosti (Pavelić, 2001). U isto vrijeme, granica između sin-rift i post-rift faze vidljiva je kroz sedimentacijski zapis, kao tektonsko-erozijska granica koja je nastala zbog erozije izdignutih dijelova (npr. Pavelić, 2001; Saftić i dr., 2003; Pavelić i Kovačić, 2018). U post-riftnoj fazi izmjenjuju se transtenzija i transpresija, a posljedično kao rezultat kompresije i transpresije, tijekom sarmata (prije približno 12 milijuna godina) zabilježeni su regresija, pad saliniteta i reversna tektonska aktivnost. Kompresija je uglavnom bila usmjerena po pravcu ISI-ZJZ ili I-Z (Fodor i dr., 1999).

Post-riftna faza završava krajem miocena, a u slijedu naslaga vidljiv je generalni trend pokrupnjavanja naviše, što ukazuje na stagnaciju vodenog okoliša i postupno zatrpavanje (npr., Pavelić, 2001; Saftić i dr., 2003; Pavelić i Kovačić, 2018).

Badenskom transgresijom (prije 14,91 milijuna godina; Ćorić i dr., 2009) more je preplavilo cijeli prostor uz izdignute strukture Kalnika i Ivanščice koje su predstavljale otočne gore. Marinsko taloženje karbonata i lapora trajalo je sve do panona, kada zbog paleogeografskih promjena dolazi do zatvaranja Središnjeg Paratethysa te nastanka brakičnog Panonskog jezera, čije je stvaranje započelo prije 11,6 milijuna godina (npr. Harzhauser i Piller, 2007; Magyar i dr., 2013).

Badenska transgresija zahvatila je cijelo područje i uzrokovala promjenu taložnog okoliša iz jezerskog u marinski (Slika 12). U početku transgresije, nakon bazalnih konglomerata i krupnozrnatih pješčenjaka, prevladava taloženje vapnenaca, lapora i pješčenjaka s proslojcima tufova (Lučić i dr., 2001; Saftić i dr., 2003; Malvić, 2016).

Tijekom sarmata dolazi do izolacije Paratethysa pa od sedimenata prevladavaju laporoviti vapnenci i pješčenjaci (Lučić i dr., 2001).

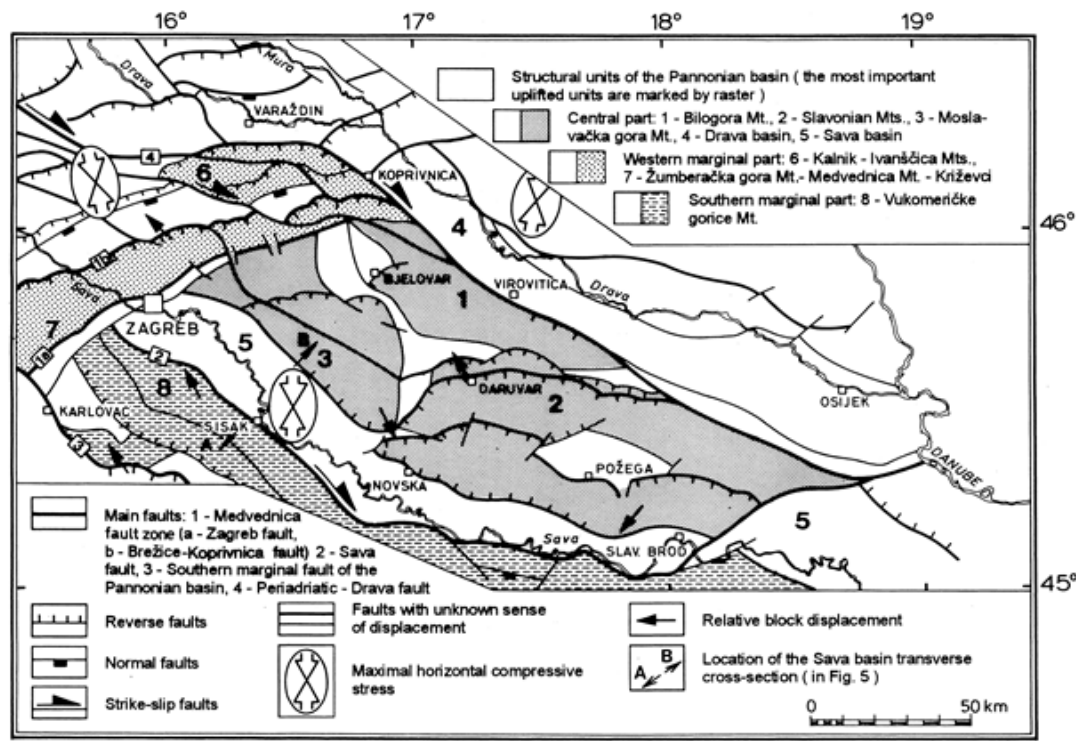
Tijekom gornjeg miocena naslage post-rifne faze taložene su u brakičnom jezerskom okolišu, odnosno u Panonskom jezeru koje je naslijedilo nekadašnje Paratethys more (Pavelić i dr., 2003; Malvić, 2016). Relativno debeli sloj naslaga taložen je u razdoblju gornjeg miocena. Sekvenca započinje taloženjem konglomerata koji prelaze u pješčenjake, lapore i glinovite lapore. Povremenim gravitacijskim tokovima taloženi su pjeskoviti turbiditi u najdubljim dijelovima depresija (Slika 12).

4.3. Kompresijska faza

U neotektonskoj fazi tijekom pliocena i kvartara mijenja se polje naprezanja u dominantno kompresijski i transpresijski režim. Najvažniji su rasjedi Periadriatski lineament i njegov ogranak prema istoku, Dravski rasjed, Savski rasjed te južni rubni rasjed PBS-a koji prolazi JZ rubom Karlovačke subdepresije (Slika 13). Tijekom pliocena i kvartara navedeni rasjedi omogućuju horizontalne i vertikalne pomake, pri čemu su vrijednosti horizontalnih pomaka u rasponu od 7 - 20 km (Prelogović i dr., 1998). Kako je orijentacija P-osi u središnjem dijelu Hrvatske tijekom pliocena i kvartara generalno S - J, a pružanje glavnih rasjednih struktura približno SZ - JI, deformacije su najčešće transpresijskog karaktera, pa time i strukture doživljavaju značajno izdizanje i rotaciju, npr. Bilogora, Kalnik i druge otočne gore (Šimunić i Šimunić, 1987; Prelogović i dr., 1998; Tomljenović i Csontos, 2001; Tomljenović i dr., 2008; Matoš i dr., 2016; Wacha i dr., 2018).

Shodno navedenom, prema Prelogović i Velić (1988), vertikalni pomaci tijekom kvartara duž Kalničkog rasjeda iznose 150 do 200 m, a duž južnog rubnog rasjeda Dravske depresije 100 do 350 m. U isto vrijeme novija istraživanja ukazuju na neravnomjerno izdizanje Bilogore s nešto većim intenzitetom na sjeverozapadu (Wacha i dr., 2018). Prema Vrbanc i dr. (2010) izdizanje Bilogore započinje tek u pliocenu, a jedan je od dokaza prolaz između Dravske depresije i Bjelovarske subdepresije koji je bio otvoren do prije 2 - 3 milijuna godina. Prema Babiću i dr. (1978) te Hećimoviću (1987) najjače izdizanje odvijalo se sredinom pleistocena (0,78 - 0,12 milijuna godina). Matoš (2014) i Wacha i dr. (2018) u svojim strukturno-geomorfološkim

istraživanjima te datiranjem kvartarnih sedimenata optički stimuliranom luminiscencijom izračunavaju stopu izdizanja Bilogore u rasponu od 0,43 mm do 0,56 mm godišnje unatrag približno 450 000 godina. Takve rezultate autori dovode u vezu s mnogobrojnim rasjedima u zoni Dravskog i Kalničkog rasjeda.



Slika 13. Pružanje glavnih rasjeda u hrvatskom dijelu Panonskog bazenskog sustava (Prelogović i dr., 1998).

Sedimentacija započinje u jezerskom i močvarnom okolišu u ostacima Panonskog jezera, koje se tijekom gornjeg miocena postupno povlačilo prema istoku (Slika 12). S vremenom počinju prevladavati fluvijalni okoliši, dolina Drave formirana je tijekom pleistocena, a dolina Save tijekom holocena (Pavelić i dr., 2003; Malvić i Cvetković, 2013; Malvić, 2016).

U početku su taloženi sitnozrnati pješčenjaci i pijesak (Malvić, 2016). Te su naslage uglavnom prekrivene nekonsolidiranim sedimentom taloženim u udubljenjima između nekih viših uzvišenja. Prevladavaju šljunci i pijesci s proslojcima gline i lignita. Tijekom pleistocena taložene su veće količine eolskog sedimenta (sitnozrnati pijesak i les) (Slika 12).

5. PROVENIJENCIJA SEDIMENATA

Pod pojmom „provenijencija“ podrazumijeva se vrsta izvorišnih stijena čijim su trošenjem nastali sediment, klima i reljef izvorišnog područja, udaljenost i smještaj izvorišta u odnosu na mjesto taloženja te veličina izvorišta (Weltje i von Eynatten, 2004).

U suvremenim provenijencijskim analizama upotrebljavaju se tri osnovna pristupa čija integracija pruža detaljan uvid u povijest klastičnog sedimenta i obilježja izvorišnog područja (Weltje i von Eynatten, 2004). Prvi pristup podrazumijeva analizu kompletnog sastava sedimenta koji se primjenjuje kod analiza petrografskog sastava i geokemiji cjelokupnog uzorka (Dickinson i Suczek, 1979; Dickinson i Valloni, 1980; McLennan i dr., 1993; Garcia i dr., 2004). Kod drugog pristupa analizira se određena grupa minerala, a to su najčešće teški minerali (Morton, 1985; Mange i Maurer, 2012). Treći pristup bavi se analizom pojedine vrste minerala prisutnih u uzorku. Primjerice, može se analizirati morfologija određenog minerala u sedimentu, poput cirkona, s ciljem određivanja izvorišnih stijena (Dunkl i dr., 2001; Gärtner i dr., 2013; Salata, 2014; Zoleikhaei i dr., 2016; Resentini i dr., 2018; Yue i dr., 2019). U ovu skupinu ubrajaju se i različite geokemijske analize pojedinih minerala koje su postale važan dio provenijencijskih istraživanja u drugoj polovici 20. stoljeća. Za geokemijske analize posebno su pogodni minerali koji pokazuju varijacije u kemijskom sastavu, poput granata, spinela, turmalina, piroksena i amfibola (Morton, 1991; Zack i dr., 2002; Mange i Morton, 2007; Tolosana-Delgado i dr., 2018). Napretkom tehnologije važnu primjenu dobivaju i različite geokronološke metode (Sircombe, 2000; Rahl i dr., 2003; Thomas, 2011). One na temelju koncentracije pojedinih radioaktivnih elemenata u mineralu određuju radiometrijsku starost koja se ovisno o primijenjenoj metodi odnosi na vrijeme postanka minerala, metamorfozu ili trošenje.

Budući da se klastični detritus na svom putu od izvorišta do taložnog bazena mijenja, uspješna provenijencijska studija obuhvaća i analizu promjena koje su se događale tijekom trošenja na izvorištu, transporta, taloženja te dijageneze ili trošenja u taložnom bazenu te po mogućnosti i njihovu kvantifikaciju (Morton i Hallsworth, 1999). Iz toga se može zaključiti da je osnovni cilj provenijencijske studije rekonstrukcija i interpretacija kompletne povijesti sedimenta od trenutka trošenja izvorišne stijene, preko transporta klastičnog detritusa do taložnog bazena, načina taloženja i na kraju eventualnog zatrpavanja na veću dubinu i dijageneze te kasnije ponovnog izdizanja i trošenja sedimenta.

5.1. Interpretacija izvorišnog područja i stijena

Prilikom interpretacije izvorišnog područja i stijenskog materijala važno je utvrditi njegov geotektonski smještaj, klimatske uvjete i veličinu izvorišta. Pojedini autori bavili su se rekonstrukcijom geotektonskog smještaja na temelju geokemijskih podataka. Tako Bhatia (1983) konstruira različite diskriminantne dijagrame koji na temelju sadržaja makroelemenata određuju geotektonski smještaj izvorišnog područja. Bhatia i Crook (1986) predlažu slične diskriminantne dijagrame koji funkcioniraju na temelju sadržaja mikroelemenata koji su zbog svoje imobilnosti pouzdani pokazatelj geotektonskog smještaja.

Na temelju različitih analiza mineraloškog i kemijskog sastava sedimenta izvode se zaključci o izvorišnim stijenama čijim je trošenjem stvoren detritus. Još tijekom 19. stoljeća vrlo važnima za određivanje izvorišnih stijena pokazali su se teški minerali. To su akcesorni sastojci siliciklastičnog sedimenta čiji kvantitativni udio u pijescima i pješčenjacima rijetko prelazi 1%. Ističu se velikom gustoćom iznad $2,89 \text{ g/cm}^3$ (Mange i Maurer, 2012).

Određeni teški minerali specifični su za pojedine vrste stijena te su time korisni pri određivanju izvorišnih stijena. Prilikom interpretacije treba imati na umu da zajednica teških minerala u sedimentu nikako nije preslika njihove zajednice u izvorišnim stijenama (Morton i Hallsworth, 1999).

5.2. Faktori koji modificiraju sediment

Sediment je na svom putu od izvorišta do taložnog bazena izložen djelovanju različitih procesa koji u konačnici dovode do modificiranja njegova mineraloškog i kemijskog sastava. Na zajednicu teških minerala u sedimentu značajno utječu procesi koji djeluju tijekom trošenja, transporta, taloženja i dijageneze. Njihovo međudjelovanje nije zanemarivo i treba ga uzeti u obzir prilikom provenijencijske studije jer ti procesi samostalno ili najčešće u kombinaciji mogu modificirati sediment u tolikoj mjeri da izvorišni „signal“ više nije prepoznatljiv (Morton i Hallsworth, 1994; Morton i Hallsworth, 1999).

Proces trošenja započinje već u izvorišnom području, a njegov intenzitet ovisi o tipu izvorišne stijene, reljefu i klimi (Morton i Hallsworth, 1999). Mineralni sastav stijene u značajnoj mjeri određuje stupanj trošenja. Najbrže se troše minerali nastali duboko u Zemlji pri visokim temperaturama jer su najnestabilniji u površinskim uvjetima. Redoslijed trošenja petrogenih minerala obrnut je od Bowenova niza kristalizacije. Tako se u istim klimatskim i

reljefnim uvjetima lakše i brže troše bazične i ultrabazične stijene od kiselih eruptiva (Goldich, 1938).

Klima i reljef imaju značajan utjecaj na prevladavajuću vrstu trošenja. Dugo se smatralo kako klima ponajviše kontrolira procese trošenja jer tople i vlažne klime pospješuju kemijsko trošenje. Tako radovi Oliva i dr. (2003) te Gislason i dr. (2009) naglašavaju klimu kao glavni faktor koji utječe na trošenje. Novija istraživanja pokazuju da temperatura i padaline nisu jedini parametri koji kontroliraju kemijsko trošenje. Nekoliko istraživača prepoznalo je korelaciju između brzina kemijskog trošenja i ukupne brzine trošenja koje obuhvaća i mehaničko trošenje (Riebe i dr., 2004; West i dr., 2005; Dixon i dr., 2009), odnosno procese izdizanja i spuštanja reljefa.

Prilikom provenijencijskih analiza posebno je važno poznavati otpornost najčešćih teških minerala na trošenje (Tablica 2). Redoslijed se u određenoj mjeri razlikuje od autora do autora jer ne postoji „točan“ redoslijed budući da na stabilnost mogu utjecati i uvjeti u mikrokolišu. Nickel (1973) je naime zaključio da minerali mogu pokazivati različitu stabilnost ovisno o pH uvjetima u okolišu.

Tablica 2. Otpornost najčešćih minerala u analiziranim sedimentima ovoga rada na mehaničko trošenje (najotporniji minerali smješteni su na vrhu tablice, a najmanje otporni na dnu) (prema Morton i Hallsworth, 1999).

Freise (1931)	Thiel (1945)	Dietz (1973)
Turmalin Krom spineli Rutil Staurolit Granat Epidot Apatit Cirkon Kijanit Andaluzit	Turmalin Staurolit Granat Epidot Cirkon Rutil Apatit Kijanit	Cirkon Kijanit Granat Rutil Staurolit Turmalin Andaluzit

Brojna istraživanja na temu trošenja pokazuju da trošenje u izvorišnom području nema značajniji utjecaj na sastav zajednice teških minerala. Walker (1974) dokazao je da recentni

klastični detritus koji dolazi iz tropskih krajeva, u kojima je najizraženije kemijsko trošenje, sadrži značajan udio amfibola i piroksena.

Nakon trošenja u izvorišnom području slijedi erozija, pod kojom se podrazumijevaju procesi odstranjivanja produkata trošenja s mjesta nastanka. Trošeni materijal ulazi u transportni sustav te se prenosi vodom, vjetrom, ledom ili gravitacijskim kretanjima do taložnog bazena. Tijekom transporta može doći do miješanja detritusa iz različitih izvora, što mijenja početna obilježja sedimenta (Weltje i von Eynatten, 2004).

Najčešće nema dokaza da mehanička abrazija tijekom transporta značajnije utječe na sastav sedimenta (Morton i Smale, 1991). Morton i Hallsworth (1999) navode primjere kako sediment prenošen izrazito dugim rijekama, poput Mississippija i Nila, nizvodno ne pokazuje mineralnu raznolikost. Utjecaj abrazije gotovo je zanemariv u provenijencijskim studijama.

Puno veći utjecaj na konačni sastav ima taloženje na poplavnim ravnicama koje se događa tijekom prijenosa sedimenta rijekom. Ovisno o klimi i vremenu skladištenja može se značajno smanjiti udio nestabilnih minerala, što je izraženo u vlažnim tropskim područjima. Johnsson i dr. (1991) dokazali su važnost ovog procesa na ukupnom mineralnom sastavu pijeska, a Morton i Johnsson (1993) na zajednici teških minerala, pri čemu su zaključili da se ATi (apatit-turmalin) indeks značajno smanjuje tijekom aluvijalnog taloženja zbog izrazite neotpornosti apatita na trošenje u kiselim uvjetima.

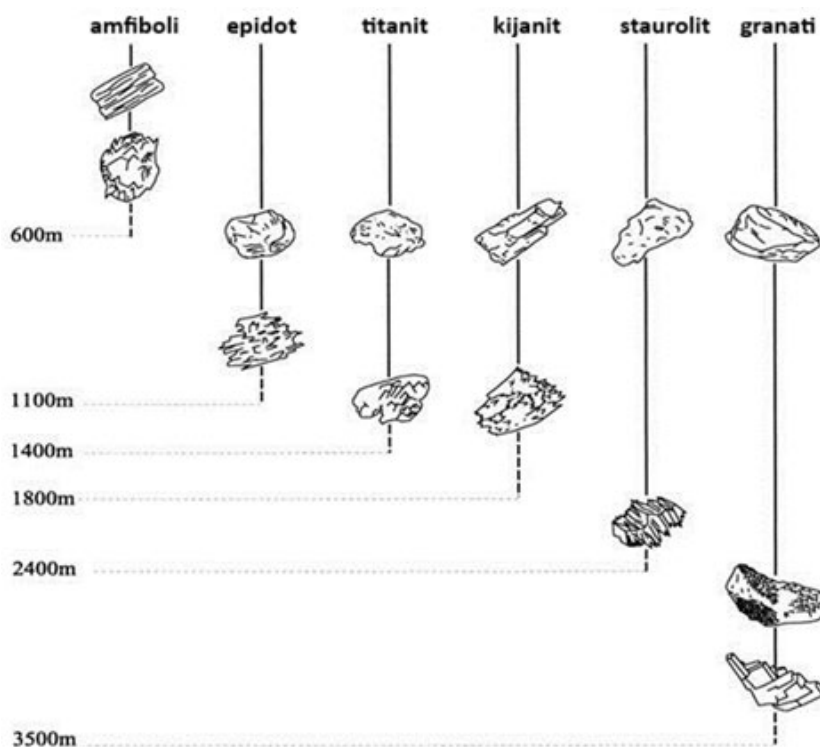
Hidraulički procesi prilikom taloženja također imaju utjecaj na konačni sastav sedimenta (Garzanti i dr., 2008). Tijekom taloženja hidrodinamski uvjeti utječu na relativni udio minerala s različitim hidrauličkim obilježjima (Morton i Hallsworth, 1994). Zajedno se talože zrna s istom brzinom taloženja, koja je funkcija veličine zrna, njegova oblika i gustoće, što je prvi zaključio Rubey (1933). Tako se teški minerali prilikom transporta i taloženja ponašaju drugačije od vrlo čestih minerala poput kvarca i feldspata, koji spadaju u skupinu lakih minerala. Kako su teški minerali veće gustoće, onda je logično da se zajedno talože manja zrna teških minerala i veća zrna lakih minerala (Garzanti i dr., 2008). Hidraulički ekvivalentna veličina pojam je koji uvodi Rubey (1933), a odnosi se na razliku veličine nekog teškog minerala i veličine kvarcne sfere s istom brzinom taloženja. Iako postojeća zakonitost ukazuje na hidrodinamske uvjete taloženja, istraživanja dokazuju da se zrna ne ponašaju baš uvijek u skladu sa svojim hidrauličkim obilježjima.

Na brzinu taloženja utjecaj ima i oblik zrna, što se posebno odnosi na listićave minerale poput tinjaca (Komar i dr., 1984). Iako pripadaju skupini teških minerala s gustoćom između

2,8 i 3,0 g/cm³, tinjčasti minerali veličine pijeska hidraulički su ekvivalentni lakim mineralima veličine silta (Garzanti i dr., 2008). Zbog izrazite anomalije u hidrauličkom ponašanju ne preporučuje se njihovo ubrajanje u prozirne teške minerale pri provenijencijskim studijama, nego se svrstavaju u skupinu lakih minerala.

U nekim slučajevima ukupna količina teških minerala ovisi o duljini transporta (Lowright i dr., 1972). Zbog svoje gustoće, kada se jednom natalože, tijekom transporta teško se ponovno pokreću te imaju tendenciju nakupljanja u bližim područjima, za razliku od lakih minerala (Komar i Wang, 1984; Slingerland, 1984).

Dijageneza od svih navedenih faktora ima najjači utjecaj na konačni sastav sedimenta, jer post-taložni procesi mogu uzrokovati djelomični ili potpuni gubitak pojedinih vrsta teških minerala (Morton i Hallsworth, 1994; Garzanti i dr., 2019). Više studija dosad je pokazalo da porastom dubine zalijeganja zbog procesa otapanja nestaju pojedini nestabilni minerali (Slika 14), (Morton, 1984; Milliken i Mack, 1990; Morton i Hallsworth, 2007; Garzanti i dr., 2019).



Slika 14. Stabilnost pojedinih teških minerala prilikom dijageneze (Morton i Hallsworth, 1999).

Stoga je važno poznavati otpornost minerala u uvjetima povišene temperature u dubini. Među najstabilnijima su apatit, monacit, rutil i ostale TiO_2 modifikacije, turmalin i cirkon (Morton i Hallsworth, 1999). Prilikom rada s litificiranim sedimentima treba uzeti u obzir ulogu dijagenetskih procesa tijekom zatrpavanja.

Nakon dijagenetskih procesa i zalijeganja sediment može tektonskim procesima ponovno biti izdignut i izložen na površini. Tada nastupa razdoblje trošenja. Prilikom izloženosti sedimenta cirkuliranju kiselih fluida na površini najnestabilniji je mineral apatit koji nasuprot tome pokazuje značajnu stabilnost pri zatrpavanju na većim dubinama (Morton i Hallsworth, 1999).

6. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

6.1. Terenska istraživanja i uzorkovanje

Prije provedbe terenskih istraživanja i uzorkovanja analizirane su raspoložive Osnovne geološke karte listova Virovitica, Varaždin i Koprivnica u mjerilu 1:100 000 (Galović i Marković, 1979; Šimunić i dr., 1983; Šimunić i dr., 1990) s pripadajućim tumačima (Galović i dr., 1981; Šimunić i dr., 1981; Šimunić i dr., 2014). Uz analizu geoloških karata i tumača prije provedbe terenskih istraživanja proveden je i pregled dostupne znanstvene i stručne literature, koja je usko vezana uz tematiku rada i istraživani prostor.

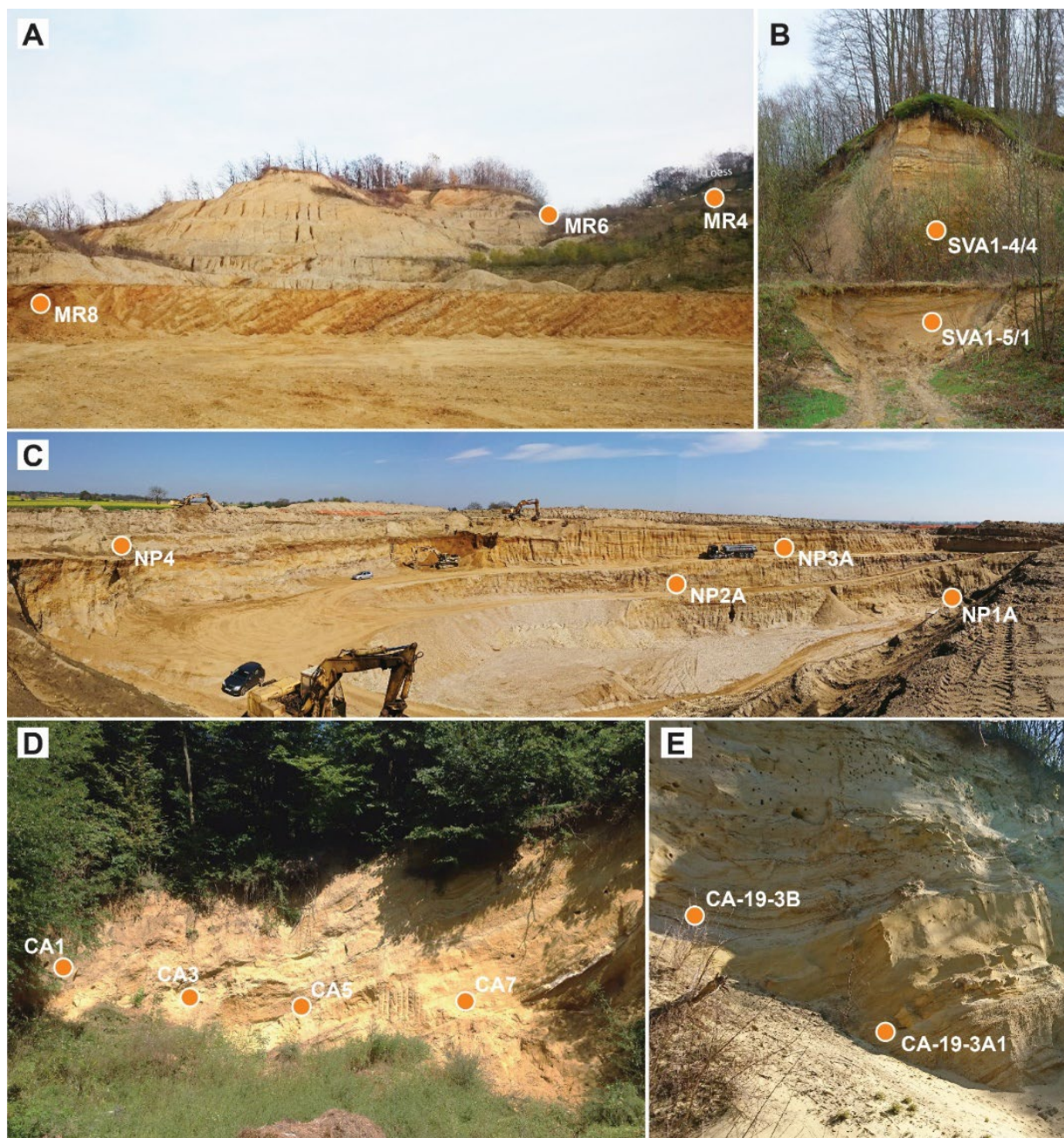
U sklopu terenskih istraživanja provedeno je nekoliko prospekcija s ciljem utvrđivanja potencijalnih lokaliteta uzorkovanja. Uz detaljniju procjenu sedimentoloških karakteristika izdanaka i recentnih taložnih okoliša, u okviru terenskih istraživanja prikupljena je i odgovarajuća fotodokumentacija te su provedena preliminarna uzorkovanja. Lokacije i mjesta uzorkovanja prikazani su na Slici 1, dok Prilog I sadrži njihove geografske koordinate.



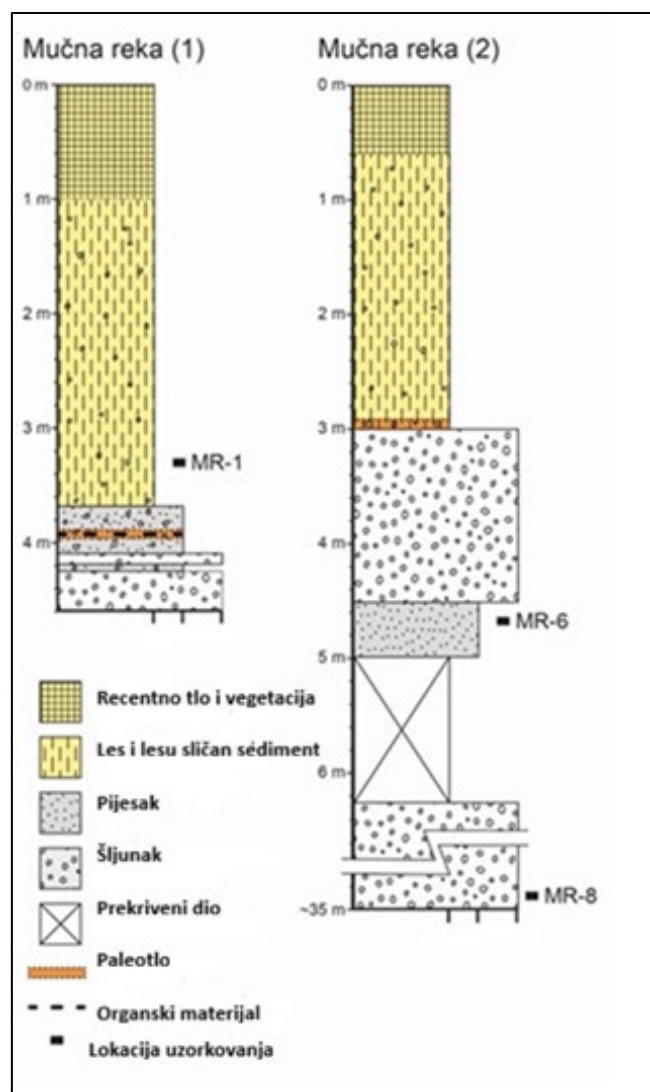
Slika 15. Primjer izdanka donjomiocenskih pješčenjaka (K30b) na području Kalnika. Za geografske koordinate vidi Prilog I.

Terenskim istraživanjima prikupljeno je ukupno 14 uzoraka donjomiocenskih pješčenjaka (Slika 15) na širem prostoru Ivanščice i Kalnika, dok je duž Bilogore prikupljeno ukupno 25 uzoraka različitih vrsta pleistocenskih sedimenata na osam lokaliteta (Slika 16). U sjeverozapadnom dijelu Bilogore prikupljeno je deset uzoraka, pri čemu su četiri uzorka uzeta u Mučnoj Reci, četiri u Novigradu Podravskom te dva u Selincu. U središnjem dijelu Bilogore, između Đurđevca i Pitomače, uzeta su tri uzorka u Svetoj Ani i dva u Črešnjevici. Preostalih deset uzoraka prikupljeno je u jugoistočnom dijelu Bilogore, šest u Cabuni te po dva u Špišić Bukovici i Rezovcu. Od ukupnog broja uzoraka 21 je činio fluvijalni pijesak za koji se pretpostavlja da je transportiran rijekom Dravom i taložen na njezinoj najstarijoj pleistocenskoj terasi. Najstarija dravska terasa sačinjena je dominantno od srednje do krupnozrnatog pijeska koji je taložen zajedno sa šljunkom, valutica veličine 4 do 6 cm (Wacha i dr., 2018).

Preostala četiri uzorka pripadaju lesu taloženom za vrijeme posljednjeg glacijala koji na pojedinim dijelovima najstarije dravske riječne terase prekriva aluvijalne pijeske i šljunke. Uzorkovan je na četiri lokaliteta, odnosno na području Mučne Reke (MR1), Selinca (SL2B), Svete Ane (SVA1-3/1) i Cabune (CA1) (Prilog I). U kopovima šljunka Mučna Reka i Cabuna debljine pokrovnih naslaga lesa dosežu 7 m (Wacha i dr., 2018). Les je svijetlosmeđe do žuto-smeđe boje te u najdonjim dijelovima na granici s fluvijalnim sedimentom sadrži i nešto šljunka. Taložni slijed najstarije dravske terase te pokrovnog lesa prikazan je na sedimentološkom stupu kopa Mučna Reka (Slika 17, vidi Wacha i dr., 2018), dok je detaljan opis istog slijeda u kopu Cabuna prikazan u radu Mrinjek i dr. (2006).

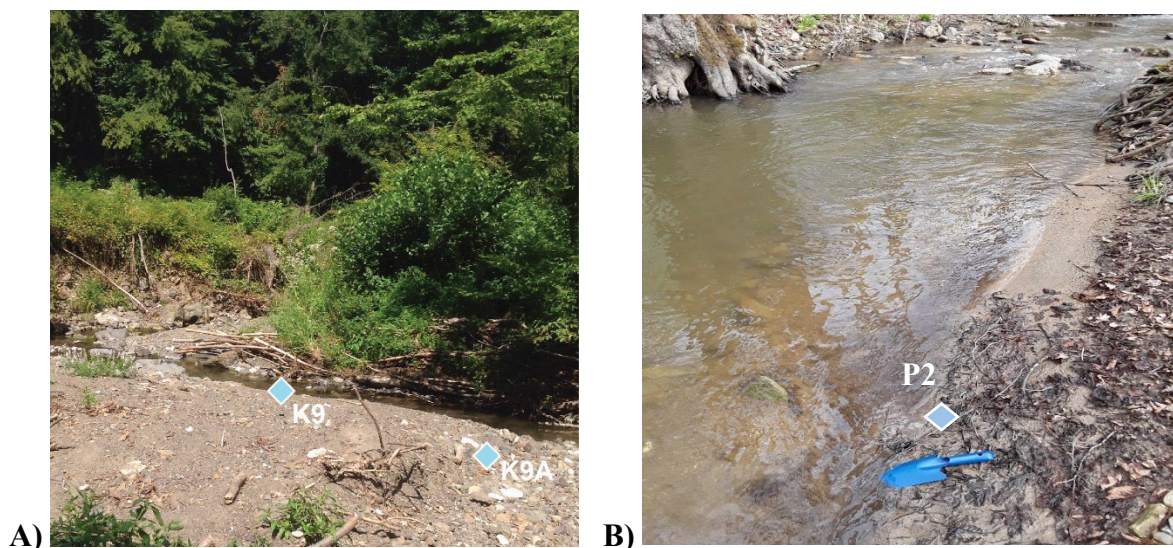


Slika 16. Primjeri izdanaka pleistocenskih sedimenata na lokalitetima (A) Mučna Reka, (B) Sveta Ana, (C) Novigrad Podravski, (D i E) Cabuna. Na većini lokaliteta uzorkovan je pijesak taložen na najstarijoj riječnoj terasi Drave na prostoru Bilogore, dok lokalitet CA1 predstavlja les. Za geografske koordinate vidi Prilog I.



Slika 17. Sedimentološki stup kopa Mučna Reka s naznačenim lokacijama uzorkovanja (izmijenjeno prema Wacha i dr., 2018).

Uz starije naslage uzorkovani su i recentni nanosi potoka sa šireg područja Kalnika (Slika 18A), Medvednice, Ivanščice, Moslavačke gore i Papuka (Slika 18B) te nanos rijeke Drave. Prikupljeno je 25 uzoraka pijeska, od čega 11 na području Kalnika te po tri uzorka na području Medvednice, Ivanščice, Moslavačke gore i Papuka. Recentni nanosi rijeke Drave uzorkovani su na dva lokaliteta (Prilog I).

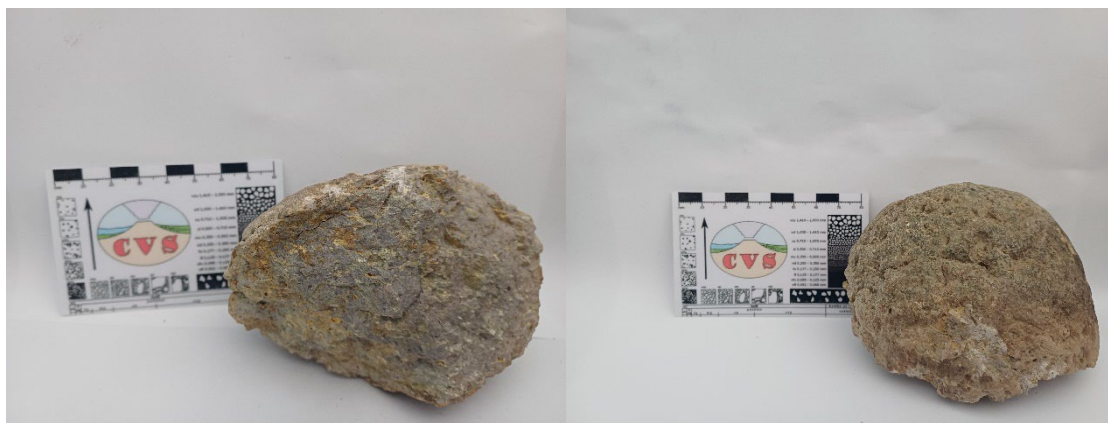


Slika 18. (A) Uzorkovanje recentnog pijeska (K9) te valutica metamorfita, pješčenjaka i hijaloklastita (K9A) na kalničkom potoku. (B) Uzorkovanje recentnog pijeska (P2) iz nanosa potoka Brzaja na zapadnim obroncima Papuka. Za geografske koordinate vidi Prilog I.

Na istim lokalitetima, gdje je to bilo moguće, prikupljeno je i 12 vulkanskih valutica promjera ≥ 5 cm, od čega osam u recentnim potocima Kalnika (Prilog I) i četiri u nanosima najstarije, prve dravske terase na Bilogori (lokaliteti Mučna Reka i Novigrad Podravski). Također su na Kalniku uzorkovane vulkanske stijene ofiolitnog melanža jurske starosti (Prilog I), kao i valutice s dva izdanka konglomerata starosti srednji miocen (Slike 19 i 20).



Slika 19. Primjeri mafitskih valutica. S lijeve je strane prikazan uzorak K12A uzorkovan u potoku na Kalniku, a s desne uzorak K13B koji predstavlja dio vulkanske stijene iz ofiolitnog melanža na Kalniku jurske starosti. Za geografske koordinate vidi Prilog I.



Slika 20. Primjeri felzitskih valutica. S lijeve je strane prikazan uzorak K16A, koji predstavlja dio konglomerata srednjomiocenske starosti s područja Kalnika, a s desne uzorak K17A uzorkovan u potoku na Kalniku. Za geografske koordinate vidi Prilog I.

U kopu Novigrad Podravski pronađene su valutice bijelog i mekanog tufa (Slika 21, Prilog I), na kojima je provedeno U/Pb datiranje na cirkonima.



Sl. 21. Primjer bijele i mekane valutice tufa uzorkovane u kopu Novigrad Podravski na području Bilogore. Valutica tufa zaokružena je na fotografiji. Za geografske koordinate vidi Prilog I.

6.2. Laboratorijska istraživanja

Nakon prikupljanja uzoraka na terenu slijedile su njihova priprema u laboratoriju i analiza. Analiza teških minerala i petrografska analiza rađene su na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, dok su geokemijske i geokronološke analize provedene na Odjelu za sedimentologiju i okolišnu geologiju u sklopu Sveučilišta „Georg-August“ u Göttingenu.

6.2.1. Analiza teških minerala

S ciljem analize sastava teških minerala u analiziranim uzorcima pristupilo se separaciji pomoću teških tekućina. Uzorci prikupljeni na terenu pripremani su u laboratoriju Mineraloško-petrografskog zavoda Geološkog odsjeka PMF-a. Ovom metodom analizirani su donjomiocenski pješčenjaci, recentni pijesci potoka i rijeke Drave te pijesci prve dravske terase, kao i les uzorkovan na području Bilogore.

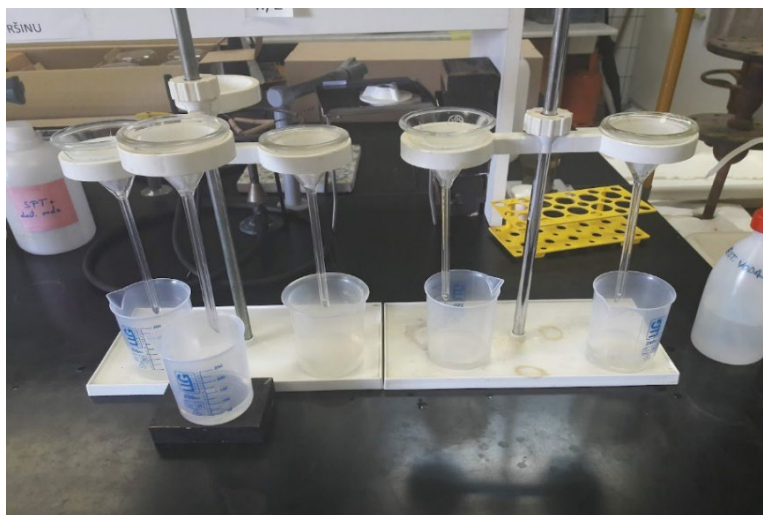
Pješčenjaci su prvo zdrobljeni pomoću čekića, a zatim su ostavljeni tri tjedna u 5%-tnoj octenoj kiselini zbog otapanja karbonata. Nakon ispiranja kiseline dezintegrirani su pješčenjaci osušeni te je prosijano 500 g materijala metodom suhog sijanja kroz standardni set sita od 2 mm, 1 mm, 500 μm , 250 μm , 125 μm i 63 μm . U daljnju obradu uzeta je samo frakcija 63 - 125 μm .

Navedena frakcija stavljena je ponovno u 5%-tnu octenu kiselinu radi potpunog otapanja karbonata. Zatim je izvršeno odglinjavanje čestica pijeska u ultrazvučnoj kadi. Odglinjeni je uzorak osušen i izvagan.

Separacija lake i teške mineralne frakcije rađena je pomoću otopine soli natrijeva polivolframata (SPT) kemijske formule $3\text{Na}_2\text{WO}_4 \times 9\text{WO}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ gustoće $2,895 \text{ g/cm}^3$ (Slika 22). Oko 3 g pripremljenog uzorka usipano je u kivetu s SPT-om i centrifugirano pet minuta brzinom od 2500 okretaja/min, pri čemu se teška mineralna frakcija izdvojila na dnu kivete, a laka mineralna frakcija separirana je na površini SPT-a. Nakon centrifugiranja uzorci su zamrznuti. Destiliranom vodom otopljen je SPT iz gornjeg dijela kivete u kojem se nalazila laka mineralna frakcija. Laka mineralna frakcija zadržana je na filter papiru, a zatim osušena i izvagana. Isti postupak ponovljen je i s ostatkom SPT-a u kiveti u kojem se nalazila teška mineralna frakcija.

Priprema pijeska vrlo je slična prethodno opisanom postupku. Pijesak je prvo opran u dvije do tri izmjene vode, a zatim je osušen. Nakon toga provedeni su suho sijanje i separacija teških i lakih minerala identičnim postupkom za pješčenjake.

Zrna teške mineralne frakcije pričvršćena su za stakalce pomoću sredstva Meltmount ($n = 1,66$) i tako su pripremljeni mikroskopski preparati koji su analizirani polarizacijskim mikroskopom u prolaznom svjetlu.



Slika 22. Separacija lake i teške mineralne frakcije, laboratorij Mineraloško-petrografskog zavoda Geološkog odsjeka PMF-a (Zagreb).

Teški minerali, kao akcesorni sastojci siliciklastičnih sedimenata, velike su gustoće te je njihov udio u pijescima i pješčenjacima najčešće $< 1\%$. To mogu biti minerali koji su bili glavni u izvorišnim stijenama, poput piroksena, amfibola i tinjaca, ali i sporedni minerali izvorišnih stijena kao što su rutil, turmalin i cirkon.

Određivanje zajednice teških minerala u sedimentu jedna je od najstarijih metoda koja se primjenjuje u provenijencijskim analizama. Glavne su prednosti metode dostupnost i niska cijena, dok se nedostaci temelje na činjenici da analiza djelomično ovisi o iskustvu analitičara i da je vremenski zahtjevna.

Metoda omogućuje povezivanje zajednice teških minerala u sedimentu s njihovom zajednicom u pojedinim vrstama izvorišnih stijena. Međutim, izostanak pojedinih minerala iz sedimenta nije nužno posljedica sastava izvorišne stijene, nego može biti i rezultat selektivnog trošenja pojedinih minerala zbog njihove različite otpornosti na uvjete površinskog trošenja, transporta i dijageneze (npr. Mitchell, 1963; Nickel, 1973; Pettijohn, 1975; Morton, 1984).

6.2.2. Petrografija

Za potrebu petrografskih analiza uzoraka pijesaka i pješčenjaka pijeske je prethodno bilo potrebno pripremiti. Nakon pranja, sušenja te suhog sijanja za izradu preparata korišten je kompletni uzorak frakcija veličine 250 - 500 μm i 500 - 1000 μm . Izrađeno je ukupno 13 izbrusaka donjomiocenskih pješčenjaka i 50 preparata pijeska, od čega je 25 uzoraka činilo pleistocenske sedimente dravske riječne terase te 25 uzoraka recentnih nanosa rijeke Drave i potoka s Kalnika, Ivanščice, Medvednice, Moslavačke gore i Papuka.

Petrografska analiza pijeska i pješčenjaka temeljila se na *Gazzi-Dickinsonovoj* metodi (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970), koja podrazumijeva određivanje minimalno 300 (preporučuje se 500) točaka mineralnog sastava uz odredbu paleotektonskog okoliša za cjelokupni uzorak. Određuju se samo detritična zrna bez matriksa i cementa, s obzirom na to da na sastav cementa i matriksa u najvećoj mjeri utječe dijageneza (Dickinson, 1970). Primarna detritična zrna koja su promatrana najvećim su dijelom kvarc, feldspat i litične čestice, pri čemu se u litične čestice ubrajaju sva zrna koja se sastoje od više minerala. Iako česti u nanosima, iz provedenih su analiza isključeni tinjci jer je njihova prisutnost uvelike kontrolirana hidrauličkim procesima zbog njihove gustoće i specifičnog oblika (Dickinson, 1970).

Rezultati petrografskih analiza *Gazzi-Dickinsonovom* metodom prikazuju se trokomponentnim dijagramima pomoću kojih se određuje provenijencija sedimenta (Dickinson i Suczek, 1979). U tu svrhu upotrebljavaju se četiri dijagrama (dijagrami kontinentalnog bloka, vulkanskog luka, recikliranog orogena te miješane provenijencije).

Prilikom ovog istraživanja mikroskopiranjem sedimenata, detritična su zrna podijeljena u određene kategorije:

- kvarc (Q) je podijeljen na monokristalni (Qm) i polikristalni (Qp)
- feldspati (F) dijele se na alkalijske feldspate (F_k) i plagioklase (F_p) te
- litične čestice (L) sedimentnog (L_s), vulkanskog (L_v) i metamorfnog (L_m) podrijetla.

Sedimentni litoklasti dijele se na klastične, karbonatne i rožnjačke. Vulkanske litične čestice dijele se na felzitske i mafitske vulkanske te plutonske. Metamorfni litoklasti u isto vrijeme obuhvaćaju metapelite (Lmp), metapsamite/metafelsične (Lmf), metakarbonatne (Lmc) i metabazitne (Lmb) litoklaste. U posebne kategorije ubrajani su tinjčasti minerali, teški minerali, limonitizirane čestice i bioklasti.

6.2.3. Geokemija granata

Za geokemiju granata izdvojeno je 15 uzoraka, od čega četiri donjomiocenska pješčenjaka, sedam uzoraka pleistocenske starosti i četiri recentna sedimenta potoka i rijeka. Iz teške frakcije, koja je pripremana na prethodno opisani način, ručno su izdvajani granati pod stereomikroskopom. Prilikom izdvajanja kristala pod stereomikroskopom zalijepljeni su na dvostruku ljepljivu traku na staklenoj ploči te su kasnije ugrađeni u epoksi smolu, u tzv. „kolačić“ promjera 25 mm. Kristali su zaštićeni 2500 SiC mrežastim papirom i polirani dijamantnim suspenzijama od 9, 3 i 1 mikrona.

Prije samog mjerenja određene su koordinate kristala na kojima će se vršiti mjerenje u programu *PointLogger*. Izdvojeno je prosječno oko 70 kristala po uzorku. Mjerenja su vršena pomoću elektronske mikroprobe JEOL JXA 8900 RL opremljene s pet spektrometara raspršene valne duljine (Slika 23). Prije analize svi su uzorci obloženi ugljikom kako bi se omogućila vodljivost. Uvjeti mjerenja uključuju napon ubrzanja od 15kV i struju snopa od 20 nA. Vrijeme mjerenja iznosi 15 sekundi za Si, Mg, Ca, Fe i Al te 30 sekundi za Ti, Cr i Mn.



Slika 23. Elektronska mikroproba JEOL JXA 8900 RL, laboratorij za geokemiju granata na Odjelu za sedimentologiju i okolišnu geologiju, Sveučilište „Georg-August“ (Göttingen).

Granati pripadaju skupini nezosilikata te su promjenjiva kemijska sastava. Dije se u dva niza, niz piralspita $[(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}]$ i niz ugrandita $[\text{Ca}_3(\text{Al}, \text{Cr}, \text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}]$. Najčešći su krajnji članovi izomornog niza piralspita pirop, almandin i spesartin, dok su uvarovit, grosular i andradit krajnji članovi ugrandita. Iako u prirodi postoji više krajnjih članova, u analizama se radi jednostavnosti uglavnom u obzir uzima navedenih šest (Grew i dr., 2013).

Granati, kao produkt magmatizma te kontaktnog i regionalnog metamorfizma, tipični su minerali koje nalazimo u metamorfnim stijenama, ali se pojavljuju i u kiselim vulkanskim stijenama poput pegmatita, peridotita i kimberlita (Suggate i Hall, 2014).

Granati su najčešće korišteni minerali prilikom određivanja provenijencija na temelju geokemijskih značajki jer su stabilni tijekom trošenja i dijageneze te ih gotovo uvijek možemo pronaći u teškoj frakciji nanosa (Morton i Hallsworth, 1999; Mange i Morton, 2007; Morton i Hallsworth, 2007). S obzirom na važnost kemijske varijabilnosti u sastavu glavnih kemijskih komponenata, u analizi granata često se određuju i koncentracije makroelemenata pomoću elektronske mikroprobe, što metodu čini jeftinijom i pristupačnijom u odnosu na korištenje LA-ICP-MS uređaja.

Morton (1985) prvi je ukazao na potencijal geokemije granata u provenijencijskim istraživanjima. Otada je metoda često korištena za određivanje provenijencije sedimenata širokog raspona starosti, od paleozoika do holocena te je pritom usavršavana. Dokazano je da su granati određenog kemijskog sastava karakteristični za određeni tip izvorišnih stijena, što ih čini odličnim alatom u određivanju provenijencije (Tablica 3).

Većina geokemijskih analiza granata koncentrirana je na glavne kemijske elemente. Upotreba elemenata u tragovima i rijetkih elemenata pri analizi provenijencija ograničena je stabilnošću granata prilikom zatrpavanja na većim dubinama tijekom dijageneze. Iako je relativno stabilan, može se otapati pod utjecajem vrućih pornih fluida. Granati s niskim udjelom Ca stabilniji su od onih s višim udjelom Ca (Morton, 1984; Mange i Morton, 2007; Morton i Hallsworth, 2007).

Tablica 3. Krajnji članovi granata u izomorfnoj seriji (Suggate i Hall, 2014).

Krajnji član	Kemijska formula	Tipični facijesi
pirop	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	ultrabazične stijene – peridotit, kimberlit
almandin	$\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	granulitni i eklogitni facijesi
spesartin	$\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	graniti, pegmatiti, skarn
uvarovit	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	serpentiniti, metamorfozirani vapnenac i skarn
grosular	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	termalno i regionalno metamorfozirane nečiste kalcitne stijene, mramor
andradit	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	kontaktno i termalno metamorfozirane nečiste kalcitne stijene, skarn

U ovom su radu upotrebljavani diskriminantni dijagram prema Mange i Morton (2007), multivarijantni diskriminacijski sustav prema Tolosana-Delgado i dr. (2018) i algoritam za određivanje ishodišnih stijena prema Schönig i dr. (2021). Budući da su svi najčešće korišteni diskriminantni dijagrami pokazali određene nedostatke i nedovoljnu preciznost u određivanju izvorišnih stijena (Krippner i dr., 2014), najbolji rezultati postignuti su njihovom kombinacijom.

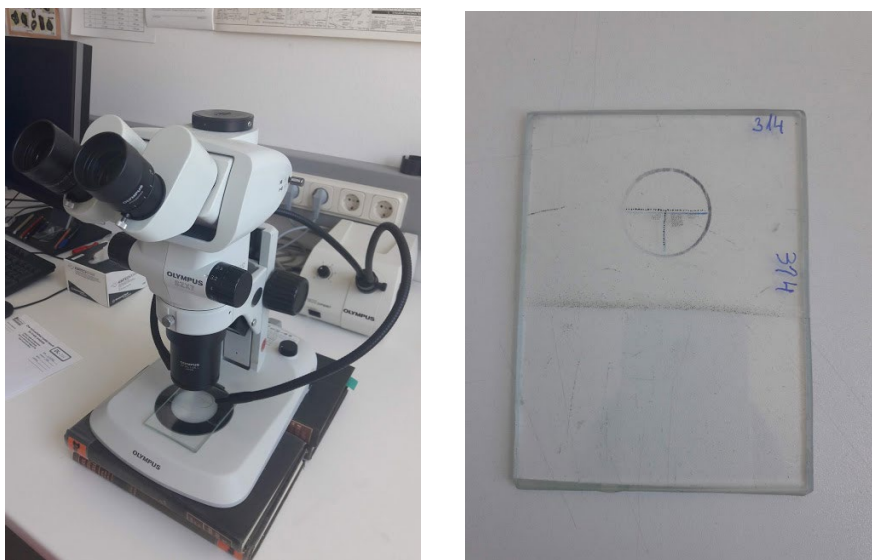
6.2.4. Geokemija rutila

Za geokemijsku analizu odabrano je ukupno pet uzoraka, od čega jedan donjomiocenski pješčenjak (K38 – Kalnik), dva uzorka pleistocenske starosti (MR8 – Mučna Reka, SVA1-5/1 – Sveta Ana) i dva recentna sedimenta potoka i rijeka (D1 – Drava, MG2 – Moslavačka gora). Iz teške frakcije, koja je pripremana na prethodno opisani način, ručno su izdvajani rutili pod stereomikroskopom (Slika 24). Postupak pripreme uzoraka jednak je prethodno opisanom postupku pripreme granata.

In-situ U/Pb datiranje provedeno je pomoću masene spektrometrije (*laser-ablation single-collector sector-field inductively coupled plasma mass spectrometry*; LA-SF-ICP-MS). Metoda mjerenja detaljno je opisana u Frei i Gerdes (2009).

U tu svrhu upotrebljavan je *Thermo Finnigan Element 2* maseni spektrometar spojen sa sustavom laserske ablacije *Resonetics Excimer*. Svi podaci o starosti dobiveni su analizom u jednoj točki s promjerom laserskog snopa od 30 ili 50 μm i dubinom kratera približno 10 μm .

Laser je ispaljen s učestalosti ponavljanja od 5 Hz pri nominalnoj izlaznoj snazi lasera od 50%. Za predablaciju su upotrijebljena dva laserska pulsa. Plinovi nosači jesu He i Ar. Analiti ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{208}Pb , ^{207}Pb , ^{206}Pb , masa 204 i ^{202}Hg izmjereni su pomoću ICP-MS.



Slika 24. Stereomikroskop i staklena ploča s ljepljivom trakom za izdvajanje kristala, Odjel za sedimentologiju i okolišnu geologiju, Sveučilište „Georg-August“ (Göttingen).

Redukcija podataka temelji se na obradi cca 46 odabranih vremenskih odsječaka (tome odgovara cca 13 sekundi), počevši od cca tri sekunde nakon početka signala. Ako su ablacije pogodile zonu ili inkluzije s vrlo promjenjivim koncentracijama aktinida ili omjerima/omjerom izotopa, tada je integracijski interval blago promijenjen ili je analiza odbačena (oko 1% točaka). Pojedinačni vremenski rezovi testirani su na moguće izlazne vrijednosti pomoću iterativnog Grubbsova testa (primijenjenog na razini $P=5\%$). Izračunavanje starosti i kontrola kvalitete temelje se na korekciji zanošenja i frakcionacije pomoću standardnog uzorka koji se koristi GJ-1 referentnim cirkonom (Jackson i dr., 2004).

Kao referentni materijal za ispravljanje učinka stvorenog ablacijom nesilikatnog matriksa datiranih faza upotrebljavan je rutil R10 (TIMS starost: 1091 ± 3.6 Ma; Luvizotto et al., 2009). Za daljnju kontrolu kao „sekundarni standardi“ analizirani su Sugluk-4, PCA-S207, R13, R19, NRM061569, R632 referentni rutili (Zack i dr., 2011; Schmitt i Zack, 2012; Bracciali i dr., 2013; Axelsson i dr., 2018). Korekcije zanošenja i frakcionacije te smanjenja podataka provedene su pomoću softvera *UranOS* (Dunkl i dr., 2008). Tablice i spektar starosti konstruirani su uz pomoć *Isoplot/Ex 3.0* (Ludwig, 2012) i *Age Display* (Sircombe, 2004).

Kemijski sastav datiranih zrna određen je tehnikom laserske ablacije primjenom sličnih postavki. Zabilježeno je 45 analita, a za redukciju podataka upotrebljavan je softver *lolyte* (Paton i dr., 2010).

Za analizu je pripremljeno i mjereno 312 zrna rutila, od čega su četiri eksplodirala prilikom laserske ablacije i nisu dala rezultat. Od analiziranih zrna 22 su kontaminirana različitim inkluzijama te njihovi rezultati nisu obrađeni. Tako da su konačno obrađeni geokemijski podaci ukupno 286 zrna. Na njih 167 također je provedeno datiranje starosti metodom U/Pb.

Rutil se prema kemijskom sastavu sastoji od više od 98% TiO_2 , ali u svoju kristalnu rešetku također ugrađuje kemijske elemente kao što su Fe, Sn, Cr, Nb, Ta i mnogi drugi. Također, često sadrži uranij (U) koji je kompatibilnog ionskog radijusa i naboja s Ti^{4+} . Upravo ga uranij čini pogodnim za U/Pb metodu određivanja starosti.

Rutil je česti akcesorni mineral u metamorfnim stijenama koje nastaju u uvjetima srednjeg do visokog stupnja metamorfizma, poput plavih škriljavaca, eklogita i granulita (Zack i dr., 2011). Također može nastati u magmatskim i hidrotermalnim uvjetima (Zack i Kooijman., 2017). Izrazito je rezistentan na fizičko i kemijsko trošenje te je jedan od najstabilnijih minerala u sedimentnom ciklusu, što ga čini vrlo čestim mineralom u sedimentnim stijenama. Dakle, rutili se najčešće formiraju u metamorfnim stijenama, točnije u metapelitima nastalim pod srednjim i visokim tlakom te mafitskim stijenama visokog tlaka (Zack i dr., 2004a; Triebold i dr., 2012).

U određivanju uvjeta u kojima je rutil formiran otkriven je potencijal cirkonija (Zr). Ugradnja Zr u kristalnu rešetku rutila ovisi o temperaturi i tlaku te on postaje važan indikator uvjeta pri kojima nastaje određeno zrno rutila (Zack i dr., 2004a; Watson i dr., 2006; Tomkins i dr., 2007).

Geokemija rutila s vremenom se pokazala kao korisna dopuna ostalim metodama jer pruža određene informacije koje se ne mogu dobiti iz drugih mineralnih vrsta. Kombinacija geokemije rutila i Zr-u-rutilu termometra može značajno doprinijeti poznavanju izvorišnog područja, što je primjenjivo na sedimentima od prekambrijske do holocenske starosti (Zack i dr., 2004a; Triebold i dr., 2007; Meinhold i dr., 2008; Morton i Chenery, 2009). Jedini značajniji nedostatak ove metode jest visoka cijena analize s obzirom na to da se najbolji rezultati postižu primjenom LA-ICP-MS uređaja.

6.2.5. Geokemija vulkanskih valutica i stijena

Za geokemijsku analizu odabrano je 20 uzoraka vulkanskih i vulkanoklastičnih valutica i stijena. Priprema uzoraka obuhvaćala je mehaničku dezintegraciju najsvježijih dijelova uzoraka te njihovo usitnjavanje do razine praha. Tako pripremljeni uzorci analizirani su u Bureau Veritas Mineral Laboratories u Vancouveru (Kanada). Koncentracije glavnih elemenata analizirane su pomoću ICP-ES-a (*Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer*), a dobiveni rezultati izraženi su u težinskim postotnim udjelima oksida (Prilog VI). Elementi u tragovima, uključujući i elemente rijetkih zemalja (REE), analizirani su pomoću ICP-MS metode i njihove su koncentracije izražene u ppm ili ppb jedinicama (Prilog VI). Upotrebljavani su interni standardi (STD) DS11, GS311-1, GS910-4, OREAS262, SO-19. Rezultati su analizirani pomoću softvera *GCDkit 6.1*. (Janoušek i dr., 2006).

6.2.6. U/Pb datiranje rutila

Za određivanje starosti stijena u geologiji dominantno se upotrebljavaju radiometrijske metode, odnosno radioaktivni izotopi s najduljim vremenom poluraspada: ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K te ^{37}Rb . U ovom radu upotrebljavana je U/Pb metoda datiranja na rutilu i cirkonu. Ona se temelji na dva paralelna lanca radioaktivnog raspada izotopa uranija U^{238} na Pb^{206} te izotopa U^{235} na Pb^{206} , pri čemu svaki ima svoje vrijeme poluraspada.

Rutil je donedavno bio zanemaren u razvoju U/Pb metode datiranja u odnosu na cirkon zbog niskog sadržaja uranija, što je rezultiralo brojnim neuspješnim rezultatima mjerenja. Koncentracija uranija varira u rasponu od $< 0,01$ ppm do 100 ppm (Bracciali i dr., 2013). Pojedini autori problem su riješili mjerenjem samo na zrnima iznad određene koncentracije uranija (npr. Zack i dr., 2011), koji su za mjerenje uzeli u obzir samo zrna s > 5 ppm uranija. Prema Zack i dr. (2011) rutili metapelita najčešće zadovoljavaju navedeni kriterij, dok problem uglavnom predstavljaju neki hidrotermalni rutili te iznimno rutili iz eklogita.

Bez obzira na početne poteškoće prilikom mjerenja, danas rutil predstavlja važan izvor informacija u analizama sedimentne provenijencije. Prednost datiranja na rutilu u odnosu na češće korišteni cirkon njegova je nestabilnost već pri niskometamornim uvjetima, tako da se dobivena starost može korelirati s posljednjim metamornim događajem jer, za razliku od cirkona „ne pamti“ prijašnje metamorfne događaje (Zack i dr., 2004b). Druga je prednost dokazana ovisnost sadržaja Zr o temperaturi pri nastanku rutila, što dovodi do važnih

informacija o temperaturnim uvjetima tijekom metamorfoze. Treća je značajna prednost u činjenici da se na temelju omjera Nb/Cr u rutilu relativno uspješno mogu odrediti izvorišne stijene. Slijedom navedenog proizlazi da je poželjno kombinirati geokemijsku analizu s radiometrijskim datiranjem na istim zrnima rutila s ciljem dobivanja što točnijih i preciznijih informacija o litologiji izvorišnih stijena i uvjetima u izvorišnom području.

Jedan od problema koji se pojavljuju prilikom U/Pb datiranja na rutilu jest činjenica da kompletna izmjerena koncentracija olova najčešće nije u potpunosti produkt radioaktivnog raspada uranija. Jedan dio olova u kristalnoj rešetki posljedica je njegove ugradnje tijekom kristalizacije ili naknadne kontaminacije. Za određivanje starosti važno je što preciznije/točnije utvrditi koncentraciju olova koja nastaje prilikom radioaktivnog raspada, kako bi se prema potrebi izvršila korekcija olova nakon mjerenja. Koncentracija naknadno ugrađenog olova u više od 90% svih analiziranih rutila iznosi $< 0,2$ ppm (Zack i dr., 2011) te nije potrebna korekcija.

Nadalje, kako bi se pravilno interpretirale starosti, važno je poznavati temperaturu zatvaranja (T_c) minerala. Temperatura zatvaranja jest temperatura mineralnog sustava u vrijeme dobiveno radiometrijskim datiranjem (Dodson, 1973). Prilikom hlađenja, pri temperaturi zatvaranja, zaustavlja se značajnija difuzija izotopa kćeri iz minerala u okoliš koja se događa u uvjetima visoke temperature kao posljedica radioaktivnog raspada. Temperatura zatvaranja kod rutila iznosi oko 540°C , odnosno 630°C (Vry i Baker, 2006), međutim, prema istraživanju Cherniak (2000), temperatura zatvaranja za rutilne veličine 100 - 200 μm iznosi oko 600°C . Stoga ovdje valja naglasiti da temperatura ponajviše ovisi o veličini zrna te se uglavnom pravilno smanjuje idući od jezgre prema rubovima. Razlika u temperaturi može iznositi preko 100°C . S tim u vezi, sadržaj olova u kristalu ovisi o vremenu koje je prošlo od trenutka postizanja temperature zatvaranja.

Budući da rutil ima nižu temperaturu zatvaranja od cirkona, ako mjerimo starost na obje mineralne faze istog uzorka, starosti dobivene na rutilu bit će manje u odnosu na starosti dobivene na cirkonu. Cirkon može „pamtiti“ vrijeme kristalizacije i starije metamorfne događaje s obzirom na to da se difuzija olova događa tek pri višoj/visokoj temperaturi. Rutil će se „resetirati“ već u niskometamornim uvjetima te nam dobivena starost u pravilu ukazuje na zadnji metamorfni događaj. Pri objašnjenju termalne evolucije nekog bazena podaci o starosti dobiveni iz cirkona i rutila komplementarni su i pružaju nam detaljne informacije o cjelokupnom razvoju bazena.

U okviru doktorskog rada za određivanje starosti rutila U/Pb metodom mjerene su koncentracije uranija (U), torija (Th) i olova (Pb). U/Pb metodom izmjerena je starost na 167 zrna rutila iz četiri odabrana uzorka različite geološke starosti. Za mjerenje su odabrani jedan donjomiocenski pješčenjak Kalnika (K38), dva uzorka pijeska aluvijalne terase rijeke Drave pleistocenske starosti (MR8, SVA1-5/1) te pijesak iz recentnog korita rijeke Drave (D1). Zrna koja su pri mjerenju pokazivala pogrešku > 40% ili zrna kod kojih postoji sumnja da je riječ o nekoj drugoj mineralnoj fazi zbog udjela Th > 10 ppm, nisu uzeta u obzir za interpretaciju dobivenih podataka. Tako su u konačnici interpretirani podatci o starosti 154 zrna rutila.

6.2.7. U/Pb datiranje cirkona

U okviru rada U/Pb datiranje cirkona provedeno je na valuticama tufa (Slika 21) koje su pronađene u kopu Novigrad Podravski. Iste valutice pripremljene su po standardiziranom obrascu laboratorijske pripreme opisanom ranije u poglavlju 6.2.1 Na dobivenoj frakciji od 63 do 125 μm magnetskom separacijom dobiven je uzorak teške frakcije iz koje je izdvojeno 35 - 40 zrna cirkona pomoću stereomikroskopa.

Izdvojena zrna cirkona snimljena su pomoću katodne luminiscencije (CL) na elektronskoj mikroprobi (JEOL JXA 8900) s ciljem proučavanja unutarnje strukture i određivanja mjesta za *in-situ* određivanje starosti.

In-situ U/Pb datiranje provedeno je masenom spektrometrijom s laserskom ablacijom uz induktivno spregnutu plazmu s jednim kolektorom (LA-SF-ICP-MS). Metoda korištena za analizu detaljno je opisana u Frei i Gerdes (2009). Korišten je maseni spektrometar *Thermo Finnigan Element 2* povezan s *Resonetics Excimer* sistemom laserske ablacije. Svi podaci o starosti dobiveni su laserskom ablacijom pojedinih točaka sa zrakom promjera 33 μm i dubinom kratera od približno 10 μm . Laser je ispaljen s učestalošću ponavljanja od 5 Hz pri nominalnoj izlaznoj snazi lasera od 25%. Za predablaciju upotrijebljena su dva laserska pulsa. Plinovi nosači jesu He i Ar. Analiti ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{208}Pb , ^{207}Pb , ^{206}Pb , masa 204 i ^{202}Hg izmjereni su pomoću ICP-MS-a. Redukcija podataka temelji se na obradi cca 46 odabranih vremenskih odsječaka (tome odgovara cca 13 sekundi), počevši od cca tri sekunde nakon početka signala.

Ako su ablacije pogodile zonu ili inkluzije s vrlo promjenjivim koncentracijama aktinida ili omjera izotopa, tada je integracijski interval blago promijenjen ili je analiza

odbačena (oko 1% točaka). Pojedinačni vremenski rezovi testirani su na moguće izlazne vrijednosti pomoću iterativnog Grubbsova testa (primijenjenog na razini $P=5\%$).

Ovaj je test filtrirao samo ekstremno pristrane vremenske odsječke i na taj je način obično odbačeno manje od 2% vremenskih odsječaka. Izračunavanje starosti i kontrola kvalitete temelje se na korekciji zanošenja i frakcionacije pomoću standardnog uzorka koji se koristi GJ-1 referentnim cirkonom (Jackson i dr., 2004). Za daljnju kontrolu analizirani su Plešovice cirkon (Slama i dr., 2008), cirkon 91500 (Wiedenbeck i dr., 1995) i FC-1 cirkon (Paces i Miller, 1993) kao „sekundarni standardi“. Rezultati starosti standarda dosljedno su unutar 2σ od objavljenih ID-TIMS vrijednosti. Korekcije zanošenja i frakcionacije te smanjenja broja dobivenih podataka provedene su pomoću softvera *UranOS* (Dunkl i dr., 2008). Tablice i spektar starosti konstruirani su pomoću softvera *Isoplot/Ex 3.0* (Ludwig, 2012) i *Age Display* (Sircombe, 2004).

7. REZULTATI

7.1. Rezultati analize teške mineralne frakcije

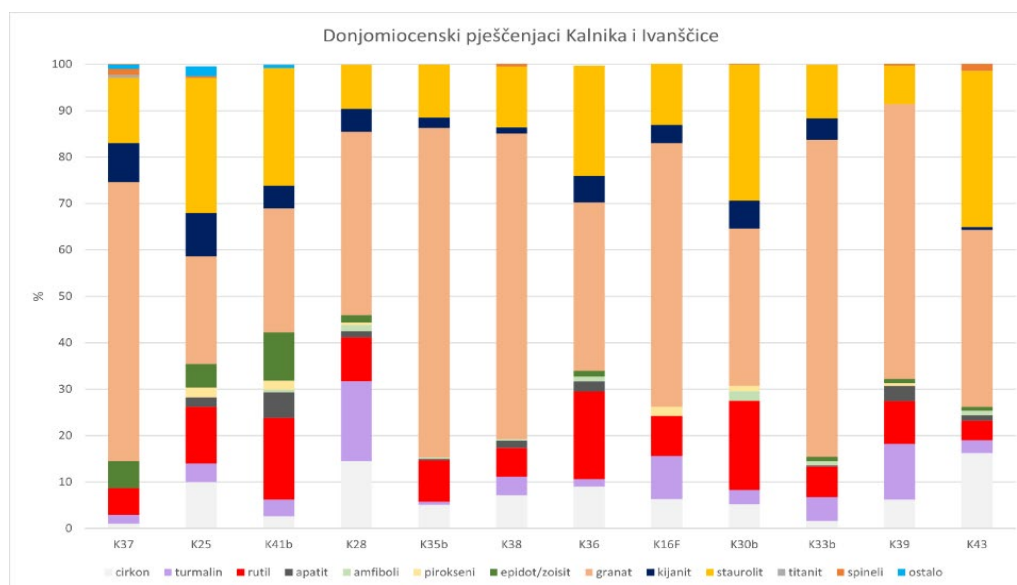
Budući da zajednica teških minerala u klastičnim sedimentima nikada u potpunosti nije preslika zajednice izvorišne stijene, prilikom interpretacije dobivenih podataka bila je potrebna doza opreza.

7.1.1. Zajednica teških minerala

7.1.1.1. Donjomiocenski pješčenjaci

Od ukupnog broja uzoraka 11 donjomiocenskih pješčenjaka uzorkovano je na području Kalnika te tri na području Ivanšćice. Ne uočavaju se značajne razlike u sastavu između pješčenjaka Kalnika i Ivanšćice (Slika 25). Analizom nisu obuhvaćeni uzorci K23b i K26 s Kalnika zbog prevelikog broja opâkih minerala, a premalog prozirnih teških minerala.

Mineral koji dominira u svim analiziranim pješčenjacima jest granat (Slika 25, Prilog II). Njegov je udio visok, počevši od uzorka K25 (22%) s najnižim udjelom do uzoraka poput K35b (70%), K37 (60%), K38 (66%), K33b (68%) i K16F (59%), koji se ističu izuzetno visokim udjelom. U svim uzorcima prisutan je mineral staurolit, čijim se udjelom posebno ističu uzorci na jugozapadu Kalnika poput K41b (24%), K36 (23%) i K30b (28%), te uzorak K43 (32%) na jugoistoku Ivanšćice. Također, viši udio ima uzorak K25 (28%) u središnjem dijelu Kalnika.



Slika 25. Sastav prozirnih teških minerala u donjomiocenskim pješčenjacima na području Kalnika (K16F, K25, K28, K30b, K35b, K36, K37, K38, K41b) i Ivanšćice (K33b, K39, K43). Na y-osi nalazimo postotne udjele minerala u uzorku.

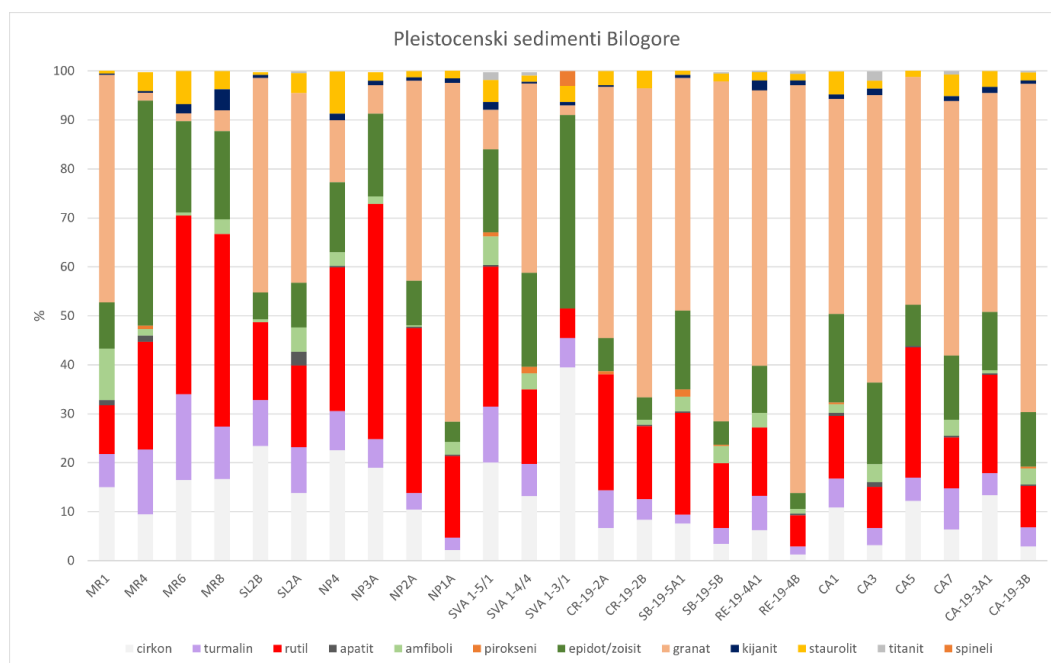
Za određivanje stupnja zrelosti sedimenta često se upotrebljava ZTR (cirkon-turmalin-rutil) indeks, koji uvodi Hubert (1962). Budući da je riječ o ultrastabilnim mineralima, viši ZTR indeks označava zreliji sediment u kojem se smanjio postotni udio nestabilnijih minerala. U analiziranim pješčenjacima ZTR indeks varira od relativno niskog, koji je ispod 20% u uzorcima K33b, K37, K35b i K38, pa do malo višeg od 40% u uzorku K28 (Slika 25).

