Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO - MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Nina Trinajstić

Tefrostratigrafija i petrogeneza vulkanoklastičnih naslaga donjo do srednjomiocenskog kiselog vulkanizma Karpatsko-panonske regije

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2025

Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO - MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Nina Trinajstić

Tefrostratigrafija i petrogeneza vulkanoklastičnih naslaga donjo do srednjomiocenskog kiselog vulkanizma Karpatsko-panonske regije

DOKTORSKI RAD

Mentori:
Prof. dr. sc. Dražen Balen
Dr. sc. Mihovil Brlek

Zagreb, 2025.

University of Zagreb

FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF GEOLOGY

Nina Trinajstić

Tephrostratigraphy and petrogenesis of Lower to Middle Miocene volcaniclastic deposits produced by silicic volcanism of the Carpathian-Pannonian Region

DOCTORAL DISSERTATION

Mentors:
Prof. Dražen Balen, PhD
Mihovil Brlek, PhD

Zagreb, 2025

Ovaj doktorski rad izrađena je na Hrvatskom geološkom institutu (Zavod za geologiju) pod mentorstvom dr. sc. Mihovila Brleka i prof. dr. sc. Dražena Balena, u sklopu doktorskog studija Geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Istraživanje je u potpunosti financirano od strane Hrvatske zaklade za znanost putem projekata „Miocenska sin-riftna evolucija Sjevernohrvatskog bazena (Karpatsko-Panonska regija): "multi-proxy" pristup, korelacija i integriranje sedimentnog i vulkanskog zapisa (PYROSKA)" *(UIP-2019-04-7761, voditelj: dr. sc. Mihovil Brlek).*

Dio podataka prikazanih u doktorskom radu ranije je objavljen u sljedećim člancima:

- Brlek, M., Trinajstić, N., Schindlbeck-Belo, J. C., Kutterolf, S., Vukovski, M., Guillong, M., Markovic, S., Šuica, S., Wang, K. L., Lee, H. Y., Gaynor, S. P., Brčić, V., Mišur, I., Grizelj, A., Kurečić, T., Lazar, J. M., Milošević, M., Baranyi, V., Kukoč, D., Gilg, H. A., Georgiev, S. V. i Lukács, R. (2024): A distal record of the Middle Miocene silicic eruption of the Carpathian-Pannonian Region stored within the Dinaride Lake System: implications for tephrostratigraphy and emplacement of volcaniclastic deposits. International Journal of Earth Sciences, 113(6): 1427–1455. https://doi.org/10.1007/s00531-024-02450-6
- Brlek, M., Trinajstić, N., Gaynor, S. P., Kutterolf, S., Hauff, F., Schindlbeck-Belo, J., Šuica, S., Wang, K. L., Lee, H. Y., Watts, E., Georgiev, S. V., Brčić, V., Špelić, M., Mišur, I., Kukoč, D., Schoene, B. i Lukács, R. (2024): Spread and frequency of explosive silicic volcanism of the Carpathian-Pannonian Region during Early Miocene: Clues from the SW Pannonian Basin and the Dinarides. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 455: 108215. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108215
- Trinajstić, N., Brlek, M., Gaynor, S. P., Schindlbeck-Belo, J., Šuica, S., Avanić, R., Kutterolf, S., Wang, K. L., Lee, H. Y., Holcová, K., Kopecká, J., Baranyi, V., Hajek-Tadesse, V., Bakrač, K., Brčić, V., Kukoč, D., Milošević, M., Mišur, I. i Lukács, R. (2023): Provenance and depositional environment of Middle Miocene silicic volcaniclastic deposits from Mt. Medvednica (North Croatian Basin, Carpathian-Pannonian Region). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 443: 107917. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2023.107917
- Brlek, M., S. Richard Tapster, J. Schindlbeck-Belo, S. P. Gaynor, S. Kutterolf, F. Hauff, S. V. Georgiev, N. Trinajstić, S. Šuica, V. Brčić, K. L. Wang, H. Y. Lee, C. Beier, A. B. Abersteiner, I. Mišur, I. Peytcheva, D. Kukoč, B. Németh, M. Trajanova, D. Balen,

M. Guillong, D. Szymanowski i R. Lukács (2023): Tracing widespread Early Miocene ignimbrite eruptions and petrogenesis at the onset of the Carpathian-Pannonian Region silicic volcanism. *Gondwana Research*, **116**: 40–60. https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.12.015

ZAHVALE

Ovaj doktorski rad rezultat je zajedničkog truda, znatiželje i podrške mnogih dragih ljudi kojima dugujem iskrenu zahvalnost.