Udio cirkona vrlo je nizak u pojedinim uzorcima, poput K37 (2%), K41b (3%), K33b (2%), K30b (5%), K35b (5%) i K39 (5%). Najviši je udio u uzorcima K28 (14%) i K43 (17%) (Slika 25). Na Kalniku se uočava trend povećanja udjela cirkona idući od zapada prema središnjem dijelu. Uzorci iz zapadnog dijela imaju udio cirkona u rasponu od 2 do 8%, dok je u središnjem dijelu udio cirkona oko 10% ili više uz iznimku uzorka K35b. Na Ivanšćici uzorci sa sjevernih padina imaju niži udio cirkona, dok se uzorak K43 iz jugoistočnog dijela ističe udjelom od 17%. Većim udjelom turmalina ističu se uzorci K39 (12%) na sjeveru Ivanšćice te uzorci K28 (17%) i K16F (9%) u središnjem dijelu Kalnika. U ostalim uzorcima udio turmalina ne prelazi 5%. Postotnim udjelom rutila ističu se uzorci K41b (19%), K36 (18%) i K30b (19%) na jugozapadu Kalnika, između Novog Marofa i Brezničkog Huma. U ostalim uzorcima Kalnika i sva tri uzorka Ivanšćice (K33b, K39, K43) udio rutila ne prelazi 10% (Slika 25, Prilog II).

U gotovo svim uzorcima nalaze se još i epidot i kijanit, dva minerala tipična za metamorfne facijese. Kijanit se nalazi u svim uzorcima, a njegov udio varira od 1 do 10% (Slika 25, Prilog II). Samo uzorak K39 koji nalazimo na području Ivanšćice, uopće nema kijanita. Udio minerala iz skupine epidot/zoisit u uzorcima Ivanšćice vrlo je nizak i iznosi oko 1 - 2%. Nešto viši udio imaju uzorci K37 (7%) i K41b (10%) na jugozapadu Kalnika, dok četiri uzorka Kalnika uopće nemaju minerale te skupine. Također, tipičan mineral metamorfnih stijena jest andaluzit, koji je prisutan u samo tri uzorka s Kalnika i njegov udio ne prelazi 3%. To su uzorci K37 i K41b na jugozapadu te K25 na južnim obroncima u središnjem dijelu Kalnika. Mineral apatit u značajnijoj je količini zabilježen samo u uzorku K41b (5%), dok ga četiri pješčenjaka uopće ne sadrže. Udio minerala iz skupine piroksena i amfibola vrlo je nizak. Prisutni su samo u pojedinim uzorcima i njihov udio ne prelazi 3% (Slika 25, Prilog II).

7.1.1.2. Pleistocenski sedimenti Bilogore

U pleistocenskim sedimentima Bilogore prevladavaju granati (u većini uzoraka prosječno oko 50%), epidot/zoisit (10 - 30%), ultrastabilni minerali, posebice rutil (10 - 35%) (Slika 26, Prilog II). U većini uzoraka dominira mineral granat, iako se uočavaju određene prostorne varijacije (Slika 26). Generalno se uočava trend povećanja udjela prema istoku. Najzapadniji lokalitet Mučna Reka gotovo uopće nema granata (2 - 4%), uz iznimku uzorka MR1 koji pripada lesu. Lokalitet Novigrad Podravski ima visok udio granata na donja dva nivoa (NP1A, NP2A), ali znatno niži u gornjim dijelovima (NP3A, NP4) gdje iznosi 5% i 12%. Također dva uzorka iz Svete Ane imaju udio granata do 10%. Svi uzorci s istočnijih lokaliteta imaju visok udio granata. S udjelom višim od 60% ističu se uzorci CR-19-2B, SB-19-5B, RE-19-4B i CA-19-3B. Minerali iz skupine epidot/zoisit čine značajan udio unutar zajednice prozirnih teških minerala. Najveći udio imaju uzorci iz Mučne Reke (MR4) i Svete Ane (SVA1-3/1) gdje on prelazi 45%. Najmanji udio imaju uzorci iz Selinca, Črešnjevica, Špišić Bukovice i Rezovca. Generalno se njihov udio smanjuje prema istoku uz određene nepravilnosti. Udio staurolita ni u jednom uzorku ne prelazi 10% i ne mogu se uočiti nikakve prostorne zakonitosti. Kijanita ima prosječno oko 2% po uzorku. Većina uzoraka nema apatita ili se nalazi u zanemarivoj količini, maksimalni je udio 3% u uzorku SL2A. Slika 26 prikazuje sastav prozirnih teških minerala u pleistocenskim sedimentima na području Bilogore. Na y-osi nalazimo postotne udjele minerala u uzorku. Legenda: MR – Mučna Reka, SL – Selinec, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, CR – Črešnjevica; SB – Špišić Bukovica, RE – Rezovac, CA – Cabuna; MR1, SL2B, SVA1-3/1, CA1 – uzorci iz lesa.



Slika 26. Sastav prozirnih teških minerala u pleistocenskim sedimentima na području Bilogore. Na y-osi nalazimo postotne udjele minerala u uzorku. Legenda: MR – Mučna Reka, SL – Selinec, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, CR – Črešnjevica; SB – Špišić Bukovica, RE – Rezovac, CA – Cabuna; MR1, SL2B, SVA1-3/1, CA1 – uzorci iz lesa.

ZTR indeks znatno je viši u odnosu na donjomiocenske pješčenjake te u pojedinim uzorcima iznosi vrlo visokih 70% (Slika 26). Najviši indeksi, preko 60%, zabilježeni su u pojedinim uzorcima iz Mučne Reke (MR6, MR8), Novigrada Podravskog (NP4, NP3A) i Svete Ane (SVA1-5/1). Uočava se lagana tendencija smanjenja ZTR indeksa od zapada prema istoku. Tako pojedini uzorci iz Črešnjevica (CR-19-2B), Špišić Bukovice (SB-19-5B) i Rezovca (RE-19-4A1, RE-19-4B) imaju udio ultrastabilnih minerala do 30%. Većina uzoraka iz Cabune ima ZTR indeks ispod 30%. U zapadnom dijelu Bilogore ZTR indeks ispod 30% ima samo jedan uzorak iz Novigrada Podravskog (NP1A). Budući da ZTR indeks pada prema istoku, logično je da se uočava isti trend kod cirkona. S visokim udjelom cirkona iznad 20%, ističu se uzorci iz Selinca (SL2B), Novigrada Podravskog (NP4) i Svete Ane (SVA1-5/1, SVA1-3/1). Turmalin varira između 5 i 17% te se ne uočava određena prostorna pravilnost. Uzorci su uglavnom vrlo bogati rutilima koji je ujedno najzastupljeniji mineral iz ZTR skupine. Najviši udio, iznad 30%, imaju uzorci iz Mučne Reke (MR6, MR8) i Novigrada Podravskog (NP3A, NP2A). Samo u dva uzorka (SVA1-3/1, RE-19-B) udio rutila iznosi manje od 2%.

Udio minerala iz skupine amfibola prosječno iznosi 2 - 3%, samo u uzorku lesa MR1 iznosi čak 10%. U dva uzorka nisu uočeni amfiboli (SVA1-3/1, CR-19-2A). Pirokseni su slabije zastupljeni te se nalaze samo u osam uzoraka i njihov udio ne prelazi 1 - 2% (Slika 26, Prilog II).

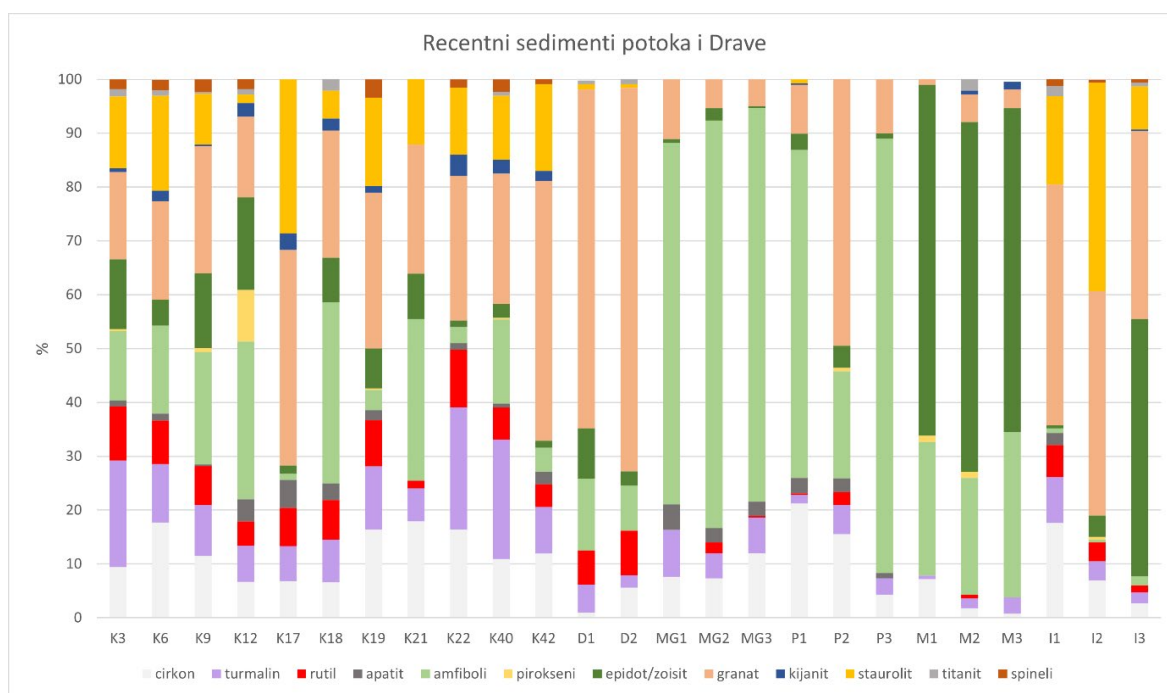
7.1.1.3. Recentni pijesak potoka i rijeke Drave

Recentni sedimenti kalničkih potoka sadrže visok udio granata (15 - 50%), ultrastabilnih minerala (18 - 50%) i amfibola (2 - 30%) (Slika 27, Prilog II). Udio cirkona varira od 5% (K12, K17) do nešto višeg udjela od otprilike 15% (K6, K19, K22). Pojedini uzorci poput K3, K22 i K40 ističu se relativno visokim udjelom turmalina od otprilike 20%, dok u ostalim uzorcima iznosi prosječno 5 - 10%. Udio rutila prostorno je ujednačen te iznosi između 5 i 10%. Većim udjelom granata ističu se uzorci K17 i K42. Minerala iz skupine epidot/zoisit ima nešto više od 10% u uzorcima K3, K9 i K12, dok u ostalima iznosi prosječno oko 5%. Značajan je također udio staurolita koji se kreće u rasponu od 2% (K12) do 28% (K17). Kijanit se nalazi u svim uzorcima, ali udio nije značajan, svega 2 - 3%. Udio je apatita od 1 do 5% u svim uzorcima. Pojedini uzorci imaju vrlo mali udio titanita i spinela (Slika 27). Većina uzoraka ima značajan udio amfibola, a posebno se ističu K12 (30%), K18 (32%) i K21 (30%). Pirokseni uglavnom nisu prisutni ili se nalaze u zanemarivoj količini uz iznimku uzorka K12 (9%) (Slika 27). Pijesak

iz recentnih kalničkih potoka ima poprilično visok ZTR indeks, koji varira u rasponu od 18% (K12) pa do 50% (K22). Uzorci K3, K6, K19 i K40 imaju ZTR iznad 30%.

Potoci Ivanščice uglavnom su po sastavu teških minerala slični kalničkim potocima. Udio ultrastabilnih minerala varira od uzorka I3 s manje od 10% do uzorka I1 s udjelom višim od 30%. Prevladavaju granati (35 - 45%). Uzorak I2 ističe se visokim udjelom stauroлита (38%), dok uzorak I3 ima više od 40% minerala iz skupine epidot/zoisit.

Uzorci recentnih sedimenata rijeke Drave, uzeti uzvodno (D2) i nizvodno (D1) od sutoka s rijekom Murom, značajno se razlikuju po sastavu teških mineralnih frakcija. U oba uzorka dominiraju granati sa skoro 70%. ZTR indeks nije jako visok te iznosi 12% u uzorku D1 i 15% u D2. Od ta tri minerala najzastupljeniji je rutil. Mineralna skupina epidot/zoisit zastupljena je s oko 10% u D1 te svega 3% u D2. Mineral staurolit prisutan je u zanemarivoj količini, dok kijanita uopće nema. Udio amfibola iznosi 15% u D1 te 10% u D2 (Slika 27).



Slika 27. Sastav prozirnih teških minerala u recentnim sedimentima rijeke Drave i potoka okolnih uzvišenja. Na y-osi nalazimo postotne udjele minerala u uzorku. Legenda: K – Kalnik, D – Drava, MG – Moslavačka gora, P – Papuk, M – Medvednica, I – Ivanščica.

U potocima Moslavačke gore uočava se izrazita dominacija amfibola, koji čine oko 60 do 75% svih prozirnih teških minerala. ZTR indeks jest između 15 i 20%. Najviše ima cirkona i turmalina, dok je udio rutila vrlo nizak, a u jednom uzorku uopće nije prisutan. Granati su zastupljeni s 5 do maksimalno 12%. Minerali iz skupine epidot/zoisit zastupljeni su u

zanemarivoj količini od svega nekoliko postotaka, dok ostalih minerala tipičnih za metamorfne facijese poput staurolita i kijanita uopće nema. Apatit je zastupljen s 3 do 6%, ovisno o uzorku (Slika 27).

Potoci Papuka pokazuju određenu sličnost u sastavu s potocima Moslavačke gore. Granati dominiraju sa skoro 50% u uzorku P2, dok u preostala dva uzorka čine jedva 10%. Među tri najstabilnija minerala uočava se dominacija cirkona, dok je najmanje rutila koji čak u jednom uzorku (P3) potpuno izostaje. ZTR indeks nešto je viši od 20% u uzorcima P1 i P2, dok u P3 iznosi ispod 10%. Epidot/zosit čini maksimalno 5% u svim uzorcima, dok je staurolit prisutan u zanemarivoj količini. Uzorci također sadrže apatit u manjoj mjeri, svega nekoliko posto. U uzorcima P1 i P3 dominiraju amfiboli, koji čine 60%, odnosno čak 80%. U uzorku P2 ima ih znatno manje, oko 20% (Slika 27).

U potocima Medvednice ZTR indeks vrlo je nizak. U dva uzorka (M1, M3) uopće nema rutila. Prevladavaju minerali iz skupine epidot/zosit (60 - 70%) te amfiboli (20 - 30%).

7.1.2. Mineralni indeksi

Budući da zajednica teških minerala u sedimentu nije preslika mineralne zajednice u izvorišnoj stijeni, prilikom interpretacije podataka ne smiju se zanemariti procesi koji su mogli utjecati na promjene mineralnog sastava. Morton i Hallsworth (1994) smatraju da se taj problem može prevladati određivanjem relativnih omjera minerala koji se ponašaju slično tijekom procesa transporta, taloženja i dijageneze. Tako bi u omjeru trebali biti minerali podjednake mehaničke i kemijske stabilnosti te sličnog hidrauličkog ponašanja. Budući da se uloga transporta i mehaničkog trošenja može zanemariti, važno je da u omjeru budu minerali podjednake stabilnosti tijekom dijageneze i sličnog hidrauličkog ponašanja. Tako oni uvode pet mineralnih indeksa, gdje mineralni par čine stabilni minerali sličnog hidrauličkog ponašanja, a u ovome su radu korištena tri indeksa (Tablica 4).

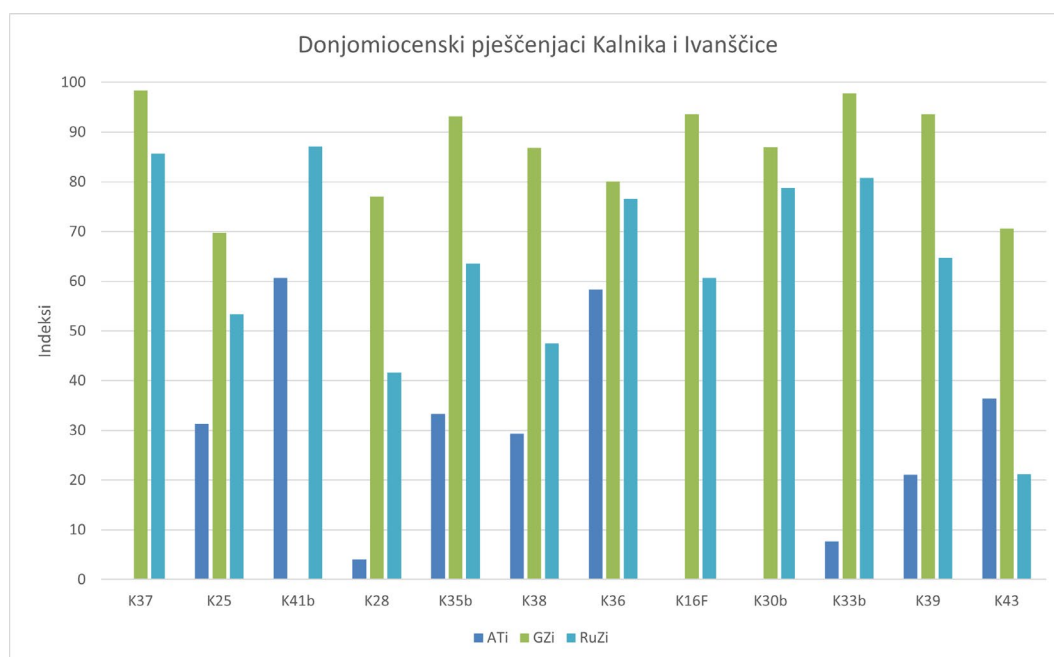
Tablica 4. Mineralni indeksi za određivanje provenijencije prema Morton i Hallsworth (1994).

Indeks	Mineralni par	Izračunavanje indeksa
ATi	apatit, turmalin	$100 \times \text{broj zrna apatita} / \text{apatit} + \text{turmalin}$
GZi	granat, cirkon	$100 \times \text{broj zrna granata} / \text{granat} + \text{cirkon}$
RZi	TiO ₂ grupa*, cirkon	$100 \times \text{broj zrna TiO}_2 / \text{TiO}_2 + \text{cirkon}$

*TiO₂ grupa – rutil, brukit, anatas

Ovi indeksi dobro odražavaju stanje u izvorišnom području jer su stabilni tijekom ciklusa trošenja te se mogu upotrijebiti za izravno povezivanje sedimenta i izvorišnog područja. Jedino je s indeksom ATi (apatit – turmalin) potreban oprez, posebno u fluvijalnim i fluvio-delnim sedimentima, jer on može odražavati stupanj trošenja na površini više nego izvorišni signal (Morton i Hallsworth, 1994). Autori preporučuju da se upotrebljava frakcija 63 - 125 μm s ciljem izbjegavanja eventualnih problema s naslijeđenom distribucijom veličine zrna iz izvorišne stijene, a ta je frakcija korištena u cijelom radu za sve analize. Također je korišten ZTR indeks, koji uvodi Hubert (1962), a njegovi rezultati već su prethodno prikazani.

Indeks ATi (apatit – turmalin) uglavnom je ispod 50 u većini donjomiocenskih pješčenjaka, što ukazuje na veću prisutnost turmalina nego apatita u uzorcima (Slika 28). Kod tri pješčenjaka (K37, K16F, K30b) indeks iznosi 0, što znači da apatit uopće nije prisutan. Svega dva pješčenjaka (K41b, K36) imaju indeks nešto veći od 50, dok je kod ostalih uglavnom u rasponu od 20 do 35.

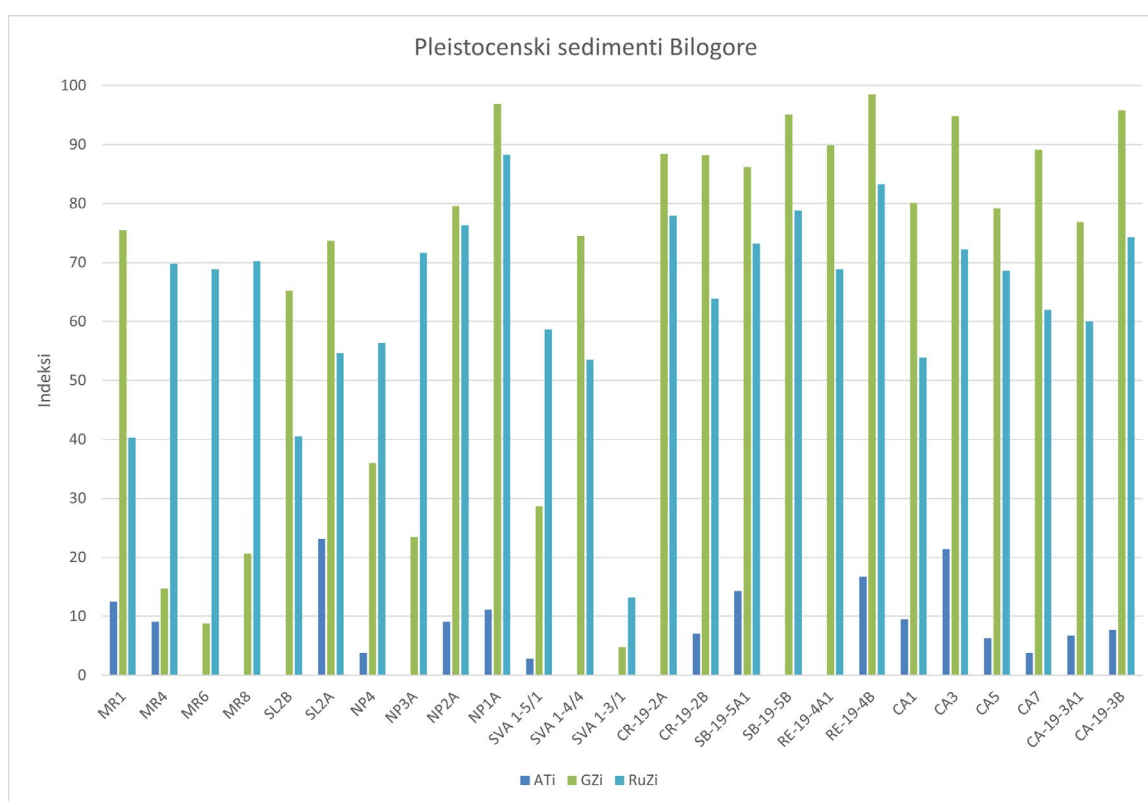


Slika 28. Vrijednosti mineralnih indeksa u donjomiocenskim pješčenjacima Kalnika i Ivanšćice (K16F, K25, K28, K30b, K35b, K36, K37, K38, K41b – Kalnik; K33b, K39, K43 – Ivanšćica).

Vrijednosti GZi (granat – cirkon) indeksa ukazuju na značajnu prevlast granata u odnosu na cirkone kod svih donjomiocenskih pješčenjaka (Slika 28). Svega tri pješčenjaka (K25, K28, K43) imaju vrijednost indeksa nešto ispod 80, dok je kod ostalih prevlast granata značajna.

Vrijednost RuZi (rutil – cirkon) indeksa kod donjomiocenskih pješčenjaka šireg područja Kalnika uglavnom prelazi 50, što ukazuje na prevlast rutila u odnosu na cirkone (Slika 28). Uglavnom je u rasponu od 60 do 80. Tri pješčenjaka (K28, K38, K43) imaju više cirkona nego rutila.

Pleistocenski sedimenti uglavnom imaju još niži ATi indeks (Slika 29). Pojedini uzorci (MR6, MR8, SL2B, NP3A, SVA1-4/4, CR-19-2A, SB-19-5B, RE-19-4A1) uopće ne sadrže apatit. Kod većine ostalih uzoraka indeks ne prelazi vrijednost od 20. Samo kod dva sedimenta (SL2A, CA3) neznatno je viši od 20. Ne uočava se značajnija razlika između sedimenata zapadne i istočne Bilogore.

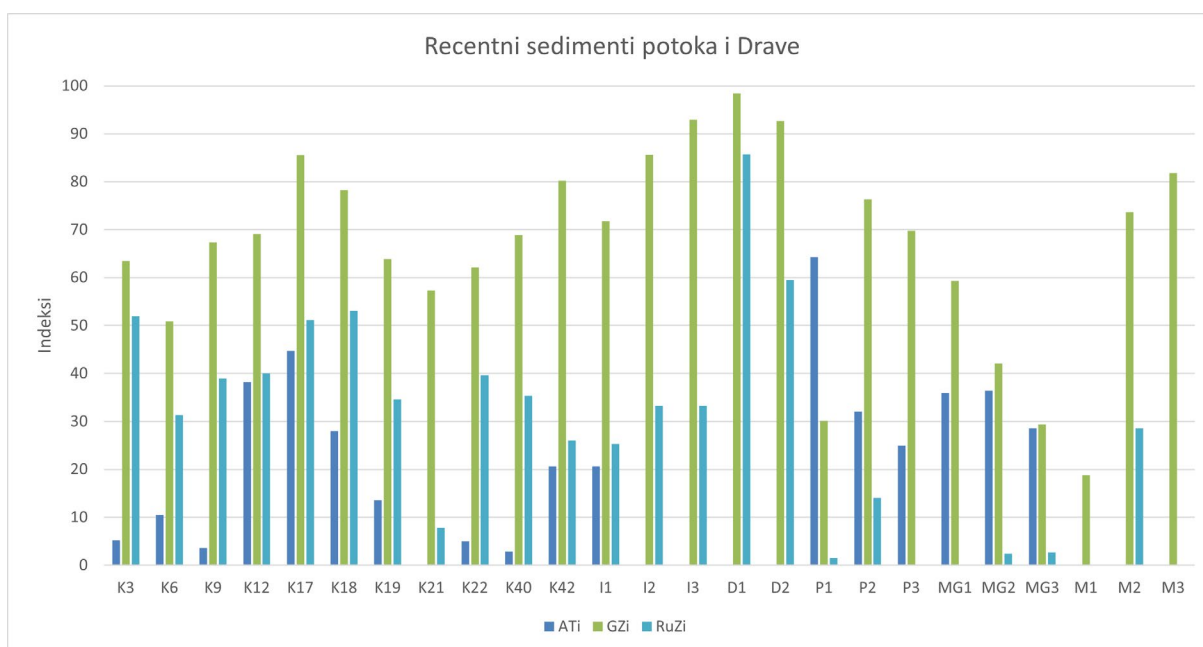


Slika 29. Vrijednosti mineralnih indeksa u pleistocenskim sedimentima na području Bilogore MR – Mučna Reka, SL – Selinec, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, CR – Črešnjevnica; SB – Špišić Bukovica, RE – Rezovac, CA – Cabuna; MR1, SL2B, SVA1-3/1, CA1 – uzorci iz lesa.

Kod vrijednosti GZi indeksa može se uočiti razlika između zapadne i istočne Bilogore (Slika 29). Gotovo polovica sedimenata sa zapadnog područja ima indeks ispod 50 (MR4, MR6, MR8, NP4, NP3A, SVA1-5/1), što znači da je kod njih prisutno više cirkona nego granata. Ostali imaju indeks iznad 65. Svi sedimenti istočne Bilogore ukazuju na značajnu prevlast granata u odnosu na cirkone te gotovo kod svih GZi indeks iznosi iznad 80.

Što se RuZi indeksa tiče, kod pleistocenskih sedimenata uočava se blaga razlika između zapadne i istočne Bilogore, ali nije toliko značajna kao kod GZi indeksa (Slika 29). Dva uzorka lesa zapadne Bilogore (MR1, SL2B) imaju vrijednost indeksa oko 40, dok su ostali sedimenti sa zapada pretežno u rasponu od 50 do 80. Svi sedimenti istočne Bilogore imaju veći udio rutila s indeksom u rasponu od 50 do 85.

Recentni potoci i rijeke imaju nešto više vrijednosti ATi indeksa, uz iznimku rijeke Drave gdje oba uzorka imaju vrijednost 0 (Slika 30). Neki kalnički potoci ukazuju na nisku razinu apatita (K3, K9, K22, K40), dok je kod većine vrijednost indeksa u rasponu od 10 do 50. Svi potoci Papuka i Moslavačke gore imaju indeks veći od 25, a jedan čak prelazi 50, što ukazuje na to da je više apatita od turmalina.



Slika 30. Vrijednosti mineralnih indeksa u recentnim sedimentima rijeke Drave i potoka okolnih uzvišenja. K – Kalnik, I – Ivanščica, D – Drava, P – Papuk, MG – Moslavačka gora, M – Medvednica.

Recentni kalnički potoci imaju ujednačenu vrijednost GZi indeksa uglavnom u rasponu od 60 do 80 (Slika 30). Za potoke Papuka i Moslavačke gore teško je uočiti pravilnost. Tri potoka sadrže nešto manje granata u odnosu na cirkone, dok tri pokazuju obrnuti odnos. Najveću vrijednost GZi indeksa pokazuju recentni dravski sedimenti, oba iznad 90.

Većina recentnih sedimenata potoka s kalničkog područja ima RuZi indeks ispod 50, uglavnom između 25 i 50 (Slika 30). Samo tri potoka (K3, K17, K18) imaju neznatno viši udio rutila od cirkona. Potoci Papuka i Moslavačke gore ukazuju na gotovo potpuni nedostatak rutila

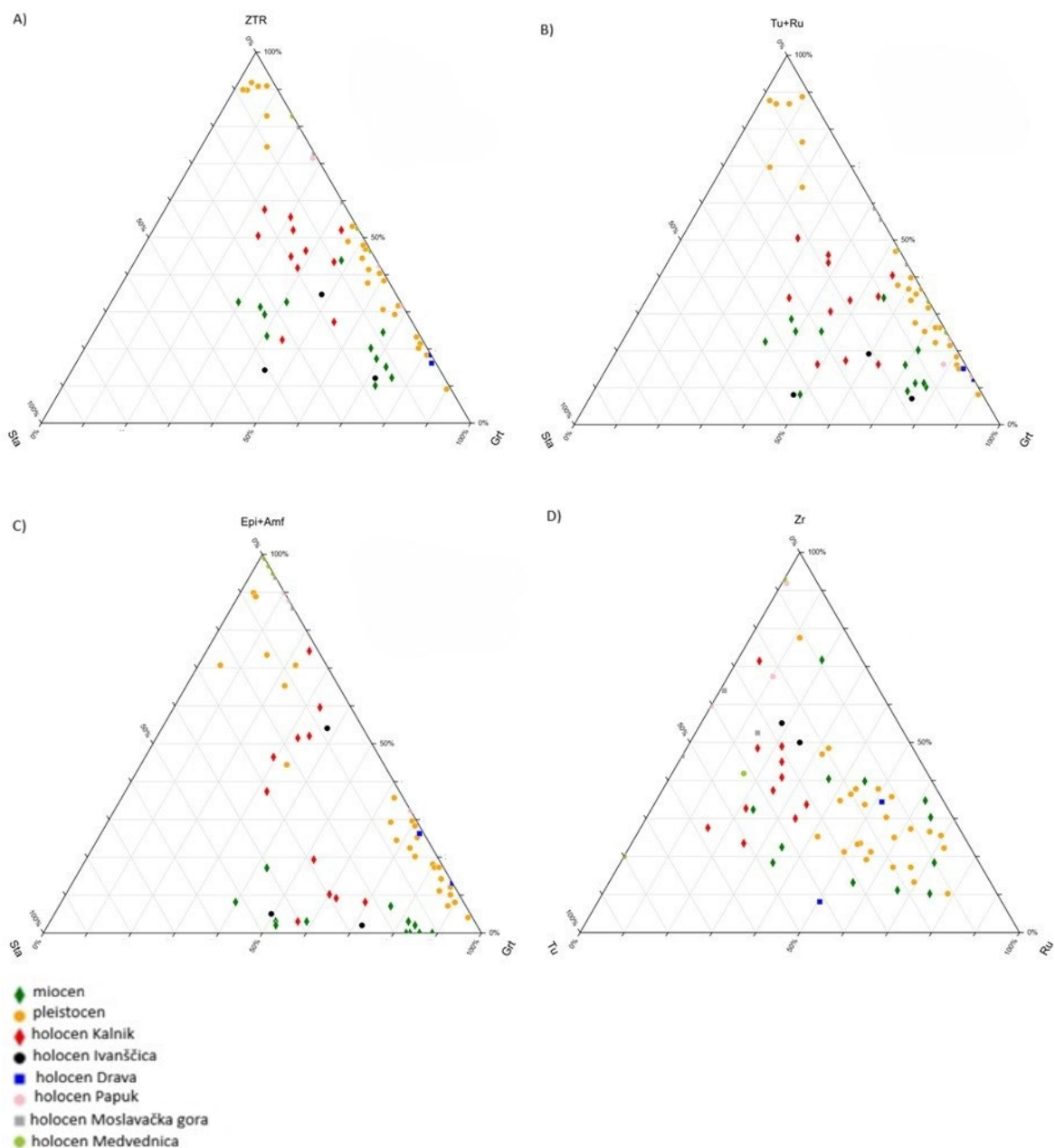
s vrijednostima indeksa ispod 15, a u dva slučaja (P3, MG1) rutila uopće nema. Sedimenti rijeke Drave pokazuju sasvim drugačiji rezultat s vrijednostima iznad 50. Posebno se prevlast rutila uočava na lokalitetu nizvodno od sutoka Drave i Mure (D1).

7.1.3. Mineralni odnosi

Mineralni odnosi mogu biti važan indikator izvorišnih stijena. U ovom radu prikazano je osam različitih odnosa koji su prikazani u obliku trokomponentnih dijagrama (Slika 31 i 32). Odnos ZTR / sta / grt (ultrastabilni minerali / staurolit / granati) ukazuje na prevlast granata kod većine donjomiocenskih uzoraka, dok su udjeli najstabilnijih ZTR minerala i staurolita uglavnom podjednaki (Slika 31a). Pleistocenski sedimenti ukazuju na viši udio ZTR minerala nego u prethodnoj skupini. U njima je udio staurolita ujednačen i većinom ispod 10%. U većini uzoraka udio granata iznosi više od 50%, dok u pojedinim uzorcima gotovo u potpunosti izostaje. Od holocenskih sedimenata rijeka Drava ističe se visokim udjelom granata, dok je u kalničkim potocima udio granata i ZTR minerala podjednak udjelu staurolita, između 10 i 20%. Potoci Papuka i Moslavačke gore imaju izrazito malo staurolita ili ga uopće ne sadrže. Za odnos turmalin + rutil / staurolit / granati vrijedi sve prethodno navedeno (Slika 31b).

Odnos epidot + amfibol / staurolit / granati ukazuje na udio epidota i amfibola ispod 10%, dok je staurolita ponegdje više od 30%, a najznačajniji je udio granata u donjomiocenskim pješčenjacima (Slika 31c). Pleistocenske sedimente obilježava nešto viši udio epidota i amfibola te niži udio staurolita, a udio granata visok je uz iznimku nekoliko uzoraka zapadne Bilogore. Među holocenskim sedimentima rijeka Drava ističe se većim udjelom granata, sedimenti potoka Papuka i Moslavačke gore bogati su epidotom i amfibolima, dok sedimente kalničkih potoka uglavnom karakterizira ujednačen odnos svih komponenata.

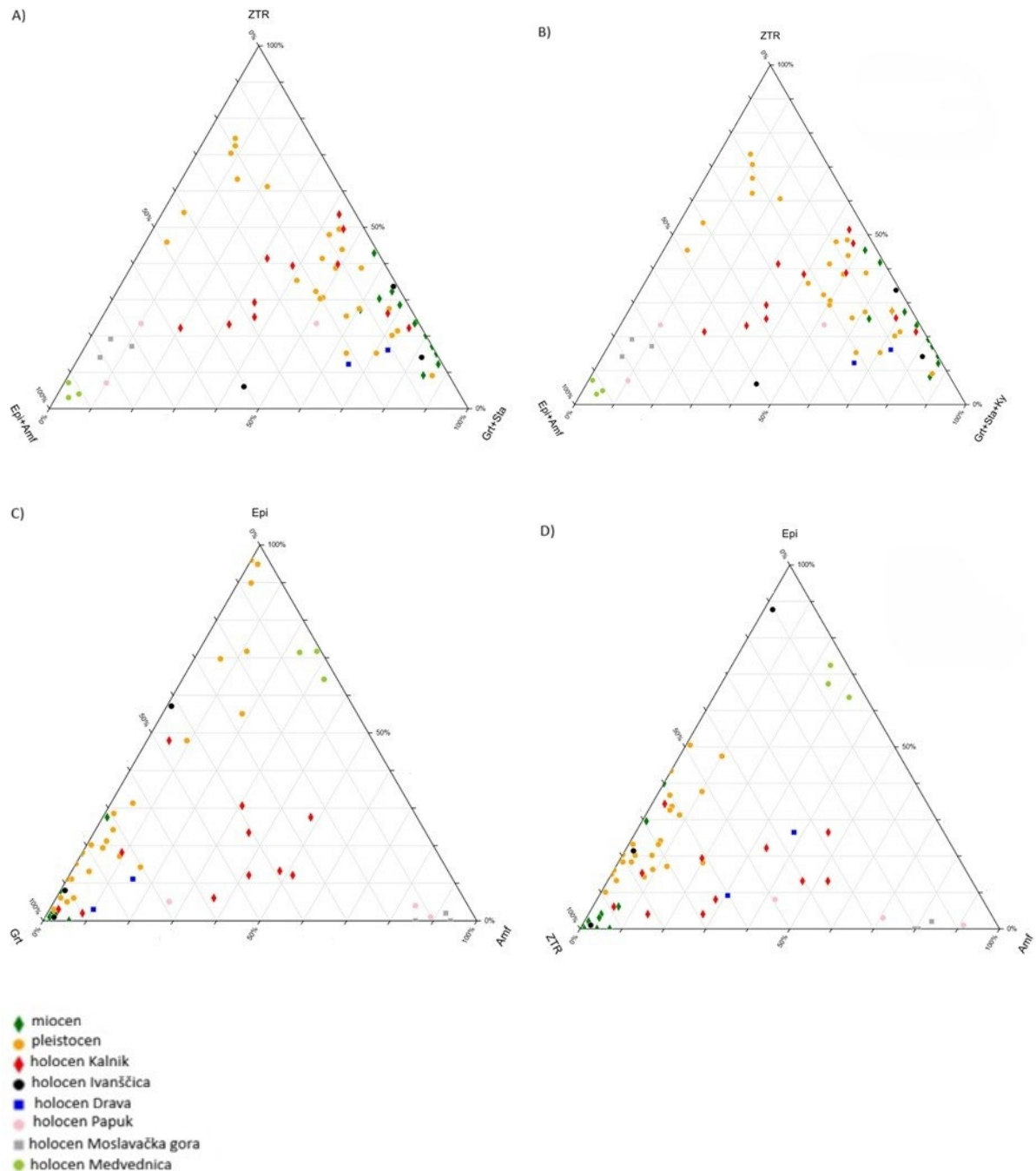
Mineralni odnos cirkon / turmalin / rutil ukazuje na međusobni odnos triju najstabilnijih minerala u uvjetima trošenja (Slika 31d). Donjomiocenski pješčenjaci uglavnom imaju najniži udio cirkona (< 40%), dok je ponegdje udio turmalina najmanji. Ističu se udjelom rutila koji ponegdje čini više od polovice. Rutil također prevladava kod pleistocenskih sedimenata, dok je udio cirkona nešto viši, a udio turmalina malo niži nego u prethodnoj skupini. Sedimenti kalničkih potoka imaju niži udio rutila nego prethodno navedene skupine, a posebno nizak udio imaju potoci Papuka i Moslavačke gore. Nasuprot tome, dravski sediment karakterizira visok udio rutila.



Slika 31. Mineralni odnosi u donjomiocenskim, pleistocenskim i recentnim sedimentima. (A) Odnos ultrastabilnih minerala / staurolit / granati. (B) Odnos turlalin+rutil / staurolit / granati. (C) Odnos epidoti + amfiboli / staurolit / granati. (D) Odnos cirkon / turmalin / rutil.

Kada promotrimo odnos ultrastabilnih minerala (ZTR), epidota + amfibola (epi + amf) i granata + staurolita na trokomponentnom dijagramu (Slika 32a), donjomiocenski pješčenjaci ističu se povišenim udjelom granata i staurolita, dok ih karakterizira izrazito nizak udio epidota i amfibola. Pleistocenski sedimenti ističu se nešto višim udjelom ZTR minerala te epidota i amfibola. Sedimenti kalničkih potoka ujednačenog su sastava, dok se sedimenti iz potoka Papuka i Moslavačke gore ističu visokim udjelom epidota i amfibola. Vrlo sličan odnos vidljiv

je kod odnosa ultrastabilnih minerala (ZTR) / epidoti+amfiboli (epi + amf) / granati + staurolit + kjanit (Slika 32b).



Slika 32. Mineralni odnosi u donjomiocenskim, pleistocenskim i recentnim sedimentima. (A) Odnos ultrastabilnih minerala / epidoti + amfiboli / granati + staurolit. (B) Odnos ultrastabilnih minerala / epidoti + amfiboli / granati + staurolit + kjanit. (C) Odnos epidoti / granati / amfiboli. (D) Odnos epidoti / ultrastabilni minerali / amfiboli.

U odnosu epidot / granati / amfiboli donjomiocenski pješčenjaci posebno se ističu visokim udjelom granata koji u svim uzorcima iznosi > 70%, a ponegdje i više od 90% (Slika 32c). Granati također prevladavaju u većini uzoraka pleistocenskih sedimenata uz iznimku nekoliko uzoraka sa zapada Bilogore u kojima prevladava epidot. Udio amfibola uglavnom iznosi <10%. Kalničke potoke karakterizira visok udio granata, ali udio amfibola u pojedinim je uzorcima znatno viši nego u prethodnim skupinama sedimenata. Visok udio amfibola obilježava sedimente potoka Papuka i Moslavačke gore.

Vrlo sličnu situaciju pokazuje mineralni odnos epidot / ultrastabilni minerali (ZTR) / amfiboli (Slika 32d). Udio ZTR minerala kod donjomiocenskih pješčenjaka iznosi > 90%, dok je udio amfibola izrazito nizak. Pleistocenski sedimenti imaju viši udio epidota od prethodne skupine, dok je udio amfibola uglavnom < 10%. Recentni sedimenti pokazuju ujednačen odnos analiziranih minerala.

7.2. Rezultati mineraloško-petrografskih analiza

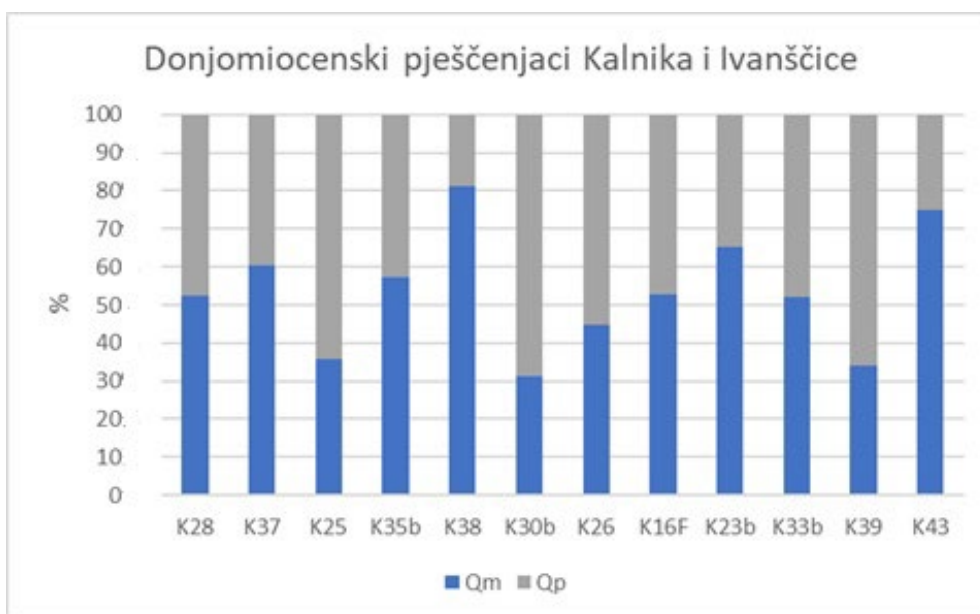
7.2.1. Rezultati petrografskih analiza stijena i sedimenata

Na sastav pijeska i pješčenjaka utječe zastupljenost pojedinih minerala u stijenama izvorišnog područja, kao i njihova kemijska i mehanička stabilnost u okolišu. Kvarc je mineral koji prevladava u sedimentima zbog izrazite otpornosti na trošenje, dok su feldspati mehanički i kemijski nestabilniji te je njihov udio najčešće manji u sedimentu. U donjomiocenskim pješčenjacima prevladava kvarc, zatim slijede litične čestice, dok su feldspati uglavnom zastupljeni u najmanjoj mjeri (Prilog III).

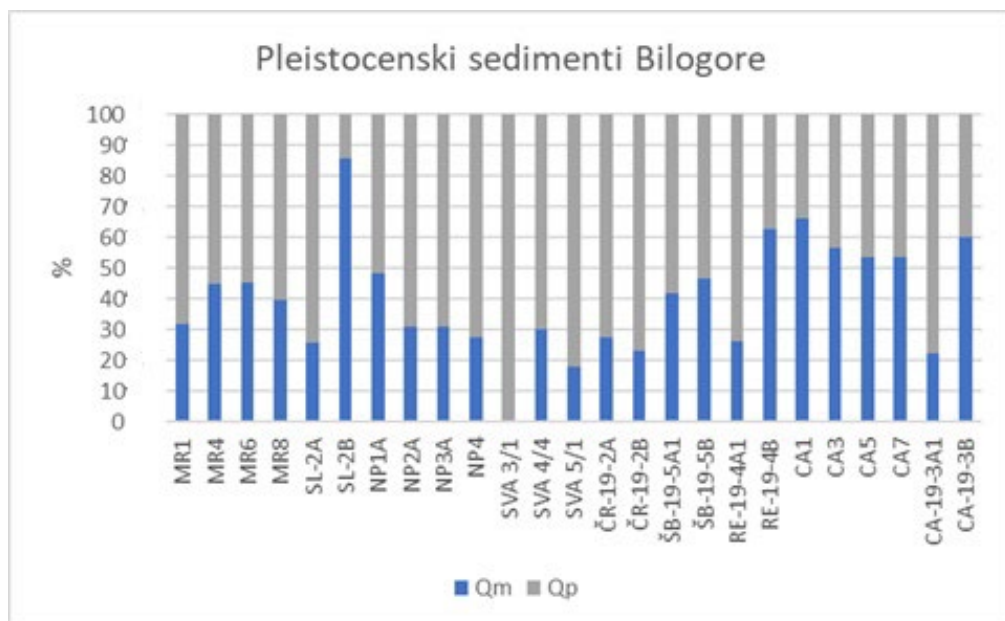
U uzorcima su također uočeni pojedini minerali koji su izuzeti iz obrade podataka. Većina uzoraka sadrži tinjčaste minerale koji u pojedinim uzorcima, prvenstveno onim pleistocenskim i jednom uzorku rijeke Drave, čine značajan udio. Nekoliko pleistocenskih sedimenata iz Novigrada Podravskog, Špišić Bukovice i Cabune ističu se velikim brojem limonitiziranih čestica. Također, dva uzorka recentnih sedimenata medvedničkih potoka (M1, M2) imaju puno limonita. Gotovo svi donjomiocenski pješčenjaci sadrže bioklaste, uz iznimku uzoraka K28, K39 i K23b. U uzorcima K25 i K30b bioklasti čine otprilike polovicu svih prebrojanih zrna, tako da je kod njih potreban oprez prilikom tumačenja rezultata s obzirom na to da kvarc, feldspati i litične čestice zajedno čine manje od polovice svih zrna. U svim donjomiocenskim pješčenjacima uočava se karbonatni cement.

S ciljem određivanja zrelosti sedimenta koristan je omjer Q_m/Q_p , jer zreliji sedimenti imaju veći udio monokristalnog kvarca (Q_m) u odnosu na polikristalni kvarc (Q_p) (Blatt, 1967). Zrno monokristalnog kvarca definirano je kao ono čija površina u tankom presjeku čini 90% ili više jedne kristalne jedinice kvarca, dok je zrno polikristalnog kvarca sastavljeno od dvije ili više kvarcnih kristalnih jedinica te je više od 10% površine zrna u tankom presjeku zauzeto drugim kvarcnim kristalom (Blatt, 1967). Također se upotrebljava indeks mineralne zrelosti, prema kojem mineraloški zreli sedimenti sadrže veći udio kvarca i rožnjaka, a smanjen je udio feldspata i litičnih čestica kao posljedica trošenja.

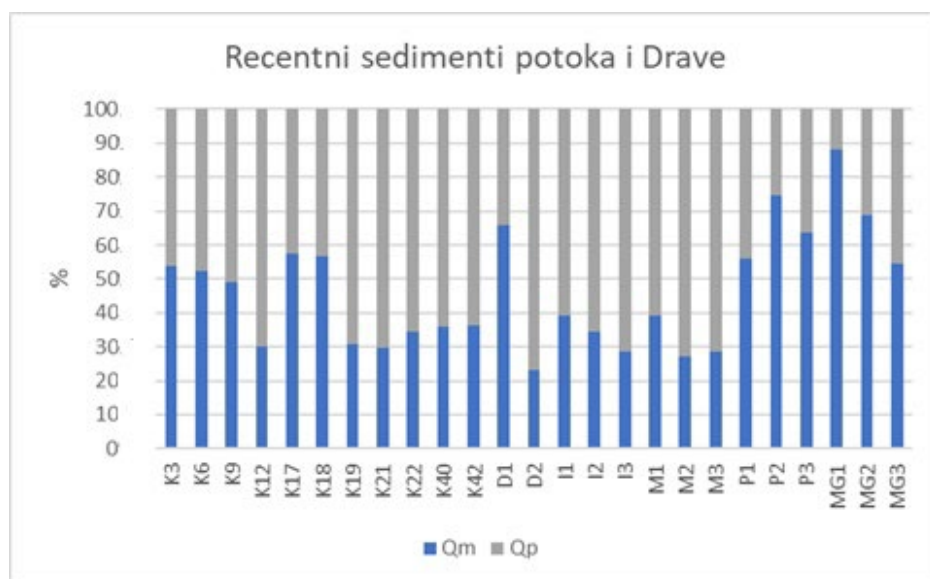
Analizirani donjomiocenski pješčenjaci s područja Kalnika i Ivanščice uglavnom su mineraloški zreli jer dvije trećine uzoraka imaju više monokristalnog u odnosu na polikristalni kvarc (Slika 33). Nasuprot tome, rezultati omjera monokristalnog i polikristalnog kvarca sugeriraju da su pleistocenski sedimenti Bilogore manje zreli u odnosu na ostale analizirane uzorke (Slika 34). Samo sedam uzoraka ima više monokristalnog u odnosu na polikristalni kvarc, dok je kod većine uzoraka u značajnoj mjeri zastupljen polikristalni kvarc (Slika 34). Recentni sedimenti potoka Ivanščice i Medvednice mineraloški su nezreli, dok potoci Papuka i Moslavačke gore imaju znatno veći udio monokristalnog kvarca u odnosu na polikristalni. Većina potoka na Kalniku ima više polikristalnog kvarca (Slika 35).



Slika 33. Udio Q_m i Q_p u donjomiocenskim pješčenjacima Kalnika i Ivanščice (K16F, K25, K28, K30b, K35b, K36, K37, K38, K41b – Kalnik; K33b, K39, K43 – Ivanščica).



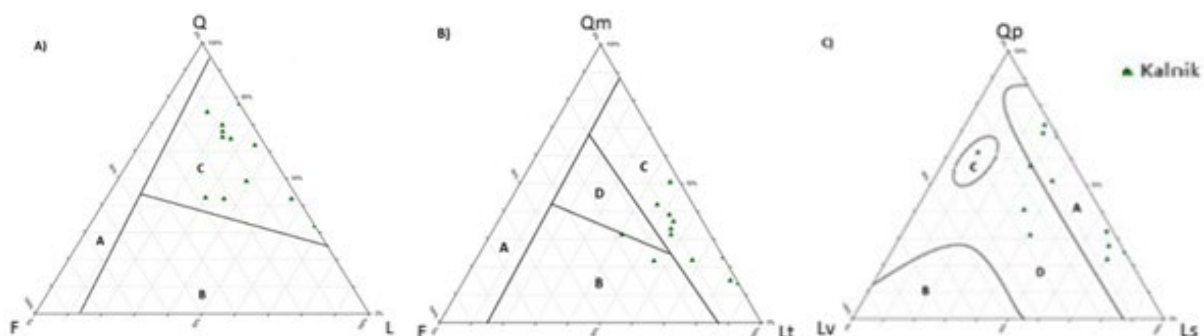
Slika 34. Udio Qm i Qp u pleistocenskim sedimentima na području Bilogore (MR – Mučna Reka, SL – Selinec, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, CR – Črešnjevica; SB – Špišić Bukovica, RE – Rezovac, CA – Cabuna) MR1, SL2B, SVA1-3/1, CA1 – uzorci iz lesa.



Slika 35. Udio Qm i Qp u recentnim sedimentima rijeke Drave i potoka okolnih uzvišenja (K – Kalnik; D – Drava; I – Ivanščica; M – Medvednica; P – Papuk; MG – Moslavačka gora).

Na QFL trokomponentnom dijagramu (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985) svi analizirani uzorci donjomiocenskih pješčenjaka smješteni su unutar polja koje ukazuje na reciklirani orogen (Slika 36a), dok je na Q_mFL_t trokomponentnom dijagramu većina uzoraka unutar toga polja, a svega dva uzorka ukazuju na podrijetlo iz vulkanskog luka (Slika 36b).

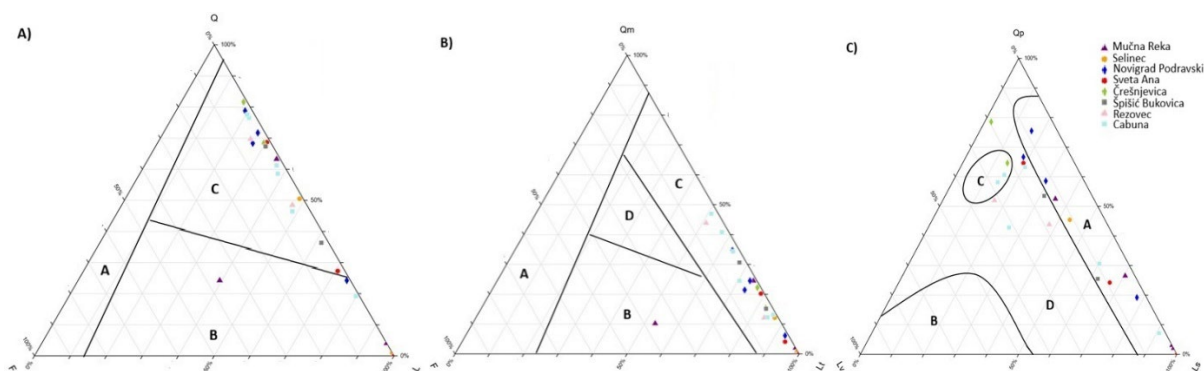
Analiza $Q_pL_vL_s$ trokomponentnog dijagrama ukazuje na podrijetlo većine uzoraka iz kolizijske zone, dok dio predstavlja pijesak miješanog podrijetla (Slika 36c). Iz navedenog se može zaključiti da izvorišno područje materijala za donjomiocenske pješčenjake Kalnika i Ivanšćice predstavlja reciklirani orogen.



Slika 36. Distribucija detritičnih komponenata donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika i Ivanšćice na dijagramima za određivanje provenijencije sedimenata (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985).

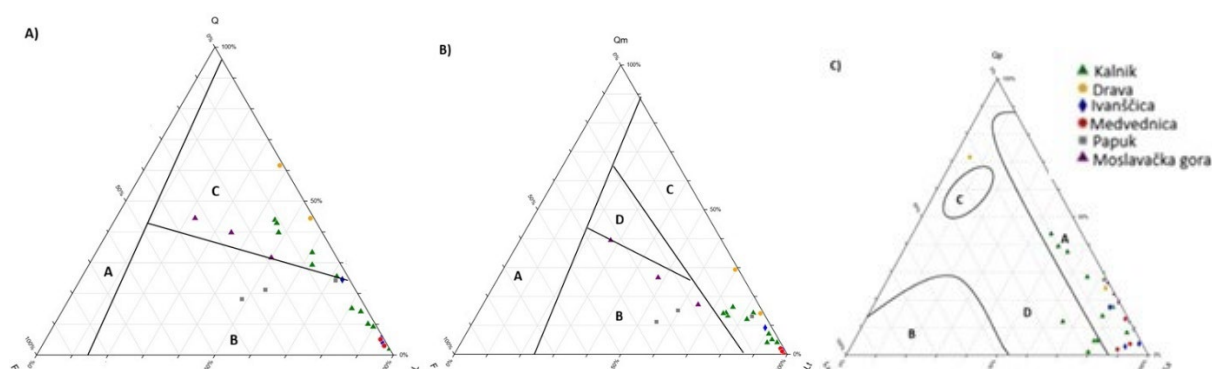
Legenda za kratice na dijagramu: Q – kvarc, F – feldspati, L – litične čestice, Q_m – monokristalni kvarc, L_t – litične čestice, Q_p – polikristalni kvarc, L_v – vulkanske litične čestice, L_s – sedimentne litične čestice
 Legenda za sl. A i B.: A – kontinentalni blok; B – vulkanski luk; C – reciklirani orogen; D – miješana provenijencija; Legenda za sl. C.: A – kolizijski orogen; B – lučni orogen; C – zona subdukcije; D – miješana provenijencija.

Uzorci pleistocenskih sedimenata većinom ukazuju na podrijetlo iz recikliranog orogena. Na QFL dijagramu svega šest uzoraka pleistocenskih sedimenata nalazi se unutar polja vulkanskog luka, uglavnom uzorci zapadne Bilogore (Slika 37a), dok se na Q_mFL_t dijagramu samo jedan uzorak Mučne Reke nalazi u spomenutom polju (Slika 37b). Na $Q_pL_vL_s$ dijagramu uzorci su poprilično raspršeni (Slika 37c). Većina pripada zoni kolizije, manji dio subdukcijskoj zoni, dok nekoliko uzoraka ukazuje na miješano podrijetlo.



Slika 37. Distribucija detritičnih komponenata pleistocenskih sedimenata na području Bilogore na dijagramima za određivanje provenijencije sedimenata (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985) (Za legendu vidi sliku 36).

Rezultati analiza recentnih sedimenata kalničkih potoka i rijeke Drave prikazani na trokomponentnim QFL i Q_mFL_t dijagramima (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985) pokazuju oprečne rezultate (Slika 38a-b). Sediment rijeke Drave nedvojbeno ukazuje na podrijetlo iz recikliranog orogena. Sedimenti kalničkih potoka na Q_mFL_t dijagramu (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985; Slika 38b) u potpunosti su smješteni u polju recikliranog orogena, dok su na QFL dijagramu (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985; Slika 38a) djelomično smješteni i u polju vulkanskog luka. Sedimenti Papuka pretežno ukazuju na podrijetlo s vulkanskog luka. Sedimenti potoka s Ivanšćice i Medvednice na QFL dijagramu ukazuju na podrijetlo s vulkanskog luka (Slika 38a), dok su na Q_mFL_t dijagramu (Slika 38b) smješteni u polju recikliranog orogena. Slična dvosmislenost prisutna je kod potoka Moslavačke gore, koji na QFL dijagramu pripadaju okolišu recikliranog orogena (Slika 38a), dok na Q_mFL_t dijagramu pripadaju okolišu vulkanskog luka (Slika 38b). Dijagram $Q_pL_vL_s$ uglavnom ukazuje na podrijetlo iz kolizijske zone (Slika 38c).



Slika 38. Distribucija detritičnih komponenata recentnih sedimenata rijeke Drave te potoka Kalnika, Ivanšćice, Medvednice, Papuka i Moslavačke gore na dijagramima za određivanje provenijencije sedimenata (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985) (Za legendu vidi sliku 36).

Analizi dobivenih podataka važno je pristupiti kritički i pokušati odrediti faktore koji su mogli utjecati na dobivene rezultate. Tako na sastav sedimenta i sedimentne stijene, osim sastava izvorišne stijene, mogu u značajnijoj mjeri utjecati reljef i klima. U područjima s intenzivnom tektonskom/magmatskom aktivnosti izvorišna stijena ima puno veći utjecaj na sastav sedimenta od reljefa i klime (Dickinson, 1970). Na prostorima bez značajnije tektonske aktivnosti, gdje je sediment dulje izložen vanjskim procesima, navedeni čimbenici imaju veću ulogu. Problem također predstavlja recikliranje sedimenta, jer može značajno utjecati na sastav sedimenta, a teško ga je prepoznati i kvantificirati (Blatt, 1967).

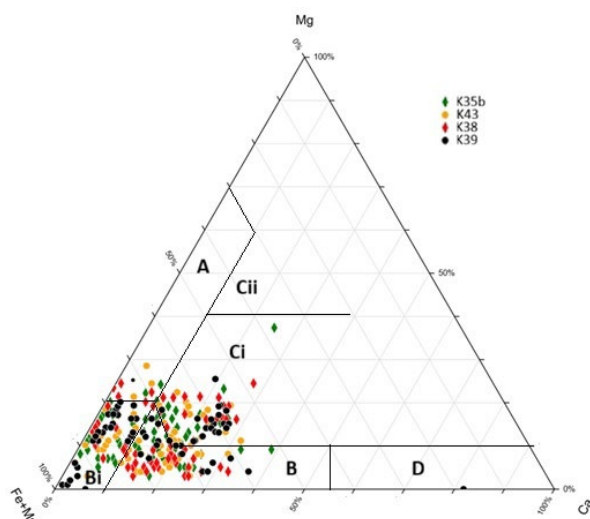
Jedan je od nedostataka metode mogućnost pojave određenih razlika u određivanju minerala između dva različita analitičara. Nadalje, s obzirom na to da je ponekad teško razlikovati alkalijske feldspate od plagioklasa, korisno je i bojiti feldspate (Laniz i dr., 1964). Mogući problemi mogu proizlaziti iz razlikovanja rožnjaka od felzitskih litičnih čestica, koje izgledaju vrlo slično, pogotovo s uključenim analizatorom. Jedan od velikih problema predstavlja i miješanje klastičnog materijala različite provenijencije, što je zapravo vrlo česta pojava koja može dovesti do pogrešnih zaključaka.

Weltje (2006) napravio je evaluaciju trokomponentnih dijagrama pomoću statističkih testova. Rezultati su ukazali na to da je trokomponentni dijagram Q_mPK koji nije korišten u ovome radu, najmanje točan, odnosno 64% točaka smješteno je u odgovarajuće polje. Ostali dijagrami imaju podjednaku točnost, za QFL i Q_mFL_t iznosi 75%, dok je za dijagram $Q_pL_vL_s$ točnost 78%.

7.3. Rezultati geokemijskih analiza

7.3.1. Geokemija granata

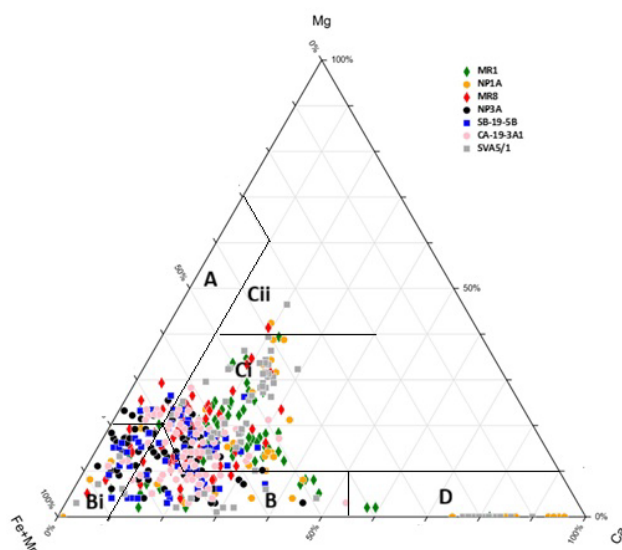
Analizirani donjomiocenski pješčenjaci Kalnika i Ivanščice pokazuju poprilično ujednačen kemijski sastav granata (Slika 39, Prilog IV). Udio magnezija nizak je te samo u jednom zrnju prelazi 30%. Postotni udio kalcija također je nizak, uglavnom do 30% te rijetko do 40%, uz iznimku jednog zrna. U gotovo svim zrnima udio željeza i mangana prelazi 50%. Prema predloženoj klasifikaciji iz Mange i Morton (2007) većina analiziranih granata nalazi se u kategoriji B, što ukazuje na njihovo podrijetlo iz stijena amfibolitnog facijesa te neutralnih do kiselih magmatskih stijena. Nešto manji dio granata potječe od stijena granulitnog facijesa (A) i visokometamorfoziranih bazičnih stijena (C_i). U kategorijama C_{ii} (ultrabazične stijene) i D (niskometamorfozirane stijene) nema ni jednog zrna.



Slika 39. Geokemijski sastav granata donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika (K35b, K38) i Ivanščice (K39, K43) prema Mange i Morton (2007). Legenda: A – granulitni facijes, B – amfibolitni facijes, B_i – neutralne do kisele magmatske stijene, C_i – visokometamorfozirane bazične stijene, C_{ii} – ultrabazične stijene, D – niskometamorfozirane stijene.

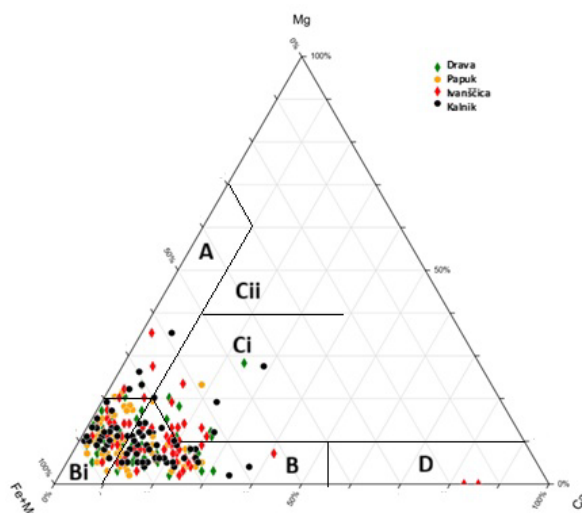
Pleistocenski sedimenti Bilogore pokazuju nešto veće varijacije, ali i kod njih uglavnom prevladavaju željezo i mangan (Slika 40, Prilog IV). Sva zrna osim njih nekoliko iz uzoraka NP1A i SVA1-5/1 imaju više od 30% željeza i mangana, dok kod većine iznosi između 50 i 90%. Udio kalcija uglavnom ne prelazi 40%, uz iznimku pojedinih zrna prethodno istaknutih uzoraka. U većini zrna udio je magnezija ispod 30%, dok samo pojedina zrna uzoraka zapadne Bilogore (MR1, MR8, NP1A, SVA1-5/1) sadrže između 30 i 50%. Rezultati su poprilično raspršeni, no uočava se pripadnost većine granata kategorijama B i B_i (amfibolitni facijes,

magmatske stijene) i C_i (visokometamorfozirane bazične stijene). Manji dio granata potječe iz stijena granulitnog facijesa (A) te svega nekoliko zrna pripada kategoriji visokometamorfoziranih ultrabazičnih stijena (C_{ii}). Nekoliko zrna iz uzoraka NP1A i SVA1-5/1 potječe iz niskometamorfoziranih stijena (D). Uočava se tendencija da su granati zapadne Bilogore pretežno u kategoriji C (visokometamorfozirane bazične stijene), dok su granati istočnog dijela većim dijelom u kategoriji B (amfibolitni facijes).



Slika 40. Geokemijski sastav granata pleistocenskih sedimenata Bilogore prema Mange i Morton (2007). MR – Mučna Reka, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, SB – Špišić Bukovica, CA – Cabuna; MR1 – les. Legenda: A – granulitni facijes, B – amfibolitni facijes, B_i – neutralne do kisele magmatske stijene, C_i – visokometamorfozirane bazične stijene, C_{ii} – ultrabazične stijene, D – niskometamorfozirane stijene.

Recentni sedimenti rijeke Drave i potoka s okolnih uzvišenja ukazuju na sastav vrlo sličan prethodnim skupinama sedimenata (Slika 41, Prilog IV). Udio magnezija uglavnom je do 20%, dok u pojedinim zrnima iznosi između 20 i 40%. Udio kalcija također je relativno nizak, najčešće do 30%, uz iznimku dva zrna iz potoka Ivanščice s udjelom većim od 80%. S udjelom većim od 40% mangan i željezo prevladavaju u sastavu gotovo svih zrna, a kod većine zrna njihov se udio kreće u rasponu od 60 do 90%. Iz navedenog proizlazi da je većina granata nastala trošenjem metamorfnih stijena amfibolitnog facijesa te neutralnih do kiselih magmatskih stijena (B_i , B_{ii}). Znatno manji dio potječe od stijena granulitnog facijesa (A) i visokometamorfoziranih bazičnih stijena (C_i). Nema ni jednog zrna u kategoriji ultrabazičnih stijena (C_{ii}), dok su svega dva zrna iz potoka Ivanščice nastala trošenjem niskometamorfoziranih stijena (D).



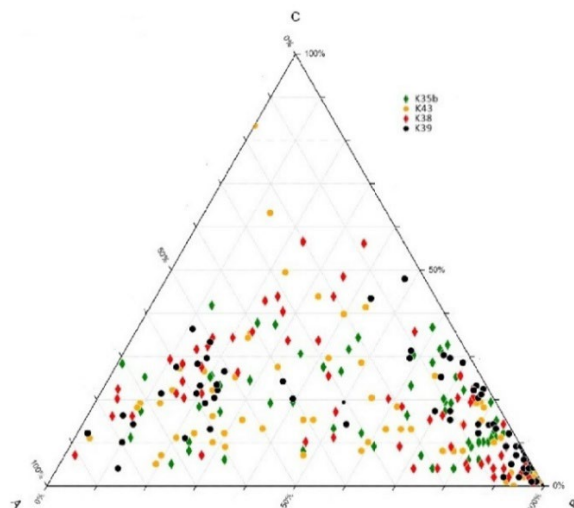
Slika 41. Geokemijski sastav granata recentnih sedimenata rijeke Drave (D1) te potoka Ivanščice (I2), Kalnika (K6) i Papuka (P3) prema Mange i Morton (2007). Legenda: A – granulitni facijes, B – amfibolitni facijes, Bi – neutralne do kisele magmatske stijene, Ci – visokometamorfizirane bazične stijene, Cii – ultrabazične stijene, D – niskometamorfizirane stijene.

U radu je izračunata vjerojatnost kojoj od navedenih kategorija pripadaju analizirani granati pomoću formula koje upotrebljavaju podatke o koncentraciji SiO_2 , Al_2O_3 , MnO , FeO , CaO , MnO i komponente Cr_2O_3 (Tolosana-Delgado i dr., 2018). Pomoću formula prvo se izdvajaju granati koji pripadaju kategoriji D (ultramafitne stijene) uz vrlo visoku točnost od čak 97%, dok se u sljedećem koraku izdvajaju granati iz kategorije E (vulkanske stijene) uz točnost od 94%. Preostali su granati metamorfnog podrijetla koji se na temelju prosječnog udjela krajnjih članova (pirop, grosular i almandin + spesartin), dijele u kategorije A (eklogitni facijes), B (amfibolitni facijes) i C (granulitni facijes), pri čemu točnost iznosi svega 74%.

Granati iz sve tri skupine analiziranih sedimenata u ovom radu ukazuju na dominantno metamorfnog podrijetlo. Čak 99% granata pripada ABC kategorijama prema Tolosana-Delgado i dr. (2018), dok je preostalih 1% vulkanskog podrijetla. Ni jedno analizirano zrno ne pokazuje podrijetlo iz ultramafitnih stijena. Ako analiziramo pojedinačno prema skupinama sedimenata, pet zrna granata iz miocenskih pješčenjaka pripada kategoriji E (vulkanske stijene) (K39 – 3; K43 – 2). U skupini pleistocenskih sedimenata sedam je zrna iz kategorije vulkanskih stijena (E) (MR1 – 1; NP1A – 1; SVA1-5/1 – 5), dok ih među granatima recentnih sedimenata uopće nema.

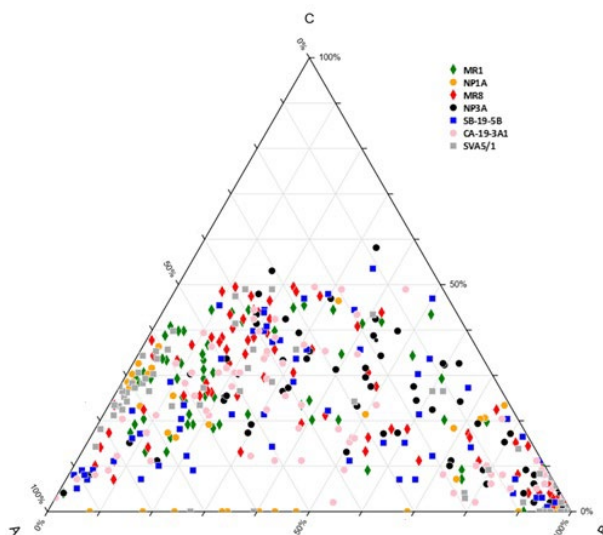
Granati metamorfnog podrijetla prikazani su u trokomponentnom dijagramu radi izdvajanja u kategorije A, B i C prema Tolosana-Delgado i dr. (2018). Donjomiocenski

pješčenjaci imaju najveći udio granata amfibolitnog facijesa (kategorija B), otprilike 50 - 55% (Slika 42). Oko 40% granata potječe iz eklogitnog facijesa (kategorija A), dok je manje od 10% iz granulitnog facijesa (kategorija C).



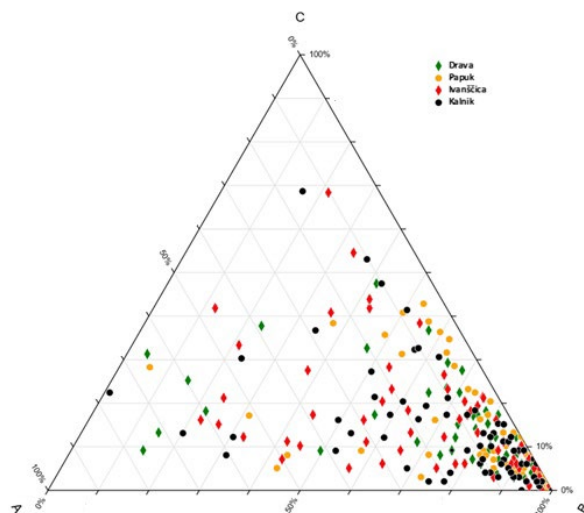
Slika 42. Geokemijski sastav granata donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika (K35b, K38) i Ivanščice (K39, K43) prema Tolosana-Delgado i dr. (2018). Legenda: A – eklogitni facijes, B – amfibolitni facijes, C – granulitni facijes.

Pleistocenski sedimenti pokazuju podjednak udio granata amfibolitnog i eklogitnog facijesa (Slika 43). Od 10 do 15% granata potječe iz stijena granulitnog facijesa.



Slika 43. Geokemijski sastav granata pleistocenskih sedimenata Bilogore prema Tolosana-Delgado (2018). MR – Mučna Reka, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, SB – Špišić Bukovica, CA – Cabuna; MR1 – les. Legenda: A – eklogitni facijes, B – amfibolitni facijes, C – granulitni facijes.

U recentnim sedimentima uočava se dominacija granata amfibolitnog facijesa, njemu pripada oko 70% analiziranih zrna (Slika 44). Oko 20% granata potječe od stijena eklogitnog facijesa, dok je granulitni facijes zastupljen s manje od 10%.



Slika 44. Geokemijski sastav granata recentnih sedimenata rijeke Drave (D1) te potoka Ivanščice (I2), Kalnika (K6) i Papuka (P3) prema Tolosana-Delgado i dr. (2018). Legenda: A – eklogitni facijes, B – amfibolitni facijes, C – granulitni facijes.

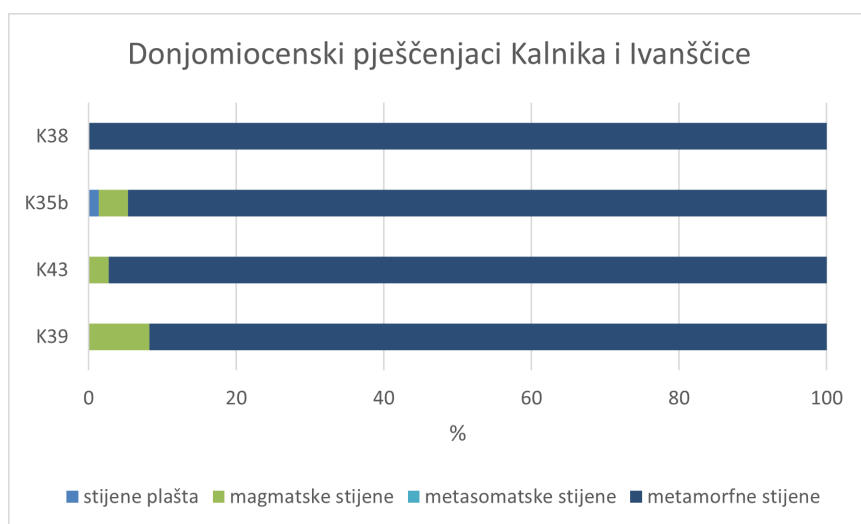
U analizi geokemijskih karakteristika granata, Schönig i dr. (2021) razvili su algoritam za otkrivanje ishodišnih stijena pomoću geokemije granata na temelju velike baze podataka iz literature (13 615 geokemijskih analiza). Ishodišne stijene razvrstali su u četiri osnovne skupine: MA – stijene plašta, MM – metamorfne stijene, IG – magmatske stijene i MS – metasomatske stijene. Točnost određivanja iznosi > 95%:

Metamorfne stijene zatim su podijelili u šest podskupina: GS – facijes zelenog škriljavca, BS – facijes plavog škriljavca, AM – amfibolitni facijes, GS – granulitni facijes, EC – eklogitni facijes i UHP – metamorfizam pod visokim tlakom. Prilikom određivanja facijesa točnost algoritma iznosi > 84%.

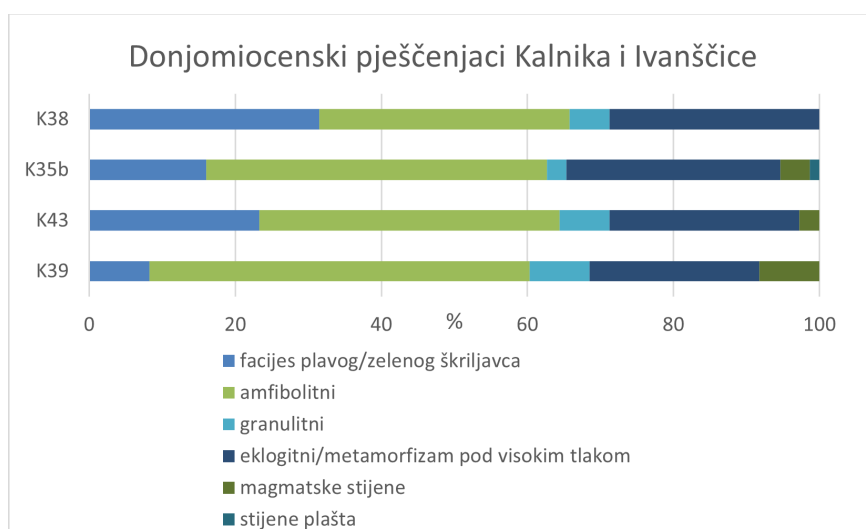
Isti autori dodatno su dodatno razvrstali stijene u pet podskupina prema sastavu ishodišne stijene: UM – ultramafitno, M – mafitno, IF/S – felzitno/metasedimentno, CS – kalcijsko-silikatno i A – alkalijsko. Točnost određivanja iznosi > 93%.

Budući da su rezultati prilično ujednačeni, donjomiocenski pješčenjaci ukazuju na dominantno metamorfno podrijetlo. U svim analiziranim uzorcima više od 90% zrna potječe iz metamorfnih stijena, prosječno 4% potječe iz magmatskih stijena, dok je samo u uzorku K35b

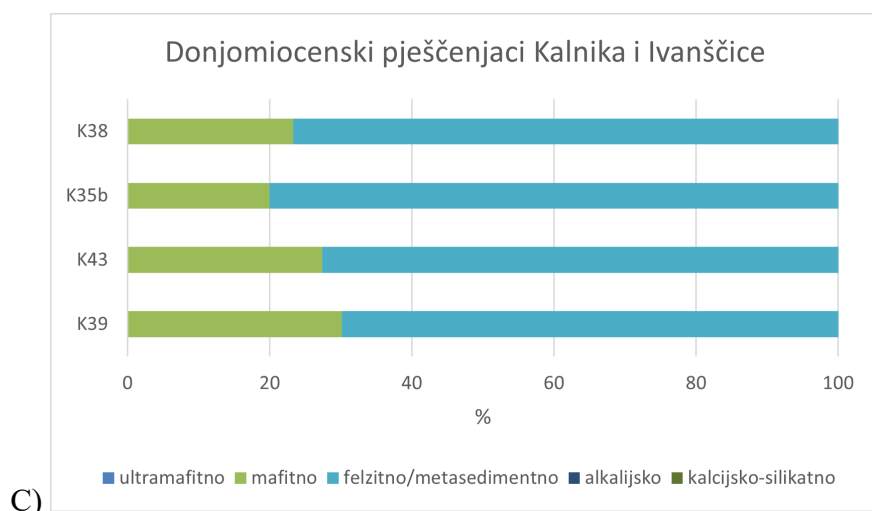
prisutan zanemariv udio stijena plašta (Slika 45a). Skoro polovica zrna ukazuje na amfibolitni facijes, oko 25% na eklogitni i visokotlačni metamorfizam, oko 20% na facijes zelenih i plavih škriljavaca, dok najmanje zrna potječe iz granulitnog facijesa (Slika 45b). Prema sastavu, ishodišne stijene bile su pretežno felzitne, svega jedna četvrtina otpada na mafitne stijene (Slika 45c).



A)

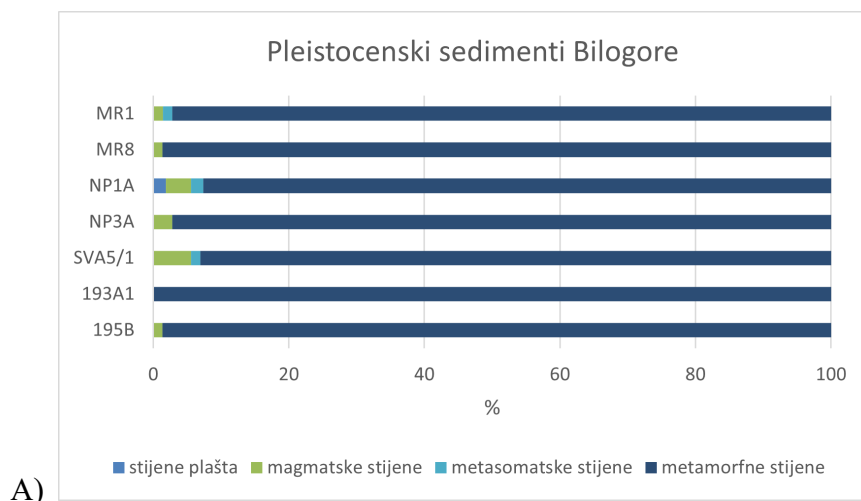


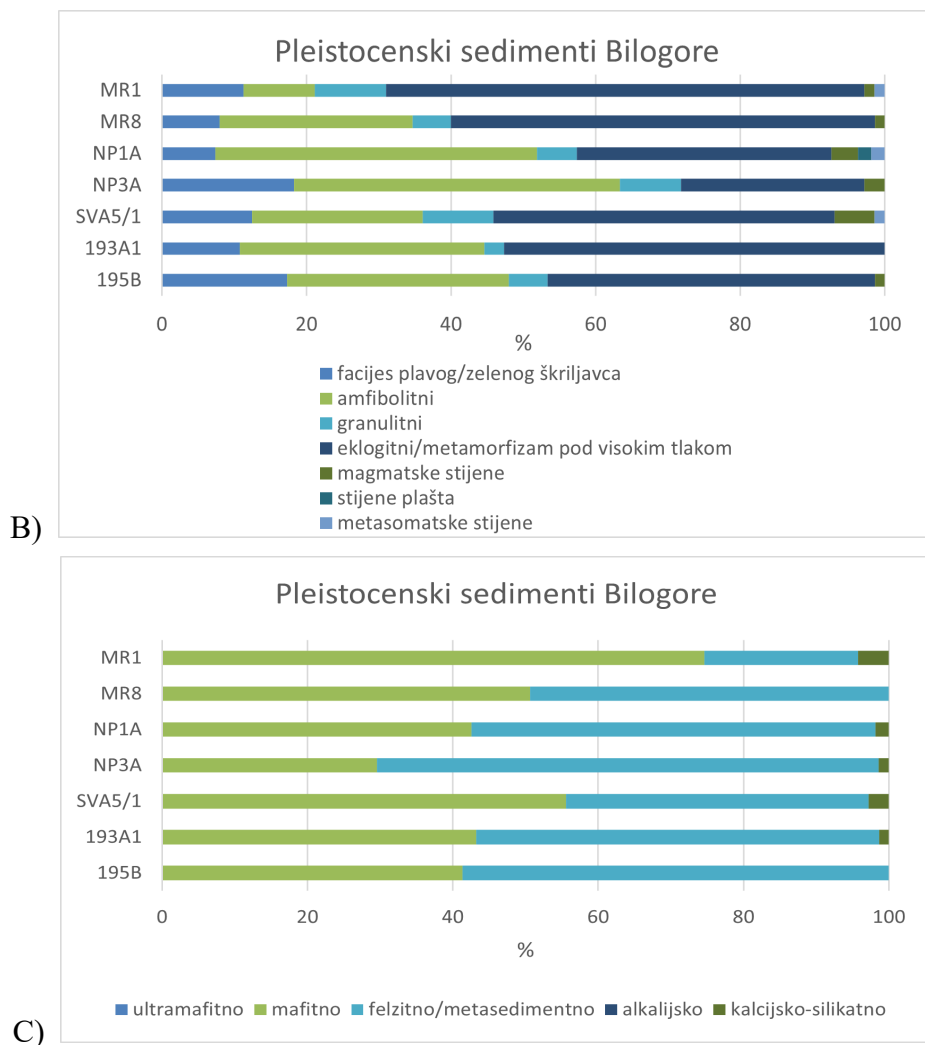
B)



Slika 45. Podrijetlo donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika (K35b, K38) i Ivanščice (K39, K43) na temelju geokemijskog sastava granata prema Schönig i dr. (2021). (A) Skupina ishodišnih stijena. (B) Facijes metamornih stijena. (C) Sastav ishodišne stijene.

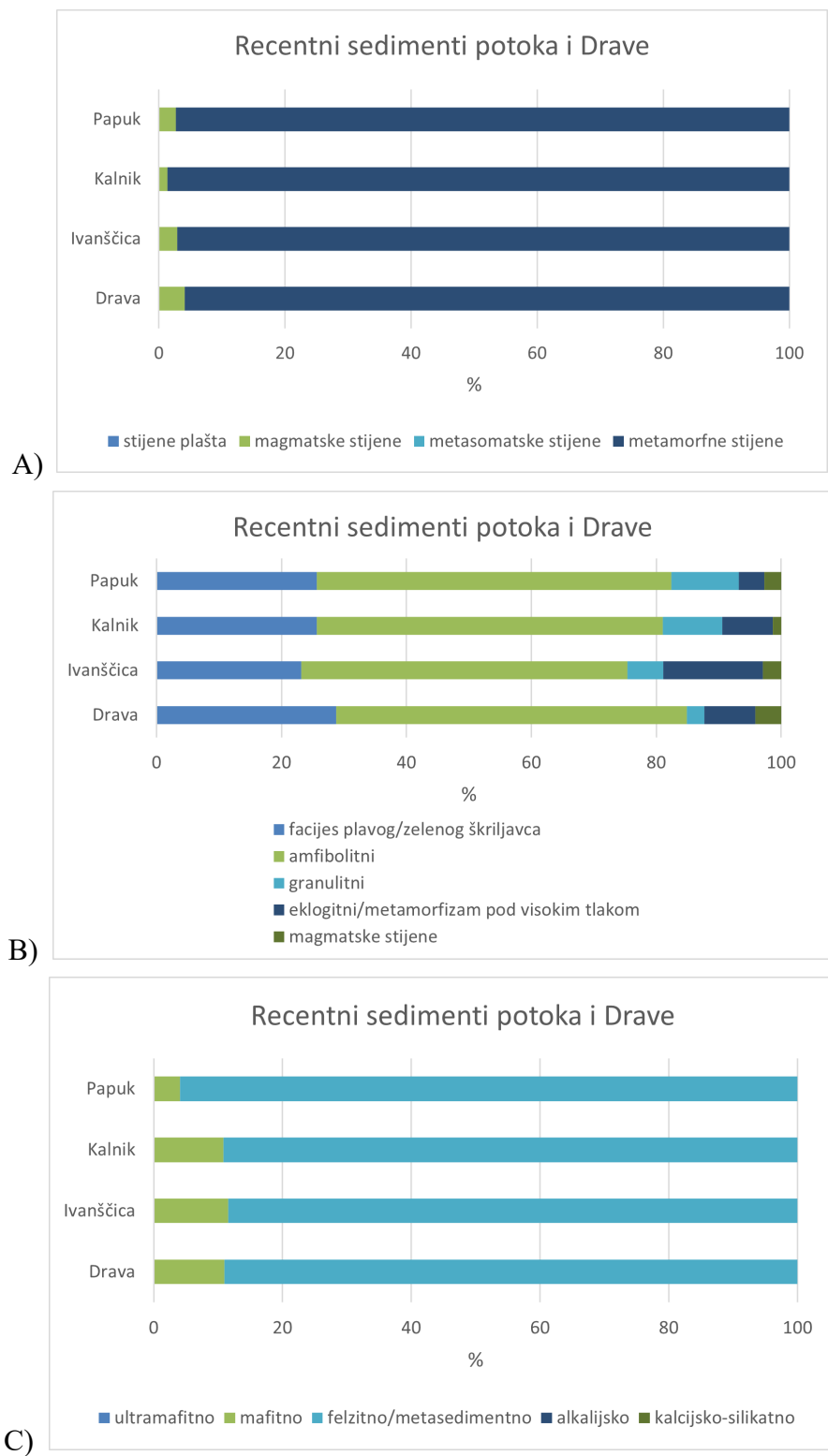
Pleistocenski sedimenti također ukazuju na gotovo isključivo metamorfno podrijetlo, ostale kategorije stijena zastupljene su sa zanemarivim udjelom (Slika 46a). Što se tiče facijesa, rezultati nisu toliko istoznačni. Pet uzoraka (MR1, MR8, SVA1-5/1, 193A1, 195B) ukazuje na pretežno podrijetlo iz stijena eklogitnog facijesa i visokotlačnog metamorfizma, dok je kod uzoraka iz Novigrada Podravnog najviše zrna iz amfibolitnog facijesa. Ostali facijesi zastupljeni su u manjoj mjeri kod svih uzoraka (Slika 46b). Ako uzimamo prosjek svih analiziranih uzoraka, mafitne i felzitne ishodišne stijene podjednako su zastupljene. Kod tri uzorka prevladavaju mafitne stijene, što je posebno izraženo kod uzorka iz lesa MR1 (Slika 46c).





Slika 46. Podrijetlo pleistocenskih sedimenata Bilogore (MR – Mučna Reka, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, SB – Špišić Bukovica, CA – Cabuna; MR1 – les) na temelju geokemijskog sastava granata prema Schönig i dr. (2021). (A) Skupina ishodišnih stijena. (B) Facijes metamorfnih stijena. (C) Sastav ishodišne stijene.

U recentnim sedimentima nema odstupanja, sva četiri uzorka (Drava, Ivanščica, Kalnik, Papuk) ukazuju na pretežno metamorfno podrijetlo (oko 97%) te u vrlo maloj mjeri magmatsko (Slika 47a). Ishodišne stijene najvećim dijelom pripadaju amfibolitnom facijesu, oko 25% facijesu zelenih i plavih škriljavaca, dok su ostali facijesi prosječno zastupljeni s manje od 10% (Slika 47b). Prema sastavu dominiraju felzitne stijene u prosjeku s oko 90% (Slika 47c).



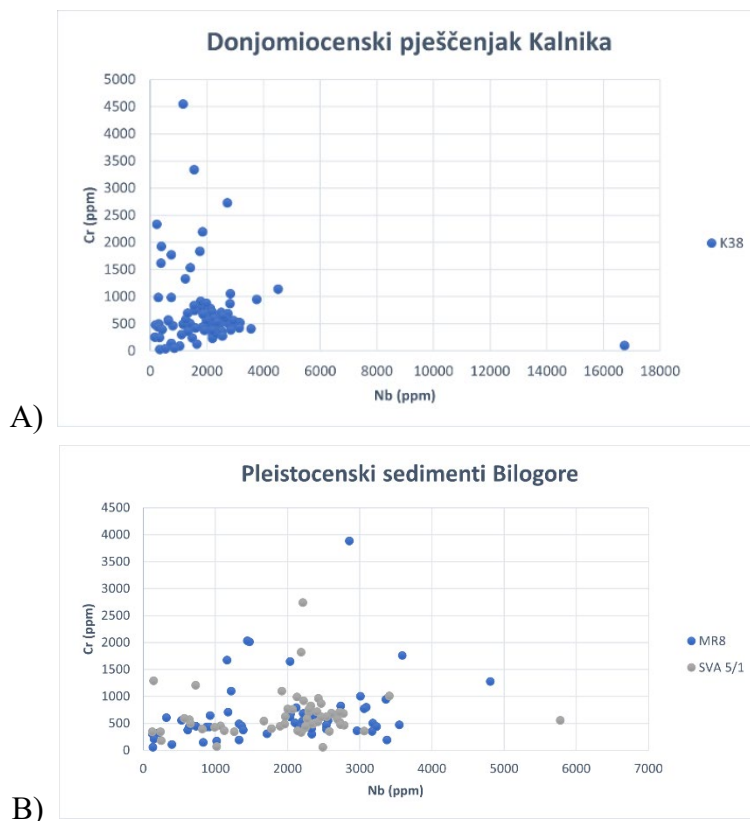
Slika 47. Podrijetlo recentnih sedimenata rijeke Drave (D1) te potoka Ivanščice (I2), Kalnika (K6) i Papuka (P3) na temelju geokemijskog sastava granata prema Schönig i dr. (2021). (A) Skupina ishodišnih stijena. (B) Facijes metamorfnihi stijena. (C) Sastav ishodišne stijene.

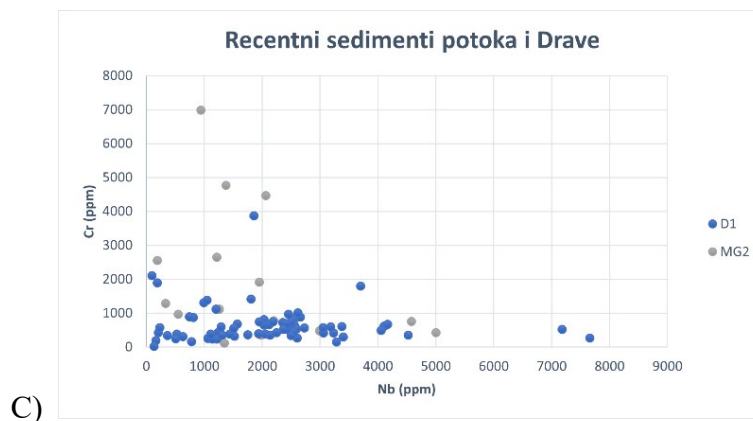
7.3.2. Geokemija rutila

U okviru ovog rada analizirano je ukupno 286 zrna rutila prema Triebold i dr. (2011). Analiza je pokazala da su njih 99% rutili. Svega šest zrna pokazalo je nešto manju vjerojatnost da je riječ o rutilu, u rasponu od 86% do 98%. Provjera je pokazala da ni jedno analizirano zrno ne pokazuje značajniju statističku vjerojatnost da je riječ o anatasu ili brukitu.

Diskriminacija analiziranih rutila rađena je prema Triebold i dr. (2012). Ova je metoda odabrana jer se pokazalo da koncentracija Nb i Cr u rutilu značajno ovisi o tome potječe li iz pelitnih ili mafitnih stijena (Zack i dr., 2002, Zack i dr., 2004a, Triebold i dr., 2007, Meinhold i dr., 2008, Triebold i dr., 2012). Klasifikacija je napravljena prema formuli $X = 5 * (Nb \text{ [ppm]} - 500) - Cr \text{ [ppm]}$ (Triebold i dr., 2012) pri čemu rutil potječe od pelitnih stijena ako je x pozitivna vrijednost, a od mafitnih u slučaju negativne vrijednosti.

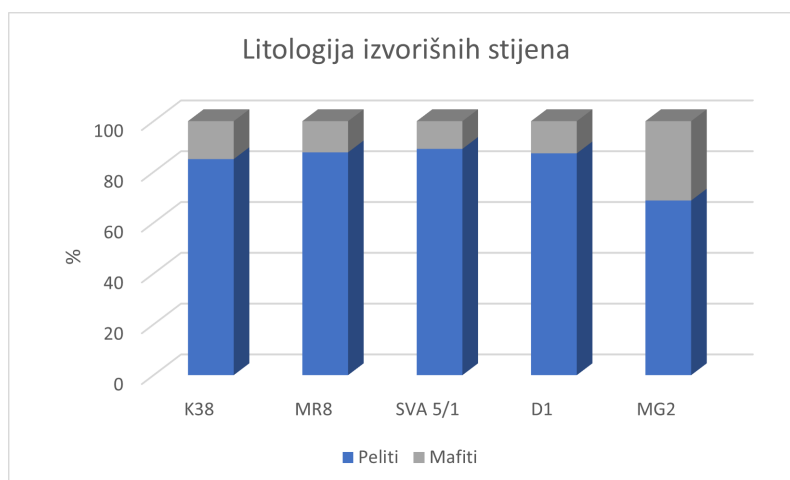
U analiziranim uzorcima donjomiocenskog pješčenjaka Kalnika (K38), pleistocenskih sedimenata Bilogore (MR8, SVA1-5/1) i recentnog sedimenta rijeke Drave (D1) rezultati su poprilično ujednačeni. Koncentracija Nb veća je u odnosu na koncentraciju Cr u većini zrna (Slika 48, Prilog V), pri čemu koncentracija Cr uglavnom ne prelazi 1000 ppm kod većine analiziranih uzoraka.





Slika 48. Koncentracija Cr i Nb u rutilima analiziranih uzoraka. (A) K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika. (B) MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore. (C) D1 i MG2 – recentni sediment rijeke Drave i potoka s Moslavačke gore.

Većina rutila (85 - 90%) potječe iz pelitnih stijena, dok je znatno manji postotak mafitnog podrijetla. Uzorak sedimenta iz potoka Moslavačke gore (MG2) ukazuje na nešto niži udio pelitnih rutila (69%), što je vjerojatno posljedica manjeg broja analiziranih zrna u odnosu na ostale uzorke (Slika 49).



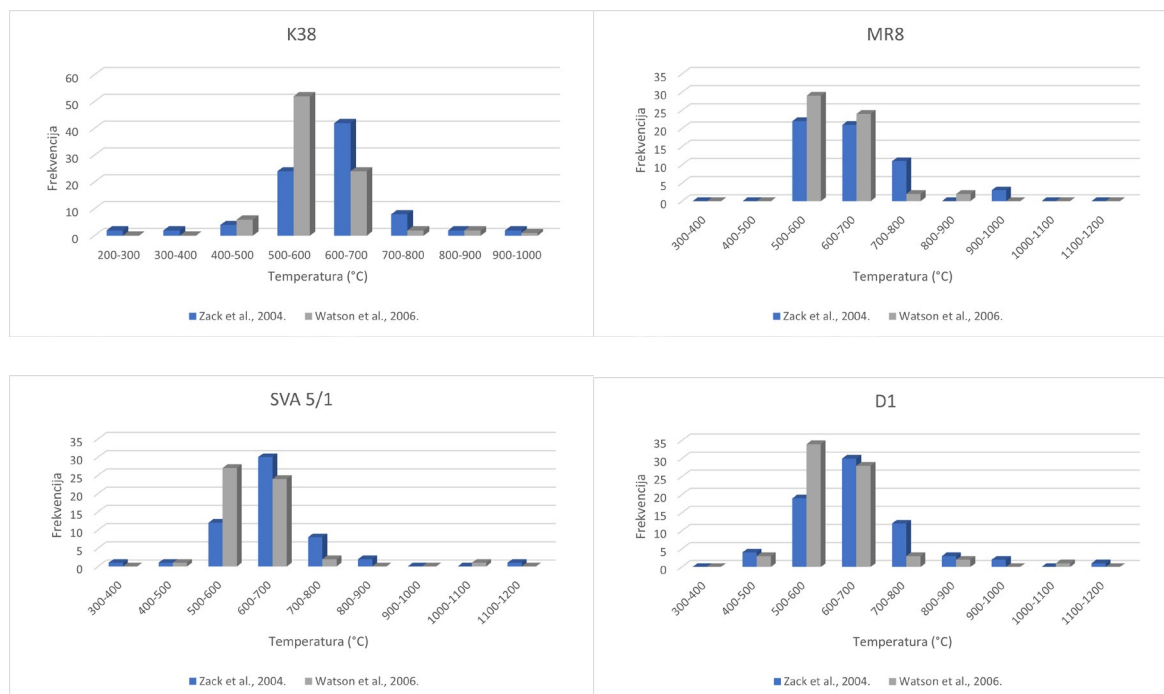
Slika 49. Litologija izvorišnih stijena analiziranih uzoraka (K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1 i MG2 – recentni sediment rijeke Drave i potoka s Moslavačke gore) na temelju koncentracije Nb i Cr u rutilu.

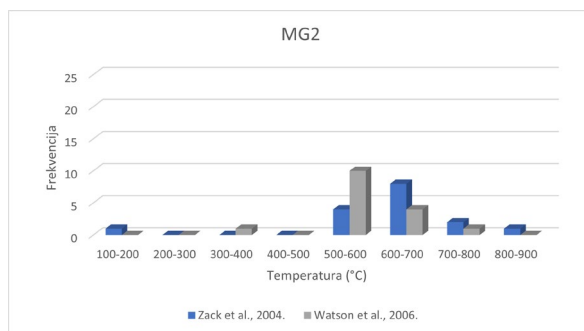
Budući da rutili metamorfnog podrijetla uglavnom sadrže >1000 ppm Fe (Zack i dr., 2004a), pristupilo se određivanju izvorišnih stijena na temelju sadržaja željeza. U ovom radu od ukupno 286 analiziranih zrna svega 7 ima sadržaj Fe ispod 1000 ppm. To su po jedno zrno u uzorcima K38 i MR8, dva zrna u SVA1-5/1 te tri u MG2 (Prilog V). Uzorak D1 iz Drave

nema ni jedno takvo zrno rutila. Sadržaj željeza ukazuje da je 97,6% analiziranih rutila metamorfnog podrijetla.

Osim geokemije, otkriveni potencijal cirkonija kao termometra koji ukazuje na temperaturu pri kojoj je rutil formiran predstavlja važan iskorak u termokronološkim istraživanjima. Budući da većina rutila iz analiziranih uzoraka potječe od metapelita, pretpostavlja se da oni sadrže kvarc i cirkon koji u sustavu tijekom metamorfoze koegzistiraju s rutilom (Zack i dr., 2004a) te su primijenjene formule za izračun temperature. Temperatura pri kojoj su stvarani rutili izračunata je prema formulama $T(^{\circ}\text{C}) = 127,8 * \ln(\text{Zr [ppm]}) - 10$ (Zack i dr., 2004b) i $T(^{\circ}\text{C}) = \frac{4470}{7,36 - \log_{10}(\text{Zr [ppm]})} - 273$ (Watson i dr., 2006) s mogućnošću pogreške $\pm 50^{\circ}\text{C}$.

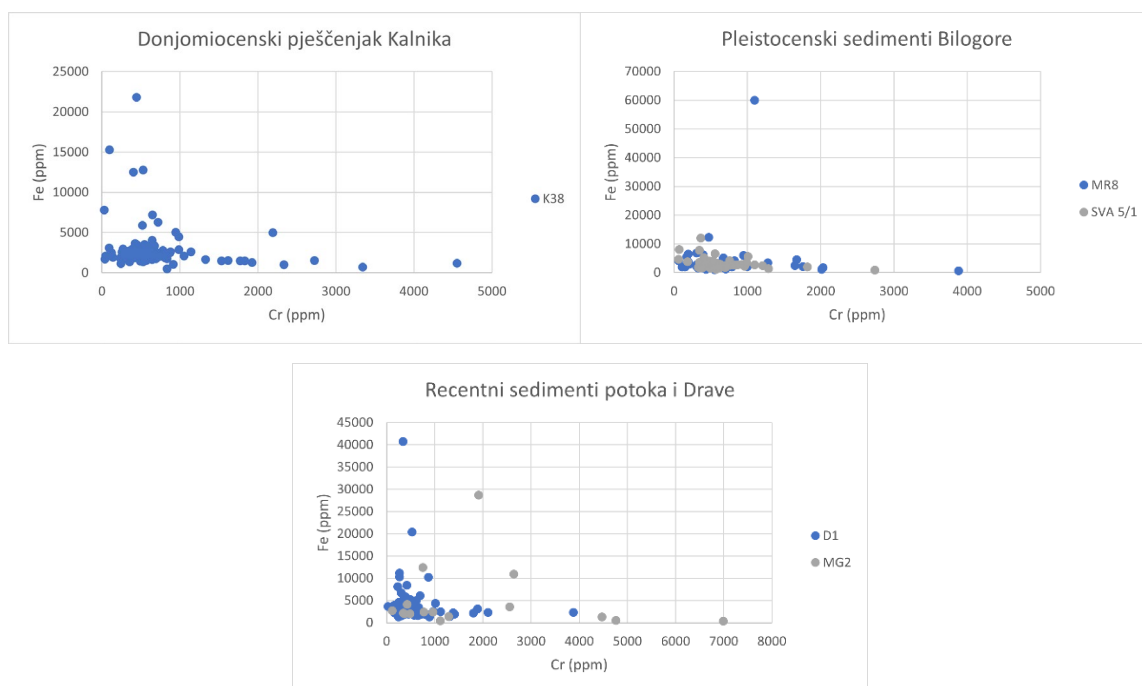
Rezultati ukazuju na ujednačenost svih pet uzoraka (Slika 50). Temperature dobivene prema Zack i dr. (2004b) kod većine su zrna za nekoliko desetaka stupnjeva više nego one prema Watson i dr. (2006). U svim uzorcima većina rutila je formirana pri temperaturnom rasponu od 500 do 700 $^{\circ}\text{C}$, dok je manji dio između 700 i 800 $^{\circ}\text{C}$. Ostali temperaturni razredi zastupljeni su u manjoj mjeri.





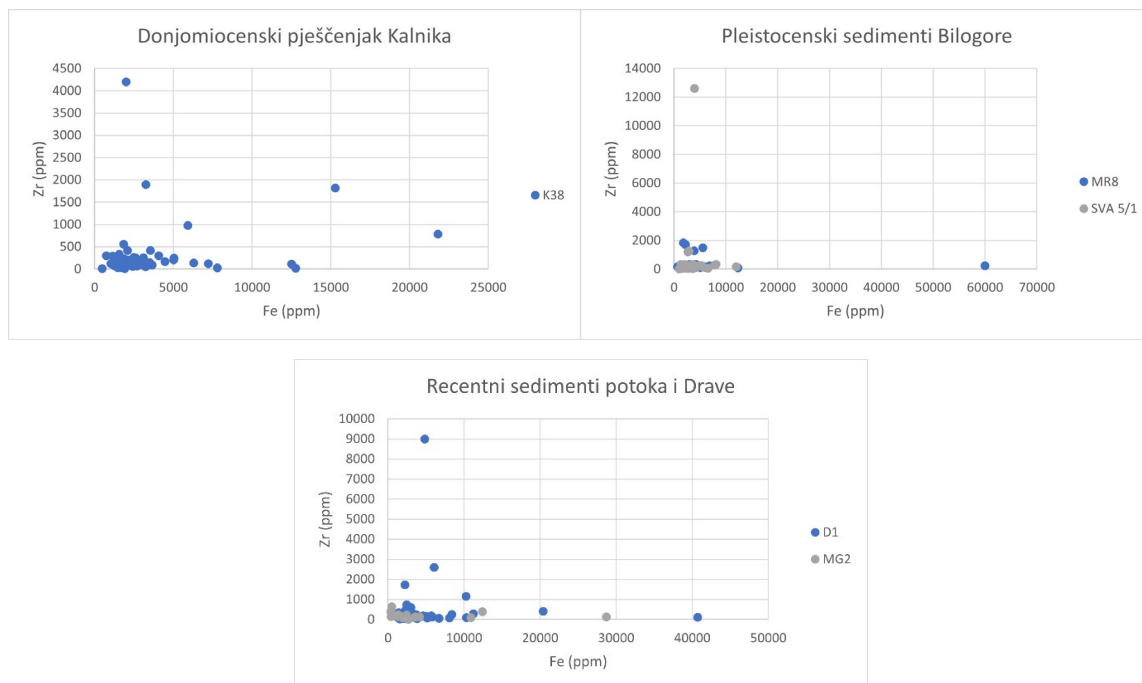
Slika 50. Usporedba dobivenih/izračunatih temperatura formiranja rutila u analiziranim sedimentima, prema Zack i dr. (2004b) i Watson i dr. (2006). K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1 i MG2 – recentni sediment rijeke Drave i potoka s Moslavačke gore.

Rezultati geokemijske analize i njihova interpretacija bazirani su na koncentracijama Cr, Fe, Zr, Al i Mg jer mogu ukazivati na izvorišne stijene. Nadalje, s ciljem uočavanja razlika između pojedinih skupina sedimenata, analizirani su Cr/Fe, Zr/Fe i Mg/Al omjeri. Kod Cr/Fe dijagrama ne uočava se značajna razlika u omjeru među uzorcima. Vrijednost kroma je uglavnom do 2 000 ppm, a željeza do 10 000 ppm u svim uzorcima (Slika 51).



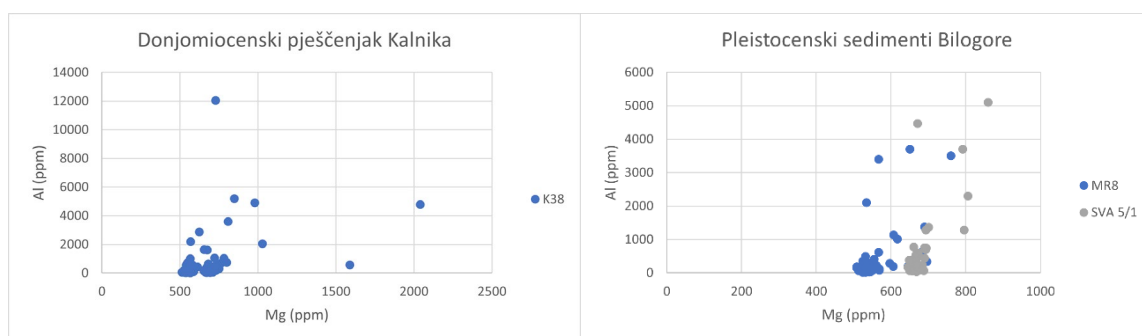
Slika 51. Koncentracija Cr i Fe u rutilima analiziranih uzoraka. K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1 i MG2 – recentni sediment rijeke Drave i potoka s Moslavačke gore.

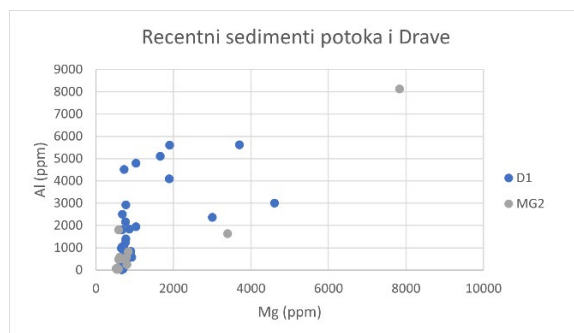
Fe/Zr dijagram također ne pokazuje značajnija odstupanja među analiziranim uzorcima s vrijednostima cirkonija uglavnom do 1000 ppm i željeza do 10 000 ppm (Slika 52).



Slika 52. Koncentracija Zr i Fe u rutilima analiziranih uzoraka. K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1 i MG2 – recentni sediment rijeke Drave i potoka s Moslavačke gore.

Slična je situacija i kod Mg/Al dijagrama pretežno s koncentracijom aluminija do 1000 ppm, a magnezija u rasponu od 500 do 700 ppm (Slika 53). Dakle, prikazani dijagrami nemaju značajniju diskriminacijsku vrijednost.





Slika 53. Koncentracija Al i Mg u rutilima iz analiziranih uzoraka. K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1 i MG2 – recentni sediment rijeke Drave i potoka s Moslavačke gore.

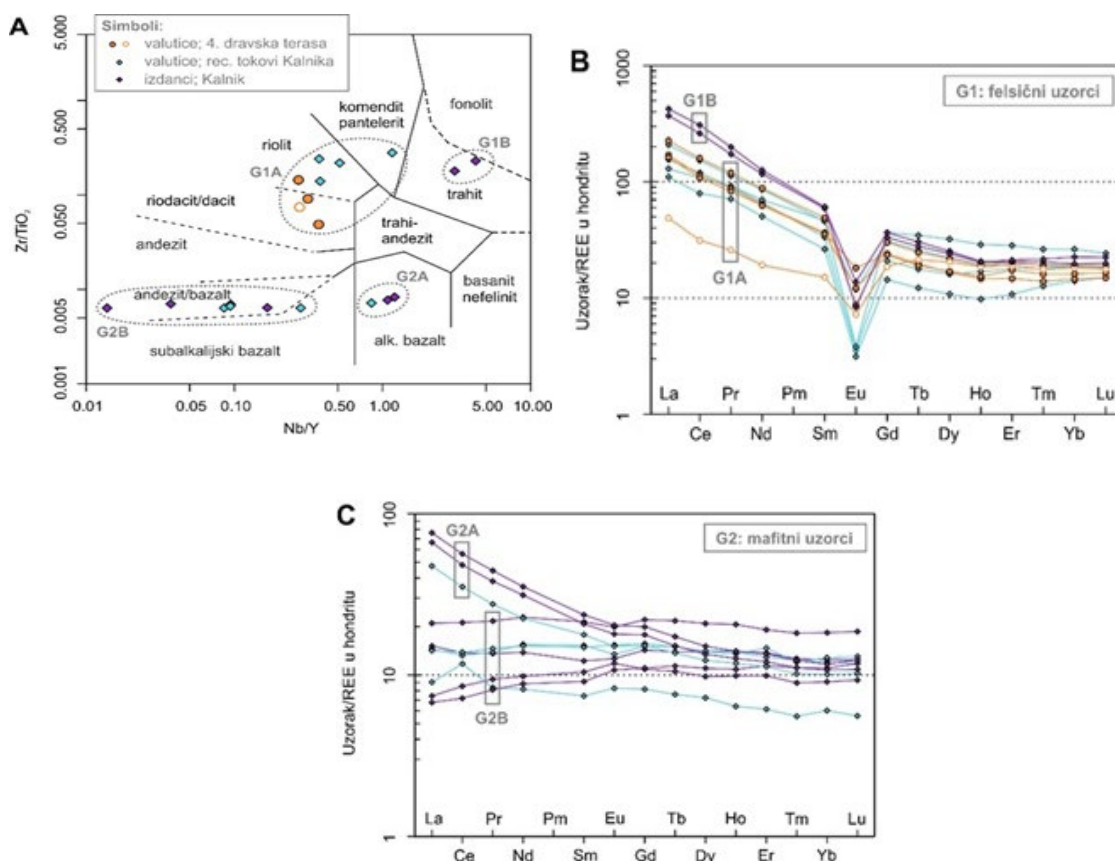
7.3.3. Geokemija vulkanskih valutica i stijena

Na 20 uzoraka vulkanskih i vulkanoklastičnih valutica i stijena s prostora Bilogore i Kalnika provedena je analiza glavnih elemenata i elemenata u tragovima, uključujući i elemente rijetkih zemalja (REE) (Prilog VI). Uzorci su na temelju rezultata podijeljeni u dvije osnovne skupine, G1 i G2. Geokemijska skupina G1 sastoji se uglavnom od felzitskih mineralnih faza i ima znatno niže LOI vrijednosti (0,7 do 2,2%) u odnosu na grupu G2, koja je sastavljena od pretežno mafitskih mineralnih faza (4 do 19,1%). Rezultati geokemijske analize i njihova interpretacija oslanjaju se na koncentracije imobilnih elemenata u tragovima (HFSE i REE).

Uzorke skupine G1 obilježava visok i ujednačen udio komponente SiO_2 (70,5 - 79,71%) uz niski udio MgO (0,14 - 0,61%), CaO (0,03 - 1,91%) i TiO_2 (0,1 - 0,46%) te visok udio K_2O (6,67 - 9,99%). Uzorci skupine G2 pokazuju nešto veće raspršenje vrijednosti kada su u pitanju glavni kemijski elementi pa je tako SiO_2 prisutan u rasponu od 28,78 do 47,3%, sadržaj MgO (3,27 - 1,52%), CaO (6,04 - 20,28%) i TiO_2 (0,82 - 1,89%) nešto je viši, dok udio K_2O iznosi od 0,04 do 2,28% (Prilog VI).

Prema klasifikacijskom dijagramu Winchestera i Floyda (1977) većina uzoraka iz skupine G1 svrstava se u polja riolit i riodacit/dacit te oni čine podskupinu G1A (K-8A, K-8B, K-9A, K-17A, MR-2, NP-1, NP-2, BMR-3), dok se vulkanoklastične stijene bogate sanidinom nalaze u polju trahita (K-16A, K-16B) i označene su kao podskupina G1B (Slika 54A). Dio uzoraka skupine G2 nalazi se u poljima andezit/bazalt i subalkalnim bazaltnim poljima tvoreći podskupinu G2A (K-10A, K-10B, K-10C, K-12A, K-12B, K-12C, K-13B), dok su uzorci iz podskupine G2B unutar polja alkalnog bazalta (K-2A, K-10D, K-15B).

Razlika u geokemiji između skupina G1 i G2 dodatno je vidljiva iz spider dijagrama rijetkih zemalja (REE) (Slika 54B i C). Svi uzorci iz skupine G1 pokazuju izražene negativne Eu anomalije ($Eu/Eu^* = 0,09 - 0,61$). Također se uočava razlika između podskupina G1A i G1B. Podskupinu G1A karakteriziraju frakcionirani trendovi REE s LaN/YbN u rasponu od 4,92 do 11,78, iako jedan uzorak s riječne terase Drave (BMR-3) s vrijednosti $LaN/YbN=2,67$ odstupa od ostalih uzoraka. Uzorci podskupine G1B imaju još veće vrijednosti LaN/YbN (18,78 - 18,83). Također je vidljiva razlika između podskupina G2A i G2B. Uzorci podskupine G2A općenito pokazuju manje frakcionirane trendove REE ($LaN/YbN = 0,62 - 1,50$), dok uzorci podskupine G2B pokazuju LaN/YbN vrijednosti koje su između onih za podskupine G1A i G2A (4,70 - 6,52). Europijeva anomalija kod svih uzoraka iz skupine G2 nije jako izražena ($Eu/Eu^* = 0,88 - 1,11$).



Slika 54. Opća geokemijska obilježja valutica i stienja. (A) Klasifikacijski dijagram $Nb / Yb - Zr / TiO_2$ prema Winchester i Floyd (1977). (B) REE spider dijagram za uzorke iz skupine G1. Koncentracije REE normalizirane prema koncentracijama u hondritu (Boyton, 1984). (C) REE spider dijagram za uzorke iz skupine G2. Koncentracije REE normalizirane prema koncentracijama u hondritu (Boyton, 1984) (prema Mendek i dr., 2025).

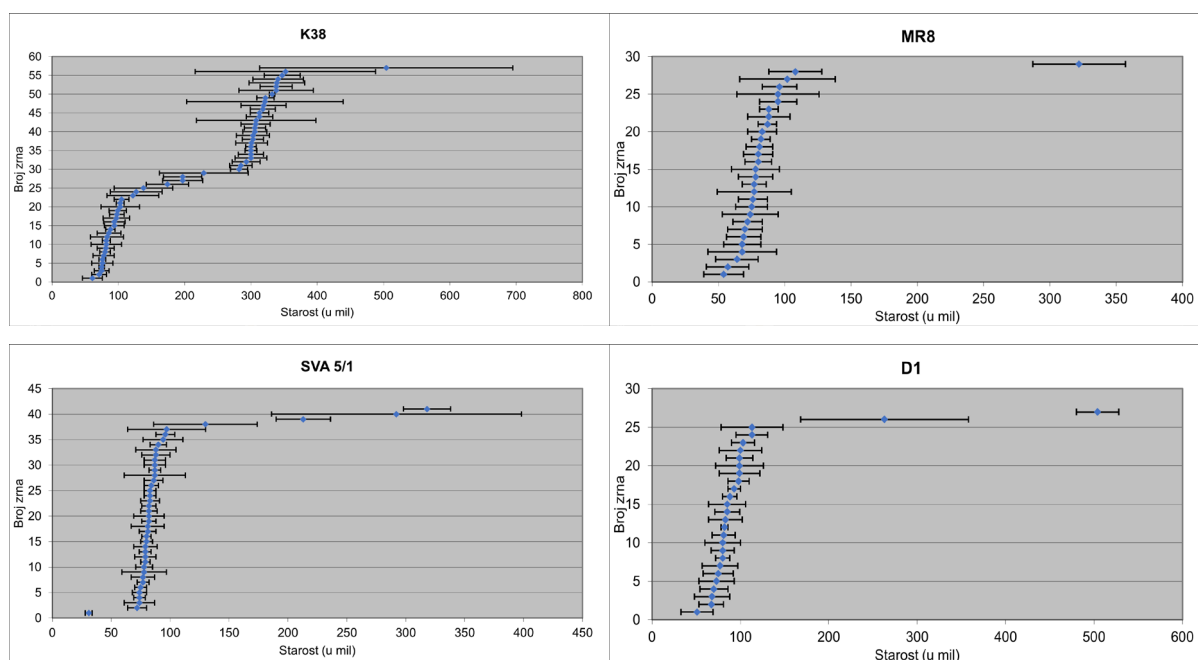
7.4. Rezultati određivanja starosti radiometrijskim metodama

7.4.1. U/Pb datiranje rutila

Dobiveni rezultati datiranja U/Pb metodom na rutilima donjomiocenskog pješčenjaka Kalnika (K38), pleistocenskih sedimenata Bilogore (MR8, SVA1-5/1) i recentnog sedimenta rijeke Drave (D1) ukazuju na različite starosti (Prilog VII).

Grafički je prikazana starost analiziranih zrna rutila u milijunima godina. Točke na dijagramu pokazuju starost, dok vodoravne linije ukazuju na veličinu moguće pogreške. U uzorku K38 mjerenjem je obuhvaćeno 57 zrna (Slika 55). Od toga se 22 zrna nalaze u rasponu starosti od 61 do 105 milijuna godina, dok se njih 24 nalazi u rasponu od 300 do 352 milijuna, što ukazuje na bimodalnu distribuciju starosti.

Preostala zrna čine prijelaz između navedenih dviju grupa, dok svega jedno zrno ukazuje na starost veću od 500 milijuna godina. Pogreška mjerenja manja je za mlađa zrna te iznosi prosječno 15 milijuna, dok kod zrna starijih od 100 milijuna godina raste prosječno na 20 - 25 milijuna godina. Kod nekoliko starijih zrna mogućnost pogreške izrazito je velika, iznosi čak više od 100 milijuna godina.



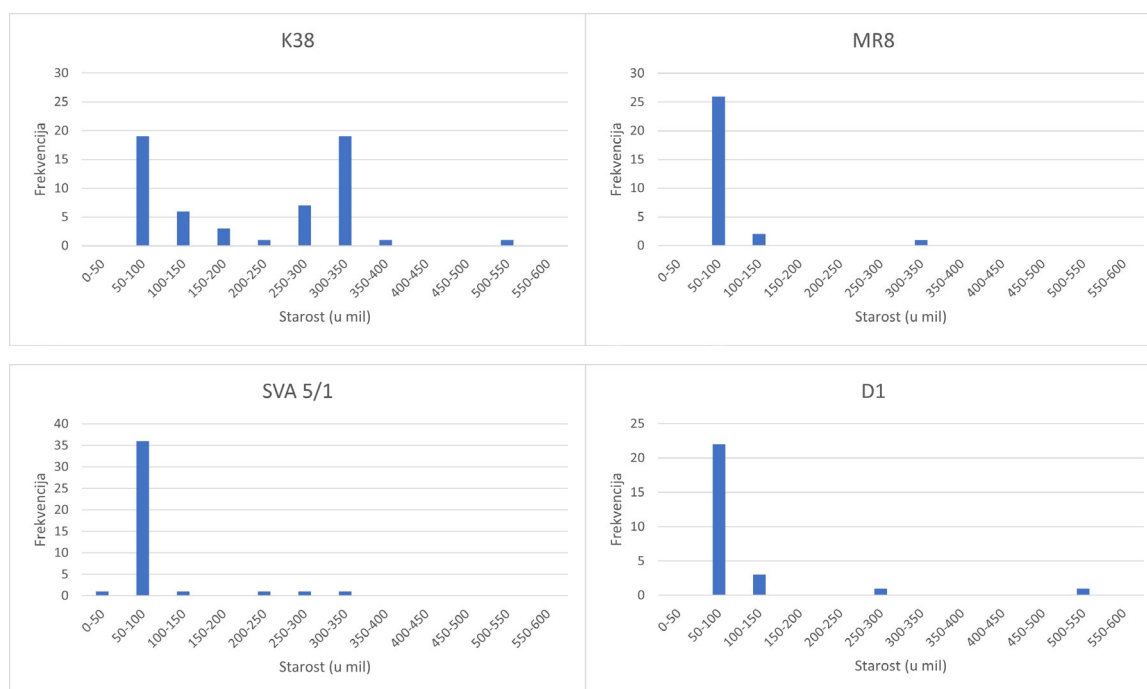
Slika 55. Distribucija rezultata datiranja zrna rutila odabranih uzoraka U/Pb metodom. Apsolutne starosti dobivene U/Pb metodom na zrnima rutila analiziranih uzoraka (K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore (Mučna Reka, Sveta Ana); D1 – recentni sediment rijeke Drave u blizini Pitomače).

Uzorci pleistocenskih sedimenata rijeke Drave s Bilogore uglavnom ukazuju na unimodalnu distribuciju starosti. U uzorku MR8 analizirano je 29 zrna, od čega je njih 28 starosti od 54 do 108 milijuna godina, dok je svega jedno zrno pokazalo starost veću od 300 milijuna godina (Slika 55). Pogreška mjerenja prosječno je 15 - 20 milijuna godina, dok je kod tri zrna veća od 30 milijuna godina.

U uzorku SVA1-5/1 analizom je obuhvaćeno 41 zrno, od čega je njih 37 u rasponu od 77 do 130 milijuna godina (Slika 55). Jedno zrno ukazuje na starost manju od 50 milijuna, dva su u rasponu od 200 do 300 milijuna, dok je jedno starosti iznad 300 milijuna godina. Pogreška mjerenja uglavnom je manja nego u ostalim uzorcima. Za mlađa zrna prosječno iznosi 5 - 10 milijuna, dok je kod starijih mogućnost pogreške nešto veća. Tri zrna pokazuju pogrešku između 25 i 45 milijuna godina, dok je kod jednog zrna pogreška mjerenja čak 106 milijuna godina.

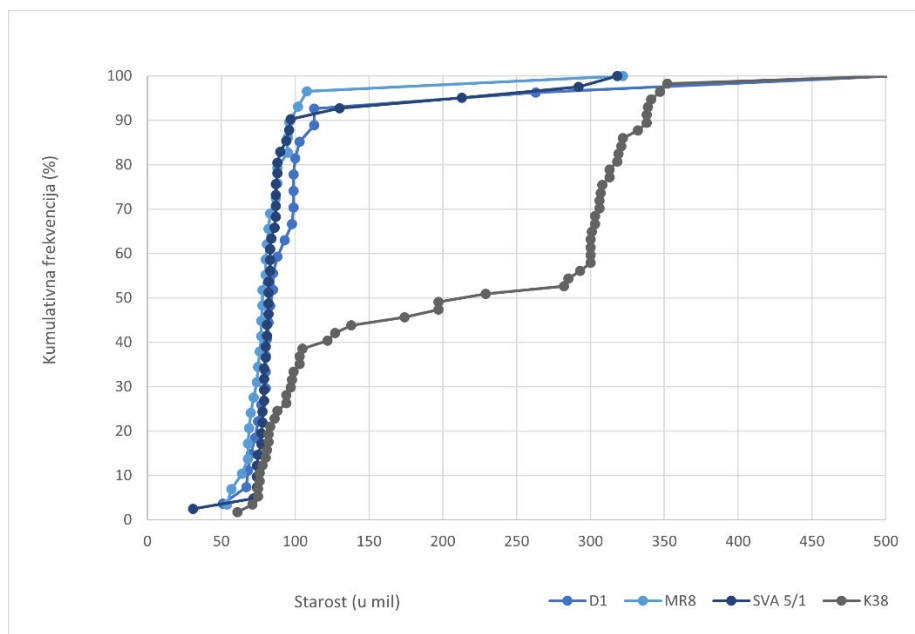
U uzorku D1 analizirano je 27 zrna (Slika 55). Njih čak 25 nalazi se u rasponu starosti od 51 do 113 milijuna godina. Jedno zrno ukazuje na starost veću od 200 milijuna, a drugo iznad 500 milijuna godina. Pogreška mjerenja prosječno iznosi 15 - 20 milijuna, dok je kod tri zrna veća od 25 milijuna godina.

U statističkim analizama važan je pokazatelj frekvencija, koja predstavlja broj pojavljivanja neke varijable u uzorku. Na Slici 56 grafički je prikazana frekvencija razreda koju čini broj podataka u pojedinom razredu. Dobiveni podaci raspoređeni su u 12 razreda, od kojih svaki obuhvaća raspon od 50 milijuna godina. Histogrami prikazuju frekvencije razreda za četiri analizirana uzorka. U uzorcima MR8, SVA1-5/1 i D1 većina je dobivenih podataka unutar razreda od 50 do 100 milijuna godina (Slika 56), dok je u uzorku K38 vidljiva tendencija grupiranja podataka pretežno u dva razreda (Slika 56). Podjednaka je frekvencija razreda od 50 do 100 te razreda od 300 do 350 milijuna godina.



Slika 56. Frekvencija distribucije starosti dobivenih U/Pb metodom na zrnima rutila analiziranih uzoraka (K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1– recentni sediment rijeke Drave).

Frekvencije dobivene postupnim zbrajanjem pojedinačnih rezultata mjerenja redoslijedom od manje prema većoj vrijednosti nazivaju se kumulativne frekvencije. Dijagram prikazan na Slici 57 pokazuje da je u uzorcima MR8, SVA1-5/1 i D1 distribucija većine rezultata do 120 milijuna godina. U uzorku K38 otprilike je polovica rezultata do 130, zatim slijedi nekoliko zrna prijelazne starosti te je opet skoro polovica podataka u rasponu od 300 do 350 milijuna godina.



Slika 57. Kumulativne frekvencije starosti dobivenih U/Pb metodom na zrnima rutila analiziranih uzoraka (K38 – donjomiocenski pješčenjak s Kalnika; MR8 i SVA1-5/1 – pleistocenski aluvijalni sediment s Bilogore; D1– recentni sediment rijeke Drave).

Na tendenciju grupiranja rezultata oko neke vrijednosti ukazuju nam središnje distribucije podataka kao što su aritmetička sredina, medijan i mod (Tablica 5). Njihova analiza može biti vrlo korisna pri interpretaciji dobivenih podataka. Aritmetička sredina za pleistocenske i holocenske sedimente kreće se u rasponu od 85 do 110 milijuna godina, dok u uzorku donjomiocenskog pješčenjaka iznosi čak 211 milijuna godina. Problem je aritmetičke sredine što na nju značajno utječu veliki ili mali granični podaci te je svega nekoliko zrna znatno veće starosti od većine može značajno povećati. Medijan kao vrijednost središnjeg podatka (50% podataka manje je ili jednako medijanu) za pleistocenske i holocenske sedimente poprilično je ujednačen, prosječno oko 80, dok u uzorku K38 iznosi 229. U tablici je također prikazan mod, odnosno najfrekventniji podatak u uzorku. Uzorak K38 bimodalan je, jer su najčešće vrijednosti 88 i 300 milijuna godina. Uzorci MR8 i SVA1-5/1 ukazuju na najčešće starosti između 70 i 90 milijuna godina, dok je vrlo slična situacija u uzorku D1.

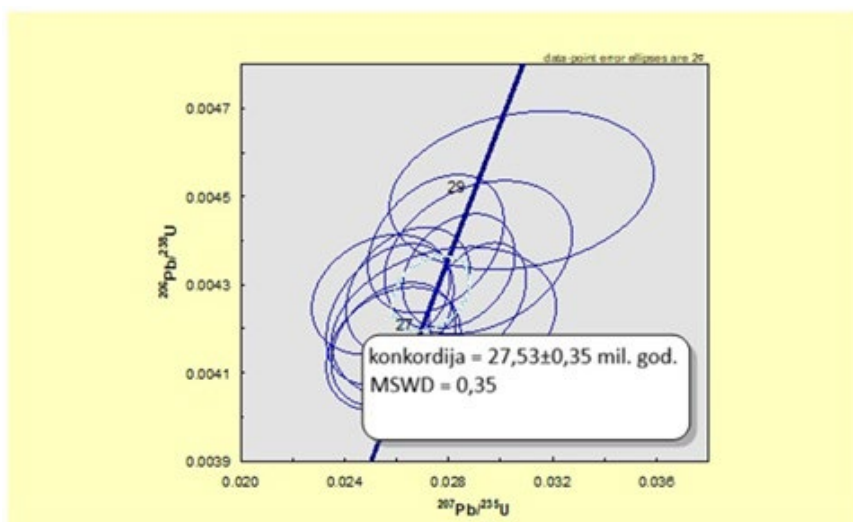
Tablica 5. Mjere središnje distribucije vrijednosti starosti za podatke dobivene U/Pb metodom datiranja na odabranim uzorcima.

Uzorak	Aritmetička sredina	Medijan	Mod
K38	211,6	229	87, 300
MR8	87,7	78	68, 77, 78, 80, 88, 95
SVA1-5/1	96,3	82	79, 87
D1	107,7	85	80, 99

7.4.2. U/Pb datiranje cirkona

U okviru U/Pb datiranja cirkona provedena je laserska ablacija, odnosno masena spektrometrija kojom su mjerene koncentracije izotopa U, Th i Pb s ciljem određivanja vremena kristalizacije kristala cirkona iz valutica tufa pronađenih u kopu kvartarnih aluvijalnih naslaga Novigrad Podravski (Prilog VII). Uzorci su pronađeni na tri različite razine unutar kopa i svi su zajedno pomiješani u jedan uzorak. Valutice su makroskopski svijetle boje i vrlo podložne trošenju, lako se drobe rukom (Slika 21).

Kristali cirkona odabrani za datiranje euhedralnog su oblika i različite veličine. *In-situ* mjerenja izvršena na 11 zrna ukazuju na prosječnu starost od 27,5 milijuna godina (Slika 58). Rezultati su prikazani na dijagramu konkordije ($^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$). Starost cirkona s dijagrama konkordije iznosi $27,53 \pm 0,35$ (2σ) milijuna godina, uz težinsko srednje kvadratno odstupanje (MSWD, engl. *mean squared weighted deviation*) od 0,35. Vrijednosti manje od 1 sugeriraju kako su analitičke greške precijenjene, tj. u geokronologiji interpretiraju se kao implikacija jedne generacije cirkona u stijeni (Dickin, 2018). Rezultati ne pokazuju velike varijacije te je pouzdanost mjerenja visokih 95%. Dobivena starost ukazuje na vrijeme kristalizacije cirkona te se može zaključiti da valutice potječu iz vulkanskog kompleksa oligocenske starosti.



Slika 58. Starost dobivena U/Pb metodom na zrnima cirkona iz valutica tufa pronađenih u kopu Novigrad Podravski na Bilogori. Rezultati su prikazani na U/Pb dijagramu konkordije izrađenom prema Ludwig, 2003 i Sircombe, 2004. Greška prikazana polumjerom elipse iznosi 2σ .

8. RASPRAVA

Kao što je već ranije spomenuto pod pojmom „provenijencija“ podrazumijevamo elemente klime i reljefa izvorišnog područja te vrstu izvorišnih stijena čijim je trošenjem nastao nevezani sediment (Weltje i von Eynatten, 2004). U okviru rasprave, dobiveni rezultati istraživanja stavit će se u širi regionalni kontekst postojećih znanstvenih spoznaja o području istraživanja s ciljem preciznije rekonstrukcije izvorišnog područja i izvorišnih stijena donjomicenskih klastita, pleistocenskih aluvijalnih naslaga rijeke Drave te recentnih sedimenata potoka (Tablica 6).

Tablica 6. Prostor, vrijeme i okoliš taloženja analiziranih sedimenata.

Vrsta uzorka	Prostor taloženja	Vrijeme taloženja	Okoliš taloženja
pješčenjaci	šire područje Kalnika	donji miocen (otnang, karpat)	aluvijalni i jezerski okoliši
pijesak i les	najstarija riječna terasa Drave – područje Bilogore	pleistocen	aluvijalni i eolski okoliši
sedimenti potoka	rijeka Drava i potoci okolnih otočnih gora	holocen	aluvijalni okoliši

8.1. Teški minerali i petrografija

Analize teške mineralne frakcije 12 uzoraka donjomiocenskih pješčenjaka prikupljenih na širem području Kalnika i Ivanščice, kao i 25 uzoraka pleistocenske starosti duž Bilogore pokazale su da su najzastupljeniji teški minerali u analiziranim uzorcima granati, cirkon, rutil, turmalin, minerali iz skupine epidota/zoisita, staurolit i kijanit.

Od najčešćih teških minerala koje nalazimo u donjomiocenskim pješčenjacima i pleistocenskim sedimentima samo je cirkon tipičan magmatski mineral koji se rijetko nalazi u metamorfitima. Poneki minerali poput granata i turmalina nalaze se otprilike podjednako u magmatima i metamorfitima, dok svi ostali navedeni minerali najčešće nastaju u metamorfnim uvjetima, što ukazuje na činjenicu da najvećim dijelom analizirani minerali potječu od metamorfnih stijena, dok su magmatske podređene (Tablica 7).

Tablica 7. Sažeti pregled teških minerala u analiziranim uzorcima i stijena u kojima se oni nalaze (Barić i Tajder, 1967; Mange i Maurer, 2012).

Teški minerali	Stijene u kojima se najčešće nalaze
granati	metamorfne stijene (kontaktna i regionalna metamorfoza), intruzivne stijene, pegmatiti, ultramafiti, rjeđe u kiselim vulkanskim stijenama
cirkon	vulkanske stijene (posebno kisele), rijetko u metamorfnim stijenama
rutili	metamorfne stijene (škriljavci, gnajsevi, amfiboliti), rjeđe u vulkanskim
kijanit	metamorfne stijene (gnajsevi, granuliti, pelitni škriljavci)
staurolit	regionalni metamorfizam srednjeg stupnja (tinjčevi škriljavci)
turmalin	kisele vulkanske stijene (graniti, pegmatiti), stijene kontaktnog i regionalnog metamorfizma (škriljavci, gnajsevi)
epidot	regionalni metamorfizam u facijesu zelenih škriljavaca
zoisit	regionalni metamorfizam srednjeg stupnja (granuliti, tinjčevi škriljavci), regionalno metamorfozirane bazične vulkanske stijene

Indeks ZTR samo u jednom uzorku donjomiocenskih pješčenjaka prelazi 30% (Slika 25), a kod njih četiri ispod je 20%, što su generalno niže vrijednosti nego kod pleistocenskih sedimenata. S obzirom na relativno nizak ZTR indeks, može se zaključiti da je riječ o ne previše zreloj sedimentu koji vjerojatno nije prošao dulji transport.

Rezultati analiza teških mineralnih frakcija ukazuju na određene prostorne varijacije u udjelu granata duž Bilogore (Slika 26). Uzorci zapadnog dijela Bilogore imaju znatno niže udjele granata u odnosu na one istočnije. Recentni pijesak rijeke Drave izrazito je bogat granatima, a za pretpostaviti je da se njezin donos nije značajnije mijenjao od pleistocena do današnjih dana (Mutić, 1975a). Navedena činjenica dovodi do zaključka da možda nije sav materijal na najstarijoj dravskoj terasi donesen iz Alpa. Postoji mogućnost da je rijeka Drava dio materijala pretaložila iz miocenskih sedimenata ili stijena predneogenske podloge obližnjih otočnih gora. Budući da su granati relativno otporni na trošenje u površinskim uvjetima gotovo je nemoguće da su potrošeni u tolikoj mjeri (Mange i Maurer, 2012; Morton i Hallsworth, 1999). Tome u prilog govori i činjenica da zrna granata pod mikroskopom izgledaju svježije bez vidljivih tragova trošenja. Također je nemoguće da su granati otopljeni tijekom zatrpavanja na veće dubine, a da su pritom manje stabilni minerali poput kijanita, staurolita i epidota sačuvani u današnjem sedimentu (Morton i Hallsworth, 1999). Budući da se granati hidrodinamički slično ponašaju kao stauroliti i kijaniti (Garzanti i dr., 2009) koji su u značajnoj mjeri zastupljeni u sedimentima zapadnog dijela Bilogore, odbacuje se i mogućnost da su transportirani rijekom Dravom, ali nisu taloženi zbog različitih uvjeta taloženja.

Većina sedimenata zapadnog dijela Bilogore po sastavu odgovara miocenskim sedimentima jugozapadnog dijela PBS-a (Kovačić i Grizelj, 2006). Izvorišne stijene za aluvijalne sedimente zapadnog dijela Bilogore najbližnje su miocenskim naslagama neformalnih litostratigrafskih jedinica Ozlja i Medvedskog brega koje nalazimo na području Hrvatskog zagorja, Medvednice, Žumberka i Slavonskih gora. Navedene litostratigrafske jedinice obilježava visoki udio rutila i epidota, a niski udio granata i amfibola. Pojedine uzorke bilogorskih sedimenata obilježava nešto viši udio staurolita u odnosu na recentni sediment rijeke Drave, što je također karakteristično za gornjomiocenske i pleistocenske jedinice (Kovačić i Grizelj, 2006).

Na lokalitetu Novigrad Podravski zabilježena je pojava izmjene slojeva bogatih granatima, sa slojevima u kojima su oni vrlo slabo zastupljeni, što može ukazivati na miješanje materijala transportiranog rijekom Dravom i lokalnog materijala donesenog s neke od obližnjih otočnih gora (Slika 59). Miješanje donosa iz različitih područja također može ukazivati na klimatske promjene i /ili promjene toka rijeke Drave tijekom pleistocena. Postoji mogućnost da su se izmjenjivala razdoblja u kojima je prevladavao donos materijala rijekom Dravom s razdobljima dominantnog lokalnog donosa.



Slika 59. Fotografija kopa šljunaka najstarije dravske terase, u Novigradu Podravskom na Bilogori. Donji slojevi pleistocenskih sedimenata bogati su granatom (NP1A, NP2A), dok je u gornjim slojevima relativno mala zastupljenost granata (NP3A, NP4).

Petrografskom analizom omjera monokristalnog (Qm) i polikristalnog (Qp) kvarca iz 12 uzoraka pješčenjaka prikupljenih na širem području Kalnika može se zaključiti da su uzorci iz sedimenata visokog stupnja mineraloške zrelosti jer gotovo dvije trećine uzoraka sadrže više monokristalnog kvarca (Slika 33).

Projekcija mineraloškog sastava donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika i Ivanščice na trokomponentne dijagrame (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985) ukazuje na reciklirani orogen kao najvjerojatnije izvorišno područje materijala za formiranje navedenog slijeda (Slika 36). Izvorišno područje materijala za donjomiocenske klastite Kalnika i Ivanščice stoga bi bilo vezano uz Alpe, koje su najbliži orogen u području, a koje su nastale kolizijom Afričke i Euroazijske litosferne ploče. Druga je mogućnost da su donjomiocenski pješčenjaci nastali trošenjem materijala koji potječe s otočnih gora Panonskog bazena s obzirom da su one rezultat izdizanja hercinskom orogenezom tijekom karbona kao posljedica sudaranja Laurazije i Gondvane.

Petrografska analiza 25 uzoraka omjera monokristalnog (Qm) i polikristalnog (Qp) kvarca u aluvijalnim sedimentima pleistocenske starosti s područja Bilogore ukazuje na relativnu mineralošku nezrelost sedimenta jer svega sedam uzoraka ima više monokristalnog u odnosu na polikristalni kvarc (Slika 34).

Projekcija mineralnog sastava pleistocenskih aluvijalnih sedimenata rijeke Drave na trokomponentnom dijagramu još jednom ukazuje na to da izvorišno područje materijala predstavlja reciklirani orogen (Slika 37). Većina uzoraka upućuje na zonu kolizije, manji dio

na subdukcijsku zonu, dok nekoliko uzoraka ukazuje na miješano podrijetlo. Iz ovoga se može izvesti zaključak da izvorište mogu predstavljati Alpe, kao i otočne gore Panonskog bazena.

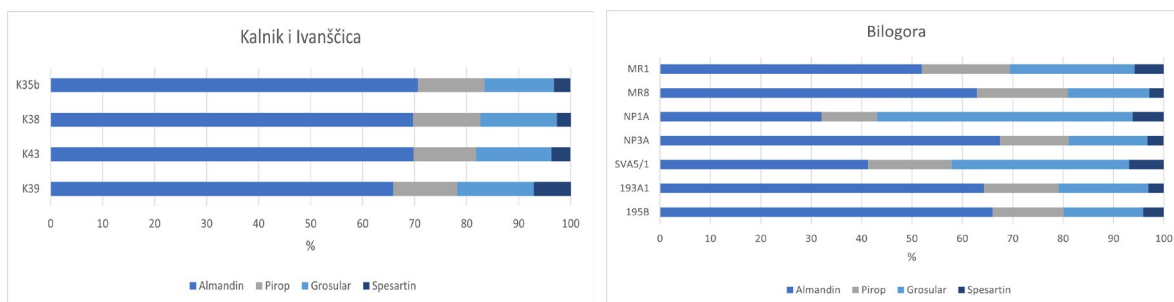
S obzirom na ograničenja metode, rezultati petrografskih analiza nisu nam omogućili razlikovanje alpskog i lokalnog donosa, jer i u donjomiocenskim pješčenjacima i recentnim sedimentima potoka i rijeke Drave prevladavaju litične čestice i kvarc, kao i u sedimentima najstarije dravske terase na Bilogori.

8.2. Geokemija granata i rutila

Geokemijskim analizama granata s područja Kalnika utvrđen je ujednačen kemijski sastav analiziranih zrna, koji ujedno ukazuje na njihovo metamorfno podrijetlo. Naime, prema izračunu predloženom u Tolosana-Delgado i dr. (2018), na području Kalnika oko 99% analiziranih granata metamorfnog je podrijetla, dok svega pet zrna ukazuje na vulkansko podrijetlo. Pritom je više od 50% granata podrijetlom iz amfibolitnog facijesa, oko 40% iz eklogitnog facijesa, dok je manje od 10% granata nastalo trošenjem stijena granulitnog facijesa (Slika 42). Da je većina granata podrijetlom iz amfibolitnog facijesa te neutralnih i kiselih stijena pokazala je i klasifikacija iz Mange i Morton (2007), prema kojoj se većina granata nalazi u kategoriji B (amfibolitni facijes) (Slika 39), a slične rezultate pokazuje i analiza prema Schönig i dr. (2021) (Slika 45).

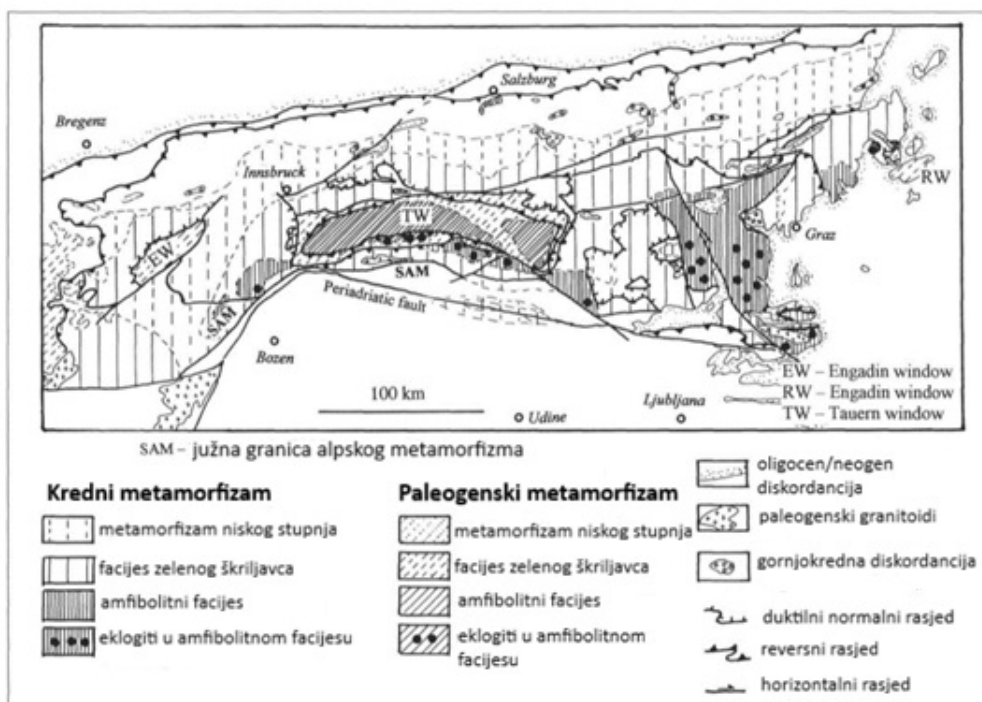
Analize geokemijskog sastava granata iz aluvijalnih pijesaka i lesa s područja Bilogore također ukazuju na njihovo metamorfno podrijetlo. Naime, prema izračunu predloženom u Tolosana-Delgado i dr. (2018) oko 99% analiziranih granata metamorfnog je podrijetla, pri čemu je podjednak udio prosječno 40 - 45% podrijetlom iz amfibolitnog i eklogitnog facijesa, dok ih je svega 10-15% nastalo trošenjem stijena granulitnog facijesa (Slika 43).