Mentoru dr. sc. Mihovilu Brleku zahvaljujem na velikom entuzijazmu i onoj dječačkoj zaljubljenosti u geologiju kojom nas sve neprestano podsjeća zašto je ovaj posao poseban. Hvala na svoj pročitanoj literaturi koju sam ja mogla preskočiti, na spremnosti da pustiš moje ideje da rastu te na prijateljskoj podršci i ljudskosti u teškim trenutcima.

Mentoru prof. dr. sc. Draženu Balenu zahvaljujem na podršci istraživanja i razgovorima koji uvijek potaknu novi smjer razmišljanja. Posebno hvala na strpljenju i brzini kad je sve, kao i obično, bilo „u zadnji tren".

Veliko hvala članovima Povjerenstva — doc. dr. sc. Zorici Petrinec, doc. dr. sc. Duji Smirčiću i prof. dr. sc. Nenadu Tomašiću — na pažljivom čitanju, korisnim komentarima i sugestijama koje su znatno unaprijedile tekst. Zahvaljujem i prof. dr. sc. Darku Tibljašu na savjetima tijekom studija te na ustupljenom uzorku koji je pomogao u traganju za „izgubljenom erupcijom".

Posebno zahvaljujem dr. sc. Duji Kukoču i dr. sc. Sanji Šuici na svakodnevnom mentorstvu i velikom prijateljstvu. Bez vas ne bi bilo moguće dati okvir mojim idejama niti izdržati trenutke kad se činilo da ništa nema smisla. Ne mogu zamisliti rad u geologiji bez vaše ogromne stručnosti, znanja i praktičnosti.

Veliko hvala dr. sc. Tomislavu Kurečiću na beskrajnoj spremnosti za razgovore o miocenu, sedimentologiji, mineralima, špiljama i svemu što mi je taj dan bilo najzanimljivije, kao i na stalnoj podršci i prijateljstvu.

Moniki Milošević hvala na jasnoći i strukturi — na sposobnosti da svaku geološku priču razložiš na bitno, pojednostaviš probleme i olakšaš sve životne muke.

Dr. sc. Vlatku Brčiću hvala na njegovoj neugasloj zaljubljenosti u geologiju i spremnosti da „provjeri još i ovo". Time si omogućio svaki onaj dodatni korak koji je svima drugima bio pretežak.

Zahvaljujem svim kolegama i kolegicama na Hrvatskom geološkom institutu, koji su mi pružili priliku da budem dio ovih malih „National Geographic" priča. Posebno hvala predstojnicama dr. sc. Koraljki Bakrač, dr. sc. Aniti Grizelj i dr. sc. Adrianu Banku na povjerenju, strpljenju i pruženim prilikama.

Veliko hvala dr. sc. Tvrtku Korbaru na prilici za kartiranje na „Grobničkim Alpama" i podršci pri dolasku na Institut.

Hvala dr. sc. Ivanu Mišuru, dr. sc. Matiji Vukovskom, dr. sc. Marku Špeliću, dr. sc. Valentini Hajek Tadesse, dr. sc. Mariji Horvat, dr. sc. Lari Wachi, dr. sc. Radovanu Avaniću, dr. sc. Damiru Slovencu, dr. sc. Krešimiru Petrinjaku, dr. sc. Ani Kamenski, dr. sc. Damiru Paleniku, dr. sc. Mirku Belaku, dr. sc. Viktoriji Baranyi, Nikoli Beliću i Marku Budiću na otvorenosti, savjetima i beskrajnom strpljenju s mojim pitanjima o „svemu iz geologije".

Veliko hvala Damiru, Mirjani, Đurđici i Tončeku, te Ani i Jasmini na pomoći u laboratoriju, ostvarenju svih zamisli i ideja te na prijateljskim i motivacijskim razgovorima.