Kada se računa prosječni udio četiriju najčešćih krajnjih članova granata po svakom uzorku, dobije se prevlast almandina u gotovo svim uzorcima (Slika 60). Almandin je prosječno zastupljen u rasponu od 50 do 70% u pet uzoraka, dok je u uzorcima SVA1-5/1 i NP1A taj udio nešto niži. Kod tih je uzoraka viši udio grosulara, koji čak kod NP1A iznosi oko 50%, dok je u ostalih pet uzoraka njegov udio između 15 i 25%. Udio piropa podjednak je u svim analiziranim uzorcima, varira od 10 do 20%. Najniži je udio spesartina u rasponu od 3 do 7%.



Slika 60. Prosječni udio krajnjih članova granata analiziranih uzoraka donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika (K35b, K38) i Ivanščice (K39, K43) te pleistocenskih sedimenata Bilogore (MR – Mučna Reka, NP – Novigrad Podravski, SVA – Sveta Ana, SB – Špišić Bukovica, CA – Cabuna). Uzorak MR1 odnosi se na les.

Na slici 61 prikazan je geokemijski sastav granata visokometamornih stijena na području Istočnih Alpa (Neubauer i dr., 2000). Pregled obuhvaća isključivo područja koja geotektonski pripadaju Austroalpinskoj jedinici, a koja su zahvaćena eoalpinskim metamorfnim događajem (Slika 61). Isključeno je područje Tauern Windowa kao mogućeg izvorišta materijala s obzirom na činjenicu da tamo izdanjuju stijene Peninske navlake koje nisu zabilježile navedenu metamorfozu (Slika 61). Metamorfni kompleks Tauern Windowa doživio je metamorfozu nešto kasnije, tijekom eocena i oligocena (Dachs i Proyer, 2002; Glodny i dr., 2005; Kurz i dr., 2008).



Slika 61. Karta metamorfnih događaja u Alpama (Neubauer i dr., 2000).

Na temelju rezultata geokemije granata visokometamornih stijena (Slika 62) vrlo je teško preciznije definirati izvorišno područje unutar Istočnih Alpa koje je dalo materijal za pleistocenske sedimente. Metamorfne stijene Koralpa i Saualpa djelomično odgovaraju geokemijskom sastavu granata s Bilogore, ali ne u potpunosti. Stijene Pohorja uglavnom ne odgovaraju, jer većinom sadrže manje almandina i više piropa od bilogorskih granata, no i među njima nađu se metamorfne stijene čiji se sastavi podudaraju.

Ako uzmemo u obzir litologiju stijena kao diskriminirajući faktor, ponovno dolazimo do određenih nesuglasica. Kod eklogita, metapelita, metabazita, gnajsa i tinjčevog škriljavca možemo zaključiti da se kod nekih sastavi podudaraju s onima s područja Bilogore, a kod nekih ne. Jedino za peridotit možemo utvrditi da uopće ne odgovara sastavu bilogorskih granata jer sadrži znatno manje almandina.

Shodno navedenome, dobiveni rezultati analiza ukazuju na činjenicu da su materijali za pleistocenske sedimente najstarije dravske riječne terase vjerojatno dali različiti visokometamorni kompleksi Istočnih Alpa koje drenira rijeka Drava, ponajviše iz dijelova Koralpa i Saualpa, a u nešto manjoj mjeri one s Pohorja.

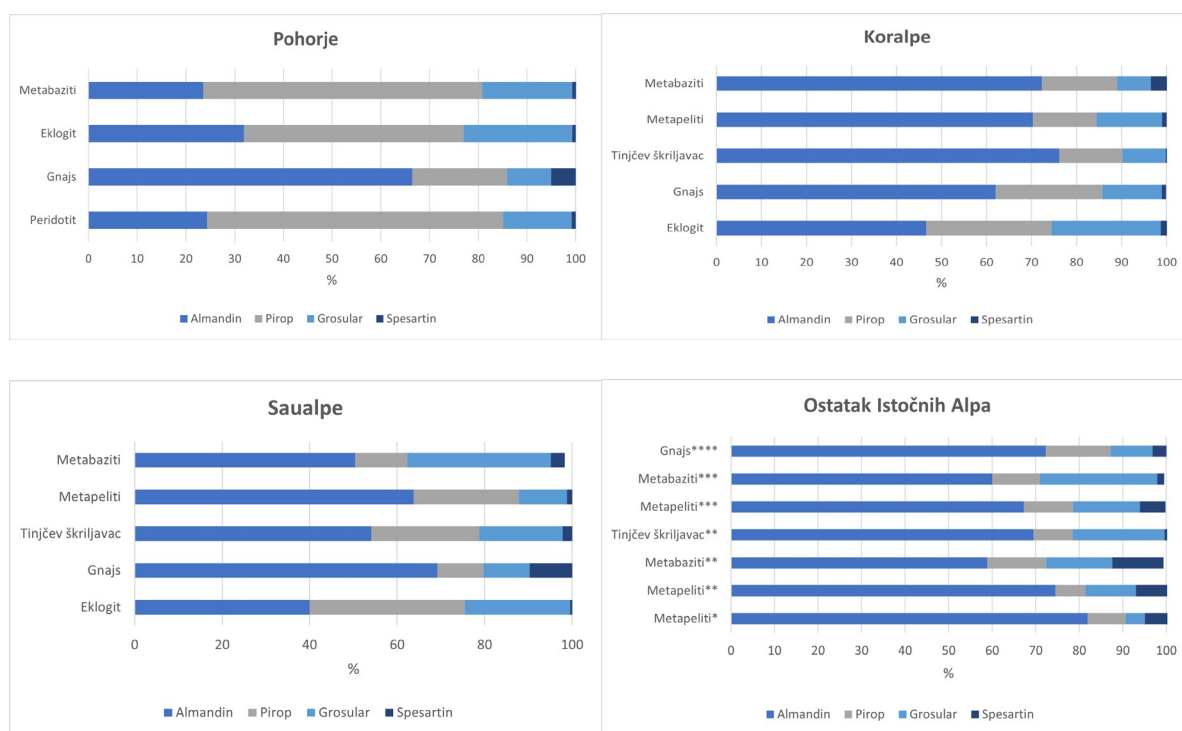
U analizi zajednice teške mineralne frakcije analiziran je i geokemijski sastav rutila. Na području Kalnika analiziran je jedan uzorak (K38), dok su na području Bilogore analizirana dva uzorka (MR8, SVA1-5/1). Na njima je također određivana radiometrijska starost metodom U/Pb datiranja. Rezultati ukazuju da svega po jedno zrno iz uzoraka K38 i MR8 ima koncentraciju željeza ispod 1000 ppm te dva iz uzorka SVA1-5/1, što čini svega 3% analiziranih zrna, stoga se može zaključiti da gotovo svi analizirani rutili potječu iz metamornih stijena (Zack i dr, 2004b).

Koristeći se formulom koju su predložili Triebold i dr. (2012), koja na temelju koncentracije Nb i Cr u rutilu određuje iz kojih stijena oni potječu, dobiveno je da većina rutila iz sva tri analizirana uzorka potječe iz pelitnih stijena, dok su rutili koji potječu iz mafitnih stijena znatno manje zastupljeni (Slika 49). Budući da su **izvorišne stijene najvećim dijelom metamorfne**, dobiveni podatak ukazuje na činjenicu da su te stijene pretežno nastale **metamorfozom pelitnih stijena**, a u manjoj mjeri metamorfozom mafita.

Također, važan indikator metamornih uvjeta u kojima je rutil formiran predstavlja sadržaj cirkonija u rutilu. U uzorku K38 čak većina rutila formirana je u temperaturnom rasponu od 500°C do 600°C prema Watson i dr. (2006). Budući da su prema formuli iz Zack i dr. (2004b) dobivene nekoliko desetaka stupnjeva više temperature, najveći je udio rutila formiran u rasponu od 600°C do 700°C. U uzorku MR8 čak 92,3% rutila formirano je u temperaturnom

rasponu od 500°C do 700°C, dok je kod uzorka SVA1-5/1 vrlo slično sa 92,7% prema Watson i dr. (2006). Budući da su prema formuli iz Zack i dr. (2004b) dobivene nekoliko desetaka stupnjeva više temperature, taj postotak rutila formiranih između 500°C i 700°C nešto je niži (MR8 – 75,4%; SVA5/1 – 76,4%), dok je malo viši udio u rasponu od 700°C do 800°C (Slika 50).

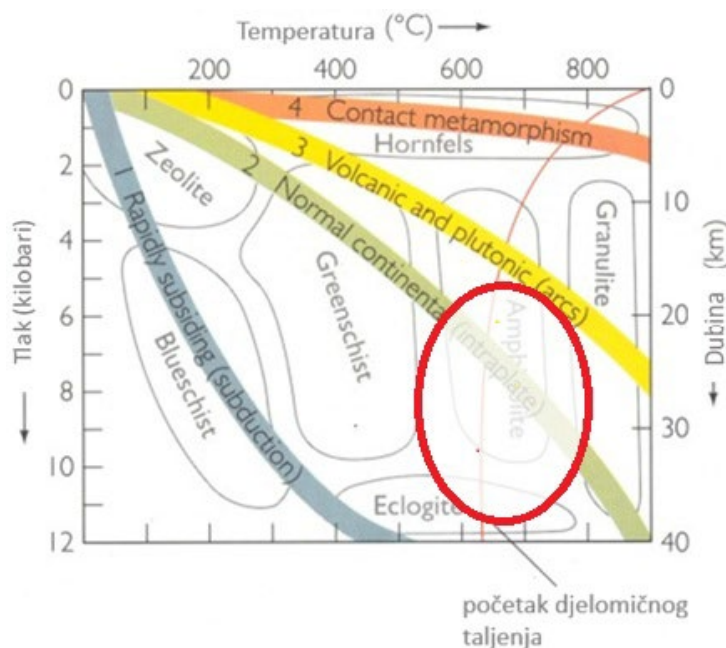
U temperaturnom rasponu od 500°C do 700°C odvija se metamorfoza u amfibolitnom facijesu pri srednjem tlaku te u eklogitnom facijesu u uvjetima znatno povišenog tlaka (Slika 63). Budući da neznatan broj zrna ukazuje na formiranje pri temperaturama nižima od 500°C, metamorfne stijene facijesa zelenog škriljavca ne predstavljaju značajnije izvorište materijala. Granulitni facijes također ne predstavlja izvorište jer je mali broj zrna rutila formiran pri izrazito visokim temperaturama.



Slika 62. Geokemija granata visokometamorfnihi stijena na području Pohorja, Koralpa, Saualpa i ostatka Istočnih Alpa (*Wölz Tauern, **Wölz, *** Rappold, ****Bundschuh – nazivi za dijelove Istočnih Alpi koji se nalaze istočno od Tauern Wndowa, a ne obuhvaćaju prostor Saualpa i Koralpa). Podaci o geokemiji granata odnose se na prostor Austroalpinske tektonske jedinice Istočnih Alpa. Podaci preuzeti iz De Hoog i dr., 2011, Hinterlechner-Ravnik i dr., 1991, Janak i dr., 2004.; Janak i dr., 2006.; Janak i dr., 2009.; Janak i dr., 2015, Konzett i dr., 2008, Sandmann i dr., 2016, Vrabec i dr., 2012. (**Pohorje**); Bruand i dr., 2010, Gregurek i dr., 1997., Miller i Thöni, 1997, Tenczer i Stüwe, 2003, Thöni i Miller, 1996. (**Koralpe**); Fayrad i Hoinkes, 2003, Habler i Thöni, 2001, Konzett i dr., 2008, Thöni i Miller, 1996., Thöni i Miller, 2010 (**Saualpe**); Fayrad i Chakraborty, 2005, Fayrad i Hoinkes, 2003, Gaidies i dr., 2006, Schuster i Frank, 1999 (**ostatak Istočnih Alpi**).

Prema dostupnim podacima u literaturi koji ukazuju na uvjete srednjeg do visokog tlaka (5 - 10 kilobara) i temperatura u rasponu od 500°C do 800°C, tektonski odnos alpskog područja u krednom razdoblju ukazuje na metamorfizam amfibolitnog i eklogitnog facijesa. Stoga, za područje istraživanja možemo isključiti utjecaj kontaktnog metamorfizma koji se odvija pri izrazito niskom tlaku (0 - 2 kilobara). Također se može isključiti brza subdukcija, jer se tada metamorfoza odvija pri nižim temperaturama, u rasponu od 0°C do 500°C. Metamorfoza vezana uz vulkanske lukove odvija se u uvjetima izrazito visoke temperature (100°C do 900°C), ali nedovoljno visokog tlaka (0 - 8 kilobara) da bi nastale stijene eklogitnog facijesa (Slika 63).

Kako geokemija granata ukazuje pretežno na amfibolitni i eklogitni facijes, što dovodi do zaključka da je metamorfizam vezan uz kontinentsku subdukciju i koliziju te je u skladu s dosadašnjim spoznajama o geotektonskom razvoju alpskog prostora, ovdje možemo zaključiti da su se metamorfni procesi odvijali u uvjetima srednje visokih temperatura (500°C do 800°C) te srednjeg do visokog tlaka (5 - 11 kilobara).

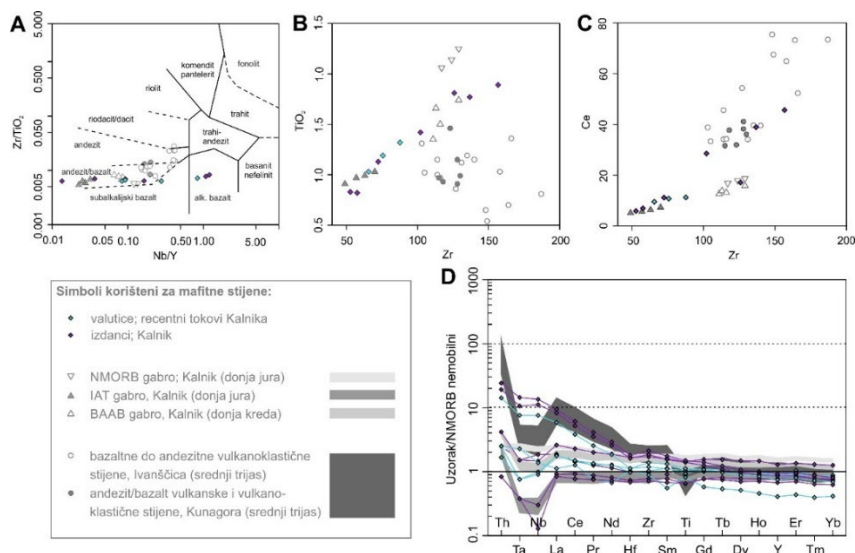


Slika 63. Metamorfni facijesi u različitim geotektonskim okolišima (prema Press i Siever, 2002). Crvenom bojom uokvireno je područje metamorfizma na koje ukazuju rezultati dobiveni ovim istraživanjem.

8.3. Geokemija vulkanskih valutica i stijena

Mjestimični nalazi vulkanskih valutica na području najstarije dravske riječne terase na Bilogori dodatno ukazuju na veliku vjerojatnost povremenog lokalnog donosa materijala s okolnih otočnih gora tijekom pleistocena.

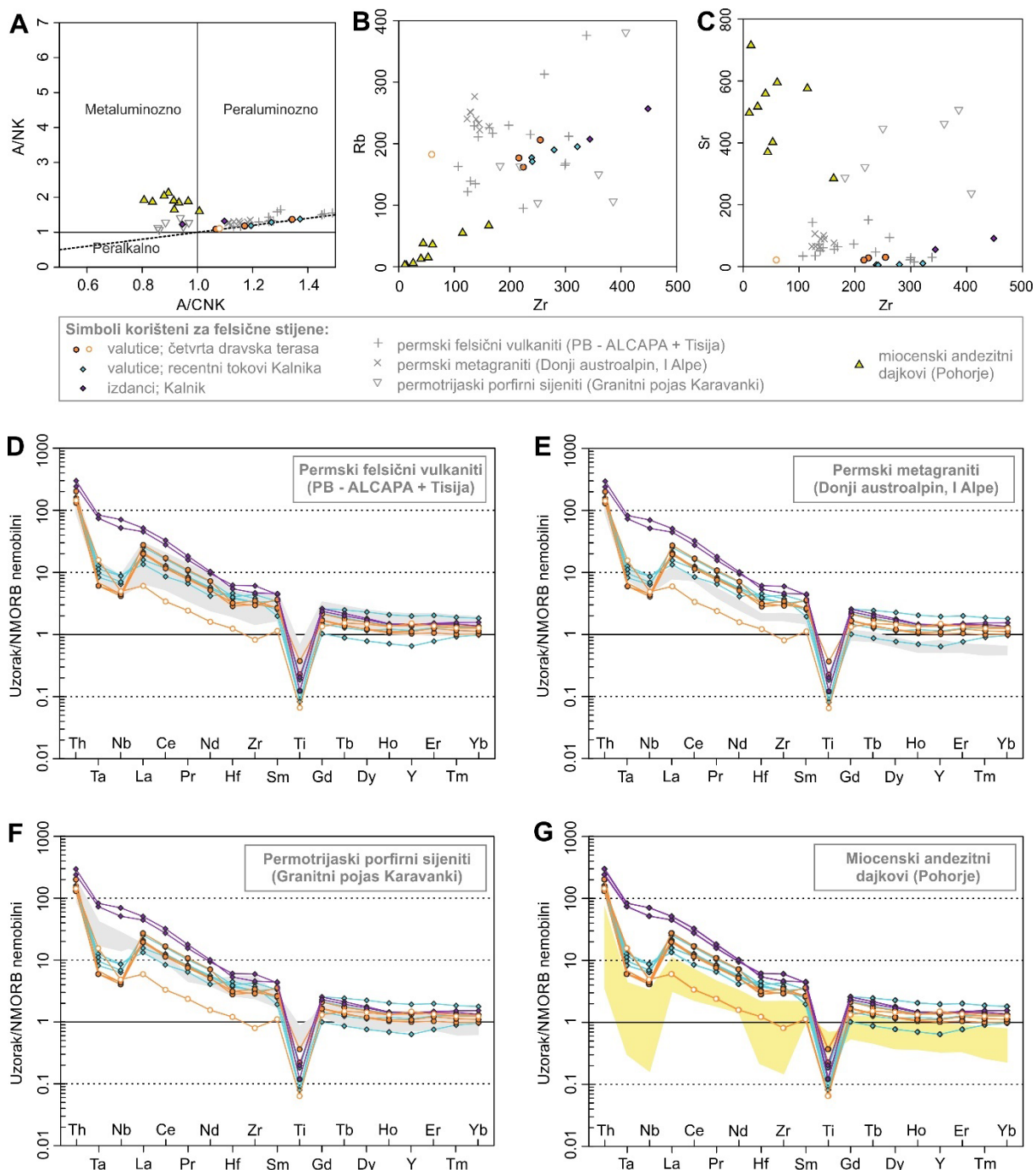
Mafitske valutice (Slika 64), koje su u *Rezultatima* opisane kao skupina G2 mogu se na temelju strukture i geokemije povezati s magmatskom aktivnosti zabilježenom u mafitskim stijenama Ivanščice, Kuna gore i Kalnika (Slika 65). Geokemijski su vrlo slične stijenama trijasko starosti iz kamenoloma Hruškovac na Kalniku koje su opisali Palinkaš i dr. (2008) i Vrkljan (1994). Palinkaš i dr. (2008) i Kiss i dr. (2008) pišu o različitim bazičnim vulkanskim i vulkanoklastičnim litotipovima na području Kalnika poput jastučastih bazalta, peperita, jastučastih breča i peperitnih hijaloklastita. Isti litološki varijeteti prisutni su u valuticama uzorkovanim u recentnim potocima Kalnika. Podskupina G2A dobro korelira sa srednjotrijaskim naslagama Hrvatskog zagorja (Kuna gora) i Ivanščice (Slika 65), čije su geokemijske podatke objavili Lugović i dr. (2015), Slovenec i dr. (2019), Slovenec i Šegvić (2019) te Smirčić i dr. (2024). Podskupina G2B korelira s jursko-krednim stijenama gabra iz ofiolitnog melanža Kalnika koje su opisali Lugović i dr. (2015). Obje činjenice ukazuju na lokalno izvoriste, intenzivnu mehaničku eroziju i trošenje te taloženje materijala u blizini izvorišta.



Slika 64. Odabrani bivarijantni i spider dijagrami za bazične magmatske stijene iz sustava Drava/Mura. (A) Nb/Yb – Zr/TiO₂ dijagram (Winchester i Floyd, 1977). (B,C) Bivarijantni dijagrami prikazuju odnos G2 uzoraka (plavo i ljubičasto) i bazaltnih do andezitnih vulkanskih i vulkanoklastičnih stijena Ivanščice, Kuna gore i Kalnika. (D) Dijagram N-MORB nepokretnih/imobilnih elemenata prema Sun i McDonough (1989) iz Pearca (2014) prikazuje korelaciju bazičnih valutica i bazičnih vulkanskih i vulkanoklastičnih stijena (Mendek i dr., 2025).

Felzitske valutice (Slika 65) pronađene na Bilogori, u pleistocenskim naslagama dravske terase na lokalitetima Mučna Reka i Novigrad Podravski, te valutice prisutne u recentnim sedimentima kalničkih potoka čine podskupinu G1A (K-8A, K-8B, K-9A, K-17A, MR-2, NP-1, NP-2, BMR-3), koja je uspoređena s permskim felzitskim do neutralnim stijenama s područja koje drenira recentni sustav Mura/Drava (Slika 65). Za usporedbu su preuzeti podaci za mađarski dio PBS-a, koji obuhvaća stijene podloge ALCAPA bloka i Tisije (Szemerédi i dr., 2020a, 2020b, 2023). Uz navedene, podaci o porfirskim sijenitima iz granitnog pojasa Karavanki preuzeti su iz Bole i dr. (2001), a također su uspoređeni podaci o permskom granitnom magmatizmu u Istočnim Alpama iz Yuan i dr. (2020). Vulkanske stijene iz miocenskog vulkanskog kompleksa Pohorje u Istočnim Alpama (Poli i dr., 2020) također su uzete u obzir (65b-c).

Prema geokemijskim podacima felzitski uzorci skupine G1, koje čine valutice s najstarije dravske terase na Bilogori i kalničkih potoka, peraluminijskog su tipa (Slika 65a) i dobro koreliraju sa široko rasprostranjenom permsko-trijaskom magmatskom aktivnosti zabilježenom u Austroalpinskoj tektonskoj jedinici i Tisiji. N-MORB dijagram imobilnih elemenata (Slika 65d-g) prema Sun i McDonough (1989) preuzet iz Pearce (2014) korišten je za opisivanje mogućeg izvorišnog materijala analiziranih uzoraka s obzirom na očitu mobilnost alkalija i LILE elemenata u tragovima zbog postmagmatskih izmjena. Na dijagramu je vidljivo razdvajanje prethodno definiranih podskupina G1A i G1B. Uzorci podskupine G1A (K-8A, K-8B, K-9A, K-17A, MR-2, NP-1, NP-2, BMR-3) pokazuju najveću sličnost s peraluminijskim permskim felzitskim vulkanskim i vulkanoklastičnim stijenama PBS-a (Slika 65d) i peraluminijskim permskim metagranitima iz Istočnih Alpa (Slika 65e). Međutim, stijene iz Karavanki zajedno s miocenskim vulkanskim stijenama iz magmatskog kompleksa Pohorja (Slika 65f, g) ne mogu se isključiti kao dodatni izvor materijala.



Slika 65. Odabrani bivarijantni i spider dijagrami za permsko-trijasko felzitske magmatske stijene iz sustava Drava/Mura. (A) U A/NK vs. A/CNK dijagramu (Shand, 1943) G1 uzorci pokazuju peralumijske karakteristike. (B,C) Bivarijantni dijagrami prikazuju odnos G1 uzoraka s permskim stijenama (sivo) i miocenskim kompleksom Pohorja (žuto). (D-G) Dijagrami N-MORB imobilnih elemenata prema Sun i McDonough (1989) iz Pearca (2014) za svaku skupinu permskih i miocenskih uzoraka. (Prema Mendek i dr., 2025).

Iako bi široko rasprostranjene miocenske vulkanske/vulkanoklastične naslage Karpatsko-Panonske regije također mogle predstavljati izvorište materijala, to u ovom istraživanju nije potvrđeno. Glavne nejasnoće leže u činjenici da su se nedavne geokemijske

studije miocenskog vulkanizma Karpatsko-Panonske regije (Brlek i dr., 2023, i pripadajuće reference) temeljile na analizama vulkanskog stakla i samim time nisu u potpunosti usporedive s podacima iz ovoga istraživanja. U isto vrijeme, stariji podaci o paleogensko-neogenskim vulkanskim stijenama južnog dijela PBS-a (npr. Pamić i dr., 1995) upućuju na značajne razlike u petrografiji i koncentraciji glavnih kemijskih elemenata. Međutim, dostupni podaci o geokemiji previše su fragmentarni za povlačenje bilo kakvih ozbiljnih usporedbi. Shodno navedenome, može se smatrati da izvorište felzitnih valutica čine permsko-trijaske felzitne magmatske stijene ili sedimenti s područja PBS-a i Istočnih Alpa koji sadrže takve klaste, iako se miocenske stijene ne mogu u potpunosti isključiti, o čemu svjedoči prisustvo geokemijski različitog uzorka BMR-3. Za rješavanje ovih nepoznanica bili bi potrebni dodatni geokemijski i geokronološki podaci o analiziranim valuticama.

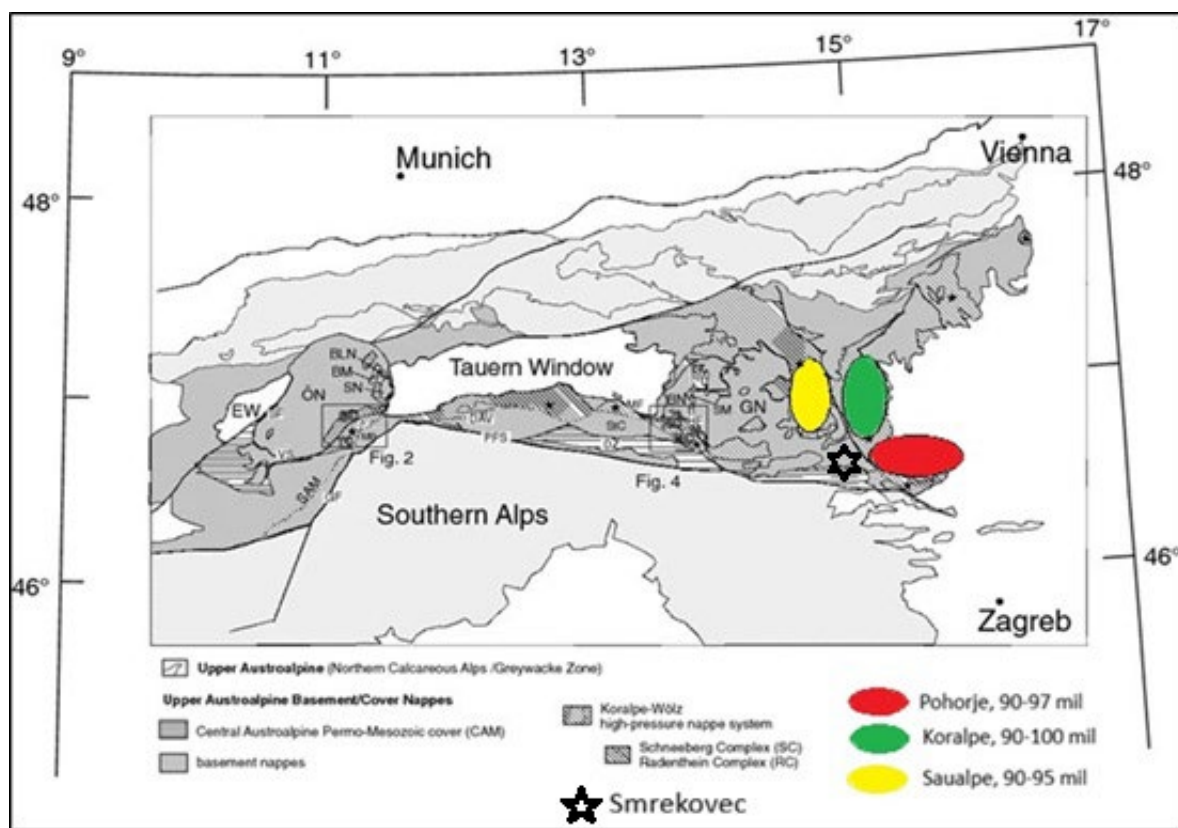
8.4. U/Pb datiranje rutila i cirkona

Radiometrijsko datiranje metodom U/Pb na zrnu rutila bilo je provedeno na svega jednom uzorku donjomiocenskog pješčenjaka s područja Kalnika (K38). Rezultati su ukazali na bimodalnu distribuciju starosti, odnosno na dva različita metamorfna događaja, pri čemu je raspon starosti bio između 61 i 105 milijuna godina (38,6% zrna) te od 300 do 352 milijuna godina (42,1% zrna). Budući da rutil „pamti“ vrhunac zadnjeg metamorfnog događaja (Zack i dr., 2004a), ishodišne stijene vrlo su vjerojatno metamorfozirane u navedenim razdobljima.

Mlađa zrna rutila koreliraju s eoalpinskom orogenetskom fazom u gornjoj kredi kojom započinje formiranje Alpskog planinskog sustava, dok starija zrna ukazuju na metamorfozu tijekom hercinske orogeneze u razdoblju karbona (Slika 55).

Određivanja radiometrijske starosti rutila provedena su i na dva uzorka iz zapadnog dijela Bilogore. Većina analiziranih zrna rutila ukazuje na starost u rasponu od 80 do 100 milijuna godina, što upućuje na razdoblje gornje krede, odnosno eoalpinsku orogenetsku fazu u Alpama. Analizirani rutili koreliraju s metamorfnim događajem iz početne faze izdizanja Alpskog orogenetskog sustava, odnosno iz razdoblja inicijalne kolizije Jadranske mikroploče i Europe. Na Slici 66 prikazano je vrijeme eoalpskog krednog metamorfizma na području Istočnih Alpa, odnosno metamorfnih kompleksa Pohorja, Koralalpa i Saualpa, koja su moguća izvorišta pleistocenskih sedimenata Bilogore.

Prema literaturnim podacima područje Istočnih Alpa metamorfozirano je u uvjetima visokog tlaka i u temperaturnom rasponu od otprilike 600°C do 800°C tijekom krednog eoalpinskog događaja (Miller i dr., 2005; Bruand i dr., 2010; Janak i dr., 2015; Sandmann i dr., 2016).



Slika 66. Vrijeme eoalpinskog krednog metamorfizma na prostoru Koralpa, Saualpa i Pohorja (Istočne Alpe). Podaci o vremenu eoalpinskog krednog metamorfizma na prostoru Istočnih Alpa dobiveni su iz Bruand i dr., 2010., De Hoog i dr., 2011., Janak i dr., 2015., Miller i dr., 2005., Miller i Thöni, 1997., Sandmann i dr., 2016., Thöni i dr., 2008., Thöni i Jagoutz, 1992., Thöni i Miller, 1996.

Osim radiometrijskog datiranja zrna rutila iz donjomiocenskih pješčenjaka, u kopu pleistocenskih šljunaka najstarije Dravske terase, u Novigradu Podravskom pronađene su valutice tufa koje su datirane U/Pb metodom na cirkonima. Na ukupno 11 zrna cirkona dobivena je prosječna starost od 27,49 (+0,57/-0,69) milijuna godina. Dobivena starost odgovara razdoblju gornjeg oligocena (Slika 58).

U hrvatskom dijelu Panonskog bazenskog sustava pronađeni su tufovi na mnogobrojnim lokalitetima. U tumaču i na listu OGK Varaždin spominje se pojas tufova trijaskе starosti, u neposrednoj blizini Prigorca odnosno Margečana (Šimunić i dr., 1981), dok su na prostoru Ivanščice i Kalnika pronađeni tufovi koji su u tumaču određeni s eger –

egenburškom starosti (Tablica 8). Mandić i dr. (2012) datirali su vulkanski pepeo s lokaliteta Glogovnica na Kalniku metodom $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Radiometrijsko datiranje sugerira prosječnu starost od 18 milijuna godina, što odgovara granici egenburg – otnang. Marković (2017) u svom doktorskom radu istom metodom datira tufove s područja Medvednice, Moslavačke gore, Banovine i slavonskih gora te dobiva raspon starosti od 18 do 12 milijuna godina, što odgovara razdoblju otnang - sarmat. Tufovi Hrvatskog zagorja na širem području Maceljske gore također su određeni kao donjomiocenski (Tibljaš i Šćavničar, 2007; Avanić i dr., 2018), kao i tufovi iz Donjeg Jesenja (Šuica i dr., 2023).

Na području Dravskog porječja u Austriji postoje tufovi u Štajerskom bazenu koji također pripadaju Panonskom bazenskom sustavu. Njihova starost određena metodom $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ iznosi 14 do 15 milijuna godina, što odgovara razdoblju badena (Handler i dr., 2006).

Tablica 8. Starosti tufova na području istraživanja i okolnom prostoru (podatci preuzeti iz Šimunić i dr., 1981; Mandić i dr., 2012; Marković, 2017; Tibljaš i Šćavničar, 2007; Avanić i dr., 2018; Šuica i dr., 2023; Handler i dr., 2006; Kralj, 1996; Kralj, 2013).

Prostor	Geološko razdoblje
okolica Varaždina	trijas
Ivanščica i Kalnik	eger-egenburg
Kalnik (Glogovnica)	egenburg-otnang
Medvednica, Moslavačka gora, Banovina i Slavonske gore	otnang-sarmat
Hrvatsko zagorje	eger-egenburg
Štajerski bazen	baden
Smrekovec	gornji oligocen
Novigrad Podravski	gornji oligocen

Slijedom navedenog može se zaključiti da dobivena radiometrijska starost tufa od 27,5 milijuna godina iz šljunaka u zapadnom dijelu Bilogore potencijalno odgovara vulkanskom kompleksu Smrekovec na području sjeveroistočne Slovenije (Tablica 8, Slika 66). Kompleks čine vulkanske i vulkanoklastične stijene gornjooligocenske starosti (Kralj, 1996, 2013). Prema istom autoru, vulkanizam se odvijao u submarinskim uvjetima, pri čemu se magma najvjerojatnije utisnula u pretežno mezozojsku karbonatnu podlogu. Riječ je o postkolizijskom vulkanizmu uz Periadriatski lineament koji je vezan uz odlamanje subducirajućeg dijela Jadranske ploče, engl. *slab breakoff*, i rotaciju preostalog dijela (Kralj, 2013). Vulkanski procesi predstavljali su izravni rezultat lateralne ekstruzije ALCAPA bloka te procesa riftovanja u početnoj fazi ekstenzije Panonskog bazenskog sustava. Na području SI Slovenije vulkanizam

je započeo tijekom gornjeg oligocena, dok su slični vulkanski procesi na području hrvatskog dijela PBS-a vezani uz donji do srednji miocen. Lokalitet Smrekovec ne nalazi se uz samu rijeku Dravu, ali moguće je da su neke njezine pritoke drenirale navedeno područje.

8.5. Provenijencija sedimenata

8.5.1. Donjomiocenski pješčenjaci Ivanščice i Kalnika

Dosadašnja istraživanja ukazuju na dominantni transport materijala tijekom otnanga rijekama od juga prema sjeveru na jugozapadnom rubu PBS-a (Pavelić i dr., 2001). Nekoliko činjenica upućuje na relativno kratak transport materijala. Poprilično nizak ZTR indeks govori u prilog relativno kratkom transportu i nezrelosti sedimenata, pri čemu su se u sedimentu očuvali i manje stabilni minerali. Tijekom miocena klima je bila semiaridna s manjom količinom padalina što nije pogodovalo razvoju velikih riječnih sustava (Pavelić i dr., 2001). Vjerojatnije je da su neke kraće rijeke donosile materijal s bližih područja.

Grizelj i dr. (2017) analizom pelitnih miocenskih sedimenata s područja Medvednice, Moslavačke gore, Psunja te iz bušotina Savske depresije i Požeške kotline zaključili su da se izvorišno područje tijekom miocena mijenjalo. Prema navedenim autorima izvorište materijala za donjomiocenske sedimente se nalazilo na jugu, negdje u zoni Unutrašnjih Dinarida. Tijekom srednjeg miocena Unutrašnji Dinaridi i dalje predstavljaju važan izvor materijala koji djelomično dolazi i s lokalnih izdignutih područja jugozapadnog PBS-a, dok u gornjem miocenu prevladava donos s Alpa i/ili Karpata. Kovačić i dr. (2011) također zaključuju da se izvorište donjomiocenskih sedimenata Dilj gore nalazi na jugu u zoni Unutrašnjih Dinarida. Sedimenti su mineraloški i teksturno nezreli. Kao najlogičniji izvor ističu planinu Motajicu u sjevernoj Bosni. Do sličnih zaključaka o izvorištu sedimenata s istog prostora i iste starosti dolaze i drugi autori (Šćavničar, 1979; Šimunić i Šimunić, 1987; Kovačić i dr., 2004; Kovačić i Grizelj, 2006; Grizelj i dr., 2007; Kovačić i dr., 2009).

Jedna je od mogućnosti da su materijal za donjomiocenske pješčenjake Ivanščice i Kalnika dale i metamorfne stijene Papuka, Psunja i Krndije.

Papuk je građen od paleozojskih kristalinskih stijena koje su nastale na kontinentalnom fragmentu Tisiji, koja se sredinom jure odvojila od Euroazijske ploče (Schmid i dr., 2008). Kao dio Tisijske, paleozojske stijene Papuka nastale su oko 400 do 500 km sjevernije od današnjeg položaja. Hercinskom orogenezom pjeskovito-glinoviti sedimenti taloženi tijekom silura i

devona usred povišenog tlaka i temperature (temperature od 400°C do 650°C te na dubini od 15-20 km) regionalnom metamorfozom prešli su u slejtove, filite, tinjčaste škriljavce, gnajsove, mramore i amfibolite (Pamić i dr., 2003). Navedene stijene srednjeg i niskog stupnja metamorfizma datirane su između 376 – 353 odnosno 337 - 321 milijuna godina (Pamić i dr., 2003). Otprilike u isto vrijeme nastala je i Radlovačka formacija, koju čine stijene vrlo niskog stupnja metamorfizma poput slejtova, filita i kvarcita na području Papuka (dubina od oko 15 km, temperature od 300 do 400°C ; vidi Pamić i dr., 2003; Biševac, 2009).

Psunj i Krndija kao dio Tisije u geološkoj su prošlosti činili najjužniji dio Karpata, tako da i na njima nalazimo sličan paleozojski stijenski kompleks sastavljen od metamorfnih stijena amfibolitnog facijesa i facijesa zelenog škriljavca uz prisustvo granitoida i migmatita (Pamić, 1986; Pavelić i dr., 2001). Iako relativno blizu, upitno je li spomenuti stijenski kompleks mogao dati izvorišni materijal s obzirom na činjenicu da se spomenuti paleozojski kompleks započeo izdizati tijekom donjeg miocena (prije 18 - 19 milijuna godina), odnosno tijekom pliocena (prije 5 - 3 milijuna godina) (Pamić i dr., 2003).

Novija istraživanja ukazuju da se, iako je prostor slavonskih gora bio zahvaćen alpinskom metamorfozom (vidi Balen i dr., 2018), metamorfoza odvijala pri nižim temperaturama (445 - 465°C) te je rezultirala stvaranjem niskometamorfnih škriljavaca, što ne odgovara rezultatima dobivenima iz donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika. Stoga, za vjerovati je da slavonske gore najvjerojatnije nisu mogle dati cjelokupan materijal za donjomiocenske pješčenjake Kalnika.

Osim slavonskih gora kao vjerojatnijeg izvorišta materijala, kao potencijalna izvorišta, s obzirom na građu, mogu se razmatrati i Moslavačka gora, Požeška gora, Prosara, Motajica, Kozara i Medvednica.

Moslavačku goru, Požešku goru, Prosaru i Motajicu zahvatio je srednje-kasno kredni metamorfizam prije otprilike 80 milijuna godina (Balen i dr., 2001). Kredni metamorfizam na Moslavačkoj gori odvijao se u uvjetima visoke temperature (550 - 660°C) i niskog tlaka (Balen i Pamić, 2000), dok je temperatura možda dosegla 750°C (Starijaš i dr., 2010). Sačuvani su i minerali vjerojatno iz hercinske orogeneze, ali nisu datirani (Starijaš i dr., 2004; Starijaš i dr., 2010). Slijedom navedenog Moslavačka gora predstavlja potencijalno izvorište materijala. Požeška gora na jugu sadrži kompleks niskometamorfiziranih stijena do facijesa zelenog škriljavca (Pamić, 1998). Starost filita određena je na 49 milijuna godina (Pamić i dr., 1988). Stupanj metamorfizma i starost ne odgovaraju izvorišnim stijenama. Na Motajici se nalaze

stijene amfibolitnog facijesa (Pamić i dr., 1992; Pamić, 1998) nastale krajem krede ili početkom paleogena, prije oko 60 milijuna godina (Krenn i dr., 2008), što odgovara dobivenim rezultatima i čini Motajicu potencijalnim izvoristom materijala. Na sjeveru Prosare nalazi se metamorfni kompleks facijesa zelenog škriljavca, gdje je na filitima određena gornjokredna starost (Jovanović i Magaš, 1986). S obzirom na stijene niskog stupnja metamorfizma, Prosara se može isključiti kao potencijalno izvoriste. Od planina sjeverne Bosne kao potencijalno izvoriste možemo isključiti i Kozaru jer na njoj, za razliku od drugih dijelova ofiolitnih melanža u Dinaridima, nisu pronađene metamorfne stijene. Prevladavaju mafiti i ultramafiti uz vrlo malo felzitskih stijena (Ustaszewski i dr., 2009). Medvednica se također može isključiti kao potencijalno izvoriste s obzirom na to da u njezinom središnjem djelu prevladavaju paleozojski i manjim djelom trijaski metamorfiti niskog stupnja metamorfizma (Šikić, 1995). Prema Mišur i dr., (2023). na Medvednici čak postoje stijene metamorfozirane u uvjetima do amfibolitnog facijesa ($550^{\circ}\text{C}\pm 20$), ali vrijeme metamorfnih događaja (143 i 167 milijuna godina) ne podudara se s dobivenim rezultatima U/Pb datiranja rutila.

Jedna je od potencijalnih mogućnosti da su donjomiocenski pješčenjaci nastali iz stijena Kalničkog ofiolitnog melanža u kojem prevladavaju amfiboliti iz razdoblja gornje jure i donje krede (Babić i dr., 2002). Među granatima tih amfibolita prevladava almandin s udjelom 50 - 55%, a metamorfoza se odvijala na temperaturi do maksimalno 800°C (Šegvić i dr., 2016). Međutim, njihova starost ne odgovara podacima koji su dobiveni datiranjem rutila. Šegvić i dr. (2016) smatraju da se metamorfni događaj najvjerojatnije dogodio tijekom gornje jure, dok nalazi rutila upućuju na gornjokrednu metamorfozu.

Alpe i Karpati ne predstavljaju vjerojatno izvorišno područje jer mjerenja paleotransporta ukazuju na dominantni donos materijala s juga (Pavelić i Kovačić, 1999 ; Pavelić i dr., 2001).

Temeljem objavljenih radova te provedenih analiza u sklopu izrade doktorskog rada može se zaključiti da su materijal za donjomiocenske pješčenjake **Kalnika i Ivanščice** mogle dati u najvećoj mjeri **Motajica i Moslavačka gora**, a djelomično i **slavonske gore, tj. Papuk**, koji pripada tektonskoj jedinici Tisija.

8.5.2. Pleistocenski sedimenti Bilogore

Rezultati svih izvršenih analiza pleistocenskih sedimenata djelomično ili u potpunosti ukazuju na njihovu alpsku provenijenciju. Analizom geokemije granata i rutila te U/Pb datiranjem rutila dolazi se do zaključka da ishodišno područje predstavljaju Koralpe i Saualpe u Austriji te Pohorje u Sloveniji. Datiranje cirkona iz tufova pronađenih na lokalitetu Novigrad Podravski dodatno potvrđuje tezu da je paleo-Drava sa svojim pritokama drenirala alpski prostor i nanosila materijal na svoju najstariju riječnu terasu tijekom pleistocena.

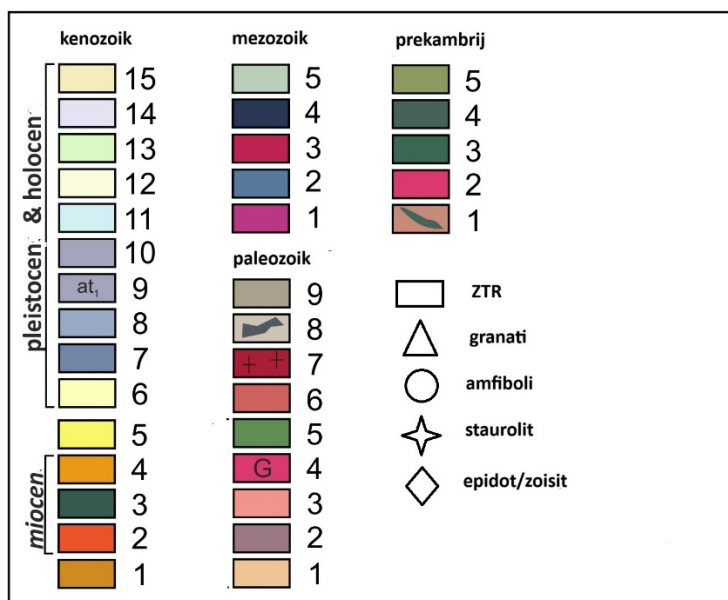
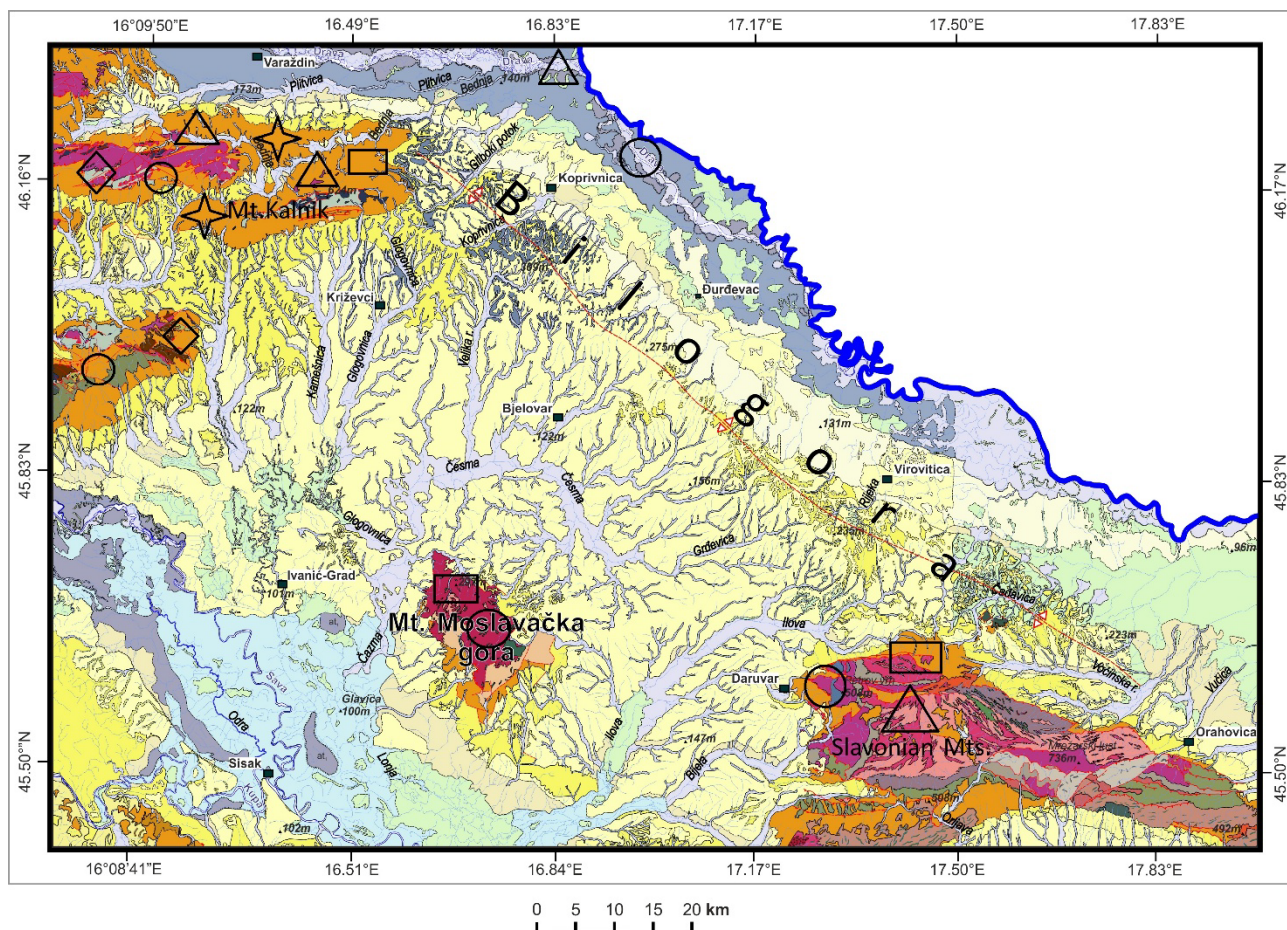
Iako prostor Istočnih Alpa nedvojbeno predstavlja izvorišno područje pleistocenskih sedimenata Bilogore, ne može se sa sigurnošću tvrditi da je to jedino izvorišno područje. Pojedini uzorci, u prvom redu oni iz zapadnog dijela Bilogore, prema sastavu teških minerala više odgovaraju gornjomiocenskim i pleistocenskim sedimentima jugozapadnog djela PBS-a za koje su Kovačić i Grizelj (2006) utvrdili lokalnu provenijenciju. Također geokemijske analize vulkanskih valutica uzorkovanih na riječnoj terasi djelomično idu u prilog lokalnoom donosu. Mafitske valutice (G2) najvjerojatnije potječu od srednjotrijaskih magmatskih stijena Kuna gore i Ivanščice te ofiolitnog melanža Kalnika, dok su felzitske valutice (G1) u korelaciji sa široko rasprostranjenom permsko-trijaskom magmatskom aktivnosti Austroalpinske tektonske jedinice i Tisije. Relativno visok ZTR indeks ukazuje na zrelost sedimenta, što ukazuje na mogućnost da je sediment višestruko recikliran. Materijal je najvjerojatnije u određenoj mjeri transportiran s okolnih otočnih gora. Koje su lokalne otočne gore najvjerojatnije predstavljale izvorište materijala detaljnije je prikazano u poglavlju 8.5.3, koje daje pregled recentnih sedimenata današnje riječne mreže u panonskom djelu Hrvatske.

Može se zaključiti da je većina materijala alpskog podrijetla, ali uz povremeni lokalni donos.

8.5.3. Recentni sedimenti potoka

Petrografska analiza recentnih sedimenata potoka iz rijeke Drave i potoka okolnih otočnih gora (Kalnik, Medvednica, Ivanščica, Moslavačka gora, Papuk) ukazuju da sedimenti potoka Papuka i Moslavačke gore imaju veću mineralošku zrelost od većine pleistocenskih sedimenata riječne terase, dok su im sedimenti potoka Kalnika, Ivanščice i Medvednice te rijeke Drave sličniji prema omjeru monomineralnog i polimineralnog kvarca. U radu se polazi od pretpostavke da recentni modeli prijenosa materijala generalno odgovaraju putovima prijenosa tijekom kvartara. Trokomponentni dijagrami koji služe za određivanje geotektonskog okoliša (Dickinson i Suzcek, 1979; Dickinson, 1985) pokazuju da sedimenti rijeke Drave potječu iz recikliranog orogena kao i pleistocenski sedimenti, dok su podaci dobiveni za potoke ostalih gora prilično dvosmisleni. Pojedini dijagrami ukazuju na podrijetlo s vulkanskog luka, dok drugi ukazuju na reciklirani orogen (Slika 38).

Sastav teških minerala ukazuje na sličnost većine pleistocenskih sedimenata i recentnog sedimenta rijeke Drave, u kojem dominiraju granati, a uz koje u značajnijoj mjeri ima rutila, epidota i amfibola. Recentni sedimenti potoka Kalnika i Ivanščice također pokazuju određenu sličnost s pleistocenskim sedimentima jer su uglavnom među najzastupljenijim mineralima granati, epidoti, amfiboli, stauroliti, rutili i turmalini. Recentni sedimenti Papuka i Moslavačke gore pokazuju dosta veliko odstupanje jer u njihovu sastavu dominiraju amfiboli koji su u sedimentima dravske riječne terase zastupljeni u puno manjoj mjeri. Isto vrijedi i za sedimente medvedničkih potoka kod kojih epidoti i amfiboli zajedno čine otprilike 90% svih teških minerala. U gotovo je svim sedimentima potoka Medvednice, Papuka i Moslavačke gore ZTR indeks ispod 20%, dok je kod pleistocenskih sedimenata uglavnom znatno viši. Vrijednost RuZi indeksa također je niska kod sedimenata navedenih otočnih gora, za razliku od pleistocenskih sedimenata Bilogore (Slika 67).



Slika 67. Geološka karta istraživanog područja s najzastupljenijim teškim mineralima u recentnim potocima (izmijenjeno prema Matoš i dr., 2016).

Geokemijski sastav granata nije se pokazao kao dobar indikator izvorišnog područja jer u većini analiziranih zrna recentnih potoka Kalnika, Ivanščice i Papuka te rijeke Drave dominiraju almandin i spesartin, isto kao i kod većine zrna pleistocenskih sedimenata. Iz navedenog proizlazi da potencijalno izvorište mogu biti Istočne Alpe koje drenira rijeka Drava, kao i lokalne otočne gore.

Geokemijski sastav rutila također pokazuje ujednačen sastav analiziranih pleistocenskih sedimenata i recentnih sedimenata rijeke Drave i moslavačkog potoka. Na temelju omjera Nb/Cr u rutilima svi uzorci ukazuju na podrijetlo iz pelitnih stijena. Temperature formiranja rutila uglavnom su u rasponu od 500°C do 700°C u svim uzorcima. Radiometrijsko datiranje starosti rutila također pokazuje identičnu distribuciju starosti uglavnom u rasponu od 50 do 100 milijuna godina.

Iz ove usporedbe recentnih holocenskih sedimenata iz riječne mreže sa sedimentima najstarije pleistocenske dravske terase proizlazi da je većinu sedimenta donosila rijeka Drava koja im odgovara po većini analiziranih parametara. Djelomično je bio zastupljen i lokalni donos, najvjerojatnije s područja Kalnika i Ivanščice. Na temelju sastava teških minerala i petrografskog sastava mogu se eliminirati Papuk i Moslavačka gora kao moguća izvorišta materijala jer ne pokazuju sličnost s pleistocenskim sedimentima. Dodatno se na temelju sastava teških minerala može eliminirati i prostor Medvednice, koji je sličniji potocima Papuka i Moslavačke gore nego sedimentima riječne terase.

9. ZAKLJUČAK

Istraživani prostor geotektonski pripada jugozapadnom rubu Panonskog bazenskog sustava smještenog između Dinarida, Alpa i Karpata, koji je prema postanku zalučni taložni bazen ispunjen neogenskim i kvartarnim naslagama koje prekrivaju deformiranu podlogu složene građe. Istraživački rad proveden u okviru doktorskog rada predstavlja rekonstrukciju lokacija izvorišnih područja i vrsta izvorišnih stijena (provenijencija) donjomiocenskih i kvartarnih naslaga Kalnika i Bilogore s ciljem utvrđivanja je li taloženi materijal pretežno alpskog podrijetla ili je riječ o značajnijem lokalnom donosu. U tu svrhu upotrijebljena je analiza kompletnog sastava sedimenta (petrografska analiza) te su izdvojene grupe teških minerala i pojedinih vrsta minerala (granati, rutili, cirkoni).

Prvu analiziranu skupinu sedimenata činili su donjomiocenski pješčenjaci sa šireg područja Kalnika i Ivanščice, koji su taloženi u fluvijalno-jezerskom okolišu tijekom otnanga i karpata. Na temelju dosadašnjih radova, za navedene donjomiocenske sedimente mjerena imbrikacija ukazala je na transport rijekama generalno od juga prema sjeveru. Rezultati provedenih analiza, posebno relativno nizak ZTR indeks analiziranih uzoraka, upućuje na kraći transport sedimenata prilikom kojeg su se očuvali i manje stabilni minerali. Zajednica teških minerala te geokemija granata i rutila ukazuju na to da su izvorišne stijene bile dominantno metamorfnog postanka, dok petrografski sastav upućuje na podrijetlo sedimenta iz recikliranog orogena, što podrazumijeva kompleksnu tektonsku evoluciju izvorišta, odnosno utjecaj subdukcijskih i kolizijskih procesa. Alpe i Karpati isključeni su kao potencijalno izvorišno područje s obzirom na značajnu udaljenost, odnosno sjeverni geografski položaj u odnosu na istraživano područje. Jedno od potencijalnih izvorišta čini hercinski paleozojski stijenski kompleks sastavljen od metamorfnih stijena amfibolitnog facijesa i facijesa zelenog škriljavca koji nalazimo na Papuku, Psunju i Krndiji, a koji je u geološkoj prošlosti bio dio Tisije. Navedeni kompleks djelomično odgovara rezultatima analize donjomiocenskih pješčenjaka. Međutim, slavonske gore ipak se ne smatraju jedinim ni glavnim izvorištem s obzirom na činjenice da nisu bile zahvaćene metamorfozom tijekom eoalpinske faze te da se njihovo glavno izdizanje dogodilo tek tijekom pliocena. Jedno od potencijalnih izvorišta za donjomiocenske pješčenjake nalazimo i južnije od istraživanog područja, unutar tektonske jedinice Sava zone. Od planina sjeverne Bosne može se isključiti Kozara kao potencijalno izvorište jer na njoj nema metamorfnog kompleksa, dok su potencijalna izvorišta moguće Moslavačka gora, Požeška gora, Prosara i Motajica. Navedene otočne gore prije otprilike 80 milijuna godina bile su

zahvaćene metamorfnim procesima. Od navedenih, kao izvorište stijena niskog stupnja metamorfizma, Prosara i Požeška gora mogu se isključiti, dok stijene Motajice s obzirom na metamorfizam u zoni amfibolitnog facijesa odgovaraju potencijalnim izvorišnim stijenama. Moslavačka gora također je mogla biti izvorište materijala zbog gornjokrednog metamorfnog kompleksa koji je nastajao u temperaturnim uvjetima na koje ukazuje analiza rutila pretežno između 500 i 700°C. Temeljem objavljenih radova te provedenih analiza u sklopu izrade doktorskog rada može se zaključiti da su materijal za donjomiocenske pješčenjake Kalnika i Ivanščice mogle dati u najvećoj mjeri Motajica i Moslavačka gora, a djelomično i slavonske gore, tj. Papuk. Time se potvrđuje prva hipoteza definirana u okviru doktorske disertacije kako je izvorište materijala za donjomiocenske pješčenjake lokalnog podrijetla, jer je transportiran s okolnih otočnih gora.

Drugu analiziranu skupinu istraživanih sedimenata čine pleistocenski sedimenti s područja Bilogore. Većinom su to aluvijalni sedimenti koje je taložila rijeka Drava na svojoj najstarijoj riječnoj terasi tijekom srednjeg pleistocena. U glacijalnim uvjetima tijekom srednjeg pleistocena teško je očekivati značajniji lokalni donos materijala nekim manjim rijekama i potocima te se u ovom radu polazilo od pretpostavke da je jedino „Paleo-Drava“ mogla imati dovoljnu količinu i snagu vode za transport materijala. Zajednica teških minerala te geokemija granata i rutila ukazuju na to da su izvorišne stijene za aluvijalne naslage najstarije dravske terase bile dominantno metamorfnog postanka, dok petrografski sastav upućuje na podrijetlo iz recikliranog orogena. Rezultati svih analiza djelomično ili u potpunosti ukazuju na Alpsku provenijenciju. Geokemija granata i rutila te U/Pb datiranje rutila upućuju na Koralpe i Saualpe u Austriji te Pohorje u Sloveniji kao izvorišno područje.

Datiranje cirkona iz tufova pronađenih na lokalitetu Novigrad Podravski dodatno potvrđuje tu tezu jer se pokazalo da tufovi najvjerojatnije potječu iz vulkanskog kompleksa Smrekovec u Sloveniji, koji drenira rijeka Drava sa svojim pritocima.

Iako prostor Istočnih Alpa nedvojbeno predstavlja izvorišno područje, neki rezultati idu u prilog lokalnom donosu. Zajednica teških minerala u pojedinim uzorcima, prvenstveno u zapadnom dijelu Bilogore, pokazuje sličnost sa gornjomiocenskim i pleistocenskim sedimentima jugozapadnog djela PBS-a (Hrvatsko zagorje, Medvednica, Žumberak, slavonske gore), za koje je već utvrđena lokalna provenijencija. Također, geokemijske analize vulkanskih valutica uzorkovanih na riječnoj terasi djelomično idu u prilog lokalnom donosu.

Mafitske valutice (G2) najvjerojatnije potječu od srednjotrijaskih magmatskih stijena Kuna gore i Ivanščice te ofiolitnog melanža Kalnika, dok su felzitske valutice (G1) u korelaciji sa široko rasprostranjenom permsko-trijaskom magmatskom aktivnosti Austroalpinske tektonske jedinice i Tisijske.

Relativno visok ZTR indeks ukazuje na relativnu zrelost aluvijalnih sedimenata, što ukazuje na mogućnost višestrukog recikliranja sedimenata. Iz toga proizlazi da je većina aluvijalnog materijala koji čini najstariju dravsku terasu alpskog podrijetla, ali uz povremeni lokalni donos s okolnih otočnih gora, čime se potvrđuje druga hipoteza postavljena na početku istraživanja.

U okviru istraživanja analizirani su recentni sedimenti riječne mreže šireg područja s ciljem detaljnijeg određivanja izvorišnog područja pleistocenskih sedimenata prve dravske terase. Pritom se polazi od pretpostavke da recentni modeli prijenosa materijala riječnom mrežom generalno odgovaraju putovima prijenosa tijekom kvartara. Prikupljeni uzorci pijeska iz rijeke Drave i potoka okolnih otočnih gora Kalnika, Medvednice, Ivanščice, Moslavačke gore i Papuka ukazuju da je većinu sedimenata donosila rijeka Drava iz Istočnih Alpa, dok je tek djelomično bio zastupljen i lokalni donos, najvjerojatnije s područja Kalnika i Ivanščice. Na temelju sastava teških minerala i petrografskog sastava mogu se eliminirati Papuk i Moslavačka gora kao moguća izvorišta materijala jer ne pokazuju sličnost s pleistocenskim sedimentima. U njihovim potocima prevladavaju amfiboli, dok su granati zastupljeni u znatno manjoj mjeri. Također gotovo da nema staurolita i kjanita, minerala tipičnih za pleistocenske sedimente. Dodatno se na temelju sastava teških minerala može eliminirati i prostor Medvednice, koji je sličniji potocima Papuka i Moslavačke gore nego pleistocenskim sedimentima s riječne terase. Tamo uz amfibole prevladavaju minerali iz skupine epidot/zoisit.

Ovim rezultatima u prilog ide i geokemijska analiza vulkanskih valutica koja također upućuje na Kalnik, Ivanščicu i Kuna goru kao potencijalno izvorište.

10. SAŽETAK

Istraživani prostor pripada sjeverozapadnoj Hrvatskoj, a obuhvaća geomorfološke strukture Ivanšćice, Kalnika i Bilogore s okolnim područjem. Geotektonski područje istraživanja obuhvaća jugozapadni rubni dio Panonskog bazenskog sustava, čije formiranje započinje tijekom miocena kao posljedica kolizije Europske i Afričke ploče i zalučne ekstenzije (npr. Horváth i dr., 2006; Ustaszewski i dr., 2008). Ispunjen neogenskim i kvartarnim naslagama, Panonski bazenski sustav karakterizira kompleksna tektonska evolucija koja obuhvaća ekstenziju tijekom donjeg i srednjeg miocena, termalnu subsidenciju tijekom gornjeg miocena te naposljetku tektonsku inverziju tijekom pliocena i kvartara (npr. Prelogović i dr., 1998; Tomljenović i Csontos, 2001).

Predmet istraživanja čine klastični sedimenti donjomiocenske i kvartarne starosti Ivanšćice, Kalnika i Bilogore. Osnovni je cilj rada bio utvrđivanje izvorišnog područja i vrsta izvorišnih stijena (provenijencija) donjomiocenskih i kvartarnih naslaga Kalnika i Bilogore, odnosno identifikacije inicijalno taloženog materijala koji je sudjelovao u formiranju donjomiocenskih i kvartarnih aluvijalnih naslaga. S obzirom na navedeno, korištena su tri osnovna pristupa tipična za suvremene provenijencijske analize, čija integracija pruža detaljan uvid u povijest klastičnog sedimenta i obilježja izvorišnog područja: analiza kompletnog sastava sedimenta (petrografska analiza), analiza određenih grupa teških minerala te pojedinih vrsta minerala (granati, rutili, cirkoni) (vidi Weltje i von Eynatten, 2004).

Na terenu je prikupljeno ukupno 39 uzoraka na istraživanom području, od kojih je 14 uzoraka donjomiocenskih pješčenjaka na širem prostoru Ivanšćice i Kalnika taloženih tijekom otnanga i karpata u fluvijalno-jezerskim taložnim okolišima te 25 uzoraka na osam lokaliteta duž Bilogore. Većina uzoraka pripada najstarijoj dravskoj riječnoj terasi čija je starost određena kao srednjopleistocenska, dok je njih nekoliko eolskog podrijetla iz zadnjeg glacijala.

Također je prikupljeno 25 recentnih uzoraka pijeska iz rijeke Drave i potoka okolnih otočnih gora (tj. Kalnik, Medvednica, Ivanšćica, Moslavačka gora, Papuk). U radu se polazi od pretpostavke da recentni modeli prijenosa materijala riječnom mrežom generalno odgovaraju putovima prijenosa koji su vladali i tijekom starijeg kvartara. U tu su svrhu također uzorkovani i recentni potoci kako bi se odredili udjeli alpskog i/ili lokalnog donosa materijala na najstarijoj riječnoj dravskoj terasi pleistocenske starosti na prostoru Bilogore.

Metode istraživanja činile su terenska istraživanja i laboratorijske analize. Dio analiza rađen je na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, a dio na Odsjeku za sedimentologiju i okolišnu geologiju u sklopu Sveučilišta „Georg-August“ u njemačkom gradu Göttingenu.

Od tradicionalnih metoda upotrijebljene su analiza teških minerala i petrografska analiza pomoću polarizacijskog mikroskopa na svim uzorcima. Nadalje, pojedini uzorci odabrani su za geokemijsku analizu granata pomoću elektronske mikroprobe, a jedan dio za geokemijsku analizu i U/Pb datiranje rutila pomoću laserske ablacije.

Rezultati ukazuju da su donjomiocenski pješčenjaci sa šireg područja Kalnika i Ivanščice taloženi u fluvijalno-jezerskom okolišu tijekom otnanga i karpata za koje je na temelju dosadašnjih radova zaključeno da se transport odvijao rijekama od juga prema sjeveru. Relativno nizak ZTR indeks upućuje na kraći transport prilikom kojeg su se očuvali i manje stabilni minerali. Zajednica teških minerala te geokemija granata i rutila ukazuju na činjenicu da su izvorišne stijene bile dominantno metamorfnog postanka, dok petrografski sastav upućuje na podrijetlo iz recikliranog orogena, što se prvenstveno odnosi na subdukcijske i kolizijske zone. Alpe i Karpati kao izvorišta materijala isključeni su zbog značajne udaljenosti i smještaja sjeverno od istraživanog područja. Time se dolazi do zaključka da je za nastanak donjomiocenskih pješčenjaka ipak bio značajan donos materijala iz lokalnih izvorišta. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da su materijal za donjomiocenske pješčenjake Kalnika dale u najvećoj mjeri Motajica i Moslavačka gora, a djelomično i slavonske gore.

Drugu skupinu analiziranih sedimenata činili su uzorci pijeska i lesa pleistocenske starosti s prostora Bilogore, od čega je većina uzoraka aluvijalnih pijesaka koji su najvjerojatnije transportirani rijekom Dravom i taloženi na njezinoj najstarijoj, srednjopleistocenskoj (Wacha i dr., 2018) riječnoj terasi. Na pojedinim dijelovima riječne terase aluvijalni pijesci i šljunci prekriveni su lesom zadnjeg glacijala, koji je također uzorkovan. Analize uglavnom ukazuju na dominantni transport materijala rijekom Dravom iz alpskog područja. Analizom geokemije granata i rutila te U/Pb datiranjem rutila dolazi se do zaključka da ishodišno područje predstavljaju Koralpe i Saualpe u Austriji te Pohorje u Sloveniji. Datiranje cirkona iz tufova pronađenih na lokalitetu Novigrad Podravski dodatno potvrđuje tezu da je Paleo-Drava sa svojim pritokama drenirala alpski prostor i nanosila materijal na svoju najstariju riječnu terasu jer im prema starosti najbolje odgovaraju oni s lokacije Smrekovec u Sloveniji. Međutim, ne može se u potpunosti isključiti ni povremeni lokalni donos. Pojedini uzorci, prvenstveno u zapadnom dijelu Bilogore, prema sastavu teških minerala više odgovaraju

gornjomiocenskim i pleistocenskim sedimentima jugozapadnog djela PBS-a, za koje su Kovačić i Grizelj (2006) utvrdili lokalnu provenijenciju. Geokemijske analize vulkanskih valutica uzorkovanih na riječnoj terasi Drave djelomično potvrđuju lokalni donos materijala. Mafitske valutice (G2) najvjerojatnije potječu od srednjotrijaskih magmatskih stijena Kuna gore i Ivanščice te ofiolitnog melanža Kalnika, dok su felzitske valutice (G1) u korelaciji sa široko rasprostranjenom permsko-trijaskom magmatskom aktivnosti Austroalpinske tektonske jedinice i Tisije.

S ciljem detaljnije rekonstrukcije lokalnog donosa uzorkovan je recentni holocenski pijesak iz rijeke Drave i potoka okolnih otočnih gora. Na temelju usporedbe recentnih holocenskih sedimenata iz riječne mreže sa sedimentima najstarije dravske riječne terase pleistocenske starosti ponovno se može zaključiti da je većinu sedimenta donosila rijeka Drava iz područja istočnih Alpa. Djelomično je bio zastupljen i lokalni donos, najvjerojatnije s područja Kalnika i Ivanščice. Takvi su nalazi u korelaciji s geokemijom vulkanskih valutica koja također upućuje na Kalnik, Ivanščicu i Kuna goru kao potencijalno izvorište. Papuk, Moslavačka gora i Medvednica mogu se eliminirati kao moguće izvorište materijala s obzirom na različit sastav teških minerala i petrografski sastav.

11. EXTENDED ABSTRACT

The investigated area belongs to the northwestern Croatia, and includes the geomorphological structures of Ivanščica, Kalnik and Bilogora with the surrounding area. The geotectonic setting is defined as southwestern marginal part of the Pannonian basin system, whose formation began during the Miocene as a result of the collision of the European and African plates and back-arc extension (Horváth et al., 2006; Ustaszewski et al., 2008). The Pannonian basin system is a sedimentary basin filled with Neogene and Quaternary deposits and characterized by a complex tectonic evolution that includes extension during the Lower and Middle Miocene, thermal subsidence during the Upper Miocene, and finally tectonic inversion during the Pliocene and Quaternary (Prelogović et al., 1998; Tomljenović and Csontos, 2001).

The subject of the research consists of clastic sediments of Ivanščica, Kalnik and Bilogora area from the Lower Miocene and Quaternary period. The main goal of the research is to determine the location of the source area and the types of the source rocks (provenance) of the Lower Miocene and Quaternary deposits of Kalnik and Bilogora area, with the aim of determining the initially deposited material that participated in the formation of the Lower Miocene and Quaternary alluvial deposits. All three basic approaches typical for modern provenance analyzes were used, which integration provides a detailed insight into the history of the clastic sediment and the characteristics of the source area; the complete sediment composition (petrographic analysis), a certain group of minerals (heavy minerals) and certain types of minerals (garnets, rutiles, zircons) were analyzed (Weltje and von Eynatten, 2004).

A total of 39 samples were collected in the field in the research area, of which 14 samples are Lower Miocene sandstones collected in the wider area of Ivanščica and Kalnik, which were deposited during the Ottnangian and Karpatian periods in fluvial-lacustrine depositional, and 25 samples were collected in eight localities along the entire Bilogora. Most of them belong to the oldest Drava river terrace, whose age is determined as Middle Pleistocene, while a few of them are of eolian origin from the last glacial.

Recent samples of sand from the Drava River and the streams from the surrounding mountains (Kalnik, Medvednica, Ivanščica, Moslavačka gora, Papuk) were also collected.

The research is based on the assumption that recent models of material transport through the river network generally correspond to the transport routes during the early Quaternary period. Recent streams were sampled with the aim of determining the alpine and/or local supply of material on the oldest Drava River terrace of Pleistocene age in the area of Bilogora.

Methods used in this research can be divided into field and laboratory methods. Part of the analysis was done at the Geology Department of the Faculty of Science in Zagreb, and another part at the Department of Sedimentology and Environmental Geology at the Georg-August University in Göttingen (Germany).

Heavy mineral analysis and petrographic analysis using a polarizing microscope were applied to all samples as traditional methods. Then some samples were selected for geochemical analysis of garnets using an electron microprobe, and one part for geochemical analysis and U/Pb dating of rutile using laser ablation.

The first group of sediments consists of Lower Miocene sandstones from the wider area of Kalnik and Ivanščica deposited in a fluvial-lacustrine environment during the Ottnangian and Karpatian, for which, based on previous works, it was concluded that the transport of the material took place by rivers from the south to the north. A rather low ZTR index points to a shorter transport during which less stable minerals were also preserved. The community of heavy minerals and the geochemistry of garnet and rutile indicate the fact that the source rocks were predominantly metamorphic in origin, while the petrographic composition points to the origin from a recycled orogen, which primarily refers to subduction and collision zones. The Alps and the Carpathians are excluded as a potential source area due to their location to the north of the researched area, and it is concluded that the supply of material was more local. Based on the obtained results, it can be concluded that the material for the Lower Miocene sandstones was mostly provided by Mt. Motajica and Moslavačka gora, and partially by the Slavonian mountains.

The second group of sediments consists of samples of sand and loess of Pleistocene age from the area of Bilogora. Most of the samples are fluvial sand that was most likely transported by the Drava River and deposited on its oldest river terrace, determined the age of the river terrace in the Middle Pleistocene (Wacha et al., 2018). On certain parts of the river terrace, alluvial sediments of sand and gravel are covered with fine-grained loess sediment from the last glacial period, which was also sampled. The analyzes mainly point to the dominant transport of material by the Drava River from the Alpine area. Analyzing the

geochemistry of garnet and rutile and U/Pb dating of rutile leads to the conclusion that the origin area are Koralpe and Saulape (Austria) and Pohorje (Slovenia). The dating of zircons from tuffs found at the Novigrad Podravski locality additionally confirms the thesis that the paleo-Drava with its tributaries drained the Alpine area and deposited material on its oldest river terrace, because the tuffs from the Smrekovec location in Slovenia match them best in terms of age. However, occasional local delivery cannot be completely excluded. Some samples, primarily from western Bilogora, according to the composition of heavy minerals, correspond more to the Upper Miocene and Pleistocene sediments of the southwestern part of the PBS, for which Kovačić and Grizelj (2006) determined a local provenance. Also, geochemical analyses of volcanic pebbles sampled on the Drava river terrace partially support a local contribution. The basic igneous rocks (G2) most likely originate from the Middle Triassic igneous rocks of Kuna Gora and Ivanščica and the Kalnik ophiolite melange, while the felsic igneous rocks (G1) are correlated with the widespread Permian-Triassic magmatic activity of the Austroalpine tectonic unit and Tisija.

With the aim of a more detailed reconstruction of the local supply, recent sand was sampled from the Drava River and the streams from the surrounding mountains. From the comparison of recent Holocene sediments from the river network with the sediments of the oldest Drava river terrace of Pleistocene age, it follows again that most of the sediments were transported by the Drava River from the Eastern Alps, which corresponds to them in terms of all analyzed parameters. The local supply was partly represented, most likely from the area of Mt. Kalnik and Mt. Ivanščica area. This results are in good correlation with the geochemistry of volcanic pebbles, which also points to Kalnik, Ivanščica and Kuna Gora as potential sources. The mountains Papuk, Medvednica and Moslavačka gora can be eliminated as a possible source of the material given the different heavy minerals composition and petrographic composition.

12. LITERATURA

- Aljinović, B. (1987): On certain characteristics of the Mohorovičić discontinuity in the region of Yugoslavia. *Acta Geologica*, 55, 17 /1-2, 13–20.
- Avanić, R., Kovačić, M., Pavelić, D. i Peh, Z. (2018): The Neogene of Hrvatsko Zagorje. In Conference book/9th Mid-European Clay Conference. Croatian Geological Society, 128-131.
- Axelsson, E., Pape, J., Berndt, J., Corfu, F., Mezger, K. i Raith, M. M. (2018): Rutile R632 – A new natural reference material for U-Pb and Zr determination. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 42, 319-338.
- Babić, Ž, Čakarun, I., Sokač, A. i Mraz, V. (1978): O geologiji kvartarnih naslaga porječja rijeke Drave. *Geološki vjesnik*, 30/1, 43-61.
- Babić, L., Hochuli, P. A., i Zupanec, J. (2002): The Jurassic ophiolitic mélange in the NE Dinarides: Dating, internal structure and geotectonic implications. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 95, 263-275.
- Balen, D. i Pamić, J. (2000): Crystalline complex of Mt. Moslavačka Gora. *Vijesti Hrvatskoga Geološkog Društva*, 37, 19-22.
- Balen, D., Schuster, R. i Garašić, V. (2001): A new contribution to the geochronology of Mt. Moslavačka Gora (Croatia). *PANCARDI 2001 Abstracts II*, Sopron, DP-2.
- Balen, D., Massonne, H. J. i Lihter, I. (2018). Alpine metamorphism of low-grade schists from the Slavonian Mountains (Croatia): new PT and geochronological constraints. *International Geology Review*, 60(3), 288-304.
- Ballantyne, C. K. (2002): A general model of paraglacial landscape response. *The Holocene*, 12(3), 371–376.
- Barić, L. i Tajder, M. (1967): Mikrofiziografija petrogenih minerala. Školska knjiga.
- Basch, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tumač za list Ivanić-Grad (Basic Geological Map 1: 100000. Explanatory notes for sheet Ivanić-Grad). Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Bhatia, M. R. (1983): Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *The Journal of Geology*, 91, 611-627.
- Bhatia, M. R. i Crook, K. A. W. (1986): Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92, 181-193.
- Biševac, V., Balen, D., Tibljaš, D. i Španić, D. (2009): Preliminary results on degree of thermal alteration recorded in the eastern part of Mt. Papuk, Slavonia, Croatia. *Geologia Croatica*, 62(1), 63-73.

- Blatt, H. (1967): Provenance determinations and recycling of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37, 1031-1044.
- Bognar, A. (1996): Croatia – the land and natural features. *GeoJournal*, 38/4, 407–416.
- Bognar, A. (1999): Geomorfološka regionalizacija Hrvatske. *Acta Geographica Croatica*, 34, 7-29.
- Bognar, A., Faivre, S., Buzjak, N., Pahernik, M. i Bočić, N. (2012): Recent Landform Evolution in the Dinaric and Pannonian Regions of Croatia. In: Dénes, L., Stankoviansky, M., Kotarba, A., (eds.) *Recent Landform Evolution – The Carpatho-Balkan-Dinaric Region*. Springer, Heidelberg, London, New York, 313-344.
- Bole, M., Dolenc, T., Zupančič, N. i Činč-Juhant, B. (2001): The Karavanke Granitic Belt (Slovenia) – a bimodal Triassic alkaline plutonic complex. *Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 81, 23-38.
- Boyton, W. V. (1984): Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In *Developments in geochemistry* (Vol. 2, pp. 63-114). Elsevier.
- Bracciali L., Parrish R. R., Horstwood M. S. A., Condon D. J. i Najman, Y. (2013): U-Pb LA-(MC)-ICP-MS dating of rutile: New reference materials and applications to sedimentary provenance. *Chemical Geology*, 347, 82-101.
- Brenko, T., Borojević Šoštarić, S., Ružičić, S. and Ivančan, T. S. (2020): Evidence for the formation of bog iron ore in soils of the Podravina region, NE Croatia: Geochemical and mineralogical study. *Quaternary international*, 536, 13-29.
- Brenko, T., Borojević Šoštarić, S., Karavidović, T., Ružičić, S. and Ivančan, T. S. (2021): Geochemical and mineralogical correlations between the bog iron ores and roasted iron ores of the Podravina region, Croatia. *Catena*, 204, 105353.
- Brlek, M., Kutterolf, S., Gaynor, S., Kuiper, K., Belak, M., Brčić, V., Holcova, K., Wang, K., Bakrač, K., Hajek-Tadesse, V., Mišur, I., Horvat, M., Šuica, S. i Schaltegger, U. (2020): Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin (Carpathian–Pannonian Region): new constraints from Mts. Kalnik and Požeška gora volcanoclastic record with regional implications. *International Journal of Earth Sciences*, 109(8), 2775-2800.
- Brlek, M., Tapster, S. R., Schindlbeck-Belo, J., Gaynor, S. P., Kutterolf, S., Hauff, F., Georgiev, S.V., Trinajstić, N., Šuica, S., Brčić, V., Wang, K., Lee, H., Beier, C., Abersteiner, A.B., Mišur, I., Peycheva, I., Kukoč, D., Németh, B., Trajanova, M., Balen, D., Guillong, M., Szymanowski, D. i Lukács, R. (2023): Tracing widespread Early Miocene ignimbrite eruptions and petrogenesis at the onset of the Carpathian-Pannonian Region silicic volcanism. *Gondwana Research*, 116, 40-60.
- Bruand, E., Stüwe, K. i Proyer, A. (2010): Pseudosection modelling for a selected eclogite body from the Koralpe (Hohl), Eastern Alps. *Mineralogy and Petrology*, 99, 75-87.
- Brückl, E., Behm, M., Decker, K., Grad, M., Guterch, A., Keller, G.R. and Thybo, H. (2010): Crustal structure and active tectonics in the Eastern Alps. *Tectonics*, 29/2, TC2

- Cherniak, D. J. (2000): Pb diffusion in rutile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 139, 198-207.
- Church, M. and Ryder, J. M. (1972): Paraglacial sedimentation: a consideration of fluvial processes conditioned by glaciation. *Geological Society of America Bulletin*, 83(10), 3059–3072.
- Csontos, L., Benkovics, L., Bergerat, F., Mansy, J.L. i Wórum, G. (2002): Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). *Tectonophysics*, 297, 51–71.
- Csontos, L. i Vörös, A. (2004): Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 210(1), 1-56.
- Ćorić, S., Pavelić, D., Rögl, F., Mandić, O., Vrabac, S., Avanić, R., Jerković, L. i Vranjković, A. (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica*, 62/1, 31-43.
- Čanjevac, I. (2013): Tipologija protočnih režima rijeka u Hrvatskoj. *Hrvatski geografski glasnik*, 75/1, 23-42.
- Dachs, E., i Proyer, A. (2002): Constraints on the duration of high-pressure metamorphism in the Tauern Window from diffusion modelling of discontinuous growth zones in eclogite garnet. *Journal of metamorphic Geology*, 20(8), 769-780.
- De Hoog, J. C., Janák, M., Vrabec, M. i Hattori, K. H. (2011): Ultramafic cumulates of oceanic affinity in an intracontinental subduction zone: ultrahigh-pressure garnet peridotites from Pohorje (Eastern Alps, Slovenia). In *Ultrahigh-Pressure Metamorphism*, Elsevier, 399-439.
- Dickin, A. P. (2018): Radiogenic isotope geology. Cambridge university press.
- Dickinson, W. R. (1970): Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Journal of Sedimentary Petrology*, 40, 695–707.
- Dickinson, W. R. (1985): Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In: *Provenance of Arenites* (Ed G.G. Zuffa), NATO-ASI ser., 148, 333–361.
- Dickinson, W. R. (1988): Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonics and paleogeography of sedimentary basins. In: *New Perspectives in Basin Analysis* (Eds. K.L. Kleinspehn and C. Paola), 3–25. Springer-Verlag, Berlin.
- Dickinson, W. R. i Suczek, C. A. (1979): Plate tectonics and sandstone compositions. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 63, 2164–2182.
- Dickinson, W. R. i Valloni, R. (1980): Plate settings and provenance of sands in modern ocean basins. *Geology*, 8, 82– 86.
- Dixon, J. L., Heimsath, A. M., Kaste, J. i Amundson, R. (2009): Climate-driven processes of hillslope weathering. *Geology*, 37(11), 975-978.

- Dodson, M. H. (1973): Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 40, 259–274.
- Dojen, C. (2018): The Geological History of the River Drava in Carinthia (Austria)–Known Facts and Project Description. *Podravina: časopis za multidisciplinarna istraživanja*, 17(33), 21-31.
- Dunkl, I., Di Giulio, A. i Kuhlemann, J. (2001): Combination of single-grain fission-track chronology and morphological analysis of detrital zircon crystals in provenance studies: sources of the Macigno Formation (Apennines, Italy). *Journal of sedimentary research*, 71(4), 516-525.
- Dunkl, I., Mikes, T., Simon, K. i von Eynatten, H. (2008): Brief introduction to the Windows program Pepita: data visualization, and reduction, outlier rejection, calculation of trace element ratios and concentrations from LA-ICP-MS data. In: *Laser ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current practices and outstanding issues*. Mineralogical Association of Canada, Short Course (Ed. by Sylvester, P.), 40, 334-340.
- Faryad, S. W. i Hoinkes, G. (2003): P–T gradient of Eo-Alpine metamorphism within the Austroalpine basement units east of the Tauern Window (Austria). *Mineralogy and Petrology*, 77, 129-159.
- Faryad, S. W. i Chakraborty, S. (2005): Duration of Eo-Alpine metamorphic events obtained from multicomponent diffusion modeling of garnet: a case study from the Eastern Alps. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 306-318.
- Filipčić, A. (1998): Klimatska regionalizacija Hrvatske po W. Köppenu za standardno razdoblje 1961.-1990. u odnosu na razdoblje 1931.-1960. *Acta Geographica Croatica*, 33, 1-15.
- Fodor, L., Csontos, L., Bada, G., Györfi, I. i Benkovics, L. (1999): Tertiary tectonic evolution of the Pannonian Basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of palaeostress data. *Special publication-Geological society of London*, 156, 295-334.
- Folk, R. L. (1974): *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, Austin.
- Frei, D. i Gerdes, A. (2009): Precise and accurate in situ U-Pb dating of zircon with high sample throughput by automated LA-SF-ICP-MS. *Chemical Geology*, 261, 261-270.
- Gaidies, F., Abart, R., De Capitani, C., Schuster, R., Connolly, J. A. D. i Reusser, E. (2006): Characterization of polymetamorphism in the Austroalpine basement east of the Tauern Window using garnet isopleth thermobarometry. *Journal of Metamorphic Geology*, 24(6), 451-475.
- Galović, I. i Magdalenić, Z. (1975): Eolski sedimenti područja Kloštar-Virovitica u sjevernoj Hrvatskoj. *Geološki vjesnik*, 28, 43-54.
- Galović, I. i Marković, S. (1979): Osnovna geološka karta Jugoslavije, (1:100 000), list Virovitica. Geološki institut Zagreb. Savezni geološki zavod Beograd.

- Galović, I., Marković, S., Magdalenić, Z. (1981): Tumač za list Virovitica (OGK 1:100 000) Savezni geološki zavod, Beograd, 1-41.
- Galović, L. (2016): Sedimentological and mineralogical characteristics of the Pleistocene loess/paleosol sections in the Eastern Croatia. *Aeolian research*, 20, 7–23.
- Garcia, D., Ravenne, C., Maréchal, B. i Moutte, J. (2004): Geochemical variability induced by entrainment sorting: quantified signals for provenance analysis. *Sedimentary Geology*, 171(1-4), 113-128.
- Gärtner, A., Youbi, N., Villeneuve, M., Linnemann, U., Sagawe, A., Hofmann, M., Zieger, J., Mahmoudi, A. i Boumehdi, M. A. (2018): Provenance of detrital zircon from siliciclastic rocks of the Sebkhah Gezmayet unit of the Adrar Souttouf Massif (Moroccan Sahara)–Palaeogeographic implications. *Comptes Rendus, Géoscience*, 350(6), 255-266.
- Garzanti, E. i Vezzoli, G. (2003): A classification of metamorphic grains in sands based on their composition and grade. *Journal of Sedimentary Research*, 73, 830–837.
- Garzanti, E., Canclini, S., Moretti Foggia, F. i Petrella, N. (2002): Unraveling magmatic and orogenic provenance in modern sand: the back-arc side of the Apennine thrust belt, Italy. *Journal of Sedimentary Research*, 72, 2–17.
- Garzanti, E., Andò, S. i Vezzoli, G. (2008): Settling equivalence of detrital minerals and grain-size dependence of sediment composition. *Earth and Planetary Science Letters*, 273(1-2), 138-151.
- Garzanti, E., Andò, S. i Vezzoli, G. (2009): Grain-size dependence of sediment composition and environmental bias in provenance studies. *Earth and Planetary Science Letters*, 277(3-4), 422-432.
- Garzanti, E., Vezzoli, G., Andò, S., Limonta, M., Borromeo, L. i France-Lanord, C. (2019): Provenance of Bengal shelf sediments: 2. Petrology and geochemistry of sand. *Minerals*, 9(10), 642.
- Gazarek, M., Crnicki, J., Premur, V. i Krec, D. (1990): Granulometrijski sastav šljunaka i pijesaka i teški minerali u pijescima Dravskog bazena od Ormoža do Đurđevca. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 2, 67-73.
- Gazzi, P. (1966): Le Arenarie del Flysch Sopracretaceo dell'Appennino Modenese: Correlazioni con il Flysch di Monghidoro. *Mineralogica e Petrografica Acta*, 12, 69–97.
- Geary, D. H., Magyar, I. i Müller, P. (2000): Ancient Lake Pannon and its endemic molluscan fauna (Central Europe; mio-pliocene). *Advances in Ecological Research*, 31, 463-482.
- Gislason, S. R., Oelkers, E. H., Eiríksdóttir, E. S., Kardjilov, M. I., Gísladóttir, G., Sigfusson, B., Snorrason, A., Elefsen, S., Hardardóttir, J., Torssander, P. i Oskarsson, N. (2009): Direct evidence of the feedback between climate and weathering. *Earth and Planetary Science Letters*, 277(1-2), 213-222.

- Glodny, J., Ring, U., Kühn, A., Gleissner, P. i Franz, G. (2005): Crystallization and very rapid exhumation of the youngest Alpine eclogites (Tauern Window, Eastern Alps) from Rb/Sr mineral assemblage analysis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 149, 699-712.
- Goldich, S. S. (1938): A study in rock-weathering. *The Journal of Geology*, 46(1), 17-58.
- Gravenor C. P. (1979): The nature of the late Paleozoic glaciation in Gondwana as determined from an analysis of garnets and other heavy minerals. *Can J Earth Sci*, 16, 1137– 53.
- Gregory, M. R. i Johnston, K. A. (1987): A nontoxic substitute for hazardous heavy liquids – aqueous sodium polytungstate solution. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 30, 317-320.
- Gregurek, D., Abart, R. i Hoinkes, G. (1997): Contrasting eoalpine PT evolutions in the southern Koralpe, Eastern Alps. *Mineralogy and Petrology*, 60(1-2), 61.
- Grew, E. S., Locock, A. J., Mills, S. J., Galuskina, A. O., Galuskina, E. V. i Hålenius, U. (2013): Nomenclature of the garnet supergroup. *American Mineralogist*, 98, 785-811.
- Grizelj, A., Tibljaš, D. i Kovačić, M. (2007): Mineralogy and geochemistry of Upper Miocene pelitic sediments of the Zagorje Basin (Croatia): implication for evolution of the Pannonian Basin. *Geologica Carpathica-Bratislava*, 58(3), 263-276.
- Grizelj, A., Peh, Z., Tibljaš, D., Kovačić, M. i Kurečić, T. (2017): Mineralogical and geochemical characteristics of Miocene pelitic sedimentary rocks from the south-western part of the Pannonian Basin System (Croatia): Implications for provenance studies. *Geoscience Frontiers*, 8(1), 65-80.
- Haas, J. (2002): Geológiai viszonyok és talajok. *MÉSZÁROS E.–SCHWEITZER F.(szerk.): Föld, víz, leveg. In: GLATZ F.(f szerk.): Magyar tudománytár. Els kötet.–MTA Társadalomkutató Központ & Kossuth Kiadó, Budapest*, 21-121.
- Haas, J. i Pero, C. (2004): Mesozoic evolution of the Tisza Mega-unit. *International Journal of Earth Sciences*, 93, 297-313.
- Habler, G. i Thöni, M. (2001): Preservation of Permo–Triassic low-pressure assemblages in the Cretaceous high-pressure metamorphic Saualpe crystalline basement (Eastern Alps, Austria). *Journal of metamorphic Geology*, 19(6), 679-697.
- Handler, R., Ebner, F., Neubauer, F., Bojar, A. i Hermann, S. (2006): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Miocene tuffs from the Styrian part of the Pannonian Basin: an attempt to refine the basin stratigraphy. *Geologica Carpathica-Bratislava*, 57(6), 483-494.
- Handy, M. R., Schmid, S. M., Bousquet, R., Kissling, E. i Bernoulli, D. (2010): Reconciling plate-tectonic reconstruction of Alpine Tethys with the geological-geophysical record of spreading and subduction in the Alps. *Earth-Science Reviews*, 102, 121-158.
- Handy, M. R., Ustaszewski, K. i Kissling, E. (2015): Reconstructing the Alps–Carpathians–Dinarides as a key to understanding switches in subduction polarity, slab gaps and surface motion. *International Journal of Earth Sciences*, 104, 1-26.

- Harzhauser, M. i Piller, W. E. (2007): Benchmark data of a changing sea – Paleogeography, Paleobiogeography and event sin the Central Paratethys during the Miocene. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 253, 8-31.
- Hećimović, I. (1987): Explanatory Notes for Geological Map 1: 100 000, Sheet Đurđevac (In Croatian). Federal Geological Institute Belgrade, 1-39.
- Hećimović, I. (1995): Tektonski odnosi šireg područja Kalnika. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Herak, D., Herak, M. i Tomljenović, B. (2009): Seismicity and earthquake focal mechanisms in North-Western Croatia. *Tectonophysics*, 465, 212-220.
- Hinterlechner-Ravnik, A., Sassi, F. P. i Visonà, D. (1991): The Austridic eclogites, metabasites and metaultrabasites from the Pohorje area (Eastern Alps, Yugoslavia): 2. The metabasites and metaultrabasites, and concluding considerations. *Rendiconti Lincei*, 2(2), 175-190.
- Horváth, F. (1993): Towards a mechanical model for the formation of the Pannonian basin. *Tectonophysics*, 226, 333-357.
- Horváth, F. i Tari, G. (1999): IBS Pannonian Basin project: a review of the main results and their bearings on hydrocarbon exploration. Geological Society, London, Special Publications, 156(1), 195-213.
- Horváth, F., Bada, G., Szafián, P., Tari, G., Ádám, A. i Cloetingh, S. (2006): Formation and deformation of the Pannonian Basin: constraints from observational data. GEE, D.G. & Stephenson, R.A. (eds). *European Litosphere Dynamics. Memoirs*, vol 32. Geological Society, London, 191-206.
- Horváth, F., Musitz, B., Balázs, A., Végh, A., Uhrin, A., Nádor, A., Koroknai, B., Pap, N., Tóth, T. i Wórum, G. (2015): Evolution of the Pannonian basin and the geothermal resources. *Geothermics*, 53, 328-352.
- Hrvatović, H. (2006): Geological guidebook through Bosnia and Herzegovina. Geological Survey of Federation Bosnia and Herzegovina, Sarajevo.
- Hrvatski geološki institut (2009): Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300.000. Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb.
- Hubert, J. F. (1962): A zircon–tourmaline–rutile maturity index and the interdependence of the composition of heavy mineral assemblages with the gross composition and texture of sandstones. *Journal of Sedimentary Petrology*, 32, 440–450.
- Huismans, R.S., Podladchikov, Y.Y. and Cloetingh, S. (2001): Dynamic modeling of the transition from passive to active rifting, application to the Pannonian basin. *Tectonics*, 20 (6), 1021–1039.
- Ingersoll, R. V., Bullard, T. F., Ford, R. L., Grimm, J. P., Pickle, J. D. i Sares, S. W. (1984): The effect of grain-size on detrital modes: a test of the Gazzi–Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Petrology*, 49, 103–116.

- Jackson, S.E., Pearson, N., Griffin, W. i Belousova, E. (2004): The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, 211, 47-69.
- Jamičić, D., Brkić, M. i Crnko, J. (1987): Tumač za list Orahovica L 33-96, Osnovna geološka karta 1:100 000, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Janák, M., Froitzheim, N., Lupták, B., Vrabec, M. i Ravna, E. J. K. (2004): First evidence for ultrahigh-pressure metamorphism of eclogites in Pohorje, Slovenia: Tracing deep continental subduction in the Eastern Alps. *Tectonics*, 23.
- Janák, M., Froitzheim, N., Vrabec, M., Krogh Ravna, E. J. i De Hoog, J. C. M. (2006): Ultrahigh-pressure metamorphism and exhumation of garnet peridotite in Pohorje, Eastern Alps. *Journal of metamorphic Geology*, 24, 19-31.
- Janák, M., Cornell, D., Froitzheim, N., De Hoog, J. C., Broska, I., Vrabec, M. i Hurai, V. (2009) Eclogite-hosting metapelites from the Pohorje Mountains (Eastern Alps): PT evolution, zircon geochronology and tectonic implications. *European Journal of Mineralogy*, 21, 1191-1212.
- Janák, M., Froitzheim, N., Yoshida, K., Sasinková, V., Nosko, M., Kobayashi, T., Hirajima, T. i Vrabec, M. (2015): Diamond in metasedimentary crustal rocks from Pohorje, Eastern Alps: a window to deep continental subduction. *Journal of Metamorphic Geology*, 33, 495-512.
- Janoušek, V., Farrow, C. M. i Erban, V. (2006): Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, 47, 1255-1259.
- Johnsson, M. J., Stallard, R. F. i Lundberg, N. (1991): Controls on the composition of fluvial sands from a tropical weathering environment: Sands of the Orinoco River drainage basin, Venezuela and Colombia. *Geological Society of America Bulletin*, 103(12), 1622-1647.
- Jovanović, C. i N. Magaš (1986): Basic geological map sheet of Yugoslavia 1:100.000, sheet Kostajnica L 33-106, Fed. Geol. Inst., Beograd.
- Kiss, G., Molnár, F. i Palinkaš, L. A. (2008): Volcanic facies and hydrothermal processes in Triassic pillow basalts from the Darnó Unit, NE Hungary. *Geologia Croatica*, 61, 385-394.
- Komar, P. D., Baba, J. i Bingquan, C. (1984): Grain-size analyses of mica within sediments and the hydraulic equivalence of mica and quartz. *Journal of Sedimentary Research*, 54(4), 1379-1391.
- Komar, P. D. i Wang, C. (1984): Processes of selective grain transport and the formation of placers on beaches. *The Journal of Geology*, 92(6), 637-655.

- Konečný, V., Kovač, M., Lexa, J. i Šefara, J. (2002): Neogene evolution of the Carpatho-Pannonian region: an interplay of subduction and back-arc diapiric uprise in the mantle. *European Geophysical Society Special Publication Series*, 1, 105-123.
- Konzett, J., Libowitzky, E., Hejny, C., Miller, C. i Zanetti, A. (2008): Oriented quartz+ calcic amphibole inclusions in omphacite from the Saualpe and Pohorje Mountain eclogites, Eastern Alps—An assessment of possible formation mechanisms based on IR-and mineral chemical data and water storage in Eastern Alpine eclogites. *Lithos*, 106(3-4), 336-350.
- Korbar, T. (2009): Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: a model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates. *Earth-Science Reviews*, 96(4), 296-312.
- Korolija, B., Vragović, M., Crnko, J. i Mamuzić, P. (1986): Explanatory notes for the geological map of Bjelovar (1: 100 000) (in Croatian). Federal Geological Institute Belgrade, 1-41.
- Kováč M., Andreyeva-Grigorovich A.S., Brzobohatý R., Fodor L., Harzhauser M., Oszczypko N., Pavelić D., Rögl F., Saftić B., Sliva, L. i Stráník Z. (2003): Karpatian paleogeography, tectonics and eustatic changes. In: Brzobohatý R., Cicha I., Kováč M. & Rögl F. (Eds.): *Karpatian – a Lower Miocene stage of the Central Paratethys*. Masaryk Univ., Brno, 49—72.
- Kováč, M., Andreyeva-Grigorovich, A., Bajraktarević, Z., Brzobohaty, R., Filipescu, S., Fodor, L., Harzhauser, M., Nagymarosy, A., Oszczypko, N., Pavelić, D., Rögl, F., Saftić, B., Sliva L. i Studencka, B. (2007): Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea-level changes. *Geologica Carpathica*, 58, 579-606.
- Kovačić, M. i Grizelj, A. (2006): Provenance of the Upper Miocene clastic material in the southwestern part of the Pannonian Basin. *Geologica Carpathica*, 57, 495–510.
- Kovačić, M., Zupanić, J., Babić, L., Vrsaljko, D., Miknić, M., Bakrač, K., Hećimović, I., Avanić, R. i Brkić, M. (2004): Lacustrine basin to delta evolution in the Zagorje Basin, a Pannonian sub-basin (Late Miocene: Pontian, NW Croatia). *Facies*, 50, 19-33-
- Kovačić, M., Peh, Z. i Grizelj, A. (2009): Discriminant function analysis of Upper Miocene and Pliocene sands from the southwestern part of the Pannonian Basin System, Croatia. *Geologia Croatica*, 62, 189-200.
- Kovačić, M., Horvat, M., Pikija, M. i Slovenec, D. (2011): Composition and provenance of Neogene sedimentary rocks of Dilj gora Mt.(south Pannonian Basin, Croatia). *Geologia Croatica*, 64, 121-132.
- Kralj, P. (1996): Lithofacies characteristics of the Smrekovec volcanoclastics, northern Slovenia. *Geologija*, 39, 159-191.

- Kralj, P. (2013): Submarine pyroclastic deposits in Tertiary basins, NE Slovenia. *Geologija*, 56(2), 187-197.
- Kranjec, V., Prelogović, E., Hernitz, Z. i Blašković, I. (1971): O litofacijelnim odnosima mlađih neogenskih i kvartarnih sedimenata u širem području Bilogore (Sjeverna Hrvatska). *Geološki vjesnik*, 24, 47-55.
- Krenn, E., Ustaszewski, K. i Finger, F. (2008): Detrital and newly formed metamorphic monazite in amphibolite-facies metapelites from the Motajica Massif, Bosnia. *Chemical Geology*, 254, 164-174.
- Krippner, A., Meinhold, G., Morton, A. C. i von Eynatten, H. (2014): Evaluation of garnet discrimination diagrams using geochemical data of garnets derived from various host rocks. *Sedimentary Geology*, 306, 36-52.
- Kurz, W., Handler, R. i Bertoldi, C. (2008): Tracing the exhumation of the Eclogite Zone (Tauern Window, Eastern Alps) by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of white mica in eclogites. *Swiss journal of Geosciences*, 101, 191-206.
- Laniz, R. V., Stevens, R. E. i Norman, M. B. (1964): Staining of plagioclase feldspar and other minerals: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 501-B, 152-153.
- Locock, A. J. (2008): An Excel Spreadsheet to recast analysis of garnet into end-member components, and a synopsis of the crystal chemistry of natural silicate garnets. *Computers & Geosciences*, 34, 1769-1780.
- Lowright, R., Williams, E. G. i Dacheille, F. (1972): An analysis of factors controlling deviations in hydraulic equivalence in some modern sands. *Journal of Sedimentary Research*, 42(3).
- Lučić, D., Saftić, B., Krizmanić, K., Prelogović, E., Britvić, V., Mesić, I. i Tadej, J. (2001): The Neogene evolution and hydrocarbon potential of the Pannonian Basin in Croatia. *Marine and Petroleum Geology*, 18, 133-147.
- Ludwig, K. R. (2012): User's manual for Isoplot 3.75: A geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 4, 70.
- Lugović, B., Slovenec, D., Schuster, R., Schwarz, W. H. i Horvat, M. (2015): Petrology, geochemistry and tectono-magmatic affinity of gabbroic olistoliths from ophiolite mélange in the NW Dinaric-Vardar ophiolite zone (Mts. Kalnik and Ivanscica, North Croatia). *Geologia Croatica*, 68/1, 25-49.
- Luvizotto, G. L., Zack, T., Meyer, H. P., Ludwig, T., Triebold, S., Kronz, A., Münker, C., Stockli, D. F., Prowatke, S., Klemme, S., Jacob, D. E. i von Eynatten, H. (2009): Rutile crystals as potential trace element and isotope mineral standards for microanalysis. *Chemical Geology*, 261, 346-369.

- Magaš, D. (2003): Contemporary aspects of the geographical regionalization and administrative-territorial organization of Croatia. *Geoadria*, 8/1, 127-147.
- Magaš, D (2013): *Geografija Hrvatske*. Sveučilište u Zadru.
- Magyar, I., Radivojević, D., Sztanó, O., Synak, R., Ujszászi, K. i Pócsik, M. (2013): Progradation of the paleo-Danube shelf margin across the Pannonian Basin during the Late Miocene and Early Pliocene. *Global and Planetary Change*, 103, 168-173.
- Malvić, T. (2016): Regional turbidites and turbiditic environments developed during Neogene and Quaternary in Croatia. *Materials and Geoenvironment*, 63, 39-54.
- Malvić, T. i Velić, J. (2011): Neogene Tectonics in Croatian part of the Pannonian basin and reflectance in hydrocarbon accumulations. *New Frontiers in Tectonic Research: At the Midst of Plate Convergence*; Schattner, U., Ed, 215-238.
- Malvić, T. i Cvetković, M. (2013): Korelacija litostratigrafskih jedinica u Dravskoj depresiji (hrvatski i mađarski dio). *Nafta*, 64, 34-38.
- Mandic, O., Pavelić, D., Harzhauser, M., Zupanić, J., Reischenbacher, D., Sachsenhofer, R. F., Tadej, N. i Vranjković, A. (2009): Depositional history of the Miocene Lake Sinj (Dinaride Lake System, Croatia): a long-lived hard-water lake in a pull-apart tectonic setting. *Journal of Paleolimnology*, 41, 431-452.
- Mandic, O., de Leeuw, A., Bulic, J., Kuiper, K.F., Krijgsman, W. i Jurisic-Polska, Z. (2012): Paleogeographic evolution of the Southern Pannonian Basin: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age constraints on the Miocene continental series of Northern Croatia. *International Journal of Earth Sciences*, 101, 1033-1046.
- Mandic, O., Kurečić, T., Neubauer, T. i Harzhauser, M. (2015): Stratigraphic and paleogeographic significance of lacustrine mollusks from the Pliocene *Viviparus* beds in central Croatia. *Geologia Croatica*, 68(3), 179-207.
- Mange, M. A. i Morton, A. C. (2007): Geochemistry of heavy minerals. In: Mange, M. A.; Wright, D. T. (Eds.), *Heavy Minerals in Use. Developments in Sedimentology*, 58, 345-391.
- Mange, M. A. i Maurer, H. (2012): *Heavy minerals in colour*. Springer Science & Business Media.
- Marillo-Sialer, E., Woodhead, J., Hergt, J., Greig, A., Guillong, M., Gleadow, A., Evans, N. i Paton, C. (2014): The zircon 'matrix effect': evidence for an ablation rate control on the accuracy of U-Pb age determinations by LA-ICP-MS. *J. Anal. At. Spectrom.* 29 (6), 981-989.
- Marković, F. (2017): *Miocenski tufovi Sjevernohrvatskog bazena* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Geology).

- Matoš, B. (2014): Neotektonski i recentno aktivni rasjedi na širem području Bilogore i procjena njihovog seizmogenog potencijala. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Matoš, B., Pérez-Peña, J. V. i Tomljenović, B. (2016): Landscape response to recent tectonic deformation in the SW Pannonian Basin: Evidence from DEM-based morphometric analysis of the Bilogora Mt. Area, NE Croatia. *Geomorphology*, 263, 132-155.
- Matoš, B., Zajc, M., Kordić, B., Tomljenović, B. and Gosar, A. (2017): Quaternary fault activity in the SW Pannonian Basin: GPR surveying in the Bilogora Mt.(NE Croatia). *Geological Quarterly*, 61(1), 19–3.
- McLennan, S. M., Hemming, S., McDaniel, D. K. i Hanson, G. N. (1993): Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics. In: Johnsson, M., J., Basu, A (Eds.), *Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments*. Geological Society of America Special Paper, 284, 21-40.
- Meinhold, G., Anders, B., Kostopoulos, D. i Reischmann, T. (2008): Rutile chemistry and thermometry as provenance indicator: an example from Chios Island, Greece. *Sedimentary Geology*, 203, 98–111.
- Meinhold, G. (2010): Rutile and its applications in earth sciences. *Earth-Science Reviews*, 102, 1–28.
- Mendek, T., Lužar-Oberiter, B., Smirčić, D., Petrinc, Z. i Matoš, B. (2025): Sources of Pleistocene to Recent Alluvial Sediments of Northwestern Bilogora and Surrounding Areas (Croatia). *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 40(3), 147-166.
- Mezger, K., Hanson G. N. i Bohlen S. R. (1989): High-precision U-Pb ages of metamorphic rutile- application to the cooling history of high-grade terranes. *Earth and Planetary Science Letters*, 96, 106-118.
- Miller, C. i Thöni, M. (1997): Eo-Alpine eclogitisation of Permian MORB-type gabbros in the Koralpe (Eastern Alps, Austria): new geochronological, geochemical and petrological data. *Chemical Geology*, 137, 283-310.
- Miller, C., Mundil, R., Thöni, M. i Konzett, J. (2005): Refining the timing of eclogite metamorphism: a geochemical, petrological, Sm-Nd and U-Pb case study from the Pohorje Mountains, Slovenia (Eastern Alps). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 70-84.
- Milliken, K. L. I Mack, L. E. (1990): Subsurface dissolution of heavy minerals, Frio Formation sandstones of the ancestral Rio Grande Province, South Texas. *Sedimentary Geology*, 68, 187–199.
- Mišur, I., Klötzli, U., Belak, M., Massonne, H. J., Brlek, M. i Brčić, V. (2023): Petrochronological study of chloritoid schist from Medvednica Mountain (Zagorje Mid-Transdanubian zone, Croatia). *Geologia Croatica*, 76(1), 13-36.

- Mitchell, W. A. (1963): Mineralogical aspects of soil formation on a granitic till. In: Rosenquist, I.Th, Grač-Petersen, P. (Eds.), International Clay Conference. Pergamon Press, Oxford, 131-138.
- Morton, A. C. (1984): Stability of detrital heavy minerals in tertiary sandstones of the North Sea Basin. *Clay minerals*, 19, 287-308.
- Morton, A. C. (1985): A new approach to provenance studies: electron microprobe analysis of detrital garnets from Middle Jurassic sandstones of the northern North Sea. *Sedimentology*, 32, 553-556.
- Morton, A. C. (1991): Geochemical studies of heavy minerals and their application to provenance research. In: Morton, A.C., Todd, S.P., Haughton, P.D.W. (Eds.), *Developments in Sedimentary Provenance Studies*, vol 57. Geological Society of London Special Publication, 31-45.
- Morton, A.C. i Smale, D. (1991): The effects of transport and weathering on heavy minerals from the Cascade River, New Zealand. *Sedimentary Geology*, 68, 117-123.
- Morton, A. C. i Johnsson, M. J. (1993): Factors influencing the composition of detrital heavy mineral suites in Holocene sands of the Apure River drainage basin, Venezuela.
- Morton, A. C. i Hallsworth, C. R. (1994): Identifying provenance specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones. *Sedimentary Geology*, 90, 241-256.
- Morton, A. C. i Hallsworth, C. R. (1999): Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. *Sedimentary Geology*, 124, 3-29.
- Morton, A. C. i Hallsworth, C. R. (2007): Stability of detrital heavy minerals during burial diagenesis. In: Mange, M. A.; Wright, D. T. (Eds.), *Heavy Minerals in Use. Developments in Sedimentology*, 58, 215-245.
- Morton, A. C. i Chenery, S. (2009): Detrital rutile geochemistry and thermometry as guides to provenance of Jurassic-Paleocene sandstones of the Norwegian Sea. *Journal of Sedimentary Research*, 79, 540-553.
- Morton, A. C.; Hallsworth, C. i Chalton, B. (2004): Garnet compositions in Scottish and Norwegian basement terrains: a framework for interpretation of North Sea sandstone provenance. *Marine and Petroleum Geology*, 21, 393-410.
- Mraz, V., Marković, T. i Larva, O. (2008): Hidrogeološka i hidrokemijska obilježja masiva Kalnika. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 20, 13-25.
- Mrinjek, E., Sremac, J. i Velić, J. (2006): Pliocene Alluvial Sediments in the Drava Depression of the Virovitica-Slatina Area , Northern Croatia. *Geologia Croatica*, 59/1, 65-84.
- Mutić, R. (1975a): Pijesak rijeke Drave u naslagama bušotine B-12 nedaleko Podravske Slatine. *Geološki vjesnik*, 28, 243-268.
- Mutić, R. (1975b): Sedimentološka ispitivanja naslaga lesa iz okolice Vinkovaca, Našica i Valpova (Sedimentological investigations of the loess from the area of Vinkovci, Našice

- and Valpovo (Northeastern Croatia)). *Geološki vjesnik*, 28, 269-286. (in Croatian – with an English abstract)
- Mutić, R. (1981): Teški minerali u miocenskim naslagama sjeverozapadnog područja Hrvatskog zagorja (Heavy minerals occurring in Miocene beds of Hrvatsko zagorje – Northwestern part). *Geološki vjesnik*, 33, 145-167. (in Croatian – with an English summary)
- Neubauer, F., Genser, J. i Handler, R. (2000): The Eastern Alps: result of a two-stage collision process. *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 92 (1999), 117-134.
- Nickel, E. (1973): Experimental dissolution of light and heavy minerals in comparison with weathering and intrastratal solution. *Contributions to Sedimentology*, 1, 1–68.
- O'Brien, P. J. (2001): Subduction followed by collision: Alpine and Himalayan examples. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 127, 277-291.
- Oliva, P., Viers, J. i Dupré, B. (2003): Chemical weathering in granitic environments. *Chemical geology*, 202(3-4), 225-256.
- Paces, J. B. i Miller, J. D. (1993): Precise U–Pb ages of Duluth Complex and related mafic intrusions, northeastern Minnesota: geochronological insights into physical, petrogenetic, paleomagnetic and tectonomagmatic processes associated with the 1.1 Ga midcontinent rift system. *Journal of Geophysical Research*, 98, 13997-14013.
- Palinkaš, L., Bermanec, V., Strmić Palinkaš, S., Kolar-Jurkovšek, T., Kniewald, G. i Molnar, F. (2008): Pillow lavas of Hruškovec quarry, Kalnik Mt., NW Croatia: An evidence of the advanced rifting stage in the Tethyan domain. In *International geological congress*.
- Pamić, J. (1986): Magmatic and metamorphic complexes of the adjoining area of the northernmost Dinarides and Pannonian Mass. *Acta Geol. Hung.*, 29, 203-220.
- Pamić, J. (1990): Alpske (?) granitno-metamorfne stijene u podlozi Panonskog bazena u Bilogorsko-Podravskom naftno-plinskom području. *Nafta*, 41, 433-437.
- Pamić, J. (1998): North Dinaridic Late Cretaceous–Paleogene subduction-related tectonostratigraphic units of the southern Tisia, Croatia. *Geologica Carpathica*, 49, 341–350.
- Pamić, J., Injuk, J. i Jakšić, M. (1988): Some geochemical features of the Upper Cretaceous bimodal volcanic association from the Požeška Gora Mt. in Slavonija (northern Croatia, Yugoslavia). *Geologija*, 31, 415-435.
- Pamić, J., Árkai, P., O'Neil, J. i Antai, C. (1992): Very low- and low-grade progressive metamorphism of Upper Cretaceous sediments of Mt. Motajica, northern Dinarides. *Western Carpathians, Eastern Alps, Dinarides, IGCP project*, 276, 131-146.
- Pamić, J., Belak, M. i Slovenec, D. (1992/1993): Donjomiocenski trahandeziti (šošoniti) Krndije u Slavoniji (sjeverna Hrvatska). *Rad HAZU*, 463, 27-47.

- Pamić, J., McKee, E.H., Bullen, T. i Lanphere, M.A. (1995): Tertiary volcanic rocks from Southern Pannonian basin, Croatia. *International Geology Review*, 37, 259-283.
- Pamić, J., Gušić, I. i Jelaska, V. (1998): Geodynamic evolution of the Central Dinarides. *Tectonophysics*, 297, 251-268.
- Pamić, J., Radonić, G. i Pavić, G. (2003): Geološki vodič kroz park prirode Papuk. Javna ustanova Park prirode Papuk, Velika.
- Paton, C., Woodhead, J.D., Hellstrom, J.C., Hergt, J.M., Greig, A. i Maas, R. (2010): Improved laser ablation U-Pb zircon geochronology through robust downhole fractionation correction: *Geochemistry Geophysics Geosystems* (G3), 11.
- Pavelić D. (1998): Depositional evolution of the fresh-water Early and Middle Miocene in north Croatia based on facies analysis. Unpublished PhD. Thesis, University of Zagreb, Zagreb, 1—149 (in Croatian, English summary).
- Pavelić, D. (2001): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System. *Basin Research*, 12, 359-376.
- Pavelić D. i Kovačić M. (1999): Lower Miocene alluvial deposits of the Požeška Mt. (Pannonian basin, northern Croatia): cycles, megacycles and tectonic implications. *Geologica Croatica* 51, 67—76.
- Pavelić, D. i 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.
- Pavelić D., Šimunić An., Šimunić Al., Avanić R. i Kovačić M. (1995): Ottnangian alluvial sediments – locality Vidovec-1. In: Šikić K. (Ed.): *Geological guidebook of Medvednica Mt.* Institut za geološka istraživanja, INA-Industrija nafte d.d., Zagreb, 152—153 (in Croatian).
- Pavelić, D., Avanić, R., Bakrač, K. i Vrsaljko, D. (2001): Early Miocene braided river and lacustrine sedimentation in the Kalnik mountain area (Pannonian Basin System, NW Croatia). *Geologica Carpathica*, 52, 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.– In: Vlahović, I. & Tišljarić, J. (eds.): *Evolution of Depositional Environments from the Paleozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin*. 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija–September 17–19, 2003, Field Trip Guidebook, 155–161.
- Pearce, J.A. (2014): Immobile element fingerprinting of ophiolites. *Elements*, 10, 101-108.
- Peh, Z., Novosel-Škorić, S. and Kruk, L.J. (1998): Discriminant analysis as a tool for the distinction of Quaternary sediments in the region of Đurđevac. *Geologia Croatica*, 51(1), 47–58.

- Pettijohn, F. J. (1941): Persistence of heavy minerals and geologic age. *Journal of Geology*, 49, 610-625.
- Pettijohn, F. J. (1975): *Sedimentary Rocks*. 3rd Ed., Harper & Row, New York.
- Poli, G., Christofides, G., Koroneos, A., Trajanova, M. i Zupančič, N. (2020): Multiple processes in the genesis of the Pohorje igneous complex: Evidence from petrology and geochemistry. *Lithos*, 364, 105512.
- Prelogović, E. (1974): Neotektonski i strukturni odnosi u Dravskom području. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 67-103.
- Prelogović, E. i Velić, J. (1988): Kvartarna tektonska aktivnost zapadnog dijela Dravske potoline. *Geološki vjesnik*, 41, 237-253.
- Prelogović, E. i Velić, J. (1992): Correlation of Quaternary Sediments and Tectonic Activity of the Eastern Part of the Drava River Depression. *Geologia Croatica*, 45, 151-162.
- Prelogović, E., Hernitz, Z. i Blašković, I. (1969): Primjena morfometrijskih metoda u rješavanju strukturno-tektonskih odnosa na području Bilogore (Sjeverna Hrvatska). *Geološki vjesnik*, 22, 525-531.
- Prelogović, E., Saftić, B., Kuk, V., Velić, J., Dragaš, M. i Lučić, D. (1998): Tectonic activity in the Croatian part of the Pannonian Basin. *Tectonophysics*, 297, 283-293.
- Press, F. i Siever, R. (2002): *Understanding Earth*.
- Preston, J., Hartley, A., Mange-Rajetzky, M., Hole, M., May, G., Buck, S. i Vaughan, L. (2002): The provenance of Triassic continental sandstones from the Beryl field, northern North Sea: mineralogical, geochemical and sedimentological constraints. *Journal of Sedimentary Research*, 72, 18-29.
- Rahl, J. M., Reiners, P. W., Campbell, I. H., Nicolescu, S. i Allen, C. M. (2003): Combined single-grain (U-Th)/He and U/Pb dating of detrital zircons from the Navajo Sandstone, Utah. *Geology*, 31(9), 761-764.
- Resentini, A., Ando, S. i Garzanti, E. (2018): Quantifying roundness of detrital minerals by image analysis: Sediment transport, shape effects, and provenance implications. *Journal of Sedimentary Research*, 88(2), 276-289.
- Riebe, C. S., Kirchner, J. W. i Finkel, R. C. (2004): Erosional and climatic effects on long-term chemical weathering rates in granitic landscapes spanning diverse climate regimes. *Earth and Planetary Science Letters*, 224(3-4), 547-562.
- Rögl, F. (1999) Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). *Geologica Carpathica*, 50, 339-349.
- Rosenbaum, G., Lister, G. S. i Duboz, C. (2004): The Mesozoic and Cenozoic motion of Adria (central Mediterranean): a review of constraints and limitations. *Geodinamica Acta*, 17/2, 125-139.

- Royden, L.H., Horváth, F. and Rumpel, J. (1983): Evolution of the Pannonian Basin System
1. Tectonics. *Tectonics*, 2, 63–90.
- Rubey, W. W. (1933): The size distribution of heavy minerals within a water-lain sandstone.
Journal of Sedimentary Research, 3, 3–29.
- Saftić, B., Velić, J., Sztano, O., Juhasz, G. i Ivković, Ž. (2003): Tertiary subsurface facies,
source rocks and hydrocarbon reservoirs in the SW part of the Pannonian Basin
(Northern Croatia and South-Western Hungary). *Geologia Croatica*, 56/1, 101-122.
- Salata, D. (2014): Advantages and limitations of interpretations of external morphology of
detrital zircon: a case study of the Ropianka and Menilite formations (Skole Nappe,
Polish Flysch Carpathians). In *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 84(2), 153-
165.
- Sandmann, S., Herwartz, D., Kirst, F., Froitzheim, N., Nagel, T. J., Fonseca, R. O., Münker,
C. i Janak, M. (2016): Timing of eclogite-facies metamorphism of mafic and ultramafic
rocks from the Pohorje Mountains (Eastern Alps, Slovenia) based on Lu–Hf garnet
geochronometry. *Lithos*, 262, 576-585.
- Schmid, S. M., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R.,
Tischler, M. i Ustaszewski, K. (2008): The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic
system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*, 101,
139-183.
- Schmid, S. M., Fügenschuh, B., Kounov, A., Matenco, L., Nievergelt, P., Oberhänsli, R.,
Pleuger, J., Schefer, S., Schuster, R., Tomljenović, B., Ustaszewski, K. and Van
Hinsbergen, D. J. (2020). Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern
Alps and western Turkey. *Gondwana Research*, 78, 308–374.
- Schmitt, A. K. i Zack, T. (2012): High-sensitivity U/Pb rutile dating by secondary ion mass
spectrometry (SIMS) with an O₂⁺ primary beam. *Chemical Geology*, 332-333, 65-73.
- Schönig, J., von Eynatten, H., Tolosana-Delgado, R. i Meinhold, G. (2021): Garnet major-
element composition as an indicator of host-rock type: a machine learning approach
using the random forest classifier. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 176, 1-
21.
- Schuster, R. i Frank, W. (1999): Metamorphic evolution of the Austroalpine units east of the
Tauern window: indications for Jurassic strike slip tectonics. *Mitt. Ges. Geol.
Bergbaustud. Österr.*, 42, 37–58.
- Shand, S.J. (1943): *Eruptive Rocks: Their Genesis, Composition, Classification, and Their
Relation to Ore Deposits with a Chapter on Meteorites*. John Wiley and Sons, New York.
- Sircombe, K. N. (2000): Quantitative comparison of large sets of geochronological data using
multivariate analysis: a provenance study example from Australia. *Geochimica et
Cosmochimica Acta*, 64(9), 1593-1616.

- Sircombe, K. N. (2004): AgeDisplay: an EXCEL workbook to evaluate and display univariate geochronological data using binned frequency histograms and probability density distributions. *Computers & Geosciences*, 30, 21-31.
- Sláma, J., Košler, J., Condon, D. J., Crowley, J. L., Gerdes, A., Hanchar, J. M., Horstwood, M. S. A., Morris, G. A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M. N. i Whitehouse, M. J. (2008): Plešovice zircon - A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, 249, 1-35.
- Slingerland, R. (1984): Role of hydraulic sorting in the origin of fluvial placers. *Journal of Sedimentary Research*, 54(1), 137-150.
- Sliwinski, J. T., Guillong, M., Liebske, C., Dunkl, I., von Quadt, A. i Bachmann O. (2017): Improved accuracy of LA-ICP-MS U-Pb ages of Cenozoic zircons by alpha dose correction. *Chemical Geology*, 472, 8-21.
- Slovenec, D. i Šegvić, B. (2019): Boninite volcanic rocks from the mélange of NW Dinaric-Vardar ophiolite zone (Mt. Medvednica, Croatia) – record of Middle to Late Jurassic arc-forearc system in the Tethyan subduction factory. *Mineralogy and Petrology*, 113/1, 17–37.
- Slovenec, D., Šegvić, B., Halamić, J., Goričan, Š. i Zanoni, G. (2019): An ensialic volcanic arc along the northwestern edge of Palaeotethys—Insights from the Mid-Triassic volcano-sedimentary succession of Ivanščica Mt.(northwestern Croatia). *Geological Journal*, 55(6), 4324–4351
- Smirčić, D., Vukovski, M., Slovenec, D., Kukoč, D., Šegvić, B., Horvat, M., Belak, M., Grgasović, T. i Badurina, L. (2024): Facies architecture, geochemistry and petrogenesis of Middle Triassic volcanoclastic deposits of Mt. Ivanščica (NW Croatia): evidence of bimodal volcanism in the Alpine-Dinaridic transitional zone. *Swiss journal of geosciences*, 117(1), 5.
- Sommerwerk, N., Baumgartner, C., Bloesch, J., Hein, T., Ostojić, T., Paunović, M., Schneider-Jacoby, M., Siber, R. and Tockner, K. (2009): The Danube River basin. In: Tockner, K., Uehlinger, U., Robinson, C.T. (Eds.), *Rivers of Europe*. Academic Press, 59–112.
- Stampfli, G. M. (2000): Tethyan oceans. *Geological society, London, Special publications*, 173, 1-23.
- Starijaš, B., Balen, D., Tiblaš, D., Schuster, R., Humer, B. i Finger, F. (2004): The Moslavačka Gora Massif in Croatia: Part of a Late Cretaceous high-heat-flow zone in the Alpine-Balkan-Carpathian-Dinaride collision belt. *Pangeo Austria 2004: Erdwissenschaften und Öffentlichkeit*, Graz, 9, 453-454.
- Starijaš, B., Gerdes, A., Balen, D., Tibljaš, D., Schuster, R., Mazer, A., Humer, B. i Finger F. (2006): Geochronology, metamorphic evolution and geochemistry of granitoids of the Moslavačka Gora Massif (Croatia). *Proceedings 18. Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association*, Belgrade, 594–597.

- Starijaš, B., Gerdes, A., Balen, D., Tibljaš, D. i Finger, F. (2010): The Moslavačka Gora crystalline massif in Croatia: a Cretaceous heat dome within remnant Ordovician granitoid crust. *Swiss Journal of Geosciences*, 103(1), 61-82.
- Suggate, S. M. i Hall, R. (2014): Using detrital garnet compositions to determine provenance: a new compositional database and procedure. In: Scott, R. A.; Smyth, H. R.; Morton, A. C.; Richardson, N. (Eds.), *Sediment Provenance Studies in Hydrocarbon Exploration and Production*. Geological Society of London, Special Publications, 386, 373-393.
- Sun S. i McDonough W.F. (1989): Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 42, 313-345.
- Szemerédi, M., Lukacs, R., Varga, A., Dunkl, I., Jozsa, S., Tatu, M., Pal-Molnar, E., Szepesi, J., Guillong, M., Szakmany, G. i Harangi, S. (2020a): Permian felsic volcanic rocks in the Pannonian Basin (Hungary): new petrographic, geochemical and geochronological results. *International Journal of Earth Sciences*, 109(1), 101–125.
- Szemerédi, M., Varga, A., Szepesi, J., Pál-Molnár, E. i Lukács, R. (2020b): Lavas or ignimbrites? Permian felsic volcanic rocks of the Tisza Mega-unit revisited: a petrographic study (SE Hungary). *Central European Geology*, 63(1), 1-18.
- Szemerédi, M., Varga, A., Lukács, R., Dunkl, I., Seghedi, I., Tatu, M., Kovács, Z., Raucsik, B., Benkó, Z., Harangi, S. and Pál-Molnár, E. (2023): Large-volume Permian felsic volcanism in the Tisza Mega-unit (East-Central Europe): Evidence from mineralogy, petrology, geochemistry, and geochronology, *Lithos*, 456, 107330.
- Šćavničar, B. (1979): Pješčenjaci pliocena i miocena Savske potoline [Sandstones of the Miocene and Pliocene age in the Sava river depression. In: Croatian, with English Abstract]. Scientific Committee for Petroleum of the Yugoslavian Academy of Science and Art, 3rd Scientific Congress of the Section for Applied Geology, Geophysics and Geochemistry, Novi Sad (1977), vol. 2, 351-383. Zagreb.
- Šegota, T. i Filipčić, A. (1996): *Klimatologija za geografe*. Školska knjiga, Zagreb.
- Šegvić, B., Lugović, B., Slovenec, D. i Meyer, H. P. (2016): Mineralogy, petrology and geochemistry of amphibolites from the Kalnik Mt.(Sava Unit, North Croatia): Implications for the evolution of north-westernmost part of the Dinaric-Vardar branch of Mesozoic Tethys. *Ofioliti*, 41(1), 35-58.
- Šikić, K. (1995): *Geološki vodič Medvednice*, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- Šimunić, A. (1986): Geološka građa okolice Lepoglave i osvrt na pojave mineralnih sirovina. *Radovi zavoda za znanstveni rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti*, 1, 19-32.
- Šimunić, A. i Hećimović, I. (1979): Tektonski odnosi sjeverozapadne Hrvatske (Ivanščica, Kalnik i Ravna gora). *Zbornik radova Znan. savjeta za naftu Jugosl. akad. znan. umjet.*,

- Sekcija za primjenu geologije, geofizike i geokemije, IV god.znan.skup, 188-198, Zagreb.
- Šimunić, A. i Šimunić, A. (1987): Rekonstrukcija neotektonskih zbivanja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj na temelju analize pontskih sedimenata. *Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti*, 155-177.
- Šimunić, A., Najdenovski, J. i Šimunić, A. (1982): Geološki odnosi sjeverozapadnog dijela Dravske depresije i istočnih obronaka Kalničkog gorja. *Zbor. rad. Jug. geol. Kongresa*, Budva, 1, 107-122.
- Šimunić, A., Pikija, M. i Hećimović, I. (1981): Tumač za list Varaždin (OGK 1:100 000) Savezni geološki zavod, Beograd.
- Šimunić, A., Pikija, M. i Hećimović, T. (1983): Osnovna geološka karta Jugoslavije, (1:100 000), list Varaždin. Geološki institut Zagreb. Savezni geološki zavod Beograd.
- geol. i paleont. Zagreb, 1971—1978, Savezni geološki zavod. 1983. Beograd.
- Šimunić, A., Hećimović, I., Avanić, R. (1990): Osnovna geološka karta Hrvatske, (1:100 000), list Koprivnica. Geološki institut Zagreb.
- Šimunić, A., Hećimović, I. i Avanić, R. (2014): Tumač za list Koprivnica L 33-70. Institut za Geološka istraživanja, Zavod za geologiju, Zagreb 1990. Izdanje Hrvatskog geološkog instituta 2014. (in Croatian).
- Špelić, M. (2023): Dinamika taloženja gornjomiocenskih i pliocenskih naslaga u istočnom dijelu Dravske depresije (doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet).
- Šuica, S., Brlek, M., Trinajstić, N., Tapster, S. R., Schindlbeck-Belo, J., Kutterolf, S., Mišur, I., Kukoč, D., Brčić, V. i Avanić, R. (2023). The Eggerian tuffs of the Hrvatsko Zagorje Basin. 7. hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem: knjiga sažetaka, 185-185.
- Tari, V. (2002): Evolution of the northern and western Dinarides: a tectonostratigraphic approach. *EGU Stephan Mueller Special Publication Series*, 1, 223-236.
- Tenczer, V. i Stüwe, K. (2003): The metamorphic field gradient in the eclogite type locality, Koralpe region, Eastern Alps. *Journal of Metamorphic Geology*, 21(4), 377-393.
- Thomas, W. A. (2011): Detrital-zircon geochronology and sedimentary provenance. *Lithosphere*, 3(4), 304-308.
- Thöni, M. i Jagoutz, E. (1992): Some new aspects of dating eclogites in orogenic belts: Sm-Nd, Rb-Sr, and Pb-Pb isotopic results from the Austroalpine Saualpe and Koralpe type-locality (Carinthia/Styria, southeastern Austria). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56(1), 347-368.

- Thöni, M. i Miller, C. (1996): Garnet Sm–Nd data from the Saualpe and the Koralpe (Eastern Alps, Austria): chronological and P–T constraints on the thermal and tectonic history. *Journal of Metamorphic Geology*, 14(4), 453–466.
- Thöni, M. i Miller, C. (2010): Andalusite formation in a fast exhuming high-p wedge: textural, microchemical, and sm–nd and rb–sr age constraints for a cretaceous ptt path at Kienberg, Saualpe (Eastern Alps). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 103(2).118–131.
- Thöni, M., Miller, C., Blichert-Toft, J., Whitehouse, M. J., Konzett, J. i Zanetti, A. (2008): Timing of high-pressure metamorphism and exhumation of the eclogite type-locality (Kupplerbrunn–Prickler Halt, Saualpe, south-eastern Austria): constraints from correlations of the Sm–Nd, Lu–Hf, U–Pb and Rb–Sr isotopic systems. *Journal of Metamorphic Geology*, 26(5), 561–581.
- Tibljaš, D. i Šćavničar, S. (2007): Nalazište zeolitnog tufa na području Krapine. *Prirodni zeolitni tuf iz Hrvatske u zaštiti okoliša*, Zagreb, 13–23.
- Tibljaš, D., Loparić, V. i Belak, M. (2002): Discriminant Function Analysis of Miocene Volcaniclastic Rocks from North-Western Croatia Based on Geochemical Data. *Geologia Croatica*, 55/1, 39–44
- Tolosana-Delgado, R., von Eynatten, H., Krippner, A. i Meinhold, G. (2018): A multivariate discrimination scheme of detrital garnet chemistry for use in sedimentary provenance analysis. *Sedimentary Geology*, 375, 14–26.
- Tomkins, H. S., Powell, R. i Ellis, D. J. (2007): The pressure dependence of the zirconium-in-rutile thermometer. *Journal of Metamorphic Geology*, 25, 703–713.
- Tomljenović, B. i Csontos, L. (2001): Neogene-Quaternary structures in the border zone between Alps, Dinarides and Pannonian Basin (Hrvatsko zagorje and Karlovac Basins, Croatia). *International Journal of Earth Sciences*, 90, 560–578.
- Tomljenović, B., Csontos, L., Márton, E., and Márton, P. (2008): Tectonic evolution of the northwestern Internal Dinarides as constrained by structures and rotation of Medvednica Mountains, North Croatia. *Geological Society, London Special Publications* 298, 145–167.
- Triebold, S. (2011): The geochemistry of detrital rutile. *Disertation*.
- Triebold, S., von Eynatten, H., Luvizotto, G. L. i Zack, T. (2007): Deducing source rock lithology from detrital rutile geochemistry: an example from the Erzgebirge, Germany. *Chemical Geology*, 244, 421–436.
- Triebold, S., Luvizotto, G., Tolosana-Delgado, R., Zack, T. i von Eynatten, H. (2011): Discrimination of TiO₂ polymorphs in sedimentary and metamorphic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 161, 581–596.
- Triebold S., von Eynatten H. i Zack T. (2012): A recipe for the use of rutile in sedimentary provenance analysis. *Sedimentary Geology*, 282, 268–275.

- Ustaszewski, K., Schmid, S. M., Fügenschuh, B., Tischler, M., Kissling, E. i Spakman, W. (2008): A map-view restoration of the Alpine-Carpathian-Dinaridic System for the Early Miocene. *Swiss Journal of Geosciences* 101, Supplement 1, 273-294.
- Ustaszewski, K., Krenn, E., Fügenschuh, B., Schmid, S.M. i Finger, F. (2007) Tracing the Alpine collision zone towards east: the Sava Zone – a Late Cretaceous to Palaeogene suture between Tisza and the Dinarides, *EGU General Assembly 2007, Volume 9: Geophysical Research Abstracts: Vienna*, p. 04357.
- Ustaszewski, K., Schmid, S. M., Lugović, B., Schuster, R., Schaltegger, U., Bernoulli, D., Hottinger, L., Kounov, A., Fügenschuh, B i Schefer, S. (2009): Late Cretaceous intra-oceanic magmatism in the internal Dinarides (northern Bosnia and Herzegovina): Implications for the collision of the Adriatic and European plates. *Lithos*, 108, 106-125.
- Ustaszewski, K., Kounov, A., Schmid, S. M., Schaltegger, U., Krenn, E., Frank, W. i Fügenschuh, B. (2010): Evolution of the Adria-Europe plate boundary in the northern Dinarides: From continent-continent collision to back-arc extension, *Tectonics*, 29(6).
- Valloni, R. (1985): Reading provenance from modern marine sands. In: ZUFFA, G. G. (ed.) *Provenance of Arenites*. North Atlantic Treaty Organization - Advanced Study Institutes (NATO-ASI), Series C, 148, 309-332.
- Velić, J. (2007): *Geologija nafte i plina*. Sveučilište u Zagrebu.
- Velić, J., Weisser, M., Saftić, B., Vrbanac, B., i Ivković, Z. (2002): Petroleum-geological characteristics and exploration level of the three Neogene depositional megacycles in the Croatian part of the Pannonian basin. *Nafta (Zagreb)*, 53, 239-249.
- Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I. i Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 220(3-4), 333-360.
- Vrabec, M., Janák, M., Froitzheim, N. i De Hoog, J. C. (2012): Phase relations during peak metamorphism and decompression of the UHP kyanite eclogites, Pohorje Mountains (Eastern Alps, Slovenia). *Lithos*, 144, 40-55.
- Vrbanac, B., Velić, J. i Malvić, T. (2010): Sedimentation of deep-water turbidites in the SW part of the Pannonian Basin. *Geologica Carpathica*, 61/1, 55-69.
- Vrkljan, M. (1992): Spilite from Kamešnica, Mt. Kalnik, NW Croatia. *Geologia Croatica*, 45, 53-61.
- Vrkljan, M. (1994): Petrographic Characteristics of Extrusive Rocks from Hruškovec, Mt. Kalnik, NW Croatia. *Geologia Croatica*, 47/2, 181-191.
- Vrkljan, M. i Garašić, V. (2004): Different geochemical signatures developed in some basic magmatic rocks of Mt. Kalnik (North Croatia). *Rudarsko-geolosko-naftni zbornik*, 16, 65-73.

- Vrkljan, M., Babić, V. i Takšić, J. (1998): Mineralogija. Udžbenik za srednje škole. Školska knjiga, Zagreb.
- Vry J. K. i Baker J. A. (2006): LA–MC–ICPMS Pb–Pb dating of rutile from slowly cooled granulites: confirmation of the high closure temperature for Pb diffusion in rutile. *Geochim Cosmochim Acta*, 70(7), 1807–1820.
- Wacha, L., Matoš, B., Kunz, A., Lužar-Oberiter, B., Tomljenović, B. i Banak, A. (2018): First post-IR IRSL dating results of Quaternary deposits from Bilogora (NE Croatia): Implications for the Pleistocene relative uplift and incision rates in the area. *Quaternary International*, 494, 193–210.
- Walker, T. R. (1974): Formation of red beds in moist tropical climates: a hypothesis. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 85, 633–638.
- Watson, E., Wark, D. i Thomas, J. (2006): Crystallization thermometers for zircon and rutile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 151, 413–433.
- Weltje, G. J. (2006): Ternary sandstone composition and provenance: an evaluation of the “Dickinson model”. In Buccianti, A., Mateu-Figueras, G., and Pawlowsky-Gahn, V., eds., *Compositional Data Analysis in the Geosciences: From Theory to Practice*: Geological Society of London, Special Publication, 264, 79–99.
- Weltje, G. J. i von Eynatten, H. (2004): Quantitative provenance analysis of sediments: review and outlook. In: Weltje, G.J., von Eynatten, H. (Eds.), *Quantitative Provenance Analysis of Sediments: Sedimentary Geology*, 171, 1–11.
- West, A. J., Galy, A. i Bickle, M. (2005). Tectonic and climatic controls on silicate weathering. *Earth and Planetary Science Letters*, 235(1–2), 211–228.
- Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., von Quadt, A., Roddick, J. C. i Spiegel, W. (1995): Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletters*, 19, 1–23.
- Winchester, J. A. i Floyd, P. A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical geology*, 20, 325–343.
- Wright, W. I. (1938): The composition and occurrence of garnets. *American Mineralogist*, 23, 436–449.
- Yuan, S., Neubauer, F., Liu, Y., Genser, J., Liu, B., Yu, S., Chang, R. i Guan, Q. (2020): Widespread Permian granite magmatism in Lower Austroalpine units: significance for Permian rifting in the Eastern Alps. *Swiss Journal of Geosciences*, 113(1), 18.
- Yue, W., Yue, X., Zhang, L., Liu, X. i Song, J. (2019): Morphology of detrital zircon as a fingerprint to trace sediment provenance: Case study of the Yangtze Delta. *Minerals*, 9(7), 438.
- Zack, T., Kronz, A., Foley, S. F. i Rivers, T. (2002): Trace element abundances in rutiles from eclogites and associated mica schists. *Chemical Geology*, 184, 97–122.

- Zack, T., von Eynatten, H. i Kronz, A. (2004a): Rutile geochemistry and its potential use in quantitative provenance studies. *Sedimentary Geology*, 171, 37–58.
- Zack, T., Moraes, R. i Kronz, A. (2004b): Temperature dependence of Zr in rutile: empirical calibration of a rutile thermometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 148, 471–488.
- Zack, T., Stockli, D. F., Luvizotto, G. L., Barth, M., Belousova, E., Wolfe, M. R. i Hinton, R. W. (2011): In-situ U/Pb rutile dating by LA–ICP–MS: 208Pb correction and prospects for geological applications. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 162, 515–530.
- Zack, T. i Kooijman, E. (2017): Petrology and geochronology of rutile. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 83(1), 443–467.
- Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L. i Vučetić, V. (2008): Klimatski atlas Hrvatske, 1961-1990., 1971.-2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.
- Zoleikhaei, Y., Frei, D., Morton, A. i Zamanzadeh, S. M. (2016): Roundness of heavy minerals (zircon and apatite) as a provenance tool for unraveling recycling: A case study from the Sefidrud and Sarbaz rivers in N and SE Iran. *Sedimentary Geology*, 342, 106–117.
- Zuffa, G. G. (1980): Hybrid arenites: their composition and classification. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 21–29.

14. ŽIVOTOPIS

Tea Mendek (rođ. Novaković) rođena je 12. travnja 1984. u Varaždinu, gdje završava osnovno i srednjoškolsko obrazovanje. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja sudjelovala je na nekoliko državnih natjecanja iz geografije i francuskog jezika. Godine 2002. maturirala je u Gimnaziji Varaždin (jezični smjer) s odličnim uspjehom.

Iste godine upisuje nastavnički smjer geografije na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Nakon položenih svih ispita s prosjekom 4,96 diplomirala je 2006. godine na temu „Kartografska generalizacija cestovne mreže Hrvatske u GIS-u“.

Početkom 2007. zapošljava se na određeno vrijeme u Drugoj gimnaziji Varaždin, Srednjoj školi Ivanec i Srednjoj školi Maruševac. U školskoj godini 2007./2008. zaposlena je kao nastavnica geografije u III OŠ Varaždin, a od 2008./2009. na neodređeno vrijeme u Drugoj gimnaziji Varaždin. Tijekom školske godine 2022/2023. kratko je radila u XVIII. gimnaziji u Zagrebu, a od rujna 2023. zaposlena je kao viša savjetnica u Službi za međunarodno vrednovanje obrazovanja u Nacionalnom centru za vanjsko vrednovanje obrazovanja. Tijekom radnog iskustva u školi postiže zapažene rezultate kao mentorica učenicima na natjecanju iz geografije. Ima dvanaest godina iskustva kao članica Državnog povjerenstva za natjecanja iz geografije. Organizirala je brojna županijska natjecanja te 20. državno natjecanje iz geografije 2013. godine. Ima višegodišnje iskustvo u ispravljanju ispita državne mature iz geografije. Koautorica je srednjoškolskog udžbenika za nastavu geografije u gimnazijama.

Godine 2014. upisuje doktorski studij geologije na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Tijekom studija sudjelovala je na nekoliko geoloških kongresa te je na 5. Geološkom kongresu u Velenju osvojila treću nagradu za postersku prezentaciju. Provela je šest mjeseci u akademskoj godini 2018./2019. na Odsjeku za sedimentologiju i okolišnu geologiju na Sveučilištu „Georg-August“ u njemačkom gradu Göttingenu.

POPIS PUBLIKACIJA

❖ Originalni znanstveni rad

Mendek, T.; Lužar-Oberiter, B.; Smirčić, D.; Petrinc, Z. i Matoš, B. (2025): Sources of Pleistocene to Recent Alluvial Sediments of Northwestern Bilogora and Surrounding Areas (Croatia). *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 40(3), 147-166.

Dunkl, I.; von Eynatten, H.; Andò, S.; Lünsdorf K.; Morton, A.; Alexander, B.; Aradi, L.; Augustsson, C.; Bahlburg, H.; Barbarano, M.; Benedictus, A.; Berndt, J.; Bitz, I.; Boekhout, F.; Breitfeld, T.; Cascalho, J.; Costa, P.J.M.; Ekwenye, O.; Fehér, K.; Flores-Aqueveque, F.; Führung, P.; Giannini, P.; Goetz, W.; Guedes, C.; Gyurica, G.; Hennig-Breitfeld, J.; Hülscher, J.; Jafarzadeh, M.; Jagodziński, R.; Józsa, S.; Kelemen, P.; Keulen, N.; Kovacic, M.; Lieberman, C.; Limonta, M.; Lužar-Oberiter, B.; Marković, F.; Melcher, F.; Georgina Miklós, D.; Moghalu, O.; Mounteney, I.; Nascimento, D.; **Novaković, T.**; Obbágy, D.; Oehlke, M.; Omma, J.; Onuk, P.; Passchier, S.; Pfaff, K.; Lincoñir, L.P.; Power, M.; Razum, I.; Resentini, A.; Sági, T.; Salata, D.; Salgueiro, R.; Schönig, J.; Sitnikova, M.; Sternal, B.; Szakmány, G.; Szokaluk, M.; Thamó-Bozsó, E.; Tóth, A.; Tremblay, J.; Verhaegen, J.; Villaseñor, T.; Wagreich, M.; Wolf, A. i Yoshida, K. (2020): Comparability of heavy mineral data – The first interlaboratory round robin test. *Earth-science reviews*, 211, 103210.

❖ Stručni rad

Novaković, T. (2005): Kad se Zemlja zatrese. *Meridijani*, vol 81.

Novaković, T. (2005): Kartografska generalizacija kod izrade topografskih karata 1:25 000. *Portal Geografija.hr*.

❖ Sudjelovanje na kongresima

Novaković, T.; Lužar-Oberiter, B.; Matoš, B.; Wacha, L.; Banak, A., Petrinc, Z.; Smirčić, D.; Dunkl, I. i von Eynatten, H. (2019): The provenance of Drava alluvial terrace sediments in the area of Bilogora. *Knjiga sažetaka – 6. Geološki kongres Hrvatske*. 147-148.

Novaković, T.; Lužar-Oberiter, B.; Matoš, B.; Dunkl, I. i von Eynatten, H. (2019): The provenance of Lower Miocene sandstones from Mt. Kalnik. Knjiga sažetaka – 6. Geološki kongres Hrvatske. 146-147.

Novaković, T. (2019): Potencijali razvoja geoturizma u Varaždinskoj županiji. Knjiga sažetaka – 7. hrvatski geografski kongres. 77-79.

Novaković, T.; Lužar-Oberiter, B.; Matoš, B.; Wacha, L. i Banak, A. (2018): The provenance of Quaternary sediments from Bilogora Mt. (Croatia). Book of abstracts – 5. Geološki kongres Slovenije. 123-123.

Novaković, T. i Sokol, F. (2018): The influence of zeolites from Donje Jesenje area on the removal of lead and cobalt from water. 9th Mid-European Clay Conference Abstracts book. 82-82.

❖ Udžbenici

Novaković, T.; Jurgec, M.; Jelenski, D.; Pešorda, S. i Vuk, R. (2020): Zemlja na dlanu. Geografija 3 – udžbenik za treće razrede gimnazija. Meridijani.

❖ Stručni priručnici

Marčec, D. i **Novaković, T.** (2009): Multimedijски priručnik za nastavnike geografije za prvi razred gimnazije. Školska knjiga.

❖ Diplomski rad

Novaković, T. (2006): Kartografska generalizacija cestovne mreže Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek. Mentor: dr. sc. Aleksandar Toskić.