Zahvaljujem cijelom HRZZ PYROSKA timu, posebno dr. Julie Belo, dr. Steffenu Kutterolfu, dr. Simonu Tapsteru i dr. Istvánu Dunklu, koji su me primili u svoje laboratorije i omogućili mi znanstveni rast, dragocjeno iskustvo u analitici i rijetku priliku za takav znanstveni pristup.

Veliko hvala mojim prijateljima i obitelji koji su sve ovo izdržali i dijelili sa mnom — mojim curama iz Rijeke, family Rosić, SKOL-ovcima, maloj B, obiteljima Šarc i Hasan, Loreni, Deanu i malim gospođama, te Damiru i Miji.

Mami tati dugujem najveću zahvalnost — za bezuvjetnu podršku, razumijevanje i strpljenje, za vjeru u mene i za beskrajnu pomoć u svakom trenutku. Hvala vam na motivaciji, prijateljstvu i iskrenom zanimanju za sve što donesem kući.

Filip, hvala ti na svim razgovorima, čitanjima, odlascima na Kalnik i Bosiljevo, i onom „samo da još ovo pogledamo“. Ne mogu ni opisati koliko tvoja pomoć tijekom posljednjih mjeseci — kroz sve prepravke, priloge, kratice i tablice — znači. Znaš da ovo ne bi bilo moguće, niti bi imalo smisla, bez tebe.

Hvala Poloni na veselju koje donosi svakog dana.

Hvala svima! Izdržali ste…

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Doktorski rad

Tefrostratigrafija i petrogeneza vulkanoklastičnih naslaga donjo do srednjomiocenskog kiselog vulkanizma Karpatsko-panonske regije

Nina Trinajstić

Rad je izrađen na Hrvatskom geološkom institutu, Sachsova 2, 10 000 Zagreb

Sažetak: Cilj istraživanja bio je razviti detaljan tefrostratigrafski i petrogenetski okvir donjo- i srednjomiocenskog vulkanizma Karpatsko – panonske regije (KPR-a) integriranjem proksimalnih i distalnih vulkaoklastičnih naslaga na području Panonskog bazena i Dinaridskog jezerskog sustava. Primijenjena je višestruka metodologija: petrografija, geokemijske i izotopne analize vulkanskog stakla, Hf izotopi i visokoprecizna U–Pb cirkon geokronologiju (CA–ID–TIMS, „in situ“ LA-ICP-MS).
Rezultati definiraju devet erupcijskih jedinica: Kalnik (≈18,1 mil.god.) s dvjema kemijskim grupama stakla i izraženom kontaminacijom kore (εHf = -10,37 do -8,75); Eger i Ostoros (≈17,3 mil.god.) s pozitivnijim εHf (od -2,4 do 1,2) cirkona i heterogenim magmatskim izvorima za pojedine erupcije; Mangó (≈17,1 mil.god.) potvrđen ignimbrit na području Kalnika; Lower Bogács (≈17 mil.god.) po prvi put identificiran u naslagama Sinjskog i Livanjskog bazena i povezan s ignimbritima BVF; Škrabutnik (≈15,3 mil.god.) regionalni marker, magme dacitno do riolitnog sastava s prosječnim εHf = -3 koji se nalazi na trendu vulkanizma KPR-a; Demjén i Bidrovec (≈14,9–14,8 mil.god) starosno i geokemijski dvije odvojene erupcije, s većim utjecajem juvenilnijih taljevina (εHf ≈ 0) i amfibolom kontrolirane diferencijacije, te Livno–Harsány (≈14,3 mil.god.) potvrđena erupcijska epoha s više erupcija u kratkom vremenskom periodu. Zabilježen je i PS vulkanoklastični horizont, nepoznate starosti, ali karakterističnog geokemijskog i mineralnog zapisa s značajnim udjelom piroksena.
Ovi podatci otkrivaju postupnu, ali nelinearnu evoluciju od kore-dominiranog magmatizma prema jačem utjecaju magmi iz plašta, redefiniraju regionalnu stratigrafiju te potvrđuju da je eksplozivni kiseli vulkanizam KPR-a bio učestaliji i prostorno rasprostranjeniji nego što se ranije pretpostavljalo. Sustavna primjena geokemije vulkanskog stakla pokazala se ključnom za pouzdanu korelaciju distalnih vulkanoklastita te diferencijaciju erupcija bliskih starosti, dok su izotopi i geokronologija cirkona daju čvrste petrogenetske smjernice.