14. PRILOZI

Popis priloga

Prilog I – Popis uzoraka

Prilog II – Analiza teških minerala

Prilog III – Petrografski sastav

Prilog IV – Geokemija granata

Prilog V – Geokemija rutila

Prilog VI – Geokemija vulkanskih valutica i stijena

Prilog VII – U/Pb datiranje na rutilu i cirkonu

Prilog I – Popis uzoraka

Uzorak	Starost	Lokalitet	Litologija	Vrsta uzorka	Geografska širina	Geografska dužina
K15B	Jura	Kalnik	Vulkanska stijena	Izdanak vulkanske stijene	46.150993	16.434999
K13B	Jura	Kalnik	Vulkanska stijena	Izdanak vulkanske stijene	46.148000	16.439999
K10A	Jura	Kalnik	Vulkanska stijena	Izdanak vulkanske stijene	46.150993	16.488996
K10B	Jura	Kalnik	Vulkanska stijena	Izdanak vulkanske stijene	46.150993	16.488996
K10C	Jura	Kalnik	Vulkanska stijena	Izdanak vulkanske stijene	46.150993	16.488996
K10D	Jura	Kalnik	Vulkanska stijena	Izdanak vulkanske stijene	46.150993	16.488996
K16F	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.164816	16.390918
K23b	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.155402	16.519127
K25	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.140805	16.52725
K26	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.135282	16.447125
K28	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.163168	16.468609
K30	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.123245	16.287897
K33b	Donji miocen	Ivanščica	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.212327	16.100932
K35b	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.176008	16.505639
K36	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.122262	16.291805
K37	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.111272	16.287832
K38	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.148619	16.350964
K39	Donji miocen	Ivanščica	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.203542	16.134481
K41	Donji miocen	Kalnik	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.125882	16.306136
K43	Donji miocen	Ivanščica	Pješčenjak	Izdanak pješčenjaka	46.162513	16.256751
K16A	Srednji miocen	Kalnik	Valutica	Izdanak konglomerata	46.164816	16.390917
K16B	Srednji miocen	Kalnik	Valutica	Izdanak konglomerata	46.164816	16.390917
MR1	Pleistocen	Bilogora	Les	Izdanak nevezanog sedimenta	46.124347	16.791315
MR4	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.124347	16.791315
MR6	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.124719	16.791760
MR8	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.125481	16.789241
SL2B	Pleistocen	Bilogora	Les	Izdanak nevezanog sedimenta	46.072004	16.861735
SL2A	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.072095	16.861879

NP4	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.076415	16.928231
NP3A	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.076888	16.929739
NP2A	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.07662	16.929763
NP1A	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	46.076454	16.930087
SVA 1-5/1	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.995954	16.997494
SVA 1- 4/4	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.995954	16.997494
SVA 1-3/1	Pleistocen	Bilogora	Les	Izdanak nevezanog sedimenta	45.995954	16.997494
CR-19-2A	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.896612	17.151564
CR-19-2B	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.896612	17.151564
SB-19-5A1	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.829648	17.299660
SB-19-5B	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.829648	17.299660
RE-19-4A1	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.803035	17.413998
RE-19-4B	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.803035	17.413998
CA1	Pleistocen	Bilogora	Les	Izdanak nevezanog sedimenta	45.758518	17.568358
CA3	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.758518	17.568358
CA5	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.758518	17.568358
CA7	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.758518	17.568358
CA-19-3A1	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.758150	17.569264
CA-19-3B	Pleistocen	Bilogora	Pijesak	Izdanak nevezanog sedimenta	45.758150	17.569264
NP1	Pleistocen	Bilogora	Valutica	Izdanak nevezanog sedimenta	46.076450	16.930078
NP2	Pleistocen	Bilogora	Valutica	Izdanak nevezanog sedimenta	46.076450	16.930078
MR2	Pleistocen	Bilogora	Valutica	Izdanak nevezanog sedimenta	46.124996	16.792000
BMR3	Pleistocen	Bilogora	Valutica	Izdanak nevezanog sedimenta	46.124996	16.792000
K3	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.150000	16.536000
K6	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.144000	16.511000
K9	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.141000	16.504000
K12	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.14277	16.438917
K17	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.159221	16.510023
K18	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.170194	16.386607
K19	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.114849	16.548396
K21	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.11839	16.508448
K22	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.137454	16.569331

K40	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.156669	16.448637
K42	Recentno	Kalnik	Pijesak	Sediment potoka	46.20797	16.481635
K17A	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.158992	16.509996
K12A	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.142997	16.438995
K12B	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.142997	16.438995
K12C	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.142997	16.438995
K9A	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.140997	16.504000
K8A	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.155996	16.508998
K8B	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.155996	16.508998
K2A	Recentno	Kalnik	Valutica	Sediment potoka	46.145996	16.553992
I1	Recentno	Ivanščica	Pijesak	Sediment potoka	46.217133	16.196102
I2	Recentno	Ivanščica	Pijesak	Sediment potoka	46.199425	16.134452
I3	Recentno	Ivanščica	Pijesak	Sediment potoka	46.148827	16.065055
D1	Recentno	Drava	Pijesak	Sediment rijeke	45.962133	17.308544
D2	Recentno	Drava	Pijesak	Sediment rijeke	46.312036	16.800013
M1	Recentno	Medvednica	Pijesak	Sediment potoka	45.934344	15.905735
M2	Recentno	Medvednica	Pijesak	Sediment potoka	45.962252	15.917289
M3	Recentno	Medvednica	Pijesak	Sediment potoka	45.889595	16.023423
MG1	Recentno	Moslavačka gora	Pijesak	Sediment potoka	45.71697	16.689124
MG2	Recentno	Moslavačka gora	Pijesak	Sediment potoka	45.690107	16.745699
MG3	Recentno	Moslavačka gora	Pijesak	Sediment potoka	45.653777	16.813128
P1	Recentno	Papuk	Pijesak	Sediment potoka	45.457119	17.226054
P2	Recentno	Papuk	Pijesak	Sediment potoka	45.506146	17.539587
P3	Recentno	Papuk	Pijesak	Sediment potoka	45.551467	17.710026

-  donjomiocenski pješčenjaci Kalnika i Ivanščice
-  pleistocenski sedimenti Bilogore (pijesak i les)
-  recentni sedimenti potoka i rijeke (pijesak)
-  vulkanske i vulkanoklastične valutice i stijene

Prilog II – Analiza teških minerala

UZORAK	SASTAV TEŠKE MINERALNE FRAKCIJE					SASTAV PROZIRNIH TEŠKIH MINERALA																		Ukupno
	op	bt	kl	do	ptm	tu	zr	ru	ap	amb	amo	opx	cpx	ep/zt	gr	ki	st	ti	sp	and	si	prh		
MR1	8	3	0	0	309	21	46	31	3	0	32	0	0	29	142	1	3	1	0	0	0	0	320	
MR4	0	2	0	0	304	40	29	67	4	4	0	0	2	140	5	1	12	0	0	0	0	0	306	
MR6	8	0	0	0	315	55	52	115	0	0	2	0	0	59	5	6	21	0	0	0	0	0	323	
MR8	0	1	0	0	300	32	50	118	0	6	3	0	0	54	13	13	11	0	0	0	0	0	301	
SL2B	8	0	0	0	308	29	72	49	0	0	2	0	0	17	135	2	2	0	0	0	0	0	316	
SL2A	29	4	0	0	318	30	44	53	9	3	13	0	0	29	123	0	13	1	0	0	0	0	351	
NP4	33	7	0	0	314	25	71	92	1	1	8	0	0	45	40	4	27	0	0	0	0	0	354	
NP3A	27	2	0	0	326	19	62	157	0	3	2	0	0	55	19	3	6	0	0	0	0	0	355	
NP2A	23	0	0	0	306	10	32	103	1	1	0	0	0	28	125	2	4	0	0	0	0	0	329	
NP1A	3	1	0	0	318	8	7	53	1	4	4	0	0	13	220	3	5	0	0	0	0	0	322	
SVA1-5/1	18	6	0	0	308	35	62	88	1	2	16	2	1	52	25	5	14	5	0	0	0	0	332	
SVA1-4/4	11	2	0	0	302	20	40	46	0	0	10	4	0	58	117	1	4	2	0	0	0	0	315	
SVA1-3/1	17	0	0	0	299	18	118	18	0	0	0	0	0	118	6	2	10	0	9	0	0	0	316	
CR-19-2A	0	3	0	0	312	24	21	74	0	0	0	1	1	21	160	1	9	0	0	0	0	0	315	
CR-19-2B	7	2	0	0	309	13	26	46	1	0	3	0	0	14	195	0	11	0	0	0	0	0	318	
SB-19-5A1	27	3	0	0	341	6	26	71	1	4	6	0	5	55	162	2	3	0	0	0	0	0	371	
SB-19-5B	10	1	0	0	310	10	11	41	0	0	11	0	1	15	215	0	5	1	0	0	0	0	321	
RE-19-4A1	13	3	0	0	302	21	19	42	0	7	2	0	0	29	170	6	5	1	0	0	0	0	318	
RE-19-4B	13	1	0	0	312	5	4	20	1	0	3	0	0	10	260	3	4	2	0	0	0	0	326	
CA1	8	0	2	0	321	19	35	41	2	2	4	0	1	58	141	3	15	0	0	0	0	0	331	
CA3	12	1	0	0	310	11	10	26	3	3	8	0	0	52	182	4	5	6	0	0	0	0	323	
CA5	23	3	0	0	312	15	38	83	1	0	0	0	0	26	145	0	4	0	0	0	0	0	338	
CA7	12	3	0	0	298	25	19	31	1	3	7	0	0	39	155	3	13	2	0	0	0	0	313	
CA-19-3A1	7	0	0	0	313	14	42	63	1	0	2	0	0	37	140	4	10	0	0	0	0	0	320	
CA-19-3B	5	2	0	0	306	12	9	26	1	4	6	0	1	34	205	2	5	10	0	0	0	0	313	
K37	23	3	0	0	311	6	3	18	0	0	0	0	0	18	187	26	44	2	4	3	0	0	337	
K25	22	2	0	0	276	11	27	31	5	0	0	6	0	14	62	26	80	0	1	6	1	5	300	
K41b	48	3	0	11	307	11	8	54	17	1	1	5	1	32	82	15	78	0	0	2	0	0	369	
K28	12	15	23	5	311	48	35	25	2	1	1	2	0	3	117	10	22	0	0	0	0	43	366	

K35b	5	1	0	0	312	2	16	28	1	1	0	0	0	0	218	7	36	0	0	0	1	2	318
K39	5	13	0	0	304	30	12	22	8	0	0	1	1	1	175	0	23	0	1	0	0	30	332
K33b	48	4	0	0	322	12	5	21	1	3	0	0	0	3	220	15	37	0	0	0	0	5	374
K38	12	5	1	0	312	12	21	19	5	1	0	0	0	0	203	4	41	0	2	0	0	4	330
K36	12	3	0	0	312	5	28	59	7	3	0	0	0	4	113	18	74	0	0	0	1	0	327
K16F	38	3	0	9	307	21	11	17	0	0	0	2	1	0	161	6	33	0	0	0	0	55	357
K30b	12	2	0	0	283	8	14	52	0	6	0	3	0	0	94	17	83	0	1	0	0	5	297
K43	30	1	0	0	331	7	52	14	4	3	0	0	0	3	125	2	110	0	6	0	0	5	362
K3	12	5	0	0	278	55	26	28	3	7	29	1	0	36	45	2	37	4	5	0	0	0	295
K6	10	2	0	0	311	34	55	25	4	1	50	0	0	15	57	6	55	3	6	0	0	0	323
K9	13	4	1	0	288	27	33	21	1	14	46	2	0	40	68	1	27	1	7	0	0	0	306
K12	7	0	1	0	304	21	21	14	13	14	77	11	19	53	47	8	5	3	6	0	0	0	312
K17	54	5	0	0	325	21	22	23	17	3	1	0	0	5	130	10	93	0	0	0	0	0	384
K18	7	2	1	0	229	18	15	17	7	5	72	0	0	19	54	5	12	5	0	0	0	0	239
K19	38	5	0	0	324	38	53	28	6	8	4	1	0	24	94	4	53	0	11	0	0	0	367
K21	32	2	0	0	263	16	47	4	0	15	63	0	0	22	63	0	32	0	1	0	0	0	297
K22	7	8	1	0	335	76	55	36	4	5	5	0	0	4	90	13	42	0	5	0	0	0	351
K40	13	5	1	0	302	67	33	18	2	3	44	1	0	8	73	8	36	2	7	0	0	0	321
K42	12	4	1	0	311	27	37	13	7	6	8	0	0	4	150	6	50	0	3	0	0	0	328
I1	41	3	0	0	318	27	56	19	7	1	2	0	0	2	142	0	52	6	4	0	0	0	362
I2	13	1	0	0	199	7	14	7	0	1	0	0	1	8	83	0	77	0	1	0	0	0	213
I3	8	0	0	0	301	6	8	4	0	1	4	0	0	144	105	1	24	2	2	0	0	0	309
D1	0	1	0	0	286	15	3	18	0	0	38	0	0	27	180	0	3	2	0	0	0	0	287
D2	8	2	0	0	302	7	17	25	0	2	23	0	0	8	215	0	2	3	0	0	0	0	312
P1	0	0	0	0	307	5	65	1	9	0	187	0	2	9	28	1	2	0	0	0	0	0	307
P2	8	0	0	0	317	17	49	8	8	0	63	0	0	13	158	0	1	0	0	0	0	0	325
P3	0	0	0	0	300	9	13	0	3	0	242	0	0	3	30	0	0	0	0	0	0	0	300
MG1	2	28	0	0	289	25	22	0	14	4	190	0	0	2	32	0	0	0	0	0	0	0	319
MG2	18	0	0	0	301	14	22	6	8	0	228	0	0	7	16	0	0	0	0	0	0	0	319
MG3	18	0	0	0	301	20	36	1	8	0	220	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	319
M1	23	0	1	0	181	1	13	0	0	11	34	0	2	118	3	0	0	0	0	0	0	0	205
M2	8	1	5	0	277	5	5	2	0	33	27	2	1	180	14	2	0	6	0	0	0	0	291
M3	13	0	2	0	264	8	2	0	0	8	73	0	0	159	9	4	0	0	0	0	0	0	279

Prilog III – Petrografski sastav

Uzorak	Q	Q _m	Q _p	F	F _k	F _p	L	L _s	L _{elast}	L _{che}	L _{car}	L _v	L _{vf}	L _p	L _m	L _m	L _m	L _{mf}	L _m	L _m	Tinj ci	Limo nit	Teški min.	Biokla sti	Σ	
MR1	22	7	15	1	1	0	47 0	47 0	470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0		498	
MR4	11 8	53	65	17 9	10 5	7 4	19 1	17 0	165	5	0	9	8	0	12	9	3	0	0	0	16	17	0		521	
MR6	22	10	12	0	0	0	44 0	43 5	435	0	0	4	4	0	1	0	1	0	0	0	7	2	0		471	
MR8	27 0	10 7	16 3	8	4	4	15 5	11 1	105	6	0	39	39	0	5	2	3	0	0	0	28	41	1		503	
SL-2A	23 8	61	17 7	5	5	0	23 3	17 0	167	3	0	46	46	0	17	4	13	0	0	0	9	22	0		507	
SL-2B	7	6	1	0	0	0	49 5	49 5	495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0		504	
NP1A	25 5	12 3	13 2	10	6	4	94	66	63	3	0	28	28	0	0	0	0	0	0	0	34	112	0		505	
NP2A	22 8	71	15 7	20	18	2	88	43	37	6	0	36	36	0	9	6	3	0	0	0	40	133	1		510	
NP3A	35 6	11 1	24 5	12	6	6	87	54	44	10	0	29	29	0	4	1	3	0	0	0	21	30	0		506	
NP4	12 0	33	87	8	7	1	36 5	35 0	350	0	0	14	14	0	1	0	1	0	0	0	4	7	0		504	
SVA 3/1	1	0	1	0	0	0	50 0	50 0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		501	
SVA 4/4	26 3	79	18 4	4	3	1	11 9	55	55	0	0	46	46	0	18	9	9	0	0	0	15	19	0		420	
SVA 5/1	12 4	22	10 2	12	7	5	31 9	27 2	270	2	0	38	38	0	9	1	8	0	0	0	26	45	0		526	
ČR-19- 2A	40 3	11 0	29 3	8	6	2	87	11	5	6	0	73	73	0	3	1	2	0	0	0	4	2	0		504	
ČR-19- 2B	33 9	79	26 0	12	9	3	14 9	59	59	0	0	86	86	0	4	0	4	0	0	0	4	1	0		505	
ŠB-19- 5A1	62	26	36	4	3	1	10 4	86	85	1	0	17	17	0	1	1	0	0	0	0	90	180	0		440	
ŠB-19- 5B	32 3	15 0	17 3	11	7	4	15 0	10 0	99	1	0	49	49	0	1	1	0	0	0	0	16	4	0		504	
RE-19- 4A1	22 9	60	16 9	19	4	5	22 3	14 4	144	0	0	73	73	0	6	0	6	0	0	0	9	5	0		485	
RE-19- 4B	33 1	20 8	12 3	27	7	0	12 1	40	40	0	0	75	75	0	6	1	5	0	0	0	17	10	0		506	
CA1	10 0	66	34	5	5	0	39 7	38 6	385	1	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0		505	

CA3	24 2	13 7	10 5	9	5	4	14 7	62	62	0	0	78	78	0	7	7	0	0	0	35	59	0		492	
CA5	35 5	19 0	16 5	14	8	6	10 4	53	52	1	0	44	44	0	7	1	6	0	0	16	12	0		501	
CA7	13 4	72	62	15	12	3	14 0	12 0	119	1	0	20	20	0	0	0	0	0	0	103	157	0		549	
CA-19-3A1	28 0	62	21 8	16	5	1	18 6	57	57	0	0	10 6	10 6	0	23	3	20	0	0	14	5	0		501	
CA-19-3B	36 0	21 7	14 3	13	4	9	96	37	37	0	0	57	57	0	2	0	2	0	0	21	12	0		502	
Uzorak	Q	Q _m	Q _p	F	F _k	F _p	L	L _s	L _{elast} _{ic}	L _{che} _{rt}	L _{car} _b	L _v	L _{vf}	L _p	L _m	L _m _p	L _{mf}	L _m _c	L _m _b	Tinj ci	Limo nit	Teški min.	Biokla sti	Σ	
K3	41	22	19	11	4	7	35 1	27 4	274	0	0	55	55	0	22	15	7	0	0	2	8	0	0	413	
K6	67	35	32	12	0	2	39 8	34 0	340	0	0	13	13	0	45	40	5	0	0	2	10	0	0	489	
K9	45	22	23	9	6	3	39 8	32 3	323	0	0	59	59	0	16	10	6	0	0	0	8	0	0	460	
K12	10	3	7	0	0	0	45 2	35 5	355	0	0	90	83	7	7	7	0	0	0	0	5	0	0	467	
K17	14 3	82	61	44	5	9	30 6	28 0	280	0	0	14	14	0	12	3	9	0	0	0	15	0	0	508	
K18	12 2	69	53	19	4	5	33 9	29 0	290	0	0	31	31	0	18	7	11	0	0	0	10	0	0	490	
K19	20 9	64	14 5	56	23	3	21 4	15 5	155	0	0	37	37	0	22	10	12	0	0	1	28	0	0	508	
K21	57	17	40	16	2	4	30 3	20 1	200	1	0	68	66	2	34	31	3	0	0	1	10	0	1	388	
K22	21 0	72	13 8	59	19	0	22 6	17 4	173	1	0	35	35	0	17	8	9	0	0	0	4	0	0	499	
K40	14 8	53	95	47	10	7	17 9	13 8	138	0	0	22	22	0	19	3	16	0	0	0	83	0	0	457	
K42	16 5	60	10 5	31	6	5	30 1	24 0	240	0	0	23	23	0	38	10	28	0	0	0	10	0	0	507	
D1	15 5	10 2	53	5	2	3	19 0	15 9	159	0	0	5	5	0	26	8	18	0	0	83	75	0	0	508	
D2	30 7	71	23 6	6	1	5	18 4	17	17	0	0	77	77	0	90	40	50	0	0	6	5	0	0	509	
I1	12 0	47	73	14	8	6	35 6	32 5	143	2	18 0	19	19	0	12	7	5	0	0	1	6	0	0	497	
I2	29	10	19	2	0	2	44 0	42 9	104	0	32 5	9	9	0	2	0	2	0	0	0	8	1	0	480	
I3	21	6	15	6	3	3	44 6	36 8	138	0	23 0	28	28	0	50	48	2	0	0	1	7	0	1	482	

M1	23	9	14	7	1	6	39 5	28 2	277	5	0	13	13	0	##	35	65	0	0	2	62	0	0	489		
M2	11	3	8	6	0	6	32 7	25 9	255	4	0	28	28	0	40	29	11	0	0	0	68	0	0	412		
M3	21	6	15	7	0	7	36 9	97	97	0	0	2	2	0	##	##	##	0	0	1	15	0	0	413		
P1	12 0	67	53	20	1	1 9	35 7	14 0	140	0	0	2	0	2	##	65	##	0	0	8	2	0	0	507		
P2	98	73	25	11 6	36	8 0	24 9	23 0	230	0	0	1	1	0	18	11	7	0	0	25	18	4	0	510		
P3	69	44	25	12 7	34	9 3	18 2	18 0	180	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	22	15	0	0	415		
MG1	22 1	19 5	26	16 4	32	# #	11 0	11 0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	10	0	518		
MG2	19 2	13 2	60	12 7	27	# #	17 0	17 0	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	0	0	511		
MG3	15 4	84	70	93	26	6 7	24 5	24 5	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0	504		
Uzorak	Q	Q _m	Q _p	F	F _k	F _p	L	L _s	L _{elast}	L _{che}	L _{car}	L _v	L _{vf}	L _p	L _m	L _m	L _m	L _m	L _m	L _m	Tinj ci	Limo nit	Teški min.	Biokla sti	Ceme nt	Σ
K28	18 1	95	86	94	44	5 0	14 9	74	57	0	17	53	53	0	22	10	12	0	0	8	1	0	0	65	49 8	
K37	22 4	13 5	89	32	10	2 2	91	66	19	9	38	18	18	0	7	7	0	0	0	3	0	1	57	97	50 5	
K43	15 7	11 7	40	10 1	7	9 4	11 0	10 0	82	0	18	6	6	0	4	4	0	0	0	26	3	0	17	88	50 2	
K25	81	29	52	5	2	3	10 6	10 2	39	0	63	4	4	0	0	0	0	0	0	3	1	0	257	50	50 3	
K35b	29 5	16 9	12 6	47	4	4 3	59	48	38	0	10	9	9	0	2	0	2	0	0	5	2	0	18	80	50 6	
K39	29 9	10 2	19 7	49	16	3 3	10 2	92	90	0	2	1	1	0	9	4	5	0	0	22	0	0	0	30	50 2	
K33b	27 7	14 4	13 3	38	15	2 3	84	20	11	0	9	62	62	0	2	1	1	0	0	1	20	1	39	42	50 2	
K38	13 3	10 8	25	7	0	7	75	75	63	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	22	38	0	105	75	45 5	
K30b	15 6	49	10 7	2	0	2	47	38	13	0	25	4	4	0	5	5	0	0	0	0	4	0	248	42	49 9	
K26	14 1	63	78	0	0	0	28 7	25 0	35	0	21 5	25	25	0	12	8	4	0	0	1	5	0	4	32	47 0	
K16F	20 9	11 0	99	39	8	3 1	78	50	28	0	22	25	25	0	3	0	3	0	0	12	7	0	122	28	49 5	
K23b	22 8	14 9	79	59	7	5 2	17 9	10 6	104	2	0	69	69	0	4	3	1	0	0	14	7	0	0	13	50 0	

Prilog IV – Geokemija granata

Broj	Uzorak	SiO ₂	MgO	CaO	TiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO	wt-ukupno
1	Grt_Kakanui_STD	41,53	18,68	5,11	0,4305	10,06	23,29	0,0839	0,3307	99,52
2	Olivine_SC_STD	40,85	49,18	0,0784	0,0236	9,39	0,0375	<0.024	0,1186	99,7
3	Wollastonite_STD	52,2	0,0556	47,66	<0.022	0,3665	0,0333	<0.025	0,1314	100,47
4	TiO ₂ _STD	<0.031	<0.021	<0.029	99,79	<0.042	0,0303	<0.027	<0.025	99,87
5	Cr ₂ O ₃ _STD	<0.031	<0.022	<0.030	<0.028	<0.043	<0.026	99,79	0,0687	99,93
6	Rhodonit_STD	47,88	1,88	7,12	0,0289	0,9839	<0.025	<0.028	42,26	100,17
7	Hematit_STD	<0.032	<0.021	<0.031	<0.028	89,67	<0.026	<0.033	<0.028	89,73
8	MR1_Grt1	38,73	5,19	6,66	0,0773	27,64	22,04	0,0296	0,5166	100,88
9	MR1_Grt2	38,6	1,52	16,86	0,2482	15,88	21,49	<0.027	5,97	100,58
10	MR1_Grt3	38,98	4,74	11,23	0,1115	23,15	22,07	0,0672	0,77	101,12
11	MR1_Grt4	38,88	4,28	10,3	0,041	25,04	22,04	<0.027	0,6377	101,24
12	MR1_Grt5	38,9	6,55	6,17	0,0407	26,09	22	<0.027	0,7834	100,54
13	MR1_Grt6	39,65	9,29	6,79	0,0316	21,84	22,39	0,0951	0,5414	100,62
14	MR1_Grt7	37,14	0,6661	5,09	0,1214	19,9	20,78	<0.028	16,72	100,42
15	MR1_Grt8	38,6	4,05	11,44	0,0659	22,74	21,95	<0.026	1,73	100,57
16	MR1_Grt9	38,69	3,9	12,01	0,0478	23,58	22,01	<0.027	0,607	100,84
17	MR1_Grt10	38,56	3,76	9,95	0,0476	26,06	21,92	<0.027	0,6528	100,96
18	MR1_Grt11	38,75	3,9	12,62	<0.024	23,34	22,14	0,0322	0,4886	101,28
19	MR1_Grt12	39,2	6,84	9,04	0,0674	22,8	22,14	<0.027	0,6475	100,74
20	MR1_Grt13	39,33	7,27	9,6	0,0515	22,02	22,06	0,0366	0,4493	100,81
21	MR1_Grt14	38,46	3,89	9,16	0,0679	27,19	21,72	<0.027	0,0583	100,56
22	MR1_Grt15	38,77	0,7701	21,55	0,1016	14,12	21,56	0,0671	3,75	100,69
23	MR1_Grt16	37,26	0,6524	8,18	0,1517	24,5	21,07	<0.027	8,69	100,51
24	MR1_Grt17	38,2	3,6	9,56	0,0672	26,99	21,56	0,0324	0,4814	100,49
25	MR1_Grt18	37,37	1,2709	4,73	0,1878	26,62	20,81	<0.027	9,91	100,91
26	MR1_Grt19	38,44	5,08	5,61	0,0371	27,67	21,68	<0.027	2,17	100,69
27	MR1_Grt20	37,67	2,02	4,82	0,0405	18,88	21,24	<0.027	16,43	101,11
28	MR1_Grt21	37,42	1,6032	6,03	0,1497	26,51	20,88	0,033	8,52	101,14
29	MR1_Grt22	38,72	5,56	7,94	0,0384	26,06	21,93	<0.026	0,6815	100,95

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
30	MR1_Grt23	38,19	3,31	7,59	0,0437	29,09	21,69	<0.027	0,8972	100,83
31	MR1_Grt24	38,92	3,25	13,36	0,0466	22,93	21,97	0,0284	0,5445	101,05
32	MR1_Grt25	39,25	6,71	9,17	0,0532	23,07	22,2	0,0443	0,5392	101,03
33	MR1_Grt26	38,67	4,51	10,86	0,0593	24,08	21,7	0,0341	0,6505	100,56
34	MR1_Grt27	38,53	5,52	7,18	0,0493	27,2	22,1	<0.027	0,2917	100,9
35	MR1_Grt28	38,44	2,13	16,11	0,1194	20,74	21,68	0,0407	1,57	100,84
36	MR1_Grt29	38,66	5,49	5,83	0,0265	28,26	21,78	<0.027	1,0481	101,1
37	MR1_Grt30	38,9	5,04	12,03	0,0642	22,34	22,07	0,0399	0,5974	101,09
38	MR1_Grt31	38,79	4,43	10,76	0,0525	24,29	22,24	<0.027	0,7011	101,26
39	MR1_Grt32	38,83	4,49	10,3	0,1577	24,27	21,97	<0.027	0,8355	100,86
40	MR1_Grt33	38,91	6,52	7,45	0,0301	24,76	22,17	0,0347	0,7905	100,66
41	MR1_Grt34	38,94	6,34	6,39	0,0372	26,64	22,04	<0.027	0,9002	101,31
42	MR1_Grt35	37,59	3,31	2,54	0,0552	26,55	21,17	<0.028	9,18	100,41
43	MR1_Grt36	38,52	4,41	7,32	0,093	24,72	21,81	<0.027	4,27	101,17
45	MR1_Grt38	37,18	1,5176	2,78	<0.024	25,18	21,28	<0.027	13,46	101,42
46	MR1_Grt39	38,38	5,29	3,32	0,0367	31,48	21,76	<0.028	0,825	101,09
47	MR1_Grt40	38,26	2,32	15,33	0,0546	19,11	21,63	<0.026	3,57	100,29
48	MR1_Grt41	37,41	1,2319	7,51	0,1441	27,33	21,25	<0.027	5,9	100,78
49	MR1_Grt42	38,55	3,98	10,18	0,0497	25,45	22,05	<0.027	0,6918	100,96
50	MR1_Grt43	38,74	5,44	6,22	0,0724	27,69	22,03	0,0294	0,5098	100,73
51	MR1_Grt44	38,54	0,055	23,45	0,1537	6,83	27,95	<0.025	0,078	97,06
53	MR1_Grt46	38,16	5,96	1,68	<0.023	30,95	21,74	<0.027	2,13	100,65
54	MR1_Grt47	39,5	8,96	6,27	0,0533	22,94	22,41	0,0463	0,4754	100,66
55	MR1_Grt48	39,3	7,63	9,04	<0.022	21,79	22,19	<0.026	0,5153	100,49
56	MR1_Grt49	38,67	3,6	11,64	0,0395	24,13	21,77	<0.026	0,9575	100,85
57	MR1_Grt50	39,05	6,68	7,59	0,0261	24,9	21,84	<0.026	0,5598	100,66
58	MR1_Grt51	38,5	4,23	8,07	0,033	27,15	21,6	<0.027	1,55	101,14
59	MR1_Grt52	39,01	5,84	8,41	0,0347	24,92	22,19	<0.027	0,6039	101,01
60	MR1_Grt53	38,76	4,08	9,45	0,0332	15,43	22,02	<0.027	11,49	101,27
61	MR1_Grt54	38,35	2,01	15,25	0,0999	20,67	21,65	<0.027	2,65	100,67

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
62	MR1_Grt55	38,08	3,7	6,74	<0.024	28,64	21,85	<0.027	2,12	101,15
63	MR1_Grt56	38,46	4,47	5,85	0,1504	28,07	21,7	0,17	2,46	101,31
64	MR1_Grt57	38,8	5,86	7,66	0,0699	24,66	21,94	<0.027	1,8	100,81
65	MR1_Grt58	38,69	5,45	7,54	0,0502	26,38	21,9	<0.027	1,1592	101,19
66	MR1_Grt59	37,69	2,51	1,91	<0.024	28,7	21,43	<0.028	9,08	101,35
67	MR1_Grt60	39,22	7,72	8,01	0,046	22,63	22,25	<0.027	0,571	100,46
68	MR1_Grt61	38,48	6,13	7,23	0,0978	25,88	21,96	0,0365	0,6744	100,48
69	MR1_Grt62	40,09	10,67	8,39	<0.023	18,22	22,94	<0.026	0,5566	100,88
70	MR1_Grt63	38,31	4,74	8,14	0,1271	27,42	21,77	<0.027	0,2769	100,8
71	MR1_Grt64	38,64	5,28	7,27	0,072	27,15	21,98	0,0289	0,6254	101,04
72	MR1_Grt65	38,54	5,7	4,94	<0.024	28,02	22,04	<0.026	1,76	101,03
73	MR1_Grt66	38,35	6,33	4,33	<0.023	28,97	21,94	0,0329	0,5799	100,55
74	MR1_Grt67	38,55	0,677	20,8	0,099	11,9	21,61	<0.026	6,76	100,41
75	MR1_Grt68	38,61	6,14	8,71	0,0524	24,19	21,86	0,055	0,6707	100,29
76	MR1_Grt69	39,09	7,31	8,33	0,0796	22,52	22,06	0,0314	1,0103	100,44
77	MR1_Grt70	38,44	4,72	9,92	0,0776	25,03	21,84	0,0515	0,754	100,83
78	MR1_Grt71	38,46	3,19	11,3	0,0826	24,95	21,68	0,0953	1,1901	100,94
81	MR1_Grt74	38,49	4,08	11,78	0,0257	22,6	21,99	0,0537	1,68	100,71
82	MR1_Grt75	39,59	8,88	7,12	0,0393	22,02	22,55	<0.026	0,6838	100,9
84	NP1A_Grt2	39,44	<0.021	24,41	0,0401	1,95	32,34	0,0336	0,03	98,25
85	NP1A_Grt3	38,75	3,51	11,73	0,0408	22,67	21,92	0,0784	2,15	100,85
87	NP1A_Grt5	37,88	1,2062	12,43	0,133	20,53	21,36	<0.027	7,24	100,78
88	NP1A_Grt6	38,79	6,2	6,03	<0.023	25,62	22,11	<0.027	2,12	100,92
89	NP1A_Grt7	38,68	0,0944	23,53	0,2151	5,47	29,12	0,04	0,1563	97,31
90	NP1A_Grt8	38,26	2,62	12,42	0,0516	17,66	21,78	<0.026	7,94	100,76
92	NP1A_Grt10	39,99	9,27	8,67	0,0567	19,97	22,51	0,0936	0,4009	100,96
93	NP1A_Grt11	40,25	11,72	7,28	0,0643	18,27	22,81	0,0428	0,4277	100,86
94	NP1A_Grt12	39,42	6,19	11,47	0,0317	21,07	22,34	0,0706	0,6227	101,22
96	NP1A_Grt14	38,73	0,0796	23,67	0,1634	5,34	29,43	0,0256	<0.022	97,46
98	NP1A_Grt16	38,77	0,0656	23,55	0,141	4,81	29,81	<0.025	0,0225	97,16

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
100	NP1A_Grt18	39,21	0,0415	24,21	0,0587	2,13	32,18	<0.025	0,0426	97,9
101	NP1A_Grt19	39,21	0,041	23,83	0,0804	2,01	32,33	<0.025	<0.021	97,5
103	NP1A_Grt21	37,61	1,9	5,46	0,151	21,23	21,31	<0.027	13,04	100,72
104	NP1A_Grt22	38,39	<0.022	23,43	0,1909	8,28	27	0,0263	0,0318	97,37
106	NP1A_Grt24	39,45	0,0288	24,26	0,0854	2,54	31,85	0,092	<0.022	98,32
109	NP1A_Grt27	40,04	10,4	8,31	0,0569	18,92	22,85	<0.026	0,4269	101
110	NP1A_Grt28	38,4	3,01	11,03	0,0722	23,11	21,52	0,1479	3,49	100,79
111	NP1A_Grt29	38,35	0,0297	23,34	0,162	8,95	26,18	0,0441	0,1261	97,17
112	NP1A_Grt30	38,61	0,1287	23,51	0,2104	6,28	28,71	0,047	0,0228	97,53
113	NP1A_Grt31	37,42	2,15	1,0483	0,03	27,45	21,36	0,0347	12,16	101,65
115	NP1A_Grt33	39,39	7,27	8,67	<0.023	22,81	22,21	0,0511	0,5196	100,93
116	NP1A_Grt34	39,61	8,43	8,67	0,0314	21,13	22,48	0,047	0,444	100,85
117	NP1A_Grt35	39,3	0,0669	24,1	0,0641	2,01	32,17	<0.025	<0.022	97,72
118	NP1A_Grt36	38,41	4,04	8,94	0,0753	16,8	21,74	<0.027	10,81	100,84
119	NP1A_Grt37	38,68	3,81	12,03	0,0969	23,78	21,94	0,0612	0,6084	101
120	NP1A_Grt38	38,57	0,0442	23,51	0,1414	5,63	28,89	<0.024	0,1691	96,97
122	NP1A_Grt40	39,89	8,37	9,17	0,055	20,52	22,56	0,0511	0,4857	101,1
124	NP1A_Grt42	39,47	<0.023	24,01	0,0823	2,16	32,31	<0.025	0,0248	98,07
126	NP1A_Grt44	39,18	7,09	8,74	0,0438	23,24	22,03	0,0823	0,4542	100,86
127	NP1A_Grt45	38,63	0,0804	23,71	0,2149	5,89	29,04	0,0342	0,0258	97,63
128	NP1A_Grt46	38,65	3,87	11,91	0,1105	23,6	21,83	0,0583	0,5893	100,61
129	NP1A_Grt47	38,4	4,3	9,14	0,054	16,53	21,94	<0.026	10,47	100,84
130	NP1A_Grt48	39,29	0,0288	23,79	0,07	1,5	32,43	<0.025	<0.022	97,13
131	NP1A_Grt49	39,38	0,0426	24,24	0,0476	1,42	32,56	<0.025	0,0244	97,73
132	NP1A_Grt50	38,75	0,0442	23,59	0,2267	6,44	28,47	0,0342	0,0748	97,63
133	NP1A_Grt51	40,01	10,55	8,89	0,0779	17,64	22,39	<0.026	0,4175	100
134	NP1A_Grt52	39,2	0,0281	24,4	0,0926	1,34	32,79	<0.025	<0.021	97,88
135	NP1A_Grt53	38,29	<0.022	23,22	0,0524	9,96	25,53	<0.025	0,2245	97,3
136	NP1A_Grt54	39,84	8,53	9,61	0,0673	20,11	22,45	<0.026	0,4424	101,08
138	NP1A_Grt56	38,79	0,0813	23,74	0,3436	5,45	29,13	0,0254	0,0259	97,59

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
140	NP1A_Grt58	38,56	5,15	2,32	0,0399	22,84	21,88	<0.027	10,84	101,63
141	NP1A_Grt59	38,12	<0.022	22,44	0,11	9,77	25,59	<0.026	0,0512	96,08
142	NP1A_Grt60	38,33	1,1196	15,17	0,0386	18,43	21,54	<0.027	6,3	100,94
143	NP1A_Grt61	37,51	3,17	1,46	<0.025	27,63	21,43	<0.027	9,8	101,02
145	NP1A_Grt63	38,64	3,5	12,48	0,095	23,79	21,74	<0.027	0,7662	101,03
147	NP1A_Grt65	38,45	<0.023	23,72	0,144	8,22	26,98	<0.025	0,0253	97,55
148	NP1A_Grt66	39,05	5,6	12,52	0,111	20,41	22,22	0,0345	1,0013	100,95
149	NP1A_Grt67	38,67	2,1	15,42	0,0449	19,86	21,88	0,0313	2,82	100,82
150	NP1A_Grt68	37,75	0,9024	8	0,1536	23,92	21,02	0,038	9,03	100,82
152	NP1A_Grt70	38,43	0,0455	23,41	0,2187	8,47	26,81	<0.026	0,2362	97,61
154	NP1A_Grt72	36,95	0,025	0,5778	<0.024	19,62	21,03	<0.028	23,24	101,46
156	NP1A_Grt74	39,71	8,94	8,35	0,0581	20,85	22,38	0,07	0,564	100,93
157	NP1A_Grt75	37,98	1,4614	9,66	0,1574	21,36	21,55	<0.027	9,26	101,44
158	MR8_Grt1	38,98	5,88	7,32	0,0243	26,55	21,8	0,1173	0,773	101,45
159	MR8_Grt2	38,91	3,83	9,66	0,0721	26,97	21,85	0,0485	0,155	101,49
160	MR8_Grt3	38,85	4,3	11,43	0,1616	23,54	21,78	0,0608	0,8089	100,93
161	MR8_Grt4	38,62	5,11	4,96	0,1129	30,76	21,89	0,0346	0,0927	101,58
162	MR8_Grt5	38,94	6,42	5,86	<0.023	27,12	22,18	<0.027	0,8207	101,39
163	MR8_Grt6	37,71	1,1281	7,58	0,1031	31,79	21,26	0,0342	1,54	101,14
164	MR8_Grt7	38,74	4,61	7,84	<0.023	27,65	22,17	<0.027	0,7244	101,76
165	MR8_Grt8	38,79	5,55	4,77	0,0529	29,54	22,09	<0.027	0,6773	101,49
166	MR8_Grt9	37,74	3,72	1,79	<0.024	30,86	21,61	<0.027	5,53	101,28
167	MR8_Grt10	38,12	2,66	7,59	0,1045	30,86	21,56	0,0343	0,3444	101,27
168	MR8_Grt11	40,56	11,2	7,5	<0.023	18,61	22,71	0,1361	0,4662	101,2
169	MR8_Grt12	38,22	4,81	3,46	0,0414	32,91	21,98	<0.027	0,2315	101,67
170	MR8_Grt13	38,76	7,59	2,14	0,0243	30	22,05	<0.027	0,2633	100,85
171	MR8_Grt14	37,74	2,4	7,5	0,1092	28,85	21,45	<0.028	2,76	100,8
172	MR8_Grt15	39,6	8,49	9,23	0,0569	20,66	22,29	0,0305	0,3209	100,67
173	MR8_Grt16	39,26	6,22	11,42	0,08	21,19	22,29	0,0353	0,406	100,9
174	MR8_Grt17	38,17	4,57	4,89	0,0394	30,99	21,81	<0.027	0,5132	101

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
175	MR8_Grt18	38,11	4,81	3,42	0,0374	32,73	21,77	<0.027	0,2369	101,12
176	MR8_Grt19	39,26	7,24	7,17	0,0541	23,98	22,53	<0.027	0,9056	101,14
177	MR8_Grt20	38,14	3,51	7,21	0,0435	29,88	21,82	<0.027	0,6809	101,28
178	MR8_Grt21	39,01	6,44	6,06	0,056	26,97	22,09	<0.026	0,498	101,14
179	MR8_Grt22	38	4,05	2,41	0,032	31,84	21,5	<0.027	3,07	100,91
180	MR8_Grt23	37,7	1,81	4,25	0,0538	33,45	21,37	<0.028	2,96	101,6
181	MR8_Grt24	37,34	2,09	1,86	0,0322	31,53	21,32	0,0328	6,72	100,92
182	MR8_Grt25	38,89	5,06	10,04	0,0757	24,26	22,06	<0.027	0,6961	101,1
183	MR8_Grt26	38,44	5,95	3,22	<0.024	29,73	22,04	<0.027	1,57	100,99
184	MR8_Grt27	38,73	5,84	4,62	0,0425	29,42	21,91	<0.027	0,6372	101,22
185	MR8_Grt28	38,67	4,09	7,08	0,067	28,7	21,8	0,0422	0,8542	101,3
186	MR8_Grt29	38,58	5,34	5,45	<0.023	28,89	21,87	<0.028	0,6321	100,78
187	MR8_Grt30	37,79	2,66	2,2	<0.024	33,57	21,47	<0.027	3,91	101,61
188	MR8_Grt31	38,04	2,21	9,24	0,0532	28,17	21,33	<0.027	1,89	100,94
189	MR8_Grt32	38,68	5,12	5,89	<0.023	29,43	21,87	<0.026	0,2271	101,25
190	MR8_Grt33	38,3	4,69	5,18	0,0324	30,5	21,92	<0.027	0,3751	101
191	MR8_Grt34	38,74	6,05	6,23	<0.024	27,1	21,99	0,0403	0,6471	100,81
192	MR8_Grt35	37,9	3,16	5,51	0,0822	31,15	21,57	<0.027	1,73	101,11
193	MR8_Grt36	37,76	2,69	5,9	<0.024	32,06	21,81	<0.027	0,7816	101,02
194	MR8_Grt37	38,96	5,78	6,35	0,0536	27,95	22,05	<0.027	0,6178	101,77
195	MR8_Grt38	38,4	5,83	4,02	0,0767	29,56	21,79	<0.027	1,0196	100,71
196	MR8_Grt39	38,7	4,54	5,84	0,033	29,6	21,83	<0.027	0,9346	101,48
197	MR8_Grt40	37,86	3,08	5,71	0,066	30,92	21,53	<0.027	1,77	100,92
198	MR8_Grt41	37,84	3,11	3,67	0,0655	31,29	21,3	<0.028	3,3	100,58
199	MR8_Grt42	38,28	2,9	10,29	0,1356	26,04	21,5	<0.027	1,83	100,99
200	MR8_Grt43	38,37	3,87	7,96	0,094	28,79	21,91	<0.027	0,2707	101,28
201	MR8_Grt44	38,49	2,9	9,02	0,1168	28,94	21,85	<0.027	0,1563	101,48
202	MR8_Grt45	38,48	5,77	2,27	<0.024	32,63	21,75	<0.027	0,4425	101,36
203	MR8_Grt46	38,13	1,88	8,59	0,0945	27,68	21,63	<0.027	3,22	101,23
204	MR8_Grt47	38,07	2,99	6,97	0,0844	30,66	21,62	0,0375	0,9808	101,41

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
205	MR8_Grt48	38,93	6,08	6,35	0,0297	27,08	22,27	<0.027	0,715	101,45
206	MR8_Grt49	38,19	3,61	5,55	0,0648	32,41	21,76	<0.027	0,1151	101,72
207	MR8_Grt50	39,74	9,28	7,3	0,0331	21,55	22,56	<0.026	0,4804	100,96
208	MR8_Grt51	38,26	5	1,63	0,051	34,51	21,85	<0.027	0,4683	101,77
209	MR8_Grt52	38,17	3,32	6,7	0,0696	30,43	21,68	<0.027	0,7171	101,09
210	MR8_Grt53	37,75	2,63	7	0,0801	30,75	21,54	<0.027	0,6651	100,42
211	MR8_Grt54	38,57	6,73	3,07	<0.024	29,96	21,98	<0.027	0,4657	100,8
212	MR8_Grt55	39,04	6,91	4,55	0,0545	27,71	22	<0.027	0,6023	100,88
213	MR8_Grt56	37,83	3,7	2,63	<0.024	31,2	21,53	<0.027	4,51	101,4
214	MR8_Grt57	37,58	1,6396	7,08	0,1048	29,59	21,31	<0.028	3,55	100,86
215	MR8_Grt58	38,77	6,5	4,51	0,1031	28,92	22,09	<0.027	0,3042	101,23
216	MR8_Grt59	37,9	2,07	9,04	<0.023	23,59	21,54	<0.027	6,53	100,68
217	MR8_Grt60	38,4	6,66	1,3338	<0.023	31,95	22,17	0,0681	0,2598	100,85
218	MR8_Grt61	37,89	3,94	4,25	0,0343	32,01	21,45	<0.028	0,8265	100,39
219	MR8_Grt62	37,12	1,4189	1,3549	<0.025	31,18	21,22	0,0326	8,34	100,69
220	MR8_Grt63	38,38	5,39	5,39	0,0614	29,21	21,92	<0.026	0,6201	101
221	MR8_Grt64	39,75	8,85	7,31	0,0269	22,14	22,55	0,0851	0,4783	101,19
222	MR8_Grt65	38,24	3,99	5,88	<0.024	29,86	21,77	<0.027	1,2091	100,95
223	MR8_Grt66	38,53	4,5	7,93	0,0856	27,47	21,82	<0.027	0,5592	100,91
224	MR8_Grt67	38,43	5,01	6,42	0,0277	28,75	21,78	0,0277	0,5795	101,01
225	MR8_Grt68	37,81	1,6104	8,41	0,1168	29,91	21,36	<0.027	1,83	101,06
226	MR8_Grt69	38,46	5,82	4,63	0,0461	29,38	21,88	<0.028	0,7111	100,93
227	MR8_Grt70	38,56	6,04	3,86	<0.024	29,74	21,87	<0.027	0,5322	100,6
228	MR8_Grt71	38,64	6,18	3,03	<0.023	30,66	21,99	<0.027	0,6644	101,2
229	MR8_Grt72	38,79	6,23	5,02	<0.024	28,45	22,08	<0.027	0,5943	101,2
230	MR8_Grt73	38,5	5,07	5,42	0,0755	29,23	21,9	<0.027	0,7387	100,94
231	MR8_Grt74	38,53	5,94	3,66	0,0284	30,22	22,12	0,0514	0,4982	101,04
232	MR8_Grt75	38,34	2,39	10,14	0,1089	28,02	21,32	<0.027	0,9864	101,31
233	Grt_Kakanui_STD	41,66	18,81	5,16	0,3896	10,37	23,4	0,1085	0,3031	100,19
234	Olivine_SC_STD	40,96	49,52	0,0822	<0.022	9,33	0,0239	<0.024	0,1363	100,07

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
235	Wollastonite_STD	52,01	0,0361	47,68	<0.022	0,3635	<0.025	<0.025	0,1349	100,26
236	TiO2_STD	<0.030	<0.018	<0.031	100,05	<0.043	0,0288	<0.027	<0.025	100,12
237	Cr2O3_STD	<0.033	<0.022	<0.030	<0.027	<0.046	<0.027	100,03	<0.034	100,1
238	Rhodonit_STD	47,97	1,88	7,24	<0.025	0,9884	<0.025	<0.028	42,19	100,29
239	Hematit_STD	<0.032	<0.020	<0.034	0,0532	89,46	<0.025	<0.032	<0.028	89,58
243	NP3A_Grt1	38	4,59	1,66	0,0584	34,84	21,52	<0.027	0,6412	101,31
244	NP3A_Grt2	37,69	2,23	3,92	0,026	35,22	21,36	<0.027	0,5568	101,02
246	NP3A_Grt4	38,25	5,4	3,96	0,0299	30,46	21,7	<0.027	0,6331	100,46
247	NP3A_Grt5	38,26	5,86	0,3757	0,0418	34,16	21,59	0,0313	0,3019	100,63
248	NP3A_Grt6	38,28	3,57	6,77	0,0919	29,72	21,78	<0.028	1,0081	101,22
249	NP3A_Grt7	37,78	4,43	1,46	<0.024	34,41	21,54	<0.028	0,902	100,54
250	NP3A_Grt8	37,87	3,56	4,51	<0.024	31,28	21,65	<0.027	2,02	100,91
251	NP3A_Grt9	38,65	2,12	10,75	0,1812	26,03	21,65	<0.027	2,3	101,69
252	NP3A_Grt10	38,47	2,73	12,14	0,045	25,21	21,56	0,0327	0,3591	100,54
253	NP3A_Grt11	38,79	6,73	3,18	0,0484	29,77	21,94	<0.027	0,6074	101,08
255	NP3A_Grt13	38,47	5,1	5,6	0,184	29,71	21,77	0,0363	0,3596	101,23
256	NP3A_Grt14	38,35	3,76	6,91	0,0626	28,25	21,76	0,0448	1,9	101,04
257	NP3A_Grt15	37,96	3,41	5,09	0,0534	31,38	21,51	<0.027	1,32	100,73
258	NP3A_Grt16	38,49	<0.021	23,56	0,0646	8,12	26,91	0,0335	0,1533	97,34
259	NP3A_Grt17	38,2	3,6	6,95	0,1278	29,86	21,64	<0.027	0,0493	100,44
260	NP3A_Grt18	38,23	3,35	8,58	0,0305	27,95	21,67	<0.027	0,5955	100,43
261	NP3A_Grt19	38,06	3,78	4,74	<0.024	31,68	21,57	<0.027	1,2684	101,1
262	NP3A_Grt20	38,41	4,05	6	0,0968	30,75	21,8	<0.027	0,1637	101,27
263	NP3A_Grt21	38,54	6,13	4,14	0,0534	29,45	21,95	<0.027	0,5889	100,85
264	NP3A_Grt22	38,2	5,63	2,02	<0.024	32,63	21,76	<0.027	0,5529	100,83
265	NP3A_Grt23	37,98	3,87	3,77	0,0448	32,9	21,65	0,0567	0,7076	100,97
266	NP3A_Grt24	38,27	4,41	5,42	<0.024	30,67	21,87	<0.027	0,4036	101,08
267	NP3A_Grt25	38,1	2	11,26	0,1358	22,3	21,31	<0.026	5,26	100,38
268	NP3A_Grt26	38,51	3,63	10,75	0,2425	25,93	21,78	<0.027	0,1701	101,02
269	NP3A_Grt27	37,51	1,1621	6,68	0,1239	30,74	21,16	0,0392	3,44	100,86

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
270	NP3A_Grt28	37,99	1,1555	8,59	0,1039	29,99	21,31	<0.027	2,03	101,17
271	NP3A_Grt29	37,31	2,55	1,89	<0.024	34,3	21,51	<0.027	3,66	101,23
272	NP3A_Grt30	38,19	3,19	7,18	0,0593	29,75	21,85	<0.027	1,0458	101,28
273	NP3A_Grt31	37,68	1,502	5,95	0,1442	33,13	21,4	0,0407	1,0033	100,86
274	NP3A_Grt32	37,79	1,0708	8,2	0,0719	28,28	21,33	<0.027	3,97	100,73
275	NP3A_Grt33	37,89	4,51	0,7768	0,0274	35,38	21,6	<0.027	0,7162	100,91
276	NP3A_Grt34	37,42	2,81	0,7938	0,0444	34,85	21,41	<0.027	3,93	101,27
277	NP3A_Grt35	37,97	4,18	1,86	0,0596	34,61	21,59	<0.027	0,4836	100,76
278	NP3A_Grt36	38,1	4,89	2,61	0,0319	32,73	21,72	<0.027	0,8004	100,9
279	NP3A_Grt37	38,2	2,6	7,84	0,0453	30,04	21,76	<0.027	0,6619	101,14
280	NP3A_Grt38	37,74	1,17	5,13	0,0941	34,54	21,19	<0.028	1,2256	101,08
281	NP3A_Grt39	37,48	2,47	2,53	0,0252	31,56	21,22	<0.028	5,78	101,07
282	NP3A_Grt40	37,46	2,02	4,62	0,1142	34,33	21,18	<0.027	0,5702	100,3
283	NP3A_Grt41	38,01	2,5	6,81	0,0844	28,2	21,43	<0.027	3,86	100,91
284	NP3A_Grt42	37,97	4,38	1,86	0,0475	34,58	21,95	<0.027	0,4084	101,2
285	NP3A_Grt43	38,05	2,92	6,11	0,0343	31,86	21,59	0,0308	0,8757	101,47
287	NP3A_Grt45	38,39	4,03	6,24	0,1225	29,83	21,81	<0.027	0,6605	101,08
288	NP3A_Grt46	38,36	4,75	3,51	0,0571	32,62	21,88	<0.027	0,5492	101,72
289	NP3A_Grt47	38,38	4,36	6,37	0,0452	29,36	21,94	<0.027	0,7648	101,24
290	NP3A_Grt48	38,53	4,13	5,72	<0.024	29,87	21,8	<0.027	0,9379	100,99
291	NP3A_Grt49	37,72	4,2	1,3485	0,0303	34,99	21,39	<0.027	0,7624	100,44
292	NP3A_Grt50	38,06	3,8	3,92	<0.023	28,64	21,65	<0.027	4,9	101,02
293	NP3A_Grt51	37,98	0,876	16,06	0,1684	15,84	21,27	<0.027	7,93	100,12
294	NP3A_Grt52	37,57	1,3325	8,76	0,0679	30,03	21,36	<0.027	1,45	100,58
295	NP3A_Grt53	37,74	3,62	2,08	0,0555	35,6	21,35	0,0331	0,1252	100,6
296	NP3A_Grt54	38,87	4,9	9,22	0,0451	25,11	21,82	0,049	0,8733	100,88
297	NP3A_Grt55	38,12	3,74	3,08	0,0746	34,6	21,48	0,0413	0,55	101,7
299	NP3A_Grt57	37,64	2,54	4,26	0,0293	32,02	21,42	<0.028	2,88	100,79
300	NP3A_Grt58	38,11	4,86	3,26	0,0265	32,61	21,86	0,0447	0,4253	101,19
301	NP3A_Grt59	38,65	5,74	5,36	0,0831	27,94	22,15	<0.027	1,0562	101,01

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
302	NP3A_Grt60	37,73	2,8	3,47	0,0372	33,7	21,21	<0.028	1,65	100,62
303	NP3A_Grt61	38,18	1,71	9,5	0,0918	29,02	21,53	<0.028	1,34	101,37
304	NP3A_Grt62	38,44	5,72	2,59	<0.023	32,25	21,93	<0.028	0,3449	101,3
305	NP3A_Grt63	38,15	3,79	5,41	<0.023	29,06	21,62	<0.027	2,52	100,6
306	NP3A_Grt64	38,48	4,31	8,08	0,1349	27,58	21,82	<0.027	0,6339	101,06
307	NP3A_Grt65	38,25	5,87	1,121	0,0276	33,79	21,73	<0.027	0,1712	100,98
308	NP3A_Grt66	37,63	2,76	2,32	0,0765	36,99	21,27	<0.027	0,1173	101,18
309	NP3A_Grt67	37,81	0,9205	10,09	0,1273	26,45	21,36	<0.027	4,55	101,31
310	NP3A_Grt68	37,26	1,75	2,69	0,0422	32,29	21,25	<0.028	6,06	101,35
311	NP3A_Grt69	38,61	4,58	6,55	0,0504	28,69	21,86	0,0307	0,5944	100,96
312	NP3A_Grt70	38,58	4,56	6,06	0,0612	29,09	21,87	<0.028	0,9259	101,16
313	NP3A_Grt71	37,99	4,66	0,6521	<0.024	35,83	21,83	0,0436	0,2199	101,25
314	NP3A_Grt72	38,2	3,67	6,81	0,0597	30,38	21,67	<0.027	0,044	100,84
315	NP3A_Grt73	37,45	1,96	1,73	<0.024	38,1	21,28	<0.027	0,6518	101,21
316	NP3A_Grt74	38,25	5,05	1,83	<0.024	33,59	21,77	<0.027	0,6587	101,16
317	NP3A_Grt75	37,74	0,9778	9,76	0,1262	29,45	21,4	<0.028	1,38	100,83
318	195B_Grt1	37,76	1,78	8,26	0,0686	30,49	21,62	<0.027	1,53	101,51
319	195B_Grt2	38,42	5,87	4,42	<0.023	28,67	21,94	0,0386	1,55	100,93
320	195B_Grt3	37,89	2,48	7,23	0,0986	31,17	21,65	0,0364	0,557	101,12
321	195B_Grt4	37,05	1,89	1,7	<0.025	32,02	21,15	0,0325	6,56	100,43
322	195B_Grt5	38,88	7,05	8,28	0,0316	23,48	22,46	<0.027	0,6897	100,89
323	195B_Grt6	38,29	3,72	8,06	0,1656	28,58	21,81	<0.027	0,6683	101,31
324	195B_Grt7	38,57	4,56	7,66	0,0389	27,96	21,96	<0.027	0,255	101,01
325	195B_Grt8	37,76	2,83	2,97	<0.024	30,66	21,33	0,0473	5,58	101,19
326	195B_Grt9	38,25	6,09	2,39	0,0287	27,86	21,48	0,0685	4,54	100,7
327	195B_Grt10	37,96	1,72	8,99	0,0814	30,13	21,46	<0.028	0,5975	100,94
328	195B_Grt11	37,75	1,1567	6,77	0,045	29,33	21,12	<0.027	4,9	101,1
329	195B_Grt12	37,14	1,1505	3,98	0,0763	30,59	21,23	<0.027	6,64	100,83
330	195B_Grt13	37,38	1,4256	5,57	0,0799	33,04	21,19	<0.027	2,25	100,94
331	195B_Grt14	38,45	4,65	6,99	0,0594	28,32	21,9	0,0367	0,4095	100,81

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
332	195B_Grt15	38,22	3,61	6,77	0,0749	30,37	21,8	<0.027	0,0868	100,93
333	195B_Grt16	38,6	5,41	4,2	<0.023	30,4	21,68	<0.027	0,5636	100,87
334	195B_Grt17	38,16	3,47	5,77	0,1267	31,9	21,67	0,0608	0,1152	101,27
335	195B_Grt18	38,81	6,91	3,07	0,0274	29,63	22	<0.027	0,3387	100,8
336	195B_Grt19	38,22	2,74	6,83	0,06	31,17	21,71	<0.028	0,7842	101,51
337	195B_Grt20	38,46	3,85	7,25	0,116	28,92	21,87	0,0375	0,5063	101,01
338	195B_Grt21	37,99	2,84	6	0,0666	32,19	21,57	<0.027	0,2007	100,86
339	195B_Grt22	37,82	2,55	8,11	0,0812	30,51	21,6	0,0461	0,1667	100,89
340	195B_Grt23	37,85	3,71	2,14	0,0409	30,85	21,29	<0.027	5,05	100,96
341	195B_Grt24	37,71	4,04	2,96	<0.024	30,15	21,41	<0.028	4,2	100,49
342	195B_Grt25	38,53	6,19	3,86	0,0341	29,49	22	<0.027	0,8926	101,01
343	195B_Grt26	38,71	4,57	8,37	0,1508	27,26	22,11	0,03	0,346	101,55
344	195B_Grt27	38,09	4,42	2,27	<0.024	33,55	21,65	0,0546	1,065	101,1
345	195B_Grt28	37,73	3,83	1,3874	<0.023	31,18	21,6	0,0555	5,45	101,25
346	195B_Grt29	38,34	4,75	2,98	0,0387	32,94	21,56	<0.028	0,3474	100,95
347	195B_Grt30	38,55	6,21	4,65	0,0868	29,04	22,05	0,0364	0,1779	100,8
348	195B_Grt31	38,55	5,39	5,3	0,0264	29,25	22	0,0268	0,7619	101,31
349	195B_Grt32	37,7	2,99	2,33	<0.024	33,08	21,25	<0.027	3,59	100,96
350	195B_Grt33	37,52	2,35	4,34	0,03	31,04	21,42	0,0434	3,22	99,97
351	195B_Grt34	38,42	3,69	7,14	0,0426	29,03	21,96	<0.027	0,9147	101,23
352	195B_Grt35	38,28	4,09	5,98	0,0254	30,78	21,69	0,0288	0,1893	101,06
353	195B_Grt36	38,03	2,74	6,62	0,0282	30,97	21,62	0,0405	0,9108	100,97
354	195B_Grt37	38,2	4,73	5,79	0,0978	29,37	22,01	<0.027	0,7991	101,01
355	195B_Grt38	38,32	4,84	2,94	0,0566	32,71	21,57	<0.027	0,3122	100,76
356	195B_Grt39	37,61	3,85	1,51	<0.024	31,03	21,56	<0.027	5,47	101,03
357	195B_Grt40	38,07	1,6207	9,91	0,1	27,68	21,57	<0.027	2,48	101,44
358	195B_Grt41	38,01	6,05	1,44	<0.024	32,82	21,85	<0.027	0,4352	100,63
359	195B_Grt42	37,46	2,48	1,96	0,077	32,03	21,47	0,0397	5,82	101,34
360	195B_Grt43	37,9	4,2	2,72	0,0817	32,6	21,52	<0.027	2,03	101,08
361	195B_Grt44	38,57	5,52	5,07	0,0354	29,08	21,86	<0.026	0,7073	100,87

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
362	195B_Grt45	38,24	5,35	5,39	0,0327	29,21	21,83	0,0315	0,8083	100,89
363	195B_Grt46	38,3	4,41	6,36	0,0822	30,17	21,75	<0.027	0,0811	101,16
364	195B_Grt47	37,35	1,2057	4,48	0,0931	32,89	21,17	<0.028	3,6	100,79
365	195B_Grt48	38,21	1,89	12,93	0,0235	22,98	21,79	<0.027	3,13	100,95
366	195B_Grt49	37,92	1,0714	9,62	0,1427	29,38	21,44	<0.027	1,71	101,29
367	195B_Grt50	37,7	4,09	1,6	0,0268	35,43	21,56	<0.028	0,5503	100,97
368	195B_Grt51	38,71	5,35	6,15	0,0244	28,53	21,98	<0.027	0,5697	101,3
369	195B_Grt52	38,75	6,21	4,7	<0.023	28,7	22,08	<0.027	0,7472	101,21
370	195B_Grt53	37,98	1,78	8,58	0,0874	30,64	21,5	<0.028	0,6508	101,23
371	195B_Grt54	37,33	1,1863	4,55	0,0648	29,15	21,23	<0.027	7,45	101
372	195B_Grt55	38,54	4,14	7,64	0,0368	28,57	21,89	<0.027	0,3946	101,21
373	195B_Grt56	37,5	0,8793	6,68	0,1045	29,35	21,13	<0.027	5,45	101,12
374	195B_Grt57	38,51	3,04	9,63	0,1061	28,45	21,72	0,0361	0,094	101,59
375	195B_Grt58	38,14	2,73	7,36	0,0609	30,75	21,62	0,0333	0,4228	101,11
376	195B_Grt59	38,39	4,88	6,25	0,0255	28,35	21,86	0,0501	1,65	101,44
377	195B_Grt60	37,98	2,62	7,57	0,1027	29,9	21,69	0,0386	1,1485	101,04
378	195B_Grt61	37,67	1,4884	6,35	0,0563	32,41	21,42	<0.027	1,48	100,88
379	195B_Grt62	37,56	2,89	1,42	<0.025	32,08	21,31	<0.027	5,96	101,23
380	195B_Grt63	38,23	4,16	4,08	0,0322	32,75	21,55	<0.027	0,4897	101,31
381	195B_Grt64	38,66	5,97	1,78	0,0237	32,32	21,81	<0.027	0,9931	101,58
382	195B_Grt65	38,05	2,7	7,09	0,1424	29,91	21,55	0,0544	1,73	101,23
383	195B_Grt66	38,17	2,33	8,14	0,1064	30,77	21,59	0,0294	0,2252	101,35
384	195B_Grt67	37,14	1,2546	3,12	0,0782	30,24	21,16	0,0317	8,4	101,43
385	195B_Grt68	38,53	4,06	8,09	0,0815	28,48	21,94	0,0419	0,1436	101,37
386	195B_Grt69	38,68	5	6,33	0,125	29,25	21,8	0,0355	0,0586	101,27
387	195B_Grt70	38,18	2,92	6,92	0,1012	31,12	21,81	<0.027	0,1903	101,26
388	195B_Grt71	38,57	3,87	9,91	0,0946	26,46	21,88	0,0404	0,1439	100,95
389	195B_Grt72	38,39	5,04	4,23	<0.024	30,81	21,98	0,0412	0,7149	101,2
390	195B_Grt73	38,5	4,09	10,96	0,0624	24,8	21,94	0,0648	0,5858	100,99
391	195B_Grt74	38,16	2,06	8,25	0,1164	29,23	21,6	<0.028	2,22	101,63

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
392	195B_Grt75	38,12	3,24	5,13	0,0934	32,24	21,6	<0.027	1,0459	101,47
393	193A1_Grt1	38,11	3,18	6,93	0,0385	31,24	21,8	<0.027	0,1941	101,49
394	193A1_Grt2	37,81	2,11	5,59	0,0961	31,93	21,61	<0.027	2,2	101,37
395	193A1_Grt3	38,79	4,81	8,26	0,0328	26,68	22,05	<0.027	0,5801	101,2
396	193A1_Grt4	37,83	1,3996	8,52	0,1177	30,94	21,3	<0.027	0,6214	100,75
397	193A1_Grt5	38,03	2,82	7,42	0,0896	30,22	21,67	<0.027	0,7185	100,96
398	193A1_Grt6	38,33	5,1	4,04	<0.024	31,32	21,92	<0.027	0,5065	101,25
399	193A1_Grt7	38,66	5,33	7,67	<0.023	26,26	22,04	<0.026	0,7752	100,74
400	193A1_Grt8	38,62	4,99	9,03	0,0521	25,1	21,94	<0.027	0,9332	100,68
401	193A1_Grt9	37,67	1,1539	9,68	0,0819	30,48	21,32	<0.028	0,6135	101,01
402	193A1_Grt10	38,62	6,11	4,25	<0.024	29,64	22	<0.026	0,586	101,24
403	193A1_Grt11	38,65	4,73	6,14	0,0283	29,18	21,98	<0.027	0,795	101,53
404	193A1_Grt12	37,85	2,06	7,39	0,1072	31,62	21,45	<0.028	0,434	100,91
405	193A1_Grt13	37,89	2,1	6,69	0,0544	31,83	21,46	<0.028	1,3	101,33
406	193A1_Grt14	38,21	4,23	6,32	0,0496	30,15	21,97	<0.027	0,1675	101,1
407	193A1_Grt15	38,36	4,98	5,37	<0.024	29,56	22,11	0,041	0,6475	101,09
408	193A1_Grt16	38,62	4,61	7,51	0,0654	28,26	21,86	0,046	0,3146	101,29
409	193A1_Grt17	37,85	3,09	2,75	<0.024	30,24	21,6	<0.028	5,75	101,29
410	193A1_Grt18	38,12	2,46	9,44	0,1108	28,79	21,68	<0.027	0,5732	101,19
411	193A1_Grt19	38,4	5,72	2,23	<0.024	32,39	21,76	<0.027	0,5292	101,06
412	193A1_Grt20	39,03	5,6	10,7	0,053	22,99	21,97	0,1203	0,3919	100,85
413	193A1_Grt21	38,25	5,41	2,34	<0.024	32,51	21,84	<0.027	0,7466	101,12
414	193A1_Grt22	37,54	2,2	3,55	0,0894	28,69	21,41	<0.028	7,78	101,29
415	193A1_Grt23	37,9	3,19	2,4	<0.024	31,49	21,61	<0.028	4,79	101,41
416	193A1_Grt24	38,81	4,42	7,81	0,0492	27,87	21,84	0,0326	0,6973	101,54
417	193A1_Grt25	38,38	2,95	8,57	0,0391	28,27	21,81	<0.027	0,9403	100,95
418	193A1_Grt26	38,51	5,99	2,76	0,0395	31,21	21,89	<0.027	0,3813	100,78
419	193A1_Grt27	38,06	2,44	8,36	0,1018	29,75	21,59	<0.027	0,4271	100,73
420	193A1_Grt28	37,71	2,88	1,61	<0.024	32,76	21,48	<0.027	4,82	101,27
421	193A1_Grt29	38,67	3,26	10,66	0,1336	26,43	21,82	<0.027	0,2027	101,19

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
422	193A1_Grt30	38,69	5,77	3,01	<0.023	29,07	21,78	<0.027	2,42	100,77
423	193A1_Grt31	38,5	5,21	4,92	<0.024	29,91	22,03	0,0849	0,8519	101,52
424	193A1_Grt32	38,47	5,14	6,31	<0.024	28,18	21,98	0,0349	0,8053	100,94
425	193A1_Grt33	38,16	4,33	4,37	<0.023	31,57	21,59	<0.027	0,9064	100,98
426	193A1_Grt34	37,69	2,33	4,09	0,073	30,13	21,39	<0.027	5,24	100,96
427	193A1_Grt35	38,12	3,05	7,29	0,0753	30,12	21,66	<0.027	0,7411	101,06
428	193A1_Grt36	37,97	2,45	5,63	0,0515	29,08	21,6	<0.027	4,85	101,63
429	193A1_Grt37	38,39	3,63	7,2	<0.024	30,14	21,92	0,0342	0,1104	101,44
430	193A1_Grt38	38,83	7,33	4	0,1087	27,89	22,29	0,0308	0,4196	100,9
431	193A1_Grt39	38,06	4,17	3,41	<0.024	29,63	21,7	0,039	4,03	101,05
432	193A1_Grt40	37,93	2,32	7,34	0,0718	30,13	21,55	0,0476	1,45	100,84
433	193A1_Grt41	38,11	1,77	8,91	0,0966	29,51	21,47	<0.027	1,36	101,22
434	193A1_Grt42	38,53	6,06	4,86	0,0399	29,17	22,01	0,049	0,463	101,18
435	193A1_Grt43	38,32	4,29	7,02	0,157	29,22	21,67	<0.027	0,0745	100,75
436	193A1_Grt44	38,3	3,68	6,21	0,118	30,76	21,62	<0.027	0,335	101,03
437	193A1_Grt45	38,52	4,86	4,74	<0.024	30,63	21,86	<0.027	0,5636	101,2
438	193A1_Grt46	38,46	6,09	2,12	<0.024	31,78	21,98	<0.027	0,7106	101,14
439	193A1_Grt47	38,23	1,99	8,38	0,083	30,43	21,61	<0.027	0,9252	101,68
440	193A1_Grt48	38,43	3,59	8,43	0,1055	28,04	21,77	<0.027	0,7064	101,08
441	193A1_Grt49	38,69	3,5	10,58	0,1322	25,84	21,84	<0.027	0,0521	100,65
442	193A1_Grt50	37,98	2,22	7,72	0,1045	29,48	21,55	<0.027	1,99	101,04
443	193A1_Grt51	38,67	5,61	5,85	0,0591	28,33	22,05	0,0368	0,4433	101,06
444	193A1_Grt52	38,32	5,79	2,86	0,0799	31,74	21,74	<0.027	0,1707	100,71
446	193A1_Grt54	38,94	4,53	12,06	0,0632	22,62	22,12	<0.027	0,5664	100,9
447	193A1_Grt55	38,99	5,48	6,18	<0.024	27,95	22,19	0,0411	0,9526	101,79
448	193A1_Grt56	37,87	3,39	1,99	<0.023	32,31	21,56	<0.027	4,29	101,42
449	193A1_Grt57	38,09	2,78	6,6	0,0446	31,82	21,79	<0.028	0,3275	101,46
450	193A1_Grt58	37,8	1,78	8,28	0,0249	29,99	21,53	<0.027	1,51	100,93
451	193A1_Grt59	37,4	2,86	1,44	<0.024	33,07	21,17	0,0287	4,56	100,52
452	193A1_Grt60	38,09	3,06	6,54	0,0747	31,29	21,58	<0.028	0,5195	101,16

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
453	193A1_Grt61	38,09	2,36	7,96	0,0598	29,03	21,52	<0.027	1,93	100,95
454	193A1_Grt62	38,49	3,66	6,38	0,0829	30,94	21,67	0,0416	0,3356	101,6
455	193A1_Grt63	37,99	2,68	5,93	0,049	32,21	21,51	<0.027	0,5571	100,94
456	193A1_Grt64	38,34	3,39	6,13	0,0779	31,17	21,48	<0.027	0,5317	101,14
457	193A1_Grt65	38,37	3,73	6,88	<0.023	29,09	21,87	<0.027	1,2586	101,22
458	193A1_Grt66	38,7	4,21	9,5	0,1071	26,09	21,77	0,0389	0,7846	101,2
459	193A1_Grt67	38,56	5,58	7,58	0,0245	26,12	22,03	<0.027	0,5542	100,45
460	193A1_Grt68	37,63	0,8582	8,26	0,1068	27,44	21,32	<0.027	5,53	101,13
461	193A1_Grt69	38,31	5,19	4,2	0,0281	30,43	22,01	0,0284	0,862	101,06
462	193A1_Grt70	37,39	1,4659	5,41	0,0793	30,45	21,14	<0.027	5,01	100,95
463	193A1_Grt71	38,49	5,89	4,13	0,0306	29,82	22,02	0,0309	0,5749	100,98
464	193A1_Grt72	38,25	3,74	6,54	0,1161	30,12	21,78	<0.028	0,6876	101,23
465	193A1_Grt73	38,75	4,97	7,03	0,0257	27,84	21,99	<0.027	0,5966	101,22
466	193A1_Grt74	38,5	5,95	2,98	<0.024	31,32	22,06	<0.027	0,4899	101,32
467	193A1_Grt75	38,65	0,9576	19,18	0,1916	19,85	21,56	<0.026	0,5541	100,95
468	Grt_Kakanui_STD	41,31	18,82	5,1	0,4278	10,23	23,34	0,0941	0,3135	99,64
469	Olivine_SC_STD	40,7	49,25	0,0798	<0.021	9,4	0,0431	<0.025	0,1326	99,63
470	Wollastonite_STD	52,27	0,0447	47,98	<0.022	0,3581	<0.025	<0.026	0,1366	100,83
471	TiO2_STD	<0.031	<0.022	<0.028	100,29	<0.043	<0.026	<0.027	<0.024	100,33
472	Cr2O3_STD	<0.032	<0.021	<0.032	<0.027	<0.044	0,0602	100,4	0,0522	100,55
473	Rhodonit_STD	48,21	1,91	7,24	<0.025	1,0248	<0.025	<0.028	42,25	100,66
474	Hematit_STD	<0.033	<0.020	<0.032	<0.028	89,21	<0.025	<0.033	<0.029	89,23
478	SVA5/1_Grt1	38,46	3,47	7,92	0,047	16,18	21,76	<0.027	13,38	101,23
481	SVA5/1_Grt4	38,65	4,32	9,58	0,0469	25,41	21,89	0,0469	0,8853	100,83
482	SVA5/1_Grt5	38,55	4,85	7,65	0,0326	27,35	21,92	<0.027	0,5664	100,93
483	SVA5/1_Grt6	38,99	0,1124	34,5	0,2758	6,8	18,67	<0.025	0,7767	100,12
484	SVA5/1_Grt7	37,72	1,0308	8,21	0,1689	23,2	21,33	<0.027	9,42	101,09
485	SVA5/1_Grt8	39,24	7,23	9,24	<0.023	22,05	22,24	<0.026	0,5943	100,62
486	SVA5/1_Grt9	38,79	4,7	7,47	0,0418	23,6	22,24	0,0291	4,42	101,29
487	SVA5/1_Grt10	38,68	0,0325	23,99	0,1132	6,6	28,34	<0.025	0,0966	97,87

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
488	SVA5/1_Grt11	39,12	0,0446	23,87	0,1671	5,81	29,1	<0.025	0,1122	98,23
489	SVA5/1_Grt12	39,87	8,34	9,32	<0.023	20,95	22,73	0,0529	0,3615	101,66
490	SVA5/1_Grt13	37,54	0,4903	10,34	0,1881	15,83	21,19	<0.027	14,8	100,38
491	SVA5/1_Grt14	37,83	1,3157	8,87	0,0372	20,59	21,33	<0.027	10,96	100,93
492	SVA5/1_Grt15	37,05	0,7544	0,8948	<0.024	26,29	21,04	<0.028	14,96	101
493	SVA5/1_Grt16	39,72	8,39	9,69	0,0594	20,48	22,45	0,0363	0,3832	101,2
494	SVA5/1_Grt17	38,58	0,1504	23,65	0,1636	6,59	28,24	0,0886	0,0313	97,5
495	SVA5/1_Grt18	38,28	0,0265	23,21	0,0872	8,88	26,38	0,0619	0,2018	97,13
496	SVA5/1_Grt19	37,4	1,2789	3,58	0,1161	22,62	21,03	<0.027	15,09	101,12
497	SVA5/1_Grt20	38,34	3,93	9,56	0,0625	24,81	21,87	<0.027	1,78	100,37
498	SVA5/1_Grt21	38,58	0,0259	23,7	0,144	6,63	28,02	<0.026	0,1237	97,22
499	SVA5/1_Grt22	39,71	8,29	9,03	0,0381	20,63	22,37	0,0292	0,3621	100,47
500	SVA5/1_Grt23	38,54	<0.021	23,67	0,1485	7,81	27,28	<0.025	0,0618	97,52
501	SVA5/1_Grt24	38,86	5,22	9,35	0,039	23,04	22,11	<0.027	1,81	100,45
503	SVA5/1_Grt26	39,62	8,41	8,64	0,0248	20,82	22,43	<0.026	0,3981	100,35
504	SVA5/1_Grt27	39,23	7,74	8,84	0,0471	21,64	22,29	0,0813	0,4016	100,27
505	SVA5/1_Grt28	38,71	5,38	8	0,0264	25,81	22,17	<0.026	0,9823	101,09
506	SVA5/1_Grt29	38,71	0,0552	23,7	0,166	5,68	28,84	0,0521	0,1327	97,33
507	SVA5/1_Grt30	38,68	0,0306	23,7	0,16	7,08	27,73	<0.026	0,1359	97,52
508	SVA5/1_Grt31	38,59	6,59	3,99	0,0455	29,07	22,11	<0.027	0,5195	100,94
509	SVA5/1_Grt32	38,39	3,77	7,71	0,0723	26,75	21,63	<0.027	2,71	101,05
510	SVA5/1_Grt33	38,25	0,0586	23,43	0,1597	7,95	27,39	<0.025	0,1291	97,38
511	SVA5/1_Grt34	39,43	7,47	9,11	0,0494	21,86	22,35	<0.026	0,514	100,79
512	SVA5/1_Grt35	37,33	0,728	7,68	0,1665	22,04	21,14	<0.027	11,44	100,52
513	SVA5/1_Grt36	39,45	7,55	9,31	0,0965	21,27	22,27	<0.026	0,7436	100,7
514	SVA5/1_Grt37	39,91	9,27	8,19	<0.022	20,19	22,61	0,0343	0,3728	100,6
515	SVA5/1_Grt38	38,61	4,65	7,52	0,0831	27,33	21,63	0,2694	0,8052	100,9
516	SVA5/1_Grt39	39,34	8,56	6,27	<0.023	23,63	22,45	<0.026	0,4308	100,73
517	SVA5/1_Grt40	38,07	1,6304	13,07	0,0631	25,04	21,65	<0.027	1,39	100,92
518	SVA5/1_Grt41	38,38	0,0855	23,42	0,1676	5,72	28,81	<0.025	0,0806	96,67

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
519	SVA5/1_Grt42	39,77	8,84	8,55	<0.023	20,2	22,58	<0.026	0,4645	100,43
520	SVA5/1_Grt43	38,82	7,86	4,84	0,0405	25,86	22,25	0,0563	0,7804	100,51
521	SVA5/1_Grt44	39,56	8,3	8,67	0,0662	21,33	22,5	0,0267	0,4643	100,92
522	SVA5/1_Grt45	39,92	8,75	11,02	0,046	17,85	22,63	<0.026	0,3595	100,6
523	SVA5/1_Grt46	39,6	9	8,41	0,1096	20,6	22,54	0,0482	0,3481	100,66
524	SVA5/1_Grt47	39,6	9,02	7,96	0,0294	20,73	22,55	<0.026	0,4809	100,37
525	SVA5/1_Grt48	39,43	8,69	6,05	0,0335	23,81	22,31	<0.027	0,464	100,8
526	SVA5/1_Grt49	37,62	3,56	1,97	<0.023	25,06	21,6	0,0386	11,35	101,2
527	SVA5/1_Grt50	40,75	12,83	7,67	<0.022	15,94	23,16	<0.026	0,4027	100,76
528	SVA5/1_Grt51	38,38	6	3,79	0,0302	29,29	22,01	<0.027	1,66	101,17
529	SVA5/1_Grt52	36,55	0,0319	0,2349	<0.024	20,69	20,95	<0.028	22,37	100,84
530	SVA5/1_Grt53	37,42	1,93	1,67	0,1873	24,44	21,38	<0.027	13,96	101
531	SVA5/1_Grt54	38,92	4,95	9,44	0,0503	25,34	22,15	<0.027	0,5623	101,43
532	SVA5/1_Grt55	38,8	<0.022	23,96	0,059	3,4	31,01	0,0272	0,1033	97,38
533	SVA5/1_Grt56	38,36	0,0514	23,42	0,1835	5,67	29,07	<0.025	0,0933	96,85
534	SVA5/1_Grt57	39,91	10,57	7,61	0,0432	19	22,53	0,1687	0,4628	100,29
535	SVA5/1_Grt58	36,98	1,5331	3,44	0,1353	16,81	20,9	<0.027	20,4	100,21
536	SVA5/1_Grt59	39,15	7,62	9,1	0,068	21,37	22,22	0,1104	0,545	100,18
537	SVA5/1_Grt60	39,4	7,96	9,69	0,027	20,59	22,61	<0.027	0,4853	100,76
538	SVA5/1_Grt61	38,82	6,55	6,98	0,042	24,57	21,97	0,0377	1,4	100,37
539	SVA5/1_Grt62	39,25	6,89	8,86	0,1242	22,24	22,06	0,0557	1,49	100,97
540	SVA5/1_Grt63	38,53	4,72	9,19	0,0363	25,31	22,04	<0.026	0,6816	100,53
541	SVA5/1_Grt64	38,33	1,2794	16,81	0,0445	19,45	21,63	<0.027	3,07	100,64
542	SVA5/1_Grt65	37,57	0,5739	11,45	0,1584	19,71	21,32	<0.027	9,58	100,36
543	SVA5/1_Grt66	38,46	0,0881	23,57	0,1339	7,08	27,73	0,1265	0,0221	97,21
544	SVA5/1_Grt67	39,52	9,72	6,49	0,0302	21,9	22,55	0,033	0,4582	100,71
545	SVA5/1_Grt68	38,19	0,039	23,11	0,1743	7,5	27,46	<0.025	0,12	96,61
546	SVA5/1_Grt69	39,57	9,73	8,52	0,0599	19,28	22,71	<0.026	0,4104	100,28
547	SVA5/1_Grt70	38,15	5,05	9,17	<0.024	24,1	21,96	0,0333	1,34	99,81
548	SVA5/1_Grt71	39,03	7,1	8,73	0,0456	22,58	22,38	0,0779	0,5604	100,5

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
549	SVA5/1_Grt72	38,12	2,67	11,64	0,0478	22,46	21,8	0,0315	3,9	100,66
550	SVA5/1_Grt73	39,06	7,06	10,04	0,0838	21,61	22,38	<0.027	0,281	100,52
551	SVA5/1_Grt74	37,95	0,0622	23,08	0,1245	8,29	26,8	<0.025	0,2183	96,54
552	SVA5/1_Grt75	37,77	0,6492	10,64	0,0952	20,81	21,45	<0.028	9,52	100,93
553	K35b_Grt1	37,61	2,67	6,65	0,0579	31,36	21,95	<0.026	0,6882	101,02
554	K35b_Grt2	37,54	5,29	0,3874	<0.023	35,04	21,62	0,0315	0,5543	100,48
555	K35b_Grt3	36,92	2,94	0,4247	0,0289	38,37	21,36	<0.028	0,3285	100,39
556	K35b_Grt4	36,92	1,83	2,06	0,0469	35,52	21,1	<0.028	3,25	100,75
557	K35b_Grt5	37,91	2,56	11,61	0,0517	25,66	21,97	0,0287	0,8261	100,62
558	K35b_Grt6	37,71	4,56	0,4644	0,0382	35,98	21,61	<0.028	0,4925	100,86
559	K35b_Grt7	37,74	2,8	7,16	0,054	30,76	21,64	<0.027	0,6506	100,82
560	K35b_Grt8	37,78	4,35	3,57	0,0491	32,42	21,46	<0.027	0,8984	100,56
561	K35b_Grt9	37,36	1,3171	8,86	0,1476	27,73	21,36	0,0479	3,78	100,6
562	K35b_Grt10	37,24	2,85	2,72	<0.024	35,19	21,52	0,0286	1,1876	100,74
563	K35b_Grt11	38,11	3,4	7,18	0,0299	29,7	21,79	<0.027	0,6903	100,91
564	K35b_Grt12	38,86	6,08	8,16	0,041	25,22	22,16	<0.026	0,4375	100,97
565	K35b_Grt13	37,39	3,55	2,25	<0.024	35,17	21,55	<0.027	0,9282	100,85
566	K35b_Grt14	37,83	4,08	2,85	<0.024	32,33	21,6	<0.028	2,4	101,1
567	K35b_Grt15	37,66	2,39	5,81	0,073	21,22	21,64	<0.027	12,22	101,02
568	K35b_Grt16	37,76	4,61	1,1557	0,0348	35,2	21,83	<0.027	0,601	101,21
569	K35b_Grt17	36,96	1,91	3,11	0,0471	36,82	21,3	<0.027	0,5369	100,69
570	K35b_Grt18	37,22	2,65	3,96	0,0572	34,03	21,34	0,0281	1,32	100,61
571	K35b_Grt19	37,32	3,37	0,6932	<0.024	37,2	21,58	<0.027	0,7004	100,89
572	K35b_Grt20	38,38	5,08	4,7	<0.024	30,28	21,84	<0.027	0,6983	101
573	K35b_Grt21	38,07	3,32	6,07	<0.024	30,57	21,45	<0.027	1,59	101,06
574	K35b_Grt22	37,49	1,5016	8,04	0,0886	31,56	21,4	<0.027	0,7318	100,83
575	K35b_Grt23	37,56	4,26	0,63	0,0288	35,42	21,56	<0.027	1,45	100,93
576	K35b_Grt24	37,81	3,14	7,42	0,0398	29,22	21,66	<0.027	1,46	100,75
577	K35b_Grt25	37,57	4,65	0,73	<0.023	35,13	21,37	<0.027	0,9805	100,46
578	K35b_Grt26	36,72	1,81	2,52	0,0401	36,13	21,1	<0.028	2,06	100,39

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
579	K35b_Grt27	36,94	3	0,8385	0,0267	37,77	21,48	<0.028	0,5442	100,62
580	K35b_Grt28	37,34	4,55	2,57	0,2529	31,7	21,43	<0.027	2,51	100,37
581	K35b_Grt29	39,58	10,03	9,43	0,0683	17,79	22,28	0,1064	0,4364	99,72
582	K35b_Grt30	37,01	2,36	3,39	0,0559	35,53	21,31	<0.028	0,7925	100,45
583	K35b_Grt31	37,68	4,62	5,55	0,0243	29,29	21,79	<0.027	1,0295	99,97
584	K35b_Grt32	37,27	3,96	0,5001	<0.024	37,03	21,38	<0.028	0,3074	100,5
585	K35b_Grt33	37,75	5,43	3,77	<0.024	31,41	22,09	0,0499	0,3447	100,84
586	K35b_Grt34	37,55	4,59	1,0769	0,0388	35,15	21,52	<0.027	0,9691	100,91
587	K35b_Grt35	37,31	2,75	2,04	<0.024	36,59	21,42	<0.028	0,9738	101,11
588	K35b_Grt36	37,37	3,33	4,19	0,0712	33,61	21,45	<0.027	0,2287	100,25
589	K35b_Grt37	36,88	2,18	0,5841	<0.024	38,25	21,26	0,0332	1,41	100,62
590	K35b_Grt38	37,49	1,264	4,49	0,0442	33,59	21,3	<0.027	3,14	101,33
591	K35b_Grt39	38,09	4,14	5,58	0,0447	30,28	21,83	<0.027	0,5116	100,5
592	K35b_Grt40	37,89	2,54	6,93	0,0798	31,54	21,54	<0.028	0,2197	100,74
593	K35b_Grt41	37,12	1,3047	2,39	0,045	37,71	21,26	<0.027	1,1732	101,01
594	K35b_Grt42	37	3,16	0,6222	0,0548	38,23	21,27	0,0282	0,2388	100,61
595	K35b_Grt43	37,73	3,36	4,96	0,0593	31,44	21,63	<0.027	1,65	100,83
596	K35b_Grt44	38,01	3,76	7,77	0,0404	28,56	21,88	<0.026	0,7343	100,77
597	K35b_Grt45	37,05	0,9703	6,07	0,0961	32,13	21,08	<0.027	3,16	100,57
598	K35b_Grt46	37,27	1,87	5,69	0,0815	33,97	21,23	<0.027	0,1054	100,22
599	K35b_Grt47	37,71	2,52	6,88	0,0694	31,37	21,55	<0.027	0,6555	100,76
600	K35b_Grt48	38,6	4,35	9,74	0,0557	25,59	21,94	0,0819	0,3976	100,77
601	K35b_Grt49	37,87	4,56	4,58	<0.024	31	21,73	0,0439	0,7019	100,5
602	K35b_Grt50	38,27	6,3	3,43	<0.024	30,29	21,74	<0.027	0,3549	100,39
603	K35b_Grt51	37,59	1,81	7,21	0,1108	32,58	21,35	<0.027	0,1866	100,87
604	K35b_Grt52	37,52	1,1791	8,69	0,0848	30,63	21,23	<0.027	1,2079	100,54
605	K35b_Grt53	37,16	2,44	0,7543	0,0535	37,21	21,31	<0.028	1,84	100,77
606	K35b_Grt54	37,86	3,05	5,2	0,0893	26,03	21,19	<0.028	7,44	100,85
607	K35b_Grt55	37,6	2,09	8,93	0,0815	29,59	21,62	<0.027	0,9959	100,9
608	K35b_Grt56	37,88	3,36	6,25	0,0428	31,31	21,61	<0.027	0,16	100,62

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
609	K35b_Grt57	38,12	4,11	9,35	0,1278	26,13	21,58	<0.027	0,8457	100,27
610	K35b_Grt58	37,51	1,77	6,6	0,082	32,46	21,34	<0.028	0,9362	100,71
611	K35b_Grt59	38,36	3,99	9,24	<0.024	26,42	21,75	<0.026	0,708	100,48
612	K35b_Grt60	38,05	2,44	13,84	0,0613	23,25	21,65	<0.027	0,5165	99,8
613	K35b_Grt61	37,68	3,68	6,21	0,129	30,41	21,54	<0.027	0,342	99,99
614	K35b_Grt62	38,2	4,52	7,54	0,0826	27,8	21,81	<0.027	0,5756	100,54
615	K35b_Grt63	37,19	3,3	0,554	0,0296	37,65	21,25	<0.028	0,7788	100,76
616	K35b_Grt64	37,22	2,44	4,55	0,0941	34,03	21,31	0,038	1,0935	100,77
617	K35b_Grt65	37,76	5,71	2,77	0,0427	31,83	21,78	<0.027	0,4107	100,33
618	K35b_Grt66	37,6	2,61	7,37	0,0794	28,89	21,49	<0.027	2,42	100,46
619	K35b_Grt67	37,14	1,2258	5,12	0,071	31,1	20,98	<0.028	4,99	100,64
620	K35b_Grt68	37,02	1,563	3,4	<0.024	34,06	21,1	0,0304	3,49	100,67
621	K35b_Grt69	37,81	4,36	4,63	0,0561	30,76	21,56	0,0519	1,0365	100,26
622	K35b_Grt70	37,74	4,44	4,36	0,0467	31,91	21,85	<0.027	0,8207	101,17
623	K35b_Grt71	37,35	1,519	6,23	0,1157	33,8	21,43	<0.027	0,449	100,91
624	K35b_Grt72	37,74	4,2	4,66	0,0317	30,15	21,87	<0.027	2,31	100,97
625	K35b_Grt73	37,51	1,3112	8,41	0,0853	29,21	21,35	<0.027	2,79	100,68
626	K35b_Grt74	37,03	2,78	1,0429	0,0832	35,7	21,35	<0.028	2,89	100,9
627	K35b_Grt75	37,27	2,6	2,88	0,0262	34,66	21,26	<0.027	1,96	100,67
628	K43_Grt1	37,81	4,14	2,89	<0.024	33,7	21,69	0,0356	0,6427	100,91
629	K43_Grt2	37,2	1,73	3,77	0,0274	31,29	21,32	<0.028	5,49	100,82
630	K43_Grt3	37,3	2,7	1,3726	0,0392	38,04	21,31	<0.027	0,0727	100,85
631	K43_Grt4	37,06	2,39	1,6	0,0246	32,05	21,25	<0.027	6,25	100,65
632	K43_Grt5	37,71	2,09	6,27	0,06	32,02	21,44	<0.027	1,1039	100,7
633	K43_Grt6	37,86	4,79	0,5509	<0.024	35,84	21,67	<0.027	0,2244	100,95
634	K43_Grt7	38,25	4,75	6,1	0,1093	29,2	21,9	0,0321	0,3445	100,68
635	K43_Grt8	37,58	3,67	3,28	0,034	32,17	21,4	<0.028	2,4	100,54
636	K43_Grt9	37,51	2,04	6,03	0,076	33,17	21,43	<0.027	0,78	101,04
637	K43_Grt10	38,25	6,43	2,81	0,0448	30,15	21,86	<0.027	0,679	100,24
638	K43_Grt11	37,79	1,513	8,77	0,0946	27,98	21,45	<0.027	3,23	100,85

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
639	K43_Grt12	37,2	3,61	0,4362	0,0571	37,09	21,35	<0.028	0,5162	100,26
640	K43_Grt13	37,32	1,5778	7,11	0,0571	30,91	21,37	<0.027	2,2	100,54
641	K43_Grt14	37,53	3,78	0,5464	<0.024	36,84	21,72	<0.027	0,534	100,96
643	K43_Grt16	37,4	3,08	2,4	<0.023	34,77	21,31	<0.028	1,44	100,41
645	K43_Grt18	37,78	2,68	8,04	0,0345	29,46	21,55	<0.026	1,2701	100,85
646	K43_Grt19	37,64	4,06	1,74	<0.023	33,8	21,69	<0.026	2,07	101
647	K43_Grt20	37,62	2,09	9,05	0,0642	29,64	21,49	<0.026	0,6686	100,64
648	K43_Grt21	37,33	2,28	4,85	0,0672	34,3	21,54	<0.026	0,7121	101,1
649	K43_Grt22	37,82	3,25	8,27	0,2048	28,99	17,31	0,0276	0,1903	96,07
650	K43_Grt23	37,12	1,5741	5,94	0,098	33,27	21,22	0,0732	1,2536	100,55
651	K43_Grt24	22,16	3,03	0,3047	0,027	20,42	10,13	<0.026	0,2924	56,37
652	K43_Grt25	37,69	4,52	2,71	0,0236	33,44	21,78	<0.026	0,5145	100,69
653	K43_Grt26	36,48	0,7554	1,92	0,0666	24,52	21,03	0,0291	15,47	100,27
654	K43_Grt27	38,26	5,25	5,83	0,0422	28,87	22,05	<0.025	0,2551	100,56
655	K43_Grt28	31,7	2,83	0,9673	<0.023	32,59	21,51	<0.026	0,3312	89,95
656	K43_Grt29	37,75	2,25	10,79	0,1263	27,38	21,35	<0.026	0,4121	100,06
657	K43_Grt30	38,11	3,09	11,19	0,067	25,42	21,63	0,0268	0,7493	100,27
658	K43_Grt31	37,61	3,23	6,08	0,0479	30,89	21,4	<0.026	0,9721	100,23
659	K43_Grt32	37,01	2,46	1,82	<0.023	33,44	21,41	<0.027	3,84	99,99
660	K43_Grt33	36,89	1,2204	5,12	0,0717	30,22	21	<0.026	5,22	99,77
661	K43_Grt34	37,73	2,23	8,67	0,1249	29,47	21,48	0,0324	0,767	100,51
662	K43_Grt35	37,36	1,97	3,82	0,0374	35,5	21,25	<0.026	0,5477	100,49
663	K43_Grt36	37,15	1,1757	6,89	0,0708	32,06	21,07	<0.026	1,78	100,23
664	K43_Grt37	38,55	4,93	7,74	0,0628	27,27	21,82	0,0713	0,4906	100,95
665	K43_Grt38	38,5	7,49	1,62	0,0418	30,22	21,74	<0.025	0,4169	100,05
666	K43_Grt39	37,55	2,52	3,56	0,0559	34,65	21,36	<0.026	1,51	101,22
667	K43_Grt40	38,01	2,16	8,72	0,0712	30,32	21,74	0,0454	0,1737	101,24
668	K43_Grt41	37,56	1,7	6,71	0,0336	20,6	21,46	<0.027	12,57	100,65
669	K43_Grt42	38,23	4,51	7,58	0,1032	27,9	21,73	0,0317	0,28	100,36
670	K43_Grt43	37,89	2,75	6,67	0,0936	31,54	21,6	0,0302	0,3006	100,87

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
671	K43_Grt44	37,35	3,01	4,01	0,0411	31,74	21,39	<0.026	3,01	100,56
672	K43_Grt45	37,25	1,1251	5,32	0,0839	30,46	21,16	<0.026	5,36	100,78
673	K43_Grt46	37,58	2,49	6,55	0,0636	31,61	21,38	0,0361	0,7541	100,46
674	K43_Grt47	38,09	3,92	8,37	0,0686	27,4	21,63	<0.026	0,571	100,05
675	K43_Grt48	37,18	1,1636	6,88	0,0435	28,33	21,09	<0.026	5,49	100,2
676	K43_Grt49	37,13	2,66	0,6949	0,0407	38,69	21,19	<0.026	0,5162	100,94
677	K43_Grt50	37,41	2,64	2	<0.022	31,82	21,26	0,0355	5,56	100,76
678	K43_Grt51	37,33	0,9869	9	0,1435	30,69	21,34	<0.026	0,9241	100,43
679	K43_Grt52	37,17	1,88	2,31	0,0292	37,28	21,3	<0.026	1,0902	101,06
680	K43_Grt53	37,39	3,55	6,27	0,0329	29,82	21,57	<0.026	1,33	99,99
681	K43_Grt54	37,74	5,2	1,3101	<0.023	34,55	21,78	0,034	0,172	100,81
682	K43_Grt55	38,24	4,94	6,38	0,0362	28,71	21,94	<0.026	0,506	100,78
683	K43_Grt56	38,15	4,58	6,79	0,0412	28,9	21,92	<0.026	0,33	100,72
684	K43_Grt57	37,47	2,77	3,47	0,0542	35,33	21,4	0,0276	0,1258	100,64
685	K43_Grt58	38,31	5,21	9,08	0,0751	25,34	21,91	<0.026	0,1773	100,14
686	K43_Grt59	37,69	2,24	6,97	0,0601	32,31	21,42	<0.026	0,1496	100,86
687	K43_Grt60	37,81	3,54	2,34	0,0643	35,74	21,38	<0.026	0,1614	101,04
688	K43_Grt61	37,47	3,47	0,4368	0,044	38,07	21,4	<0.026	0,2178	101,11
689	K43_Grt62	37,76	3	6,85	0,0998	31,02	21,61	<0.026	0,5716	100,94
690	K43_Grt63	37,47	1,79	7,41	0,1025	32,17	21,29	<0.026	0,3039	100,56
691	K43_Grt64	37,28	2,56	3,26	0,054	35,86	21,19	<0.026	0,0931	100,3
692	K43_Grt65	38,17	4,96	4,21	0,1253	30,17	21,67	0,0654	1,1838	100,56
693	K43_Grt66	37,86	5,58	1,86	<0.023	32,78	21,73	<0.026	0,4984	100,33
694	K43_Grt67	38,1	4,1	5,12	<0.023	31,29	21,7	0,0265	0,5729	100,93
695	K43_Grt68	38,26	3,4	9,93	0,1148	26,44	21,82	<0.026	0,5932	100,57
696	K43_Grt39	38,21	5,76	4,95	0,0328	28,75	22,09	<0.026	0,6937	100,5
697	K43_Grt70	37,66	2,68	5,68	0,0566	32,74	21,49	<0.027	0,3128	100,63
698	K43_Grt71	37,82	2,59	7,05	0,0504	30,28	21,55	<0.026	0,982	100,34
699	K43_Grt72	37,62	1,316	7,26	0,1192	29,66	21,17	<0.027	3,4	100,55
700	K43_Grt73	37,31	2,53	3,47	0,05	36,17	21,46	<0.027	0,1237	101,12

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
701	K43_Grt74	37,73	3,05	6,69	0,0956	30,88	21,65	<0.025	0,603	100,7
702	K43_Grt75	37,18	2,98	2	0,0308	36,51	21,41	<0.026	0,687	100,82
703	Grt_Kakanui_STD	41,35	18,63	4,97	0,4008	10,24	23,13	0,1042	0,2979	99,12
704	Olivine_SC_STD	40,41	49	0,0845	<0.020	9,5	0,0229	0,0398	0,1067	99,17
705	Wollastonite_STD	51,77	0,0534	46,43	<0.022	0,403	<0.024	<0.025	0,1552	98,83
706	TiO2_STD	<0.030	<0.021	<0.028	98,16	<0.042	<0.025	<0.026	<0.024	98,19
707	Cr2O3_STD	<0.032	<0.020	<0.031	<0.026	<0.043	0,0304	99,29	0,093	99,46
708	Rhodonit_STD	47,15	1,8	6,94	<0.024	0,9428	0,0342	<0.027	42,43	99,29
709	Hematit_STD	<0.031	0,024	<0.032	<0.027	89,81	0,0322	<0.031	0,0287	89,92
713	D1_Grt1	37,18	2,76	2,9	0,3742	32,55	21,54	<0.026	3,25	100,56
714	D1_Grt2	37,42	1,95	3,76	0,0561	36,18	21,34	<0.026	0,4272	101,15
715	D1_Grt3	37,19	2,62	1,86	<0.023	37,31	21,48	<0.026	0,4012	100,88
716	D1_Grt4	37,1	0,5965	7,76	0,0644	27,38	21,19	<0.026	5,91	100,01
717	D1_Grt5	38,4	3,14	9,18	0,1242	27,92	21,62	<0.026	0,3001	100,71
718	D1_Grt6	38,54	4,73	5,92	0,0373	29,78	21,97	<0.026	0,3729	101,36
719	D1_Grt7	37,34	1,5816	4,67	0,0449	34,82	21,5	<0.027	0,9072	100,86
720	D1_Grt8	37,6	3,45	1,99	<0.023	33,19	21,55	<0.027	3,07	100,86
721	D1_Grt9	38,09	3,85	5,33	0,0246	27,98	21,93	0,0348	3,54	100,77
722	D1_Grt10	37,17	1,77	3,19	0,0571	34,75	21,32	<0.027	2,48	100,74
723	D1_Grt11	37,66	3,61	4,14	<0.023	31,16	21,65	<0.026	2,78	101,02
724	D1_Grt12	37,45	1,5697	5,32	0,0672	34,48	21,36	<0.026	0,7807	101,03
725	D1_Grt13	37,22	0,8212	3,95	0,0716	30,07	21,02	0,0316	6,45	99,63
726	D1_Grt14	37,42	3,14	2,54	<0.023	35,31	21,61	<0.026	1,0155	101,05
727	D1_Grt15	37,22	1,5038	4,05	0,0567	34,76	21,41	<0.027	2,2	101,2
728	D1_Grt16	37,44	1,4643	4,76	<0.023	33,27	21,25	<0.026	3,03	101,22
729	D1_Grt17	37,32	1,6135	4,05	0,0329	34,68	21,34	<0.026	2,22	101,26
730	D1_Grt18	37,56	4,03	1,66	<0.023	35,1	21,7	<0.027	0,963	101,01
731	D1_Grt19	37,6	2,8	2,94	0,0305	35,05	21,49	<0.027	1,35	101,25
732	D1_Grt20	37,36	2,45	3,1	0,0243	34,9	21,39	0,0312	1,37	100,62
733	D1_Grt21	37,64	3,22	2	0,0379	36,46	21,47	<0.026	0,0969	100,93

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
734	D1_Grt22	38,44	2,87	9,52	0,0709	28,09	21,83	<0.026	0,2468	101,07
735	D1_Grt23	37,69	3,54	1,3923	0,0271	35,94	21,53	<0.027	1,179	101,3
736	D1_Grt24	37,92	2,2	8,28	0,0462	30,51	21,64	<0.026	0,4929	101,09
737	D1_Grt25	37,73	2,5	4,61	0,0465	33,22	21,46	<0.027	1,55	101,12
738	D1_Grt26	37,52	2,9	1,69	<0.024	35,58	21,38	<0.026	2,33	101,42
739	D1_Grt27	37,3	1,3385	3,58	0,0555	35,19	21,33	<0.027	2,71	101,51
740	D1_Grt28	37,35	2,69	0,9258	0,0431	38,42	21,34	<0.027	0,596	101,36
741	D1_Grt29	37,14	2,25	0,8996	0,0437	38,2	21,3	<0.027	1,0726	100,93
742	D1_Grt30	37,25	1,5641	3,89	0,0789	36,17	21,24	<0.027	1,0423	101,25
743	D1_Grt31	37,32	0,9552	4,86	0,0976	35,47	21,24	<0.026	1,46	101,41
744	D1_Grt32	37,42	1,0106	5,89	0,0563	33,25	21,24	<0.027	2,24	101,12
745	D1_Grt33	37,92	4,18	1,48	<0.023	34,91	21,53	0,0273	1,0979	101,15
746	D1_Grt34	37,19	1,4848	2,09	0,0547	37,04	21,28	<0.026	2,42	101,57
747	D1_Grt35	37,44	2,81	0,822	0,0313	37,31	21,58	<0.026	1,56	101,56
748	D1_Grt36	38,03	2,38	6,96	0,0685	27,17	21,65	<0.026	4,83	101,1
749	D1_Grt37	37,73	1,4739	6,63	0,0402	33,16	21,36	<0.027	1,2898	101,68
750	D1_Grt38	37,38	2,18	1,77	<0.023	32,24	21,4	<0.027	6,28	101,27
751	D1_Grt39	37,85	2,88	3,77	0,0736	34,61	21,57	<0.026	1,0401	101,79
752	D1_Grt40	37,72	3,07	1,88	<0.023	34,12	21,64	<0.026	3,15	101,59
753	D1_Grt41	37,8	1,96	9,06	0,0824	29,11	21,16	<0.026	1,31	100,49
754	D1_Grt42	37,27	1,2962	3,9	0,0751	35,8	21,47	0,0312	1,34	101,19
755	D1_Grt43	37,67	2,06	4,99	0,055	34,05	21,55	0,031	0,8201	101,23
756	D1_Grt44	37,18	2,65	0,8014	0,0385	38,2	21,35	<0.026	1,1128	101,34
757	D1_Grt45	37,67	2,94	1,84	<0.023	35,39	21,6	<0.026	2,1	101,54
758	D1_Grt46	37,79	2,27	4,56	<0.023	33,44	21,7	<0.026	1,37	101,13
759	D1_Grt47	37,99	0,7701	9,87	0,1426	25,17	21,49	<0.026	5,77	101,23
760	D1_Grt48	37,77	3,29	2,52	<0.023	35,47	21,44	<0.026	0,7089	101,22
761	D1_Grt49	37,6	2,42	4,17	0,0628	35,23	21,52	<0.027	0,5321	101,56
762	D1_Grt50	37,61	3,04	1,45	0,0369	37,41	21,45	<0.026	0,647	101,65
763	D1_Grt51	37,52	2,34	2,41	0,0799	35,93	21,32	<0.027	1,47	101,07

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
764	D1_Grt52	38,2	5,2	1,78	<0.023	32,96	21,85	<0.026	1,5	101,52
765	D1_Grt53	37,53	1,78	3,86	0,0704	36,11	21,4	<0.026	0,5843	101,33
766	D1_Grt54	37,35	1,415	3,7	0,0459	34,95	21,27	<0.027	2,65	101,39
767	D1_Grt55	37,9	3,95	3,4	<0.023	32,91	21,67	<0.026	1,64	101,49
768	D1_Grt56	37,64	2,22	5,05	0,0455	34,49	21,64	<0.026	0,6555	101,75
769	D1_Grt57	37,45	1,98	2,1	<0.023	36,45	21,39	<0.026	2,39	101,76
770	D1_Grt58	38,16	4,45	3,23	<0.023	33	21,83	<0.026	0,8178	101,5
771	D1_Grt59	37,54	1,89	4,7	0,0581	34,56	21,22	<0.026	1,0669	101,04
772	D1_Grt60	37,73	4,36	0,6765	0,0236	36,23	21,63	0,0272	0,6906	101,36
773	D1_Grt61	37,41	1,85	3,96	0,0727	34,69	21,39	<0.026	1,86	101,25
774	D1_Grt62	37,61	1,96	4,93	0,055	32,85	21,4	<0.026	2,46	101,29
775	D1_Grt63	37,49	2,52	3,51	<0.023	34,96	21,57	0,036	1,0528	101,16
776	D1_Grt64	37,44	2,97	2,72	0,0453	32,95	21,46	0,0334	3,19	100,8
778	D1_Grt66	38,08	0,9054	10,85	0,108	24,28	21,38	<0.026	5,31	100,92
779	D1_Grt67	39,5	7,56	8,91	0,0373	22,09	22,3	<0.025	0,5377	100,94
780	D1_Grt68	38,19	2,89	6,96	0,0463	30,64	21,66	<0.026	0,9044	101,29
781	D1_Grt69	37,58	2	6,02	0,0267	31,62	21,6	0,0452	2,16	101,05
782	D1_Grt70	37,2	1,0468	3,85	0,0807	32,52	21,25	<0.026	4,35	100,32
783	D1_Grt71	38,47	5,3	4,77	0,0466	29,63	21,89	<0.026	0,6618	100,8
785	D1_Grt73	38,41	6,04	2,38	0,0255	30,9	21,9	<0.026	1,45	101,12
786	D1_Grt74	37,24	1,2569	3,79	0,051	34,3	21,32	<0.026	3,37	101,35
787	D1_Grt75	37,57	3,66	0,4351	<0.023	37,43	21,56	<0.026	0,675	101,35
788	K38_Grt1	37,95	4,4	1,76	0,0303	35,1	21,7	<0.026	0,2478	101,2
789	K38_Grt2	38,41	4,05	4,62	0,1027	32,25	21,85	0,0396	0,1402	101,46
790	K38_Grt3	38,1	3,66	2,06	<0.022	24,86	21,73	<0.026	11,17	101,6
791	K38_Grt4	38,04	2,12	6,83	0,0463	32,05	21,6	<0.026	0,6597	101,37
792	K38_Grt5	38,79	5,5	5,73	<0.023	28,63	22,07	<0.027	0,4618	101,19
793	K38_Grt6	38,59	4,16	8,81	0,1125	26,97	21,98	<0.026	0,5093	101,13
794	K38_Grt7	37,75	3,83	0,6702	0,0244	36,55	21,68	<0.026	0,6838	101,19
795	K38_Grt8	37,72	1,456	6,4	0,0618	33,76	21,47	<0.026	0,47	101,34

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
796	K38_Grt9	38,53	5,84	3,13	0,0315	31,25	22,02	<0.026	0,514	101,35
797	K38_Grt10	37,84	1,75	5,68	0,0598	33,83	21,52	0,0308	0,9289	101,64
798	K38_Grt11	38,69	5,46	4,7	0,0942	29,87	22,02	<0.026	0,437	101,29
799	K38_Grt12	37,85	1,96	6,85	0,0696	33,1	21,51	<0.026	0,1669	101,53
800	K38_Grt13	38,1	6,13	0,2959	0,0431	34,34	21,72	<0.026	0,261	100,92
801	K38_Grt14	37,68	0,8267	8,8	0,1501	28,71	21,26	0,035	3,66	101,12
802	K38_Grt15	38,55	5,8	3,13	<0.022	31,08	22,17	0,0481	0,6084	101,41
803	K38_Grt16	38,23	5,04	0,4957	<0.023	35,86	21,9	<0.026	0,1573	101,7
804	K38_Grt17	37,73	1,4731	6,12	0,0718	32,29	21,34	<0.027	1,89	100,92
805	K38_Grt18	38,03	1,6175	7,45	0,1051	28,91	21,36	<0.026	3,49	100,97
806	K38_Grt19	37,6	2,03	4,3	0,0718	35,13	21,35	<0.026	0,6472	101,17
807	K38_Grt20	38,42	5,58	4,06	0,0325	30,41	22,08	0,0276	0,4711	101,08
808	K38_Grt21	37,7	3,65	0,6819	0,0403	36,43	21,54	<0.026	1,55	101,58
809	K38_Grt22	38,83	5,65	8,07	0,0449	25,79	21,96	0,0407	0,2697	100,65
810	K38_Grt23	37,69	2,72	3,26	<0.024	34,4	21,56	0,033	2,04	101,69
811	K38_Grt24	37,91	2,5	7,5	0,1171	30,61	21,72	<0.026	0,5855	100,94
812	K38_Grt25	37,85	2,17	3,83	<0.023	34,55	21,56	<0.026	1,38	101,36
813	K38_Grt26	38,77	4,31	9,19	0,0611	26,16	22	0,0329	0,5325	101,05
814	K38_Grt27	37,83	3,15	3,47	<0.023	34,21	21,71	<0.026	0,9723	101,38
815	K38_Grt28	37,89	1,81	7,41	0,0973	31,57	21,65	<0.026	1,0286	101,47
816	K38_Grt29	37,94	3,23	3,31	0,0513	33,31	21,39	<0.026	1,49	100,73
817	K38_Grt30	38,7	4,21	9,48	0,122	26,47	21,88	0,0368	0,1128	101,01
818	K38_Grt31	38,26	5,66	1,0123	<0.023	34,22	21,83	<0.026	0,4152	101,4
819	K38_Grt32	37,37	1,3745	5,53	0,0525	32,85	21,39	<0.026	2,65	101,22
820	K38_Grt33	38,73	5,57	6,73	0,0331	27,06	22,1	0,0279	0,6483	100,9
821	K38_Grt34	39,3	6,62	10,29	0,0686	21,89	22,21	<0.026	0,4283	100,81
822	K38_Grt35	37,62	1,92	2,4	0,0501	36,42	21,33	<0.026	1,75	101,5
823	K38_Grt36	37,65	1,71	6,17	0,0698	33,07	21,55	<0.027	1,0755	101,29
824	K38_Grt37	37,51	2,6	3,25	<0.023	34,28	21,4	<0.026	1,99	101,06
825	K38_Grt38	37,74	3,45	0,5663	0,0431	37,75	21,67	<0.027	0,4129	101,63

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
826	K38_Grt39	38,14	2,66	6,45	0,0493	31,6	21,47	0,0341	0,6087	101,01
827	K38_Grt40	38,87	5,46	4,8	<0.022	29,56	22,25	<0.026	0,6477	101,6
828	K38_Grt42	37,84	4,01	0,366	0,0322	37,36	21,72	<0.026	0,382	101,72
829	K38_Grt43	37,8	2,28	5,46	0,0835	33,69	21,62	<0.027	0,3082	101,24
830	K38_Grt44	37,88	1,4153	8,64	0,0746	30,84	21,45	0,0291	0,8607	101,2
831	K38_Grt45	37,46	1,1907	5,7	0,0541	34,43	21,43	<0.027	0,7975	101,08
832	K38_Grt46	38,68	4,97	3,71	0,0229	32,21	22,02	<0.026	0,232	101,86
833	K38_Grt47	37,69	2,27	3,47	0,0438	32,83	21,49	0,0452	3,28	101,13
834	K38_Grt48	37,4	0,8036	5,11	0,057	32,41	21,08	<0.027	4,56	101,45
835	K38_Grt49	38,94	5,56	8,36	0,0387	25,79	22,01	<0.026	0,5331	101,23
836	K38_Grt50	37,55	0,7758	5,14	0,0617	32,47	21,16	<0.027	4,5	101,68
837	K38_Grt51	39,02	5,11	9,16	0,0345	25,77	22,15	0,0311	0,2738	101,54
838	K38_Grt52	38,17	3,79	5,6	0,0524	31,15	21,75	<0.026	0,8071	101,35
839	K38_Grt53	37,59	1,2908	4,56	0,0719	35	21,32	<0.027	1,55	101,38
840	K38_Grt54	37,98	1,2453	11,55	0,0725	27	21,6	<0.026	1,45	100,91
841	K38_Grt55	38,48	5,17	3,18	0,0439	32,06	21,7	0,0349	0,504	101,18
842	K38_Grt56	39,09	4,99	8,99	0,0609	25,47	22,26	<0.025	0,7644	101,63
843	K38_Grt57	38,28	1,517	10,93	0,0526	27,91	21,81	0,0302	0,7759	101,3
844	K38_Grt58	37,62	1,2973	4,35	0,0749	35,14	21,37	<0.026	1,51	101,38
845	K38_Grt59	38,06	4,88	0,4702	<0.023	36,11	21,96	<0.026	0,3485	101,83
846	K38_Grt60	37,74	2,74	1,3831	0,0374	38,13	21,47	<0.027	0,2354	101,73
847	K38_Grt61	38,73	4,28	7,91	0,0351	27,7	22,12	0,0327	0,5349	101,35
849	K38_Grt63	37,73	2,84	1,2715	<0.023	37,98	21,46	<0.027	0,2155	101,51
850	K38_Grt64	38,48	4,48	6,45	0,0647	29,18	22,03	<0.026	0,6	101,29
851	K38_Grt65	38,08	3,72	0,5728	<0.023	37,07	21,65	<0.026	0,645	101,75
852	K38_Grt66	38,59	4,8	4,48	<0.023	31	22,08	<0.026	0,8584	101,83
853	K38_Grt67	39,24	4,31	10,33	0,058	25	22,06	<0.025	0,6378	101,66
854	K38_Grt68	38,59	6,47	0,6707	<0.023	33,67	22,01	0,0292	0,2288	101,68
855	K38_Grt69	37,7	0,87	8,86	0,0496	30,28	21,63	<0.026	1,86	101,26
856	K38_Grt70	37,97	1,1042	9,67	0,1768	27,41	21,4	0,0385	3,45	101,24

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
857	K38_Grt71	37,88	2,86	3,28	0,0489	35,41	21,65	<0.026	0,6826	101,85
858	K38_Grt72	37,48	1,6174	4,63	0,0539	35,27	21,31	<0.026	0,7963	101,17
859	K38_Grt73	38,16	2,99	8,04	0,0765	27,34	21,69	<0.026	3,07	101,37
860	K38_Grt74	38,13	1,79	8,74	0,1191	28,89	21,39	<0.026	1,84	100,91
861	K38_Grt75	37,82	1,79	5,36	<0.023	33,76	21,67	<0.026	1,2607	101,67
862	P3_Grt1	37,39	1,2628	4,05	0,0857	35,78	21,2	<0.026	1,35	101,13
863	P3_Grt2	37,48	2,67	3,41	0,086	35,03	21,25	0,0466	0,6634	100,62
864	P3_Grt3	37,76	1,1636	9,47	0,1271	26,08	21,44	<0.026	4,97	101,03
865	P3_Grt4	37,51	1,2047	4,48	0,0306	35,32	21,2	<0.026	1,36	101,1
866	P3_Grt5	37,68	2,66	2,91	0,052	35,58	21,39	<0.026	1,0848	101,36
867	P3_Grt6	37,65	3,17	1,2057	<0.022	36,15	21,8	<0.026	1,69	101,69
868	P3_Grt7	37,95	1,4395	7,95	0,0835	31,63	21,53	0,0492	1,1198	101,75
869	P3_Grt8	37,16	2,54	0,3666	0,0789	39,03	21,18	<0.027	0,5832	100,94
870	P3_Grt9	37,9	1,2908	9,61	0,0821	30,41	21,54	<0.026	0,5174	101,36
871	P3_Grt10	37,3	2,52	1,1899	<0.023	35,09	21,25	0,0287	3,72	101,11
872	P3_Grt11	38,87	6,17	6,55	0,0887	26,7	21,95	0,219	0,3268	100,88
873	P3_Grt12	37,54	3,61	0,9091	<0.023	31,33	21,56	<0.026	5,79	100,77
874	P3_Grt13	37,45	1,74	2,44	<0.023	35,85	21,26	<0.027	2,61	101,37
875	P3_Grt14	38,12	4,48	2,64	0,0225	32,93	21,82	<0.026	1,0136	101,04
876	P3_Grt15	37,54	1,6232	4,17	0,0716	35,74	21,09	<0.026	1,0195	101,28
877	P3_Grt16	37,54	3,02	1,3429	<0.023	33,64	21,54	<0.027	3,93	101,02
878	P3_Grt17	37,58	1,5779	4,04	0,0495	36,05	21,23	<0.027	1,1478	101,68
879	P3_Grt18	37,52	2,2	4,28	<0.023	29,76	21,34	<0.027	5,91	101,02
880	P3_Grt19	37,25	1,492	2,14	0,0598	36,82	21,29	<0.027	2,55	101,62
882	P3_Grt21	37,51	0,9234	7,78	0,0956	30,44	21,31	<0.026	3,02	101,09
883	P3_Grt22	37,64	2,91	2,22	<0.023	35,42	21,34	<0.026	1,51	101,07
884	P3_Grt23	37,24	1,97	1,2038	0,0789	37,9	21,33	<0.026	1,79	101,52
885	P3_Grt24	37,04	0,979	3,33	0,0665	30,84	21,22	<0.027	6,8	100,27
886	P3_Grt25	37,38	1,87	2,79	0,0639	34,24	21,33	0,0278	3,64	101,35
887	P3_Grt26	37,71	3,67	1,65	<0.023	20,11	21,61	<0.026	16,12	100,9

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
888	P3_Grt27	37,91	4,66	2,02	<0.023	33,74	21,36	<0.026	1,0651	100,75
889	P3_Grt28	37,59	1,4379	5,11	0,0533	35,83	21,23	<0.026	0,1283	101,39
890	P3_Grt29	37,54	2,42	0,9483	<0.023	34,45	21,38	0,0266	4,31	101,07
891	P3_Grt30	38,18	4,75	2,47	0,0361	31,45	21,47	<0.026	3,03	101,39
892	P3_Grt31	37,84	2,54	5,51	0,0834	31,06	21,36	<0.026	2,85	101,27
893	P3_Grt32	37,91	1,1234	8,65	0,1752	25,4	21,33	<0.026	6,65	101,25
894	P3_Grt33	37,75	3,99	0,4517	0,0334	37,15	21,41	<0.027	0,3863	101,19
895	P3_Grt34	37,57	3,56	0,8935	<0.023	37,15	21,63	0,0415	0,7175	101,57
896	P3_Grt35	38,3	2,44	6,84	<0.023	30,27	21,85	<0.026	1,87	101,59
897	P3_Grt36	37,91	2,77	2,41	<0.023	32,54	21,43	<0.026	4,66	101,75
898	P3_Grt37	37,93	2,77	2,95	0,0275	33,82	21,62	<0.026	2,25	101,4
899	P3_Grt38	37,84	2,11	4,01	0,0843	34,48	21,5	<0.027	1,5	101,53
900	P3_Grt39	37,51	1,98	2,46	0,0268	38,1	21,34	<0.027	0,4565	101,88
901	P3_Grt40	37,87	2,85	2,56	<0.024	32,44	21,52	<0.027	4,62	101,87
902	P3_Grt41	38,12	2,4	6,7	0,0562	30,65	21,7	<0.026	2,09	101,73
903	P3_Grt42	37,81	3,6	0,9837	<0.023	36,92	21,49	<0.027	0,7159	101,54
904	P3_Grt43	37,75	3,94	0,3948	0,0376	37,04	21,8	<0.027	0,3921	101,36
905	P3_Grt44	37,85	1,1191	9,04	0,1547	25,68	21,24	<0.026	6,39	101,47
906	P3_Grt45	37,6	2,56	2,68	0,0719	36,1	21,26	<0.027	0,8606	101,15
907	P3_Grt46	37,72	1,95	3,28	0,0651	37,07	21,47	<0.026	0,2097	101,77
908	P3_Grt47	37,71	3,27	1,54	<0.022	29,99	21,45	<0.026	7,3	101,29
909	P3_Grt48	37,38	1,97	2,4	0,0502	38,21	21,41	<0.027	0,5039	101,93
910	P3_Grt49	37,49	1,86	3,7	0,0598	36,19	21,28	<0.026	0,3634	100,96
911	P3_Grt50	37,53	1,73	3,6	0,0836	36,31	21,12	<0.027	0,8242	101,19
912	P3_Grt51	37,6	2,05	3,93	0,035	34,71	21,45	<0.026	1,092	100,89
913	P3_Grt52	37,51	2,16	3,41	0,082	34,88	21,45	<0.026	1,81	101,3
914	P3_Grt53	37,53	1,0507	4,12	0,1258	33,3	21,28	<0.026	4,07	101,48
915	P3_Grt54	37,83	4,15	1,3225	<0.023	34,03	21,59	<0.026	2,13	101,07
916	P3_Grt55	37,51	2,97	1,3581	<0.023	37,12	21,39	<0.026	0,6403	101
917	P3_Grt56	37,52	1,6356	3,8	0,0659	36,33	21,38	<0.026	0,9545	101,7

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
918	P3_Grt57	38,53	5,17	3,93	<0.022	30,89	22,02	0,0302	0,9626	101,55
919	P3_Grt58	37,62	3,46	0,534	<0.023	36,73	21,57	<0.026	1,1463	101,08
920	P3_Grt59	38,34	5,82	1,1095	<0.023	32,09	21,79	<0.026	1,65	100,81
921	P3_Grt60	38,22	4,36	2,28	0,0841	32,93	21,72	0,0278	1,82	101,44
922	P3_Grt61	37,79	3,68	0,969	<0.023	33,97	21,59	<0.027	3,52	101,52
923	P3_Grt62	37,55	0,8504	4,83	0,0544	31,38	21,15	<0.026	5,29	101,12
924	P3_Grt63	37,62	2,96	1,2827	<0.023	37,88	21,57	<0.027	0,4084	101,74
925	P3_Grt64	37,92	3,96	1,0517	<0.023	33,25	21,82	<0.027	3,48	101,49
926	P3_Grt65	37,65	2,54	2,51	<0.023	35,85	21,31	<0.027	1,4	101,29
927	P3_Grt66	37,86	2,01	5,74	0,0581	33,91	21,62	<0.026	0,2385	101,46
928	P3_Grt67	38,15	4,19	1,62	0,023	35,42	21,62	<0.026	0,511	101,54
929	P3_Grt68	37,96	2,25	7,96	0,0971	29,27	21,64	<0.026	2,05	101,23
930	P3_Grt69	38,25	5,28	1,0642	<0.022	33,89	21,82	<0.026	1,43	101,74
931	P3_Grt70	37,34	2,22	2,16	0,0484	33,76	21,43	<0.026	4,34	101,31
932	P3_Grt71	37,29	0,9241	3,33	0,057	33,82	21,28	<0.026	4,67	101,39
933	P3_Grt72	37,35	0,6887	4,88	0,0921	26,38	21,18	<0.027	10,31	100,88
934	P3_Grt73	38,02	1,73	9,19	0,1147	29	21,58	<0.026	1,73	101,39
935	P3_Grt74	38,36	2,98	5,24	0,0339	33,38	21,74	<0.026	0,2961	102,04
936	P3_Grt75	38,29	5,6	1,153	<0.023	32,96	21,96	<0.026	1,29	101,28
937	Grt_Kakanui_STD	41,46	18,91	5,03	0,4248	10,18	23,56	0,0875	0,3277	99,97
938	Olivine_SC_STD	40,7	49,43	0,0816	<0.020	9,32	<0.022	0,0567	0,1135	99,72
939	Wollastonite_STD	52,28	0,0269	47,9	<0.021	0,3256	<0.025	<0.025	0,133	100,68
940	TiO2_STD	<0.030	<0.020	<0.028	99,95	<0.041	<0.025	<0.026	<0.023	99,99
941	Cr2O3_STD	<0.033	<0.020	<0.032	<0.026	<0.044	0,0356	100,26	0,0876	100,4
942	Rhodonit_STD	47,82	1,85	7,18	0,0276	1,0153	0,036	<0.027	42,28	100,22
943	Hematit_STD	<0.033	<0.020	<0.031	0,0531	89,77	0,034	<0.031	<0.028	89,89
948	I2_Grt2	37,85	1,91	7,44	0,0795	32,03	21,5	<0.025	0,2871	101,12
949	I2_Grt3	37,57	2,64	1,53	<0.023	36,17	21,49	<0.026	2,15	101,56
950	I2_Grt4	37,53	0,7989	5,38	0,0858	30,83	21,1	<0.027	5,29	101,03
951	I2_Grt5	37,69	1,97	4,67	0,0882	33,31	21,47	<0.027	1,75	100,95

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
952	I2_Grt6	37,82	2,87	2,05	<0.023	35,52	21,59	<0.026	1,46	101,33
953	I2_Grt7	37,99	2,86	6,2	0,0524	31,34	21,41	<0.026	1,0666	100,95
954	I2_Grt8	38,35	2,83	9,03	0,1396	27,89	21,71	<0.026	1,1268	101,07
955	I2_Grt9	38,16	2,36	6,93	0,055	31,22	21,46	<0.026	0,89	101,08
956	I2_Grt10	38,64	7,23	2,32	<0.022	29,05	22,16	<0.026	1,5	100,93
957	I2_Grt11	37,78	2,83	2,82	0,0463	36,06	21,53	<0.026	0,23	101,31
958	I2_Grt12	38,4	5,14	3,2	0,1409	31,25	21,79	<0.026	1,2375	101,17
959	I2_Grt13	37,76	3,61	1,86	<0.023	34,53	21,59	<0.026	2,02	101,38
960	I2_Grt14	37,79	2,89	3,57	0,0295	34,35	21,61	<0.026	1,2183	101,45
961	I2_Grt15	38,38	3,56	6,47	<0.022	29,57	21,96	<0.026	1,237	101,21
962	I2_Grt16	37,9	3,38	4,19	<0.023	32,48	21,77	<0.026	1,51	101,25
964	I2_Grt18	37,49	1,4205	2,58	0,065	34,84	21,36	0,0304	3,84	101,63
965	I2_Grt19	38,19	2,48	6,86	0,0561	31,71	21,57	0,0394	0,3012	101,2
966	I2_Grt20	37,96	3,94	1,2654	<0.023	35,07	21,67	<0.026	1,39	101,31
968	I2_Grt22	37,79	2,22	4,67	<0.023	32,89	21,49	<0.026	1,91	101
969	I2_Grt23	37,71	1,5688	6,53	0,4663	33,19	21,36	<0.026	0,5122	101,35
970	I2_Grt24	38,45	3,37	6,43	0,0853	28,6	21,75	<0.026	3,32	102,03
971	I2_Grt25	37,74	2,11	5,24	0,0684	34,34	21,35	0,0291	0,2598	101,14
972	I2_Grt26	37,5	1,6247	4,04	0,0627	34,97	21,42	<0.026	1,6	101,24
973	I2_Grt27	38,53	3,81	6,81	0,1028	29,47	21,75	<0.026	0,8841	101,38
974	I2_Grt28	38,02	3,58	2,87	<0.022	34,81	21,77	<0.026	0,6097	101,69
975	I2_Grt29	38,43	1,93	14,7	0,0289	21,26	21,72	0,0697	2,82	100,97
976	I2_Grt30	37,61	1,6028	6,02	0,1078	33,9	21,2	<0.027	0,5992	101,06
977	I2_Grt31	37,86	3,73	1,6	0,0408	35,29	21,7	<0.027	1,1842	101,41
978	I2_Grt32	37,55	2,46	2,52	0,0352	32,48	21,39	<0.026	4,71	101,17
979	I2_Grt33	37,69	3,97	0,4934	<0.023	36,79	21,66	<0.026	0,6586	101,27
980	I2_Grt34	37,92	3,25	1,97	<0.023	33,28	21,64	<0.026	3,32	101,39
981	I2_Grt35	38,24	2,64	7,27	0,0763	30	21,75	<0.026	1,43	101,41
983	I2_Grt37	37,56	2,67	2,17	<0.023	34,67	21,47	<0.026	2,64	101,19
984	I2_Grt38	37,99	3,6	2,81	0,0379	35,38	21,69	<0.026	0,171	101,68

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
985	I2_Grt39	38,27	2,46	8,91	0,0299	26,19	21,61	0,0314	3,63	101,13
986	I2_Grt40	38,2	2,87	6,51	0,1845	30,79	21,58	0,0382	0,2978	100,47
987	I2_Grt41	38,97	6,18	5,35	0,0519	27,99	21,98	<0.026	0,5497	101,09
988	I2_Grt42	37,8	1,6188	8,93	0,0811	30,83	21,54	<0.027	0,4064	101,21
989	I2_Grt43	37,99	5,22	1,1438	<0.022	34,27	21,69	0,0328	0,4838	100,86
990	I2_Grt44	39,12	0,0276	23,99	0,1035	5,31	29,43	<0.024	0,1034	98,11
991	I2_Grt45	37,83	1,99	7,38	0,0625	31,56	21,38	<0.027	0,6486	100,85
992	I2_Grt46	38,04	3,33	4,65	0,0328	31,7	21,14	0,0334	1,93	100,86
993	I2_Grt47	37,12	3,03	1,61	0,024	34,45	21,27	<0.026	2,42	99,92
994	I2_Grt48	37,85	3,66	1,81	<0.023	35,48	21,59	<0.026	0,8292	101,26
995	I2_Grt49	37,73	3,53	0,8621	0,0512	37,43	21,49	<0.026	0,2183	101,32
996	I2_Grt50	37,72	3	2,01	<0.023	36,34	21,41	<0.026	0,7733	101,27
997	I2_Grt51	37,97	1,2663	9,01	0,1118	28,58	21,37	<0.026	2,86	101,19
998	I2_Grt52	37,96	4,51	1,0552	0,0704	35,69	21,54	<0.027	0,2381	101,08
999	I2_Grt53	37,33	2,39	1,53	<0.023	37,02	21,44	<0.027	1,56	101,31
1000	I2_Grt54	37,26	2,98	0,799	<0.023	37,53	21,46	<0.026	1,0383	101,07
1001	I2_Grt55	37,52	1,2771	7,87	0,0704	31,43	21,41	<0.026	1,51	101,11
1002	I2_Grt56	37,83	1,0029	8,63	0,1046	30,93	21,34	0,0277	1,38	101,24
1003	I2_Grt57	38,01	2,04	6,42	0,0253	31	21,63	<0.026	2,14	101,26
1004	I2_Grt58	37,78	2,23	4,3	0,0301	33,81	21,69	<0.027	1,85	101,69
1005	I2_Grt59	37,55	2,83	2,91	0,0297	33,82	21,51	<0.026	2,46	101,12
1006	I2_Grt60	38,48	4,89	5,02	0,0246	30,01	21,82	0,0307	0,5095	100,79
1007	I2_Grt61	37,78	3,73	1,76	<0.023	35,28	21,69	<0.026	0,9924	101,24
1008	I2_Grt62	37,91	2,65	6,5	0,0348	31,75	21,77	<0.026	0,3965	101,04
1010	I2_Grt64	37,85	1,4987	8,57	0,1266	30,5	21,59	<0.026	1,1776	101,34
1011	I2_Grt65	37,82	2,5	3,1	0,0261	34,64	21,28	<0.026	1,7	101,08
1012	I2_Grt66	37,75	1,67	8,34	0,0979	31,2	21,42	<0.026	0,4944	100,98
1013	I2_Grt67	38,89	9,32	0,7587	<0.023	28,35	22,4	0,0701	0,7125	100,52
1014	I2_Grt68	37,62	2,07	7,56	0,0795	31,37	21,2	<0.025	0,5699	100,49
1015	I2_Grt69	38,2	<0.021	23,13	0,0645	6,2	25,61	0,0791	0,2388	93,54

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
1017	I2_Grt71	38,1	5,72	1,2538	<0.023	32,65	22,01	<0.026	1,1252	100,88
1018	I2_Grt72	37,25	1,4183	4,17	0,0991	34,94	21,2	<0.026	1,73	100,83
1019	I2_Grt73	38,13	3,46	8,33	0,0973	28,52	21,79	<0.026	0,4301	100,78
1020	I2_Grt74	37,57	0,573	8,43	0,1046	26,73	21,18	<0.026	6,24	100,84
1021	I2_Grt75	37,57	1,4485	3,71	0,0648	35,62	21,1	<0.027	1,67	101,19
1022	K6_Grt1	38,07	2,21	8,79	0,031	28,79	21,56	0,0363	1,74	101,23
1023	K6_Grt2	37,98	3,06	3,49	0,0424	34,26	21,5	<0.027	1,36	101,69
1024	K6_Grt3	37,41	1,4312	5,28	0,101	33,46	21,64	<0.026	2,05	101,37
1025	K6_Grt4	37,5	1,0839	5,7	0,0325	30,76	21,36	<0.026	4,72	101,18
1026	K6_Grt5	38,05	2,57	7,08	0,1659	29,25	21,35	0,0309	2,68	101,17
1027	K6_Grt6	37,63	2,9	1,48	<0.023	34,65	21,43	0,0325	3,47	101,6
1028	K6_Grt7	37,8	3,65	4,17	0,0351	32,66	21,78	0,0378	0,9216	101,06
1029	K6_Grt8	37,64	1,0765	7,93	0,0847	32,73	21,25	<0.027	0,3491	101,07
1030	K6_Grt9	37,67	1,4382	5,91	0,0387	31,78	21,45	<0.027	2,66	100,95
1031	K6_Grt10	38	2,92	4,56	0,0264	31,74	21,54	<0.026	2,49	101,29
1032	K6_Grt11	37,23	2,03	2,17	0,0303	37,69	21,29	0,0336	0,6263	101,08
1033	K6_Grt12	37,65	1,4922	4,99	<0.023	34,28	21,41	<0.026	1,1405	100,99
1034	K6_Grt13	37,82	1,333	7,3	0,0537	32,93	21,39	<0.027	0,5208	101,34
1035	K6_Grt14	37,69	2,51	4,54	0,0395	33,46	21,52	<0.026	1,2447	101,01
1036	K6_Grt15	37,42	1,4913	4,38	0,0592	33,24	21,33	<0.027	2,97	100,9
1037	K6_Grt16	38,09	2,12	8,51	0,0808	30,5	21,66	0,0318	0,2705	101,26
1038	K6_Grt17	38,29	3,21	9,36	0,0451	27,76	21,83	<0.026	0,3862	100,91
1039	K6_Grt18	37,71	5,07	0,4109	0,0515	36,09	21,58	0,0346	0,3325	101,29
1040	K6_Grt19	37,7	3,33	1,93	<0.023	35,09	21,46	0,0271	1,74	101,27
1041	K6_Grt20	37,4	1,96	4,16	0,0297	34,97	21,44	<0.026	1,1028	101,08
1042	K6_Grt21	39,52	7,42	10,62	0,0685	20,48	22,06	0,1965	0,3305	100,7
1043	K6_Grt22	37,75	4,04	0,4166	0,049	37,13	21,54	<0.026	0,3062	101,25
1044	K6_Grt23	37,4	2,32	2,4	0,0405	36,96	21,25	0,0361	0,7575	101,16
1045	K6_Grt24	37,78	2,99	3,72	<0.023	32,95	21,62	0,0274	2,26	101,36
1046	K6_Grt25	37,38	2,57	0,3626	<0.023	39,63	21,41	<0.027	0,26	101,62

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
1047	K6_Grt26	38,06	0,6382	12,23	0,1055	28,13	21,47	<0.026	0,8643	101,52
1048	K6_Grt27	37,61	3,47	0,8339	0,0419	37,98	21,47	<0.026	0,169	101,6
1049	K6_Grt28	38,02	2,46	7,29	0,0699	31,25	21,63	<0.026	0,7728	101,51
1050	K6_Grt29	37,67	1,3178	7,07	0,0677	31,92	21,34	<0.026	1,49	100,89
1051	K6_Grt30	38,43	5,76	1,48	<0.022	32,76	21,87	<0.026	0,9316	101,28
1052	K6_Grt31	37,25	1,4117	3,91	0,0281	36,66	21,14	0,0473	0,6872	101,13
1053	K6_Grt32	37,18	2,75	1,76	<0.024	36,73	21,37	<0.026	1,3	101,12
1054	K6_Grt33	37,89	1,7	9,08	0,1203	29,64	21,24	<0.026	1,39	101,06
1055	K6_Grt34	37,6	2,58	2,34	0,036	35,46	21,35	<0.026	1,79	101,18
1056	K6_Grt35	37,78	1,5766	6,85	0,0769	32,33	21,55	0,0286	0,9336	101,14
1057	K6_Grt36	37,6	1,73	6,32	0,0626	32,62	21,38	<0.027	1,4	101,11
1058	K6_Grt37	37,69	2,13	4,19	0,0309	33,64	21,46	<0.026	2,13	101,27
1059	K6_Grt38	37,96	3,5	5,39	0,0279	31,76	21,71	<0.026	0,9193	101,26
1060	K6_Grt39	38,37	6,07	2,28	0,0326	32,5	21,94	0,0359	<0.023	101,24
1061	K6_Grt40	38,01	5,25	3,8	0,0287	31,07	21,85	<0.026	0,7763	100,79
1062	K6_Grt41	37,53	1,4436	5,88	0,1309	31,62	21,14	<0.026	2,93	100,7
1063	K6_Grt42	37,43	3,4	0,6943	<0.023	36,95	21,42	<0.026	0,963	100,87
1064	K6_Grt43	37,23	1,66	2,86	0,0571	35,91	21,22	<0.026	2,36	101,31
1066	K6_Grt45	37,84	3,22	5,02	0,051	32,34	21,73	<0.026	0,808	101,01
1067	K6_Grt46	37,71	2,3	5,79	0,0329	32,75	21,59	<0.026	0,913	101,09
1068	K6_Grt47	37,72	2,69	3,98	<0.023	32,31	21,47	<0.026	2,95	101,13
1069	K6_Grt48	39,05	9,33	2,35	<0.022	26,09	22,26	0,09	1,2585	100,44
1070	K6_Grt49	37,73	3,36	2,37	<0.023	35,13	21,48	<0.026	1,2711	101,35
1071	K6_Grt50	36,86	1,67	2,78	0,0358	35,84	21,14	<0.026	1,88	100,22
1072	K6_Grt51	37,58	1,95	3,95	<0.024	36,2	21,33	0,0298	0,2152	101,27
1073	K6_Grt52	37,73	2,92	2,71	0,0563	35,99	21,37	<0.027	0,5784	101,37
1074	K6_Grt53	37,42	2,56	0,9098	<0.023	39,22	21,41	<0.027	0,0865	101,63
1075	K6_Grt54	37,11	2,75	2,12	0,0422	36,81	21,21	<0.026	0,3686	100,42
1076	K6_Grt55	37,84	2,67	6,8	0,0715	31,92	21,52	<0.026	0,3022	101,15
1077	K6_Grt56	38,04	1,0506	13,36	0,102	26,13	21,26	<0.026	0,7481	100,69

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
1078	K6_Grt57	38,5	6,76	1,53	<0.022	31,02	22,07	0,0324	1,0907	101,01
1079	K6_Grt58	37,47	1,5793	8,13	0,0623	30,72	21,36	0,0435	1,0768	100,43
1080	K6_Grt59	37,3	2,28	1,52	<0.023	37,46	21,32	<0.026	1,2523	101,13
1081	K6_Grt60	37,86	3,09	4,07	<0.023	33,02	21,55	<0.026	1,1619	100,76
1082	K6_Grt61	37,25	2,86	0,5606	<0.023	38,1	21,31	<0.026	1,0342	101,13
1083	K6_Grt62	37,88	3,63	3,75	0,0386	32,54	21,64	<0.026	1,54	101,04
1084	K6_Grt63	37,69	1,5224	6,66	0,1158	31,17	21,2	0,0462	2,6	101,01
1085	K6_Grt64	37,69	2,38	5,05	0,0248	34,15	21,39	<0.026	0,3999	101,09
1086	K6_Grt65	37,54	1,4924	7,7	0,0548	31,99	21,32	0,0376	0,4509	100,59
1087	K6_Grt66	37,27	1,9	4,67	0,0468	34,33	21,25	<0.027	1,1036	100,58
1088	K6_Grt67	37,44	2,1	5,35	0,0309	33,48	21,38	<0.026	1,0813	100,88
1089	K6_Grt68	37,77	4,43	1,2534	<0.023	35,1	21,65	<0.026	0,5925	100,8
1090	K6_Grt69	37,69	3,06	4,65	<0.023	31,85	21,66	<0.026	2,1	101,04
1091	K6_Grt70	37,9	1,4701	9,5	0,0682	29,01	21,51	<0.026	1,4	100,85
1092	K6_Grt71	37,36	1,4879	5,5	0,0428	32,63	21,41	<0.027	2,38	100,81
1093	K6_Grt72	37,42	3,09	2,08	<0.023	29,18	21,44	<0.027	7,67	100,87
1094	K6_Grt73	37,44	4,42	1,2673	<0.023	35,28	21,45	<0.026	0,6354	100,52
1095	K6_Grt74	38,57	4,96	8,37	0,0344	25,66	21,99	0,0432	0,9486	100,58
1096	K6_Grt75	37,35	3,12	1,49	0,0468	36,32	21,39	<0.026	1,47	101,21
1097	K39_Grt1	37,03	1,3527	0,7954	<0.023	31,79	21,17	<0.027	8,94	101,08
1098	K39_Grt2	38,48	5,01	8,58	0,0813	25,78	22,06	<0.026	0,511	100,51
1099	K39_Grt3	37,83	4,52	0,9585	<0.023	33,37	21,61	<0.026	2,34	100,64
1100	K39_Grt4	38,29	4,25	4,19	0,0251	30,96	21,79	<0.026	1,68	101,19
1101	K39_Grt5	37,9	1,1423	9,81	0,0245	25,82	21,18	<0.027	4,81	100,69
1102	K39_Grt6	36,84	0,9128	1,0704	<0.023	33,8	20,77	<0.027	7,26	100,65
1103	K39_Grt7	36,68	0,5904	0,9264	<0.023	39,86	20,63	<0.027	1,91	100,61
1104	K39_Grt8	38,63	0,0447	23,32	0,379	6,71	27,89	0,0285	0,148	97,15
1105	K39_Grt9	38,49	3,94	9,53	0,1161	26,2	21,74	<0.026	0,5849	100,6
1106	K39_Grt10	38,21	5,01	2,39	<0.022	32,86	21,61	<0.026	1,0122	101,1
1107	K39_Grt11	37,59	2,98	1,2153	<0.023	32,87	21,45	<0.026	5,48	101,6

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
1108	K39_Grt12	37,76	1,71	10,1	<0.022	23,07	21,22	<0.026	6,11	99,99
1109	K39_Grt13	38,42	3,98	8,79	0,0957	27,55	21,31	<0.025	0,5706	100,73
1110	K39_Grt14	37,97	2,71	7,11	<0.023	25,1	21,43	0,0384	6,43	100,8
1111	K39_Grt15	36,59	0,217	2,1	<0.023	38,18	20,89	<0.026	2,65	100,63
1112	K39_Grt16	35,78	0,3742	0,3596	<0.023	28,19	20,82	0,0356	14,22	99,8
1113	K39_Grt17	37,64	2,96	5,46	0,0299	31,66	21,43	<0.026	1,55	100,73
1114	K39_Grt18	37,75	1,7	10,09	<0.023	22,96	21,12	<0.026	6,07	99,71
1115	K39_Grt19	37,37	2,92	1,25	<0.023	32,46	21,42	<0.026	5,37	100,81
1116	K39_Grt20	38,31	2,99	6,1	0,0361	30	21,57	<0.026	1,98	100,97
1117	K39_Grt21	37,63	4,68	1,3871	<0.023	33,46	21,5	<0.026	1,56	100,25
1118	K39_Grt22	39,14	6,68	7,15	<0.022	24,69	22,31	<0.025	0,7117	100,7
1119	K39_Grt23	38,66	4,77	9,02	0,0682	25,31	21,72	<0.026	0,5621	100,12
1120	K39_Grt24	38,35	4,43	8,76	0,2131	26,08	21,51	<0.026	0,6099	99,97
1121	K39_Grt25	37,4	2,75	5,62	0,0481	30,95	21,02	<0.026	2,38	100,18
1122	K39_Grt26	36,93	2,97	1,1604	<0.022	34,45	21,4	0,0339	3,67	100,62
1123	K39_Grt27	37,42	2,11	7,39	0,042	28,45	21,45	<0.026	3,34	100,2
1124	K39_Grt28	37,47	3,68	1,3355	<0.023	33,54	21,51	<0.026	3,27	100,83
1125	K39_Grt29	37,63	3,82	1,65	<0.022	34,57	21,44	<0.026	1,75	100,89
1126	K39_Grt30	37,35	3,37	4,06	<0.022	31,24	21,41	0,0485	2,94	100,43
1127	K39_Grt31	37,45	4,47	1,47	<0.022	33,63	21,56	<0.026	2,38	100,98
1128	K39_Grt32	37,9	3,69	8,41	0,18	28,21	21,29	<0.026	0,482	100,17
1129	K39_Grt33	37,83	4,77	4,56	0,0237	28,39	21,88	<0.026	3,18	100,65
1130	K39_Grt34	37,57	3,32	3,29	0,0284	32,74	21,48	<0.027	2,67	101,11
1131	K39_Grt35	36,35	0,3283	0,9447	<0.024	34,89	20,87	0,0316	7,36	100,78
1132	K39_Grt36	37,7	4,88	1,3695	<0.022	32,57	21,48	<0.026	2,45	100,46
1133	K39_Grt37	37,8	5,13	1,1046	<0.022	32,92	21,71	0,0328	2,14	100,86
1134	K39_Grt38	37,63	4,46	1,3685	<0.023	33,32	21,53	0,0285	2,29	100,63
1135	K39_Grt39	37,84	4,24	7,43	0,063	27,85	21,76	<0.025	0,9211	100,11
1136	K39_Grt40	38,05	6,48	1,1615	<0.023	30,95	21,72	0,0276	1,72	100,11
1137	K39_Grt41	37,15	2,96	0,8875	<0.023	32,62	21,26	<0.027	5,9	100,78