Ključne riječi: Karpatsko–panonska regija, miocen, kiseli vulkanizam, tefrostratigrafija, geokemija vulkanskog stakla, U–Pb starosti cirkona, Nd–Hf izotopi.
Rad sadrži: X+396 stranica, 167 slika, 41 tablica, 8 priloga, 199 literaturnih navoda
Jezik izvornika: hrvatski
Rad je pohranjen u: Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu
Mentori: prof. dr.sc. Dražen Balen, PMF
dr. sc. Mihovil Brlek, HGI
Ocjenjivači: doc.dr.sc. Zorica Petrinec, PMF
prof. dr. sc. Nenad Tomašić, PMF,
doc. dr. sc. Duje Smirčić, RGNF
Rad je prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Doctoral Thesis

Tephrostratigraphy and petrogenesis of Lower to Middle Miocene volcaniclastic deposits produced by silicic volcanism of the Carpathian-Pannonian Region

Nina Trinajstić

Thesis completed at Croatian Geological Survey, Sachsova 2, 10000 Zagreb

Abstract: The aim of this study was to develop a detailed tephrostratigraphic and petrogenetic framework for Lower and Middle Miocene volcanism in the Carpathian–Pannonian Region by integrating proximal and distal volcaniclastic deposits within the Pannonian Basin and the Dinaride Lake System. A multi-proxy approach was applied, including petrography, geochemical and isotopic analyses of volcanic glass, Hf isotopes and high-precision U–Pb zircon geochronology (CA–ID–TIMS, "in situ" LA–ICP-MS).

The results define nine eruptive units: Kalnik (≈18.1 Ma) with two distinct geochemical volcanic glass groups and strong crustal contamination (εHf = -10.37 to -8.75); Eger and Ostoros (≈17.3 Ma) with more positive zircon εHf values (-2.4 to 1.2) and heterogeneous magma sources; Mangó (≈17.1 Ma) confirmed as an ignimbrite at Kalnik; Lower Bogács (≈17 Ma) identified in the Sinj and Livno basins and correlated with BVF ignimbrite; Škrabutnik (≈15.3 Ma) a regional marker, dacitic to rhyolitic magma with average εHf = -3, following the CPR magmatic trend; Demjén and Bidrovec (≈14.9–14.8 Ma), two separate eruptions, with a stronger influence of juvenile melts (εHf ≈ 0) and amphibole-controlled differentiation; and Livno–Harsány (≈14.3 Ma), a confirmed eruptive episode with multiple eruptions over a short time interval. The PS volcaniclastic horizon represents a separate eruption of unknown age, with distinctive geochemical features in volcanic glass and mineralogy with a significant pyroxene component.

These results reveal a progressive but non-linear evolution from crust-dominated magmatism to a stronger influence of mantle-derived melts, refine the regional stratigraphy, and demonstrate that explosive silicic volcanism in the CPR was more frequent and widespread than previously assumed. The systematic use of volcanic glass geochemistry proved crucial for correlating distal volcanoclastics and distinguishing coeval eruptions, while zircon isotopes and geochronology provide robust petrogenetic constraints.

Keywords: Carpathian–Pannonian Region, Miocene, silicic volcanism, tephrostratigraphy, volcanic glass geochemistry, U–Pb zircon ages, Nd–Hf isotopes
Thesis contains: X+396 pages, 167 figures, 41 tables, 8 appendices, 199 references
Original in: hrvatski
Thesis deposited in: National and University Library in Zagreb
Supervisors: Dražen Balen, PhD, Full Professor, Faculty of Science
Mihovil Brlek, PhD, Senior Research Associate, HGI-CGS
Reviewers: Zorica Petrinec, PhD, Assistant Professor, Faculty of Science
Nenad Tomašić, PhD, Full Professor, Faculty of Science
doc. dr. sc. Duje Smirčić, PhD, Assistant Professor, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Thesis accepted:

POPIS KRATICA

ACME — laboratorij za geokemijske analize (engl. *ACME Analytical Laboratories*)

AES — atomska emisijska spektrometrija (engl. *atomic emission spectroscopy*)

ALCAPA — alpsko–karpatsko–panonski blok (engl. *Alpine–Carpathian–Pannonian block*)