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
1138	K39_Grt42	38,11	3,3	8,46	0,1389	27,54	21,7	<0.026	1,1834	100,44
1139	K39_Grt43	38,13	4,27	8,37	0,0266	27,14	21,87	<0.026	0,654	100,46
1140	K39_Grt44	37,63	3,94	4,81	0,0629	32,21	21,61	<0.026	0,1469	100,42
1141	K39_Grt45	38,78	4,02	9,63	0,1077	25,18	21,76	<0.026	0,8184	100,32
1142	K39_Grt46	37,79	1,95	11,05	0,0859	27,36	21,43	<0.026	0,1495	99,83
1143	K39_Grt47	37,82	3,65	8,74	0,2143	27,52	21,26	<0.026	0,5819	99,8
1144	K39_Grt48	38,17	5,04	8,38	0,2777	26	21,52	<0.026	0,7339	100,13
1146	K39_Grt50	37,52	4,26	2,98	<0.023	32,65	21,34	<0.026	1,32	100,09
1147	K39_Grt51	36,52	1,5586	0,5194	0,0417	27,18	20,87	<0.027	13,83	100,51
1148	K39_Grt52	37,44	2,23	7,52	<0.022	22,7	21,31	<0.026	8,41	99,64
1149	K39_Grt53	37,06	3,29	1,1742	<0.023	33,32	21,26	<0.026	4,21	100,34
1150	K39_Grt54	37,29	2,05	4,76	<0.022	30,75	21,21	<0.026	4,16	100,25
1151	K39_Grt55	37,78	1,2645	12,81	0,0787	23,36	21,41	<0.026	3,21	99,91
1152	K39_Grt56	38	3,06	8,02	0,061	29,42	21,42	<0.026	0,6987	100,68
1153	K39_Grt57	36,7	0,7158	0,8437	<0.023	32,04	20,87	<0.027	9,99	101,15
1154	K39_Grt58	38,39	3,53	8,98	0,093	27,21	21,7	0,0282	0,5208	100,46
1155	K39_Grt59	37,49	2,56	6,82	<0.023	25,9	21,29	0,0322	5,98	100,08
1156	K39_Grt60	37,51	2,87	3,27	<0.023	31,22	21,34	<0.027	4,27	100,5
1157	K39_Grt61	37,85	1,2293	9,95	0,0518	28,53	21,37	<0.026	1,39	100,39
1158	K39_Grt62	37,6	3,26	1,058	<0.023	32,74	21,38	0,0268	5,35	101,43
1159	K39_Grt63	37,47	3,11	4,4	0,0275	32,9	21,39	<0.026	1,1366	100,44
1160	K39_Grt64	37,51	2,03	5,55	0,0569	29,92	20,93	<0.026	4,89	100,88
1161	K39_Grt65	37,55	2,57	6,91	0,1223	31,16	21,3	<0.026	0,6367	100,26
1162	K39_Grt66	37,51	3,79	1,55	<0.023	34,54	21,2	0,0259	1,86	100,5
1163	K39_Grt67	37,17	2,86	1,0152	<0.023	32,11	21,21	<0.026	6,44	100,82
1164	K39_Grt68	37,41	3,32	3,18	<0.023	32,28	21,43	<0.027	2,65	100,29
1165	K39_Grt69	37,33	3,53	0,9572	<0.022	33,83	21,43	<0.027	3,68	100,77
1166	K39_Grt70	38,41	3,56	9,81	0,1164	25,7	21,68	<0.026	0,6452	99,93
1168	K39_Grt72	37,78	2,82	7,9	0,0516	26,84	21,43	0,0423	3,34	100,2
1169	K39_Grt73	37,87	4,25	2,6	<0.023	32,09	21,33	0,0316	2,32	100,5

Broj	Uzorak	SiO2	MgO	CaO	TiO2	FeO	Al2O3	Cr2O3	MnO	wt-ukupno
1170	K39_Grt74	37,93	3,37	9,25	0,0543	27,3	21,62	<0.025	0,2324	99,77
1171	K39_Grt75	37,21	3,25	0,8527	<0.023	35,75	21,33	<0.027	2,38	100,78
1172	Grt_Kakanui_STD	41,11	18,58	4,77	0,3945	10,02	23,08	0,0898	0,3368	98,37
1173	Olivine_SC_STD	40,56	48,62	0,0831	<0.020	9,37	0,022	<0.023	0,1251	98,79
1174	Wollastonite_STD	51,66	0,0554	45,45	<0.021	0,3687	<0.024	<0.025	0,1576	97,71
1175	TiO2_STD	<0.029	<0.020	<0.028	97,09	<0.041	<0.025	<0.026	<0.022	97,17
1176	Cr2O3_STD	<0.032	<0.019	<0.028	<0.026	<0.043	0,0258	98,63	0,0426	98,72
1177	Rhodonit_STD	47,1	1,87	6,72	<0.023	1,0139	0,0422	<0.027	42,51	99,27
1178	Hematit_STD	0,0341	<0.020	<0.031	0,0573	89,73	<0.024	<0.031	<0.026	89,86

Prilog V – Geokemija rutila

Broj	Uzorak	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Y	Zr	Nb
1	K-38	48	514	56	2280	9	1	-90	6	599000	1206	375	2	2538	11	33	2	0	104	2.209
2		52	539	78	2140	5	1	-180	1	598000	871	500	3	1438	11	32	4	0	35	295
3		62	568	330	18000	16	29	810	28	596000	1918	814	3	1859	10	33	3	7	227	1.710
4		99	572	200	2490	7	4	-78	17	606000	1337	491	2	1440	9	32	1	0	79	1.162
5		48	517	65	1850	5	4	-90	29	587000	1993	833	0	1755	10	26	1	0	156	1.940
6		118	546	54	2040	120	9	720	3	622000	841	642	2	1840	11	35	16	0	300	2.335
7		52	537	37	1940	5	1	-90	6	610000	1343	93	0	3099	9	27	1	0	255	1.042
8		47	529	79	2080	10	1	-130	24	596900	1082	686	1	2592	9	28	1	0	112	2.731
9		58	554	204	1870	11	1	30	6	603000	1574	1619	1	1555	10	29	1	0	332	384
10		65	558	78	2050	39	6	-50	12	591000	1157	302	1	1964	12	29	2	1	101	1.113
11		55	546	74	1960	4	0	50	13	598000	1600	783	1	2810	10	26	1	0	154	2.135
12		73	569	184	2230	7	55	20	12	608000	1203	748	1	2046	10	33	2	1	157	1.569
13		570	566	1000	4420	23	8	170	4	612000	1488	947	1	5040	10	26	16	1	243	3.759
14		54	562	106	2200	17	57	-40	32	623000	1657	2726	2	1523	11	46	6	6	200	2.720
15		60	580	570	2060	10	1	-80	48	606000	1909	1141	0	2600	9	36	4	2	251	4.510
16		45	566	84	2100	6	0	20	12	615000	1941	1052	0	2082	10	26	1	0	189	2.828
17		93	537	134	2770	4	19	-40	13	606000	1461	709	1	1950	8	29	2	0	106	2.506
18		230	848	5200	11100	17	2650	30	34	607000	1427	474	9	3110	9	30	12	8	162	2.443
19		40	535	55	2340	15	-4	-130	3	608000	1385	255	5	2560	10	27	1	0	111	165
20		44	527	189	2750	15	2	-210	9	606000	775	399	0	2990	9	26	2	0	125	2.408
21		33	540	32	2320	7	-1	70	5	613000	1153	1925	0	1257	8	28	0	0	71	390
22		29	567	16	2470	7	-3	-80	5	619000	1116	3342	5	731	10	29	1	0	300	1.547
23		28	532	39	2280	8	1	-170	3	613000	919	2334	1	1022	10	26	0	0	117	234
24		39	549	144	2590	7	-1	-80	6	606000	1861	508	0	1620	9	26	1	0	38	1.408
25		162	624	2880	7010	25	1930	170	23	612000	1191	288	1	2770	10	34	2	0	87	2.196
26		16	557	260	2710	4	17	-60	3	595000	1076	569	0	1548	9	29	1	0	75	632
27		26	534	165	2230	6	-21	-130	30	613000	1913	870	-1	2490	9	28	2	0	261	2.818
28		17	540	81	2430	7	-14	-120	23	609700	1048	410	0	1835	8	25	0	0	99	1.940
29		9	542	290	2250	13	-14	-40	13	616000	1844	486	-1	2647	9	24	0	0	173	2.121
30		15	612	420	3700	14	76	60	16	612000	1372	642	1	1675	9	33	4	0	140	1.966
31		21	539	549	2510	15	-3	4	8	606000	1267	325	4	1727	9	24	2	1	162	2.389
32		36	543	25	2130	9	-4	20	6	627000	1679	914	2	1047	9	29	3	0	122	1.782
33		22	541	71	2350	10	0	90	20	614000	1785	516	-1	2150	9	28	2	2	131	2.007
34		349	682	650	4120	13	169	270	11	617000	769	139	10	1912	10	43	11	2	11	742
35		21	539	29	2190	16	1	70	5	593000	1208	475	0	2980	9	29	0	0	196	190
36		380	568	2200	4060	29	150	190	14	608000	775	446	3	3220	10	31	11	0	48	1.861
37		57	552	155	2190	17	1	220	8	611000	1247	878	1	2598	9	27	1	0	158	1.977
38		71	589	108	2390	23	8	370	3	636000	1007	1328	2	1646	10	32	2	1	169	1.239
39		48	567	62	2420	15	4	226	18	612700	1845	234	1	1840	8	25	1	0	79	2.197
40		570	549	710	11500	22	27	310	28	601000	1850	519	1	2590	9	27	2	1	190	3.170
41		121	586	336	2460	31	104	700	37	613000	1120	509	4	2090	9	37	2	0	204	2.750
42		83	568	127	2000	127	2	680	15	620000	846	242	1	1848	9	30	4	1	146	1.487
242		368	2040	4790	6810	18	476	153	63	580000	1403	29	39	7800	15	61	27	45	25	335
243		79	799	740	3100	21	121	260	5	584000	1717	2193	132	5010	14	77	6	1	207	1.850
244		81	782	1040	2990	6	424	5	19	585000	1631	508	4	2413	14	47	4	1	83	2.787
245		88	688	168	2320	17	58	20	22	593000	1094	123	14	2486	13	38	5	6	202	1.648
246		91	695	179	2085	23	26	60	13	593800	2413	604	3	3260	13	37	5	0	1.894	2.652
247		131	710	52	2390	1520	16	4800	3	597000	1050	521	6	5910	12	41	42	10	980	2.263
248		160	673	188	2530	65	20	290	23	584000	2296	490	1	2060	13	39	8	1	186	2.870
249		177	715	141	3080	46	29	230	9	594800	804	985	91	4470	14	43	6	0	167	746
250		71	664	1876	1376	13	12	157	17	594400	1543	560	-1	2058	12	36	2	1	181	2.379
251		83	731	187	2108	19	29	270	8	578000	1124	449	7	3500	14	42	3	1	143	3.121
252		40	693	42	2290	11	29	70	2	585600	696	4551	11	1210	11	37	1	0	143	1.168
253		170	980	4900	9700	129	2900	630	12	601000	773	526	15	12770	13	47	17	4	17	3.043
254		97	665	142	2145	19	35	50	6	591000	1178	333	-2	2586	13	43	2	0	131	2.519
255		79	679	547	2310	21	35	50	7	591400	1412	49	-2	2082	13	41	3	1	414	856
256		116	688	123	2630	31	193	180	2	584500	810	985	-4	2872	13	40	5	1	94	287
257		64	680	201	3390	19	38	84	15	579000	1422	579	-3	1991	14	41	2	6	4.200	1.252
258		106	665	68	2320	21	31	120	29	582000	1034	97	-3	15280	12	36	3	13	1.820	16.740
259		83	733	390	2452	20	51	40	17	580500	1189	404	161	12500	11	48	3	0	109	3.559
260		99	667	87	2091	17	27	159	3	581300	1202	1533	-3	1489	13	37	2	0	220	1.417
261		54	665	121	2036	12	13	150	22	586300	1513	565	-3	2220	11	33	1	0	141	2.926
262		71	692	370	2099	12	25	180	10	581400	1381	717	70	6300	33	40	4	0	139	2.180
263		297	808	3600	5800	19	1390	200	10	585100	1646	420	-4	2360	13	35	9	1	107	1.612
264		76	671	37	2012	15	7	130	2	584600	818	647	-1	7220	12	33	1	0	122	2.566
265		88	1590	560	3290	850	169	2060	6	588000	2131	443	687	21800	13	65	57	4	779	271
266		44	657	152	1812	13	-4	113	3	574700	1424	243	-1	1146	12	34	1	0	288	328
267		95	666	101	3100	21	9	180	4	580000	776	467	0	2203	12	36	1	0	87	797
268		39	659	132	1849	14	-10	10	13	574200	1590	606	1	2379	12	35	1	0	134	2.248
269		46	670	387	1779	10	-12	159	15	592000	1423	530	1	1341	12	38	1	0	175	2.362
270		148	721	1050	3750	41	124	260	48	573100	1281	314	2	2682	12	35	18	2	63	2.315
271		95	684	84	3210	18	-19	320	7	573300	768	546	5	3532	11	33	3	0	419	651
272		94	765	679	2970	19	131	430	33	585000	1369	380	15	1847	13	44	12	14	560	1.916
273		53	662	206	1653	13	-13	102	3	581900	1255	1772	2	1485	12	35	1	0	145	746
274		33	656	139	1695	8	-22	206	3	578300	1692	693	6	1763	11	35	0			

Broj	Uzorak	Mo	Sr	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pb	Th	U
		Mo	Sr	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pb	Th	U
1	K-38	93	1,6	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	5	128	316	1,1	0,0	3,3
2		0	21	3,5	0,3	0,3	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1	19	610	2,2	0,8	4,8
3		2	131	9,4	0,2	0,4	0,1	0,4	0,0	0,2	1,0	0,1	1,0	0,3	0,9	0,3	1,5	0,2	13	86	463	1,5	0,9	4,7
4		1	63	2,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	4	77	248	2,5	0,0	1,0
5		2	76	1,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7	130	379	0,0	0,0	4,1
6		13	28	14,5	0,9	1,3	0,2	0,7	0,3	0,2	0,7	0,2	0,4	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	12	247	1.430	5,6	0,5	2,8
7		6	80	4,5	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	99	86	0,0	0,0	3,7
8		2	107	4,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	6	188	135	0,1	0,0	7,6
9		4	26	6,6	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	37	147	0,8	0,0	5,8
10		1	74	8,3	0,3	0,6	0,1	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5	58	220	0,7	0,5	10,2
11		2	873	4,4	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7	177	263	0,0	0,0	4,5
12		2	86	5,0	0,5	1,2	0,1	0,6	0,1	0,1	-0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	6	127	373	1,2	0,9	6,1
13		11	68	8,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	9	129	174	1,4	0,2	7,7
14		2	87	8,2	5,5	12,1	1,0	4,7	0,7	0,4	1,6	0,2	1,6	0,3	1,3	0,2	1,4	0,3	9	203	741	5,2	0,2	4,6
15		1	145	8,8	1,1	2,1	0,2	0,9	0,2	0,2	0,7	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,4	0,0	11	160	456	1,3	7,1	9,7
16		1	172	3,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10	182	294	0,6	0,1	6,2
17		1	106	5,0	0,4	0,6	0,0	0,5	0,0	-0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	5	139	128	2,3	0,5	8,4
18		1	615	211,0	2,2	6,3	0,7	3,1	0,7	0,3	1,4	0,3	1,8	0,5	1,5	0,2	1,3	0,2	8	172	714	5,7	6,7	5,5
19		3	13	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	1	1	0,0	0,0	1,0
20		2	97	1,3	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	136	193	0,6	0,0	14,4
21		1	1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	19	17	0,0	0,0	0,0
22		5	44	-1,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12	126	246	0,1	0,0	9,4
23		2	32	-2,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	9	28	0,3	0,0	1,2
24		0	100	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	114	78	0,6	0,0	0,8
25		1	89	21,0	0,3	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	5	206	620	2,1	0,5	2,4
26		2	71	-0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	47	73	0,1	0,0	5,0
27		2	127	-1,8	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	-0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	11	794	353	1,0	0,1	10,7
28		1	55	-3,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	192	53	0,0	0,0	0,4
29		2	92	-4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10	176	186	0,0	0,0	0,6
30		1	55	-1,5	0,1	0,3	0,0	0,3	0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	8	147	1.210	1,0	0,0	1,3
31		1	146	-0,9	0,6	0,8	0,1	0,4	0,1	-0,1	-0,3	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	8	184	196	0,2	0,4	6,7
32		2	25	3,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	5	111	300	1,4	0,1	0,8
33		2	190	-1,6	0,9	1,4	0,2	0,5	0,0	0,3	-0,1	0,0	0,3	0,1	0,3	0,0	0,5	0,1	4	124	221	0,9	0,1	16,2
34		0	12	0,1	1,6	3,6	0,6	2,2	1,0	0,4	0,4	0,1	0,7	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0	95	3	7,1	2,1	4,5
35		4	21	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10	13	101	0,0	0,0	0,5
36		0	111	3,7	0,2	0,7	0,1	0,5	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	146	221	3,2	1,1	1,7
37		2	85	2,7	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	7	170	217	0,6	0,1	1,0
38		2	472	6,4	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	-0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	7	112	1.030	2,1	0,2	0,3
39		1	54	2,6	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	221	435	0,5	0,1	10,8
40		0	94	3,9	0,2	0,4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,4	0,1	9	161	261	2,3	0,2	1,5
41		1	151	6,9	0,1	0,2	0,0	0,3	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	8	333	248	3,3	0,8	1,8
42		1	163	3,5	0,7	1,1	0,1	0,4	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	6	101	272	1,4	0,3	7,8
242		0	54	10,9	23,5	37,2	3,8	14,1	5,0	1,7	8,5	1,9	12,3	2,5	6,3	1,0	6,6	0,8	1	33	340	12,4	33,7	23,6
243		2	21	6,6	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	7	94	1.180	4,5	0,9	6,8
244		0	73	12,5	0,3	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	4	140	334	0,9	0,5	2,9
245		1	136	1,8	2,5	4,2	0,5	1,7	0,4	0,3	0,8	0,2	1,3	0,3	0,9	0,2	1,3	0,2	9	122	1.080	1,4	1,9	10,2
246		21	77	3,0	0,3	0,6	0,0	0,2	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	73	486	365	1,9	0,2	3,6
247		3	24	5,4	4,7	7,8	1,1	5,2	1,1	0,3	1,4	0,2	1,4	0,3	1,0	0,2	1,3	0,3	26	149	930	1,7	1,7	15,3
248		3	211	1,9	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	10	254	833	1,8	0,1	0,5
249		5	13	17,1	0,2	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	5	36	588	7,3	0,3	1,4
250		2	74	0,4	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	9	200	569	0,9	0,1	7,2
251		2	117	1,1	0,6	1,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	8	244	720	1,5	0,6	2,0
252		1	22	-0,3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	6	58	132	0,8	0,2	5,7
253		98	65	13,5	1,4	2,6	0,4	1,5	0,6	0,2	1,4	0,3	1,3	0,3	0,6	0,1	0,6	0,1	3	116	1.820	202,0	14,6	21,5
254		1	99	1,3	0,2	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6	150	516	1,8	0,0	6,5
255		7	120	1,4	0,6	1,1	0,1	0,7	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	11	76	244	2,1	1,4	2,4
256		2	11	4,3	0,2	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	5	22	1.770	2,6	1,0	1,4
257		0	72	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3	3,4	1,0	109	79	177	0,4	0,3	6,0
258		14	209	0,7	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	0,1	1,1	0,4	1,5	0,3	3,3	0,5	80	2.810	996	1,4	2,0	191,9
259		1	192	2,0	0,4	0,6	0,1	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	6	274	318	1,5	2,4	11,1
260		1	81	1,9	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9	34	699	2,5	0,1	2,6
261		0	101	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Broj	Uzorak	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Y	Zr	Nb
43	MR-8	121	617	1010	3410	19	28	530	21	620000	1360	646	8	2770	9	28	4	4	94	926
44		47	690	1380	5500	15	-2	800	11	600000	1165	674	240	5100	9	25	0	1	100	2.040
45		42	546	79	2150	20	2	210	18	626000	1382	543	0	2640	9	21	1	0	119	2.209
46		1030	567	3400	18600	38	14	16200	3	613000	935	60	20	4210	9	31	41	7	320	134
47		42	542	30	2230	18	4	290	9	621200	2035	2014	0	1162	9	23	0	0	172	1.474
48		80	607	1140	3400	14	380	240	13	622000	1894	554	-1	1071	8	26	1	0	88	529
49		33	559	143	2430	17	-7	260	13	616000	1172	109	0	2052	9	24	0	0	106	397
50		15	546	162	2310	13	-12	210	5	628000	1012	494	0	1642	9	24	0	0	71	1.329
51		9	538	253	2130	18	-15	300	10	619000	1502	442	-1	2284	9	29	0	0	91	2.155
52		6	569	75	2540	14	-25	176	40	612000	2432	3883	-1	639	8	28	0	0	167	2.856
53		10	566	100	69000	23	-30	-70	6	617000	1096	687	27	4150	9	34	3	3	109	2.218
54		10	597	290	2860	17	-22	200	7	618000	1006	548	1	3100	9	27	0	0	106	2.560
55		590	534	2100	5800	520	-1	1100	9	597000	1062	433	0	1201	8	23	9	3	223	882
56		11	508	186	2160	15	-32	260	9	605700	1725	397	0	2130	7	21	0	0	289	2.214
57		-7	519	111	2420	15	-31	220	13	630000	1439	802	-2	2772	8	24	0	0	238	3.089
58		-6	513	70	2960	15	-31	160	20	614000	1864	772	4	2200	8	27	0	3	1.700	3.060
59		0	535	87	2440	13	-25	210	4	617000	1068	453	-1	1984	8	21	0	0	73	1.364
60		-1	508	154	2380	11	-22	310	3	614000	950	608	-1	1900	8	22	1	0	183	321
61		83	651	3700	6900	20	1670	310	10	606000	1690	471	114	12300	9	27	6	0	93	3.550
62		1	535	95	2320	30	-26	120	19	613000	1489	657	3	2116	8	28	2	0	161	2.289
63		16	551	73	2370	18	-3	250	7	609000	1700	442	-1	2894	9	23	0	0	108	2.221
64		21	560	223	2150	32	-6	300	10	646000	1548	396	0	3150	9	28	2	1	197	2.536
65		36	567	620	3200	66	16	430	10	617000	1484	825	4	4230	11	28	3	1	185	2.737
66		32	545	242	2140	25	-1	185	3	605100	1826	306	0	2730	9	24	0	0	300	125
67		33	550	177	2010	28	-9	190	20	614000	1543	376	0	2040	9	26	0	0	285	1.388
68		32	549	94	2020	17	10	150	10	614000	1639	1277	2	3490	10	28	1	0	122	4.810
69		41	552	298	2190	20	4	160	13	615000	1452	1001	0	2159	9	23	0	0	195	3.010
70		43	553	240	2030	50	-1	160	5	614000	1118	210	1	2950	9	26	1	1	315	151
71		44	560	220	12100	15	8	210	4	640000	1299	648	0	2310	9	28	2	1	111	2.333
72		61	533	225	2320	22	24	150	3	626000	1141	376	0	1711	8	28	0	0	90	615
73		59	529	131	2370	23	-8	130	9	612100	1270	351	0	3051	7	22	1	0	272	3.171
74		40	521	157	2180	17	-10	-2	6	611000	1654	148	0	2028	8	23	0	0	285	832
75		43	545	66	2170	32	-11	-40	2	604000	689	193	-1	6450	9	21	1	0	104	1.329
76		170	760	3500	8100	9	1800	-30	5	616000	930	173	1	5580	8	26	8	1	1.500	1.019
77		18	532	16	2170	12	-23	-100	2	608000	677	1674	0	4590	9	24	0	0	152	1.161
78		30	606	196	3540	31	96	0	9	610000	1770	192	7	3850	9	29	2	1	1.270	3.379
79		37	536	109	2220	25	-8	-73	2	595000	832	1651	-1	2440	8	25	1	0	182	2.036
80		20	539	31	2410	12	-14	46	3	610300	700	948	-1	5980	8	27	1	0	161	3.363
81		26	696	340	2870	8	96	-10	39	628000	1862	1757	0	2160	8	28	0	0	200	3.590
82		31	528	199	2300	18	-5	-130	5	591000	888	511	0	2550	8	30	0	0	107	2.100
83		12	524	11	2420	16	-7	100	5	601000	729	305	-1	6890	8	23	0	0	223	1.717
84		12	546	34	2940	12	-5	-103	8	602000	1066	2032	-1	1794	7	25	0	3	1.830	1.444
85		20	539	242	2250	8	-7	-140	10	593000	1466	508	-2	2073	9	28	0	0	281	3.180
86		-2	532	489	2480	9	-17	-210	27	599000	1622	363	-1	3060	9	24	0	0	93	2.961
87		2	540	292	2490	14	-12	-220	11	603300	1926	303	-2	2383	7	23	0	0	277	2.336
88		9	547	75	2450	11	-11	-120	10	608000	1487	640	-1	2151	9	25	0	0	131	2.418
89		6	531	238	2470	23	6	-100	1	612000	1112	450	-1	1797	9	24	2	0	73	734
90		32	535	247	2730	11	32	-135	13	614000	1576	707	0	1242	7	22	0	0	99	1.176
91		61	538	136	2810	31	3	80	2	610000	808	397	-1	6180	9	31	2	1	109	2.333
92		51	555	407	2890	32	14	-160	19	605400	1572	623	7	3200	10	27	3	2	181	2.035
93		30	527	132	2410	11	6	-30	15	612000	1523	433	-1	1658	8	24	0	0	200	918
94		38	524	345	2320	12	1	30	10	597000	1175	441	0	2676	8	25	0	0	229	3.234
95		40	529	318	2220	12	10	-40	12	607000	1212	465	0	2800	9	23	0	0	277	2.536
96		56	645	196	2470	16	48	-40	21	615000	2132	790	0	2020	9	26	1	0	94	2.120
97		40	530	179	2033	8	4	10	3	606000	1244	324	0	1645	8	22	1	0	304	216
98		410	686	660	2440	340	16	90	6	610000	949	1097	4390	60000	15	239	1	3	221	1.218
99		61	569	123	2070	12	16	-70	4	595000	1087	446	12	2660	9	27	1	0	68	639

Broj	Uzorak	Mo	Sn	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pb	Th	U
43	MR-8	1	114	3.5	24.0	55.0	6.3	22.0	4.9	0.9	4.0	0.5	1.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	5	48	172	1.4	6.8	5.2
44		0	95	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	5	158	508	0.0	0.0	0.7
45		1	147	-0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	154	198	0.0	0.0	1.7
46		3	10	5.7	0.1	0.2	0.0	0.5	0.3	0.0	0.3	0.2	1.1	0.3	0.9	0.2	1.8	0.2	18	11	676	1.0	0.0	0.5
47		1	130	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	102	406	0.0	0.0	0.1
48		1	78	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	22	193	0.1	0.3	10.6
49		0	43	-0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	8	8	0.2	0.1	4.0
50		1	149	-2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	113	107	0.0	0.0	5.3
51		1	123	-2.5	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	-0.2	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	5	196	460	0.0	0.2	5.9
52		1	30	-4.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	208	128	0.1	0.0	3.6
53		1	107	-3.0	4.3	8.3	0.8	3.2	0.8	-0.1	0.4	0.1	0.6	0.1	0.6	0.0	0.3	0.1	5	131	131	2.5	1.0	8.0
54		2	118	-5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	215	57	0.0	0.0	3.1
55		1	44	-6.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.4	0.1	0.4	0.0	0.4	0.0	7	63	26	0.4	0.1	0.9
56		3	85	-5.8	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15	148	235	0.4	0.1	7.1
57		1	152	-6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	267	239	0.0	0.0	10.9
58		1	18	-6.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.2	0.1	0.6	0.1	1.1	0.3	42	150	38	0.0	0.2	1.1
59		1	69	-7.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	115	109	0.0	0.0	6.3
60		5	9	-5.9	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	24	130	0.2	0.0	0.5
61		0	120	11.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	323	262	1.3	0.1	2.6
62		2	210	-6.4	0.7	1.3	0.1	0.4	0.1	-0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	8	187	450	1.1	1.1	4.5
63		1	380	-3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	180	194	0.0	0.0	2.9
64		2	160	-1.4	1.6	2.1	0.3	0.9	0.1	-0.1	0.4	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	10	167	263	0.6	2.9	4.3
65		1	111	2.2	1.6	2.3	0.2	0.9	0.1	-0.1	-0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.0	10	225	769	8.5	3.6	3.2
66		7	21	-2.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14	8	139	0.7	0.3	0.0
67		3	129	-2.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	130	91	0.3	0.0	24.0
68		1	118	-1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	670	258	0.2	0.0	2.4
69		1	78	2.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	11	218	89	0.1	0.5	6.2
70		15	24	1.9	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	14	7	297	0.8	0.2	0.3
71		3	87	1.5	0.5	0.6	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	4	134	135	0.9	0.2	9.4
72		2	109	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	50	89	0.1	0.0	2.8
73		3	130	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	499	142	0.1	0.0	18.2
74		22	41	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	64	16	0.0	0.0	0.6
75		11	16	-0.9	0.3	0.4	0.1	0.3	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	4	72	23	1.7	0.4	0.3
76		3	23	91.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4	0.2	29	38	82	0.4	0.0	0.3
77		8	15	-3.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	54	16	0.1	0.1	4.3
78		3	51	-0.2	0.8	3.1	0.2	0.7	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.1	32	236	112	1.5	1.1	1.6
79		2	76	-4.4	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	84	313	0.5	0.1	2.6
80		3	41	-3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	73	511	0.1	0.0	0.8
81		1	136	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	231	560	0.1	0.0	2.3
82		1	121	-2.9	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	139	420	0.7	0.5	9.4
83		19	35	-3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	97	83	0.0	0.0	18.5
84		1	16	-4.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.5	0.1	0.3	0.1	0.7	0.2	1.9	0.6	48	104	58	0.2	0.5	1.5
85		3	113	-4.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	225	206	0.3	0.0	31.6
86		1	96	-5.7	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	190	2.150	0.2	0.3	6.2
87		5	145	-6.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	213	155	0.0	0.1	9.0
88		1	96	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	198	276	0.0	0.0	4.2
89		2	77	-5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	64	112	0.0	0.0	8.7
90		1	88	-2.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	56	96	0.0	0.2	5.9
91		5	22	-1.1	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	6	95	440	1.8	0.2	3.3
92		2	97	-2.1	1.8	2.8	0.3	1.1	0.1	0.3	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2	0.0	0.3	0.0	8	136	369	1.2	0.3	8.7
93		2	41	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	71	47	0.0	0.0	0.3
94		5	113	-2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10	296	105	0.0	0.0	5.4
95		2	123	-1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	227	208	0.0	0.0	15.9
96		1	103	-1.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	97	139	0.3	0.4	5.4
97		3	16	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14	14	1	0.0	0.0	0.0
98		14	15	10.5	1.3	2.1	0.3	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	8	83	3.500	47.0	4.2	38.0
99		2	56	-1.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	44	430	0.8	0.2	6.8

Broj	Uzorak	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Y	Zr	Nb
100	MG-2	1010	7830	8130	27600	25	2540	4100	9	606000	1384	2644	81	10900	9	68	2	3	92	1.216
101		71	584	480	2970	54	30	240	10	600000	1327	424	8	4150	9	30	38	3	126	5.000
102		59	612	572	2270	11	31	130	309	589000	590	115	10	2700	10	31	3	4	5	1.350
103		47	546	100	1940	4	10	60	3	596000	1010	4470	7	1300	9	24	1	0	143	2.065
104		47	562	26	2050	10	5	40	4	608000	1558	963	0	2430	9	29	1	0	216	552
105		88	680	510	7000	9	16	7	15	591000	1376	370	2	1990	8	27	2	0	70	1.963
106		61	582	51	1900	9	12	120	12	607000	1650	6990	0	369	10	28	1	0	384	942
107		61	790	570	3180	10	36	110	3	601000	664	1911	920	28700	20	44	2	0	133	1.951
108		46	518	54	2310	5	15	60	5	597000	1069	1289	0	1353	8	22	1	0	232	333
109		116	586	1800	4000	7	530	20	3	614000	1440	350	-1	2160	8	27	1	0	83	1.980
110		24	532	71	2250	7	6	-70	67	594000	2282	1115	-1	419	9	22	1	0	152	1.262
111		22	541	38	2277	5	1	50	33	591000	1657	482	0	1988	7	23	0	0	147	2.990
112		37	830	830	3460	9	310	-60	19	584000	1640	772	16	2420	8	30	1	1	73	2.201
113		39	799	248	3190	2	15	550	2	603000	1008	755	510	12400	8	33	1	1	390	4.579
114		1	541	30	2050	8	-4	-20	11	598000	2279	4764	-2	500	8	21	0	0	637	1.381
115		610	3400	1630	9800	2	20	610	6	582000	669	2551	19	3600	8	33	1	0	121	190

Broj	Uzorak	Mo	Sn	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pb	Th	U
100	MG-2	1	67	21.9	0.2	0.3	0.0	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.0	5	79	419	3.7	0.1	0.4
101		1	114	12.0	3.6	6.8	0.6	3.0	0.4	1.3	0.7	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	8	288	520	32.0	1.9	7.8
102		0	64	2.2	2.6	6.7	0.9	3.8	0.7	0.6	1.3	0.2	0.9	0.1	0.4	0.0	0.4	0.0	0	198	257	2.3	4.7	4.4
103		1	74	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	113	315	0.1	0.0	0.6
104		15	21	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	36	30	0.3	0.0	0.1
105		1	91	0.5	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	4	167	194	1.6	0.3	1.6
106		6	288	0.2	0.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14	47	1.465	2.0	0.1	17.4
107		3	23	3.1	0.2	0.5	0.0	0.3	0.0	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	7	165	338	2.9	0.2	4.0
108		3	19	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	20	58	0.0	0.0	0.2
109		2	102	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	86	108	0.3	0.0	11.8
110		1	104	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	126	285	0.2	0.0	2.1
111		1	132	-3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	97	291	0.1	0.0	0.4
112		0	206	0.8	0.5	0.9	0.1	0.7	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	4	112	492	0.8	0.6	7.7
113		4	22	-5.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	12	281	28	0.2	0.1	3.7
114		3	147	-4.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31	89	482	0.6	0.0	14.9
115		1	174	-6.5	0.5	0.6	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	21	1.060	0.9	1.3	6.2

Broj	Uzorak	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Y	Zr	Nb
116	D1	67	655	261	2553	7	9	214	2	573500	825	423	0	3821	18	57	1	0	35	1.235
117		103	678	364	2570	15	52	110	7	571000	990	541	1	2610	20	61	1	1	145	2.470
118		102	670	1040	3240	5	300	178	5	572000	876	459	7	1930	18	58	3	1	156	1.272
119		50	652	507	2181	5	-12	103	8	571500	1172	878	0	1804	17	58	1	0	188	2.660
120		47	647	184	2205	5	-15	180	9	574300	1086	612	4	4950	18	60	1	0	168	4.106
121		119	1900	5600	9600	20	1520	310	15	575000	1233	418	41	8400	24	81	8	5	256	3.059
122		59	663	118	2410	9	-1	100	8	568800	1353	573	0	2129	19	55	1	0	104	3.050
123		39	656	113	2240	12	0	50	14	578200	1533	808	9	1861	17	55	2	0	141	2.542
124		136	747	490	6100	10	119	20	21	570000	1153	1012	10	4360	18	61	1	1	137	2.615
125		42	791	651	3560	17	10	140	5	553000	771	1892	11	3120	19	66	4	5	212	187
126		52	649	53	2205	7	10	20	3	585000	1013	388	-1	5830	20	60	1	0	119	523
127		50	679	184	2290	15	13	120	12	574000	1205	416	-2	3900	20	58	1	0	180	3.231
128		51	696	484	3310	14	244	231	4	576000	146	525	7	20400	17	58	10	13	402	7.180
129		195	3700	5620	10400	15	3610	200	16	584900	1490	233	22	8090	18	73	2	0	70	1.215
130		61	702	87	2432	12	52	-30	3	585000	1025	255	2	4620	19	60	1	0	186	1.062
131		75	652	181	2371	12	21	155	2	590300	739	2103	-2	2329	17	55	1	0	285	99
132		107	863	1840	4490	22	740	250	22	582000	1252	680	2	1812	18	54	4	3	43	1.573
133		82	654	498	3420	18	26	160	23	579700	1433	599	-2	2173	19	59	1	0	255	3.186
134		50	650	219	2297	13	19	120	12	597000	1559	525	-1	2620	17	54	1	0	278	2.427
135		46	661	454	2440	21	22	115	7	584400	1392	648	-2	2764	17	53	3	1	229	2.553
136		575	4610	3010	13340	20	137	4300	7	585700	449	872	107	10260	18	56	3	2	1.150	812
137		2510	1034	4790	13200	16	51	1260	4	589500	954	340	1290	40700	16	83	7	1	104	364
138		42	635	100	2078	12	-1	-69	14	591400	1498	808	-2	1959	17	55	1	0	194	2.030
139		60	667	181	2224	17	27	82	16	585800	1052	620	-1	3836	17	54	1	0	165	4.114
140		60	656	44	1923	7	-5	33	10	593700	1365	726	-2	1900	16	51	1	0	279	2.358
141		78	764	2160	4330	26	910	70	4	592500	1165	593	2	2246	17	56	3	1	105	1.290
142		1020	723	4510	6540	14	242	100	3	593500	1159	246	-1	1300	16	51	19	0	91	509
143		69	670	188	1776	18	-29	120	6	601000	1649	1311	-2	1398	16	52	1	0	335	992
144		80	659	418	1858	25	-23	90	16	588000	1127	349	-1	3741	16	49	2	0	235	4.519
145		680	655	980	4400	22	-22	190	7	596000	2029	653	-1	1591	16	54	2	0	110	2.033
146		52	658	438	1791	17	-18	30	9	597000	1545	564	-1	2521	16	53	1	0	288	2.727
147		307	1890	4100	6800	22	950	260	19	605000	1370	491	23	5190	18	71	7	2	77	4.052
148		70	648	84	1749	14	-28	180	78	597000	500	1120	-2	2452	15	45	1	0	737	1.202
149		64	654	270	1836	20	-24	60	9	605000	1631	537	-1	2814	16	48	2	0	272	2.591
150		65	920	570	6100	14	-15	20	5	600000	1452	319	-1	2210	16	58	1	0	55	1.520
151		55	652	77	4400	20	42	152	17	614000	763	385	-2	4810	17	53	2	12	9.000	1.439
152		50	664	388	1972	13	-10	25	2	606000	1012	892	-1	1295	15	57	1	0	308	746
153		101	669	226	2102	14	11	120	27	595800	1721	746	0	2364	18	52	3	4	133	1.950
154		49	660	50	2210	19	1	40	5	598000	573	271	-2	10320	16	50	1	0	90	7.660
155		250	900	840	3700	13	280	40	5	597300	839	389	0	2490	14	51	2	0	133	1.940
156		69	646	314	2490	20	27	40	3	605000	441	156	-2	2226	15	50	1	0	37	780
157		41	664	11	2413	17	29	-21	4	607000	873	385	-1	5680	16	51	1	0	182	2.057
158		62	662	27	2390	17	37	118	3	606700	619	3876	-1	2297	15	47	2	1	470	1.857
159		56	655	520	2870	14	46	230	14	595000	785	349	2	2980	15	47	7	14	600	2.136
160		38	651	137	2401	13	41	13	10	595300	1059	1802	0	2177	15	50	1	1	234	3.700
161		82	670	279	2870	13	36	-20	17	592800	1277	606	-2	2304	15	49	1	0	97	3.376
162		72	681	2500	5500	21	67	-55	8	605000	1101	1414	-2	1947	15	47	1	0	209	1.808
163		86	660	219	2176	11	29	80	9	588800	969	307	-1	1542	16	48	1	0	26	632
164		284	717	1040	5300	57	160	540	6	579000	1968	558	-1	3860	16	51	5	0	88	1.506
165		70	729	810	3200	50	122	-60	9	598000	2110	191	9	3150	18	54	2	1	103	167
166		53	655	238	2290	16	18	220	15	587700	1422	730	5	2390	15	51	12	3	232	2.493
167		99	661	276	2360	16	10	120	28	594000	1086	152	-2	3900	15	43	1	0	132	3.280
168		217	1030	1940	3940	20	99	40	7	605000	1032	971	-1	2540	15	50	5	0	179	2.454
169		118	674	50	2410	21	-2	10	16	588700	1361	364	-1	1879	15	50	1	0	130	1.751
170		62	647	160	1929	14	-4	130	16	591700	1590	656	-2	2153	14	45	2	1	111	2.121
171		70	760	1240	3120	39	139	0	16	589700	1310	268	38	11200	19	58	7	9	279	2.605
172		90	676	198	2140	27	-8	90	10	593900	1474	232	-2	1518	16	47	3	0	125	1.143
173		71	661	104	2031	18	-17	110	8	593100	1181	447	-3	2207	16	43	1	0	285	2.543
174		490	1660	5100	5600	11	-17	200	4	597000	1238	346	0	5160	15	49	8	0	80	2.500
175		60	666	65	1730	14	-24	74	3	590000	1504	26	-2	3660	16	47	1	0	189	134
176		72	700	43	1960	14	-26	20	2	593000	1782	422	-1	3337	16	45	1	0	279	210
177		181	3000	2370	8700	14	13	4180	7	585900	699	301	47	6700	16	68	7	17	54	3.404
178		72	670	123	3210	12	-13	930	6	575200	1087	693	1	6050	15	42	1	6	2.600	2.416
179		194	775	2930	9400	10	1250	-100	8	598000	1146	386	-2	2244	15	51	3	0	63	1.108
180		129	777	339	2330	15	101	10	36	587000	1741	356	-1	1834	14	48	2	0	97	1.309
181		100	697	500	5140	10	180	30	2	586300	1354	748	-1	2012	15	45	2	0	66	2.189
182		65	646	58	1924	9	-1	67	3	585000	771	575	-3	1670	15	44	1	0	85	230
183		219	677	1800	5670	21	125	3220	8	574200	1023	669	-1	3412	15	43	5	5	151	4.170
184		116	714	425	2670	23	88	20	7	584000	1233	519	1	2510	16	46	1	1	161	2.369
185		66	690	124	2920	8	12	280	6	588400	1533	1383	-1	2220	22	41	1	1	1.730	1.047
186		78	770	1400	3150	34	22	460	19	573000	1501	423	6	2720	16	52	7	7	217	2.248

Broj	Uzorak	Mo	Sr	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pb	Th	U
116	D1	0	76	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	108	469	4.5	0.0	0.9
117		1	106	1.4	0.3	0.7	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	6	135	450	2.1	0.1	11.8
118		0	92	6.4	0.2	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	7	80	88	0.8	0.0	13.1
119		2	107	-0.7	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	200	224	0.1	0.4	14.8
120		1	84	-0.6	0.7	0.9	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	9	313	250	1.8	2.9	1.2
121		4	112	25.0	3.3	5.2	0.6	2.1	0.5	0.2	0.4	0.1	1.2	0.3	0.8	0.1	0.7	0.1	12	262	251	7.9	1.2	12.0
122		1	90	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	223	293	1.2	0.5	1.2
123		1	95	0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	206	190	0.4	0.0	2.9
124		1	143	0.8	1.2	2.3	0.2	0.8	0.2	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	6	131	407	4.1	1.0	6.3
125		2	12	2.6	3.4	4.0	0.4	1.5	0.2	0.0	0.2	0.1	0.6	0.2	0.9	0.1	0.7	0.2	10	9	176	5.3	2.5	0.7
126		8	10	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	38	113	2.5	0.0	0.0
127		2	133	-0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	10	247	213	1.1	1.0	5.0
128		2	73	4.7	1.8	4.6	0.8	4.5	1.8	0.5	1.9	0.3	2.2	0.5	1.8	0.3	2.1	0.4	33	532	1.207	7.7	18.1	###
129		0	100	68.6	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	68	180	0.6	0.2	2.0
130		12	15	2.6	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	54	112	3.0	0.2	2.0
131		7	5	1.0	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	6	217	14.6	0.2	0.0
132		0	101	19.5	1.6	6.3	0.3	1.0	0.2	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	3	103	930	5.0	1.0	7.1
133		1	189	1.1	1.2	3.0	0.3	1.1	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	217	617	4.7	3.4	9.6
134		3	101	1.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	177	141	2.3	0.1	4.5
135		3	135	1.3	0.7	1.2	0.1	0.5	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	11	214	216	1.5	0.9	5.3
136		5	13	1.4	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.7	0.2	3.0	0.9	32	47	154	1.3	0.2	0.2
137		2	17	5.5	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	6	20	273	1.6	0.3	2.8
138		3	107	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	152	108	0.1	0.2	9.5
139		2	103	2.4	0.2	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	9	340	353	3.3	0.3	2.4
140		2	82	0.6	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	118	110	1.8	0.4	4.2
141		0	103	10.0	1.3	1.8	0.3	0.9	0.1	0.1	0.5	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	5	37	376	2.4	9.7	11.2
142		1	57	2.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	59	224	3.1	0.0	4.6
143		15	24	-0.6	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	63	103	1.2	0.0	0.5
144		2	129	1.1	0.4	0.7	0.1	0.3	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	13	1.361	391	3.9	0.4	19.0
145		0	66	-0.6	0.1	0.3	0.0	0.2	0.0	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	6	144	380	2.5	0.1	1.2
146		6	100	0.5	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	215	800	5.7	0.3	6.4
147		0	116	21.4	1.8	3.2	0.4	1.6	0.3	0.1	0.9	0.1	0.5	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	4	532	1.600	6.1	3.2	2.5
148		0	108	-0.2	0.3	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	31	74	608	0.8	0.4	25.8
149		3	120	0.6	0.2	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	12	161	183	0.3	0.1	3.9
150		0	88	-0.8	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	123	165	0.1	0.1	8.9
151		3	15	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.4	0.0	0.9	0.4	2.1	0.5	4.9	1.1	206	78	161	0.1	1.3	9.4
152		7	26	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	56	48	0.0	0.0	0.2
153		1	90	1.9	1.6	3.5	0.4	1.2	0.3	0.1	0.7	0.1	0.9	0.2	0.9	0.2	1.0	0.2	7	159	620	4.7	1.5	2.9
154		0	48	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	880	1.990	0.3	0.1	1.3
155		2	86	6.6	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	6	101	242	0.9	0.1	11.3
156		0	75	-1.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	83	90	1.8	0.0	12.1
157		10	36	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	174	45	0.0	0.0	2.8
158		2	16	-0.6	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.5	0.1	16	143	271	3.5	0.5	10.8
159		1	91	-1.9	19.6	38.0	4.4	17.4	4.0	0.8	4.0	0.6	3.0	0.5	1.2	0.2	1.8	0.5	19	201	170	0.8	18.0	7.1
160		3	121	-1.8	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	13	271	123	0.1	0.2	4.7
161		0	103	-0.6	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	6	324	265	2.3	0.3	1.7
162		1	52	-1.5	0.3	0.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	10	90	460	2.5	0.7	0.6
163		1	33	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2	40	474	3.7	0.3	0.1
164		3	25	2.4	1.3	1.3	0.2	0.9	0.2	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	4	58	1.070	7.8	0.4	1.1
165		1	34	1.0	1.2	1.4	0.3	0.9	0.2	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	5	9	660	7.6	0.9	1.1
166		3	115	1.7	4.0	10.3	1.0	4.5	0.7	0.9	0.7	0.1	0.8	0.2	0.4	0.1	0.5	0.1	14	171	740	5.3	2.1	10.9
167		2	200	-1.4	0.1	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	498	3.680	1.7	0.5	4.1
168		1	71	2.9	0.7	1.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	7	155	570	4.5	0.2	0.3
169		1	112	0.0	0.3	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	5	169	532	4.0	0.1	2.7
170		0	129	-0.9	0.3	0.5	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	6	170	409	6.8	0.1	1.2
171		3	80	6.1	3.7	5.3	1.2	3.8	1.2	0.4	1.1	0.3	2.3	0.5	1.9	0.3	2.1	0.3	13	159	1.730	21.9	1.5	10.7
172		1	26	1.9	0.2	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	70	367	1.8	0.1	0.0
173		2	46	-1.2	0.2	0.5	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	12	176	174	1.4	1.2	0.4
174		1	94	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	255	308	0.4	0.0	1.5
175		7	13	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	10	243	1.4	0.0	0.1
176		7	33	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	16	345	2.8	0.0	0.0
177		0	44	-0.1	4.7	10.3	1.2	3.7	1.4	0.3	1.6	0.3	2.6	0.6	2.4	0.5	4.4	0.6	3	190	418	29.3		

Broj	Uzorak	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Y	Zr	Nb
187	SVA-5	46	650	70	2126	5	12	-54	15	579000	1548	627	-2	1843	14	43	0	0	199	1.968
188		44	653	182	2147	2	11	80	18	572100	1240	360	-2	2613	13	43	0	0	106	3.060
189		43	658	388	2194	7	8	-50	5	581400	735	330	-2	1934	13	40	0	0	148	2.188
190		46	671	4470	8300	16	12	6100	8	584500	644	345	64	7820	14	45	25	8	280	239
191		40	655	174	2219	8	15	40	8	575300	922	420	-2	2459	13	44	0	0	138	2.251
192		106	806	2300	150000	14	1350	10	22	582800	1568	962	2	2210	14	44	6	3	138	2.425
193		41	688	66	4370	9	13	30	9	582000	1391	348	-1	1794	14	44	1	0	79	1.263
194		215	701	1360	3870	46	172	260	8	582000	1590	484	46	4110	17	54	3	1	117	2.351
195		42	659	284	2910	7	57	60	20	594000	1709	524	1	2657	13	45	1	4	1.190	2.721
196		75	654	213	2142	2	3	84	1	584200	1182	445	-2	2431	12	40	0	0	55	1.898
197		64	666	166	2095	3	-2	30	3	585600	1266	1288	-2	1354	12	40	0	0	326	146
198		53	655	180	1932	2	-7	50	8	579000	1546	674	-2	2444	13	40	0	0	290	2.629
199		51	653	105	2180	7	-10	40	7	582000	1037	922	-1	2866	13	42	1	2	1.240	2.223
200		77	664	205	1917	5	-14	40	12	588900	1619	580	-1	2173	13	43	1	0	247	2.689
201		93	679	228	2013	14	-23	80	9	584000	1177	685	1	2305	15	47	2	5	210	2.776
202		62	654	337	1902	13	1	20	9	582600	1676	827	6	2660	13	40	1	0	238	2.322
203		45	668	498	1822	-1	-19	40	2	591000	852	1820	-1	1996	13	42	1	0	322	2.187
204		98	670	485	2280	33	-20	100	22	597000	1794	768	2	2660	14	46	1	1	192	2.000
205		47	656	86	1870	5	-24	90	3	583000	1054	60	-1	4601	14	43	1	1	207	2.490
206		70	657	207	1920	7	-11	-40	18	587200	2347	690	-1	1908	13	42	1	0	171	2.608
207		40	653	93	1676	-3	-28	144	3	581700	820	709	0	2458	12	40	1	0	277	2.293
208		39	655	165	1695	5	-29	15	5	586300	1153	988	-2	3508	12	42	0	0	250	2.132
209		74	645	172	1708	9	-26	110	1	580000	981	452	0	3137	15	46	1	0	134	1.070
210		39	659	69	1725	-1	-27	110	2	589900	764	1097	-2	2663	12	40	0	0	113	1.920
211		38	666	185	1842	2	-24	2	10	595600	1418	498	-1	2382	12	41	1	0	143	2.330
212		84	655	276	1845	17	-25	-40	7	577000	1201	624	0	2916	15	53	1	0	239	2.542
213		37	665	276	2160	2	-22	32	6	594000	1173	541	-2	1966	13	41	1	0	203	1.671
214		142	694	740	2260	58	10	130	11	602000	1464	1007	17	5600	17	59	5	4	124	3.410
215		287	860	5100	7800	-1	2130	280	5	595000	1139	365	-2	2263	13	42	2	0	80	2.139
216		101	661	773	2500	30	23	160	5	589100	1043	353	4	3510	15	50	1	0	114	2.581
217		38	657	54	1973	3	9	-30	15	593300	2120	483	-1	1982	13	40	0	0	277	1.957
218		76	668	417	2490	40	67	23	13	597200	1022	559	20	6560	15	46	9	3	70	5.780
219		73	693	700	5580	75	38	4800	13	606600	1505	365	1240	12000	16	54	1	2	165	1.121
220		32	661	146	2119	5	15	-52	17	598000	1388	465	-1	3015	13	41	0	0	169	2.783
221		45	652	122	2004	12	20	-30	8	596000	1110	405	1	5220	14	44	0	0	249	1.778
222		71	670	213	2560	12	42	210	15	609000	1073	1209	1	2450	16	48	1	0	164	728
223		31	651	333	2200	5	23	-24	16	604900	1986	707	-1	1870	13	40	1	0	212	2.721
224		52	693	1280	3990	10	81	-38	16	614000	1966	766	1	2560	15	48	2	0	171	2.296
225		30	662	154	2154	5	27	20	15	602000	1479	572	-1	1205	13	39	0	0	94	643
226		90	690	446	2920	26	63	267	45	603800	1960	589	29	3260	14	46	19	78	127	2.271
227		39	673	601	2550	17	26	-7	13	610500	1394	478	1	2750	15	44	1	0	192	2.734
228		97	664	294	2790	74	48	20	25	605000	1490	759	10	4120	16	52	1	1	178	2.070
229		35	684	231	2021	11	17	76	3	594700	915	71	40	8100	14	52	1	0	319	1.020
230		28	649	377	1997	10	11	-47	5	594000	1140	715	-1	2235	13	41	0	0	189	2.408
231		106	796	1280	4290	22	520	-160	5	627000	1786	182	10	3860	17	49	3	3	112	251
232		380	666	530	3200	13	1	140	12	599000	1675	499	2	1571	12	36	1	0	95	656
233		81	668	33	5600	18	-8	-40	31	604300	1070	534	0	3919	11	36	1	20	12.600	2.423
234		151	665	250	2135	22	-4	240	30	592700	1272	445	10	2902	13	40	1	0	191	2.251
235		65	682	85	1885	8	-10	100	87	603800	2635	2738	0	956	11	34	0	0	23	2.212
236		104	690	750	2450	43	-8	100	4	599400	2124	343	8	3580	13	39	3	1	336	124
237		226	792	3700	5900	8	1420	230	2	596800	1074	395	1	1782	12	41	4	0	135	819
238		56	659	187	1580	6	-15	106	11	607000	2326	623	0	1717	13	39	0	0	256	2.468
239		83	663	229	1695	8	-13	18	8	594800	584	426	0	3579	12	38	1	0	45	992
240		51	663	169	1715	7	-18	150	3	597400	913	597	-1	1991	12	36	0	0	75	569
241		83	669	208	1784	16	-17	120	13	598000	1340	868	2	2771	13	40	1	0	138	2.463

Broj	Uzorak	Mo	Sr	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pb	Th	U
187	SVA-5	3	124	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	150	192	0.0	0.0	7.0
188		1	55	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	395	219	0.0	0.0	2.0
189		2	290	1.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	185	251	0.1	0.1	2.1
190		3	13	1.0	2.4	7.3	0.9	4.8	1.2	0.4	0.9	0.2	1.4	0.3	1.0	0.2	1.1	0.3	9	18	59	0.6	0.3	0.1
191		1	65	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	169	160	0.0	0.0	1.0
192		0	163	11.3	1.0	2.2	0.3	1.2	0.6	0.3	0.7	0.2	0.9	0.2	0.5	0.1	0.7	0.1	6	180	219	8.5	10.1	11.5
193		1	76	1.2	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	4	54	159	0.1	0.1	1.0
194		1	140	6.8	1.3	3.2	0.2	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	6	128	1,990	3.4	0.4	9.2
195		0	112	3.0	0.9	2.1	0.1	0.6	0.2	0.0	0.1	0.1	0.4	0.2	0.7	0.1	1.8	0.4	35	214	340	0.8	0.9	12.4
196		4	137	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	137	243	0.0	0.0	14.5
197		7	20	1.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14	9	4	0.0	0.0	0.1
198		2	99	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14	228	127	0.1	0.0	7.5
199		2	31	1.0	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.4	0.1	0.9	0.2	34	168	685	0.3	1.4	11.9
200		2	63	0.9	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	131	146	0.4	0.3	2.2
201		1	68	3.5	2.2	3.9	0.4	2.1	0.4	0.1	0.0	0.1	0.7	0.2	0.5	0.1	0.5	0.1	9	263	145	1.1	0.1	9.8
202		2	82	2.0	0.2	1.4	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	12	171	232	0.9	0.3	5.6
203		8	20	1.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	138	63	0.1	0.0	1.6
204		0	52	2.1	0.7	1.5	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	8	116	587	1.8	1.7	0.7
205		42	38	1.5	0.1	1.2	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	10	128	80	1.1	0.0	0.1
206		2	185	3.5	0.2	0.6	0.1	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	10	214	377	1.4	0.4	3.8
207		1	96	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15	258	154	0.0	0.0	6.3
208		3	20	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10	131	64	0.0	0.1	2.8
209		1	12	0.4	0.1	0.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	68	3,650	1.5	0.1	0.4
210		1	15	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	126	99	0.1	0.0	0.8
211		1	110	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	192	304	0.1	1.3	11.2
212		2	84	0.4	0.3	0.9	0.1	0.4	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	12	168	145	2.3	0.2	3.5
213		1	60	0.3	0.3	0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	8	138	72	0.2	0.1	0.6
214		1	140	2.1	2.7	8.8	0.7	3.0	0.5	0.2	0.4	0.1	0.9	0.2	0.8	0.1	0.8	0.1	6	228	1,810	5.9	7.0	5.0
215		1	75	39.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	214	91	0.7	0.0	14.4
216		0	207	1.3	0.7	2.4	0.1	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	6	124	711	2.7	0.6	4.2
217		3	85	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13	145	125	0.2	0.0	0.6
218		0	128	6.8	0.7	2.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1	0.7	0.1	5	266	940	5.2	0.2	0.9
219		2	13	1.2	0.5	11.5	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	7	108	325	3.7	0.4	1.5
220		2	65	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	235	172	0.0	0.0	5.4
221		24	42	-0.4	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10	85	113	0.6	0.1	5.6
222		2	13	0.9	0.3	0.7	0.0	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8	35	800	1.6	0.2	3.7
223		1	133	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	288	268	0.1	0.1	7.6
224		3	98	1.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10	182	444	0.5	0.2	4.9
225		1	74	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	39	144	0.0	0.0	2.1
226		1	116	6.3	39.0	73.5	7.8	32.3	6.7	2.8	9.5	2.1	15.5	3.4	9.7	1.5	10.6	1.8	6	178	555	9.1	3.7	6.4
227		1	157	1.2	0.2	1.1	0.0	0.4	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	10	248	424	0.4	0.2	11.4
228		1	77	1.8	1.4	2.8	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	8	154	190	2.6	1.2	4.6
229		16	29	0.9	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	59	29	0.5	0.0	1.6
230		2	99	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	187	281	0.0	0.0	6.6
231		1	11	3.8	1.6	4.2	0.7	2.8	0.5	0.1	0.5	0.1	0.8	0.2	0.7	0.1	0.4	0.1	6	8	411	3.1	8.4	1.1
232		2	81	1.7	0.4	1.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	5	48	201	0.8	1.0	5.6
233		15	51	1.6	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.8	0.2	1.7	0.6	3.5	1.0	10.8	2.4	318	141	178	0.9	0.7	50.0
234		1	74	2.4	0.3	2.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	9	150	258	2.3	0.2	6.6
235		0	55	0.8	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	123	125	0.1	0.0	0.8
236		6	19	1.9	0.7	2.7	0.2	0.5	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	14	10	253	2.3	0.3	0.6
237		1	56	22.0	0.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	6	74	95	0.6	0.5	15.9
238		3	102	1.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	193	135	0.1	0.0	5.0
239		0	37	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	73	402	0.3	0.0	0.6
240		1	52	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	31	109	0.0	0.0	10.2
241		2	115	0.2	0.2	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	142	444	0.5	0.1	6.7

Prilog VI – Geokemija vulkanskih valutica i stijena

Uzorak	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI	Ukupno
K2A	40,47	15,19	9,05	10,52	6,04	3,98	0,11	1,42	0,20	0,33	0,05	12,30	99,73
K8A	75,85	12,09	1,69	0,24	0,03	0,41	8,69	0,11	0,01	<0,01	<0,002	0,80	99,92
K8B	77,37	11,35	1,95	0,35	0,04	0,12	7,39	0,10	0,02	0,01	<0,002	1,20	99,91
K9A	79,71	10,08	1,54	0,57	0,06	0,12	6,67	0,10	0,02	<0,01	<0,002	1,00	99,90
K10A	28,78	11,67	10,07	5,06	20,28	3,27	0,05	1,13	0,04	0,29	0,03	19,10	99,81
K10B	47,30	14,80	12,67	5,81	9,34	1,88	1,66	1,81	0,16	0,19	0,02	4,00	99,77
K10C	41,08	13,82	7,03	4,66	19,90	2,55	0,09	0,82	0,06	0,15	0,06	9,60	99,84
K10D	41,78	13,57	7,41	3,27	15,33	3,56	2,28	1,77	0,36	0,10	0,03	10,30	99,82
K12A	45,11	19,41	9,37	5,44	9,09	4,29	0,04	1,03	0,06	0,14	0,04	5,80	99,85
K12B	43,91	12,93	10,38	10,17	6,09	2,88	0,05	1,19	0,13	0,37	0,04	11,60	99,75
K12C	40,00	14,60	6,86	5,62	15,17	3,79	0,31	1,32	0,14	0,14	0,04	11,80	99,81
K13B	43,07	15,32	9,90	4,78	16,65	2,74	0,11	0,83	0,06	0,12	0,07	6,10	99,83
K15B	42,99	14,83	7,30	6,29	11,59	3,14	2,17	1,89	0,38	0,15	0,02	8,90	99,75
K16A	71,31	13,84	1,19	0,14	1,17	0,48	8,95	0,25	0,10	0,02	<0,002	2,30	99,82
K16B	70,50	14,24	0,47	0,15	1,91	2,44	7,00	0,15	0,05	<0,01	<0,002	2,90	99,83
K17A	73,92	12,76	2,43	0,61	0,08	1,35	7,11	0,23	0,05	<0,01	<0,002	1,30	99,89
MR2	70,62	14,00	3,23	0,18	0,11	0,72	8,35	0,46	0,02	<0,01	0,00	2,20	99,91
NP1	74,90	12,82	0,53	0,07	0,14	0,99	9,36	0,28	0,03	<0,01	<0,002	0,70	99,91
NP2	73,74	13,64	0,41	0,03	0,07	0,43	9,99	0,15	0,03	<0,01	0,00	1,40	99,91
BMR3	75,04	11,83	2,02	0,10	0,12	0,19	9,62	0,08	0,07	<0,01	<0,002	0,90	99,95

Uzorak	Ba	Be	Co	Cs	Cu	Ga	Hf	Ni	Nb	Pb	Rb
K2A	83,00	<1	45,30	0,10	6,20	14,70	2,30	150,90	17,60	5,90	2,10
K8A	250,00	2,00	0,90	9,70	0,90	18,30	7,70	2,40	16,30	1,60	177,20
K8B	109,00	3,00	0,80	2,70	1,40	16,70	9,40	3,30	20,70	1,20	190,10
K9A	109,00	1,00	1,20	4,10	1,60	15,20	8,10	2,90	20,40	1,10	171,00
K10A	51,00	<1	44,40	0,50	121,00	13,20	2,00	57,80	4,30	1,30	1,40
K10B	966,00	1,00	37,70	2,00	50,50	17,50	3,40	38,00	3,40	1,40	35,80
K10C	23,00	<1	35,00	<0,1	47,00	13,40	1,50	145,30	0,70	0,20	0,70
K10D	264,00	<1	23,60	2,00	28,30	12,90	3,30	67,30	25,90	1,30	31,50
K12A	12,00	<1	50,90	0,80	15,20	13,70	2,10	163,70	3,20	0,30	0,30
K12B	95,00	<1	41,50	1,10	16,40	13,70	2,00	105,50	2,10	0,30	1,40
K12C	75,00	<1	40,90	0,20	76,30	15,00	2,30	88,00	2,30	0,70	2,80
K13B	9,00	1,00	51,70	<0,1	81,90	13,70	1,40	253,50	0,30	0,60	1,30
K15B	568,00	1,00	29,40	0,90	45,90	15,50	3,70	65,30	31,40	1,30	20,10
K16A	294,00	3,00	8,10	1,20	3,60	20,80	12,70	6,40	123,30	11,80	256,80
K16B	105,00	2,00	1,00	1,90	1,80	24,00	11,10	2,90	168,60	2,30	207,40
K17A	141,00	2,00	1,50	4,00	3,10	16,90	8,30	5,30	15,00	1,90	195,20
MR2	342,00	2,00	2,40	1,00	2,10	15,70	5,80	5,10	10,50	13,80	161,90
NP1	560,00	4,00	0,80	3,40	2,50	15,30	6,50	3,60	9,60	4,10	206,10
NP2	333,00	1,00	0,30	2,30	1,40	14,20	6,50	3,60	10,30	7,90	176,90
BMR3	245,00	3,00	0,90	2,80	4,60	7,90	2,50	2,70	11,50	6,00	182,50

Uzorak	Sc	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zn	Zr	Y
K2A	35,00	1,00	129,80	1,00	1,70	0,80	234,00	<0,5	99,00	102,10	20,90
K8A	4,00	5,00	5,60	1,30	18,40	2,40	<8	2,40	5,00	239,40	31,70
K8B	2,00	3,00	4,20	1,70	20,10	2,70	<8	1,80	14,00	279,60	17,80
K9A	3,00	2,00	4,60	1,50	18,90	2,80	8,00	1,40	9,00	240,40	54,60
K10A	40,00	<1	161,00	0,20	0,30	0,30	153,00	<0,5	85,00	72,40	25,80
K10B	37,00	1,00	136,00	0,20	0,50	0,30	324,00	<0,5	90,00	125,90	36,00
K10C	30,00	<1	190,40	<0,1	<0,2	0,10	174,00	<0,5	23,00	57,60	18,80
K10D	26,00	<1	274,50	1,40	2,30	0,60	238,00	<0,5	41,00	136,80	23,90
K12A	34,00	<1	136,80	0,30	0,30	0,10	125,00	<0,5	64,00	65,60	11,40
K12B	36,00	<1	133,90	0,10	0,30	0,10	251,00	<0,5	62,00	75,70	24,60
K12C	36,00	<1	161,10	0,10	0,20	0,90	248,00	<0,5	66,00	87,70	24,50
K13B	36,00	<1	196,30	<0,1	<0,2	<0,1	193,00	<0,5	47,00	52,80	21,70
K15B	29,00	1,00	407,60	1,90	2,90	1,00	245,00	<0,5	54,00	156,70	26,00
K16A	3,00	3,00	91,00	10,00	30,00	9,60	9,00	3,10	21,00	448,50	40,20
K16B	3,00	7,00	55,10	11,30	37,10	7,90	<8	3,40	5,00	343,90	39,60
K17A	7,00	3,00	10,60	1,10	16,20	4,10	18,00	2,50	5,00	321,50	39,50
MR2	9,00	2,00	28,10	0,80	16,40	4,30	52,00	2,50	9,00	224,20	28,30
NP1	6,00	1,00	30,20	0,80	16,20	4,30	29,00	1,50	4,00	254,70	30,60
NP2	8,00	1,00	21,20	0,90	25,10	3,90	15,00	0,90	2,00	216,20	38,00
BMR3	3,00	4,00	21,60	2,10	17,80	3,30	29,00	2,90	11,00	59,40	41,70

Uzorak	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
K2A	14,70	28,50	3,36	13,50	3,47	1,11	3,95	0,65	3,97	0,85	2,37
K8A	48,00	96,60	11,07	39,60	6,50	0,26	5,40	0,84	5,16	1,21	3,77
K8B	34,00	64,20	8,67	30,20	5,13	0,23	3,71	0,58	3,48	0,70	2,26
K9A	40,10	87,20	11,22	41,90	9,06	0,28	9,49	1,64	10,33	2,07	5,95
K10A	4,70	11,10	1,66	8,30	2,39	0,93	3,70	0,66	4,53	1,01	2,88
K10B	6,50	17,10	2,64	13,70	4,17	1,46	5,71	1,03	6,73	1,48	4,01
K10C	2,30	6,90	1,15	5,90	2,04	0,87	2,82	0,50	3,16	0,71	2,08
K10D	20,60	38,90	4,66	18,80	4,05	1,32	4,60	0,72	4,34	0,91	2,54
K12A	2,80	9,50	1,02	4,90	1,45	0,61	2,12	0,36	2,33	0,46	1,29
K12B	4,50	10,70	1,69	9,30	2,98	0,99	3,90	0,71	4,51	0,97	3,09
K12C	4,40	11,20	1,78	9,10	2,90	1,13	4,06	0,71	4,53	1,00	2,71
K13B	2,10	5,80	0,99	5,30	1,78	0,79	2,86	0,54	3,55	0,78	2,40
K15B	23,60	45,60	5,42	21,20	4,61	1,50	5,16	0,82	4,86	1,01	2,84
K16A	114,80	210,90	21,08	70,00	11,51	1,01	9,45	1,44	8,13	1,48	4,27
K16B	131,20	248,90	24,25	75,30	11,85	0,61	8,59	1,32	7,74	1,46	4,45
K17A	64,40	123,40	13,72	51,40	8,91	0,87	7,99	1,22	7,16	1,41	4,32
MR2	52,60	92,10	10,71	38,20	7,07	1,33	6,20	0,93	5,35	1,05	3,09
NP1	50,20	87,10	10,11	37,50	6,94	0,89	6,10	0,90	5,46	1,10	3,65
NP2	69,90	128,60	14,54	52,70	9,56	0,64	7,81	1,17	7,03	1,36	4,19
BMR3	15,10	25,30	3,16	11,50	2,94	0,53	4,87	1,01	6,56	1,33	4,01

Uzorak	Tm	Yb	Lu	Eu/Eu*	LaN/YbN	LaN/SmN	CeN/YbN	CeN/SmN	EuN/YbN	Ukupno REE
K2A	0,33	2,11	0,33	0,92	4,70	2,66	3,49	1,98	1,50	79,20
K8A	0,58	3,88	0,59	0,13	8,34	4,65	6,44	3,59	0,19	223,46
K8B	0,41	2,93	0,48	0,16	7,82	4,17	5,67	3,02	0,22	156,98
K9A	0,85	5,49	0,78	0,09	4,92	2,78	4,11	2,32	0,15	226,36
K10A	0,41	2,60	0,40	0,96	1,22	1,24	1,10	1,12	1,02	45,27
K10B	0,59	3,83	0,60	0,91	1,14	0,98	1,15	0,99	1,08	69,55
K10C	0,29	1,90	0,30	1,11	0,82	0,71	0,94	0,82	1,30	30,92
K10D	0,36	2,25	0,35	0,94	6,17	3,20	4,47	2,32	1,67	104,40
K12A	0,18	1,26	0,18	1,06	1,50	1,21	1,95	1,58	1,38	28,46
K12B	0,39	2,68	0,42	0,89	1,13	0,95	1,03	0,87	1,05	46,83
K12C	0,40	2,50	0,38	1,01	1,19	0,95	1,16	0,93	1,29	46,80
K13B	0,36	2,31	0,38	1,07	0,61	0,74	0,65	0,79	0,97	29,94
K15B	0,40	2,44	0,40	0,94	6,52	3,22	4,83	2,39	1,75	119,86
K16A	0,66	4,11	0,64	0,30	18,83	6,27	13,27	4,42	0,70	459,48
K16B	0,70	4,71	0,72	0,18	18,78	6,96	13,67	5,07	0,37	521,80
K17A	0,61	3,90	0,59	0,32	11,13	4,55	8,18	3,34	0,63	289,90
MR2	0,45	3,04	0,48	0,61	11,67	4,68	7,84	3,14	1,24	222,60
NP1	0,52	3,37	0,53	0,42	10,04	4,55	6,69	3,03	0,75	214,37
NP2	0,62	4,00	0,60	0,23	11,78	4,60	8,32	3,25	0,45	302,72
BMR3	0,57	3,81	0,57	0,43	2,67	3,23	1,72	2,08	0,40	81,26

Prilog VII – U/Pb datiranje na rutilu i cirkonu

Broj	Uzorak	Starost (mil)	Starost_greška
1	K-38	71	11
3		197	30
4		83	25
5		94	15
7		82	23
8		313	20
9		81	13
11		61	15
12		76	16
14		103	29
15		319	34
16		98	11
17		300	24
19		229	67
20		306	18
22		293	21
27		347	27
28		352	136
33		300	19
36		341	38
39		307	22
40		308	90
42		339	42
243		301	24
244		122	39
245		300	9
246		303	16
247		103	6
249		321	118
250		76	5
252		282	13
254		88	7
255		338	56
258		332	4
259		75	11
260		303	25
262		78	16
263		322	13
264		105	11
266		174	32
268		138	44
269		99	13
270		313	14
271		300	8
272		306	16
273		127	39
274		504	191
275		97	20
276		75	4
277		80	8
278		318	19
279		82	6
281		86	18
282		94	16
283		338	24
284		285	17
286		197	29

Broj	Uzorak	Starost (mil)	Starost_greška
43	MR-8	322	35
45		95	31
48		72	11
49		57	16
50		70	13
51		102	36
52		69	13
53		75	12
56		68	14
57		80	10
61		54	15
62		64	16
64		77	28
65		78	13
67		87	7
71		95	14
72		68	26
73		82	7
77		88	16
79		74	21
83		77	9
85		88	7
87		78	18
88		76	11
89		80	11
91		108	20
92		96	13
94		83	11
95		81	10

Broj	Uzorak	Starost (mil)	Starost_greška
117	D1	98	12
119		103	13
122		77	20
130		263	95
131		99	23
132		99	27
133		51	18
136		85	14
138		68	20
140		73	20
141		67	14
142		80	8
144		75	17
147		504	24
148		85	21
153		81	13
156		93	7
157		80	13
158		99	15
159		113	18
160		88	8
161		100	24
166		82	4
169		83	19
171		70	16
179		113	35
184		80	20

Broj	Uzorak	Starost (mil)	Starost_greška
187	SVA-5	81	7
188		74	13
189		83	8
191		87	26
192		318	20
195		87	5
196		31	3
198		82	6
199		82	13
200		81	14
201		79	4
202		79	9
203		77	5
206		78	19
207		79	5
208		79	10
210		213	23
211		82	7
212		72	8
215		86	8
216		88	12
220		80	5
221		88	17
222		94	17
223		82	6
224		77	10
225		84	6
226		130	44
227		90	7
228		96	8
229		87	9
230		74	5
231		292	106
232		80	4
233		75	5
234		83	5
235		97	33
237		87	9
238		74	6
240		78	7
241		83	5

Uzorak: tuf – Novigrad Podravski

Starost (mil)	Starost_greška
26.7	0.7
26.8	0.7
27.1	0.9
27.2	0.8
27.5	0.7
27.5	0.7
27.6	0.8
27.9	0.7
28.1	0.9
28.3	0.8
29.0	0.9