BGS — Britanski geološki institut (engl. *British Geological Survey*)

BVF — vulkansko polje Bükkalja (engl. *Bükkalja Volcanic Field)*

CA–ID–TIMS — Spektrometrija masa s termalnom ionizacijom uz kemijsku abraziju i razrjeđivanje izotopa (engl. *chemical abrasion, isotope dilution, thermal ionization mass spectrometry*)

CHUR — hondritski uniformni rezervoar (engl. *chondritic uniform reservoir)*

CL — katodoluminiscencija (engl. *cathodoluminescence*)

CPR — Karpatsko-Panonska regija (engl. *Carpathian–Pannonian Region*)

EARTHTIME — međunarodni projekt za standardizaciju geokronologije (engl. *EarthTime Project*)

EPMA — elektronska mikrosonda (engl. *electron probe microanalysis*)

HFSE — elementi velike snage polja (engl. *high field strength elements*)

HREE — teški elementi rijetkih zemalja (engl. *heavy rare earth elements*)

HZB — Hrvatsko zagorje bazen

ICP-AES — atomska emisijska spektroskopija s induktivno spregnutom plazmom (engl. *inductively coupled plasma – atomic emission spectroscopy)*

ICP-MS — masena spektroskopija s induktivno spregnutom plazmom (engl. *inductively coupled plasma mass spectrometry*)

JMC — standard za izotope hafnija (Hf) Johnson–Matthey Company (engl. *Johnson–Matthey Company isotopic standard*)

KVF — vulkansko polje Kalnik (engl. *Kalnik Volcanic Field*)

KPR — Karpatsko-panonska regija

LA — laserska ablacija (engl. *laser ablation*)

LA-ICP-MS — metode masene spektrometrije s induktivno spregnutom plazmom uz korištenje laserske ablacije (engl. *laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry*)

LA-MC-ICP-MS — metode masene spektrometrije s induktivno spregnutom plazmom s multikolektorom uz korištenje laserske ablacije (engl. *laser ablation multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry*)

LILE — litofilni elementi velikog ionskog radijusa (engl. large *ion lithophile elements*)

LOI — gubitak žarenjem (engl. *loss on ignition*)

LREE — laki elementi rijetkih zemalja (engl. *light rare earth elements*)

MASH — proces miješanja, asimilacije, skladištenja i homogenizacije magme (engl. *magma mixing, assimilation, storage and homogenization*)

MC-ICP-MS — metoda masene spektrometarije s induktivno spregnutom plazmom s multikolektorom (engl. *multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry*)

MREE — srednji teški elementi rijetkih zemalja (engl. *middle rare earth elements*)

MSWD — ponderirani kvadratni prosjek odstupanja (engl. *mean square of weighted deviation*)

NAFB — Sjeverno-alpski predgorski bazen (engl. *North Alpine Foreland Basin*)

PFU — po jedinici formule (engl. *per formula unit*)

REE — elementi rijetkih zemalja (engl. *rare earth elements*)

SELFRAG — uređaj za drobljenje uzoraka pomoću električnog pražnjenja (engl. *Selfrag high-voltage pulse fragmentation*)

SHB — Sjeverno hrvatski bazen

SRM — standardni referentni materijal (engl. *standard reference material*)

STD — standardna devijacija (engl. *standard deviation*)

TAS — ukupni alkalno–silicijski dijagram (engl. *total alkali–silica diagram*)

THM — prozirni teški minerali (engl. *transparent heavy minerals*)

TIMS — Spektrometrija masa s termalnom ionizacijom (engl. *thermal ionization mass spectrometry*)

VEI — indeks eksplozivnosti vulkana (engl. *volcanic explosivity index*)

WDS — valno-disperzijska spektroskopija (engl. *wavelength dispersive spectroscopy*)

WR — cjelostijenski uzorak (engl. *whole rock*)

SADRŽAJ

ZAHVALE III
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA V
BASIC DOCUMENTATION CARD VI
POPIS KRATICA VII
SADRŽAJ IX
1. UVOD 1
1.1. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA 1
1.2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA 12
2. PODRUČJA ISTRAŽIVANJA 14
3. METODE ISTRAŽIVANJA 18
3.1. TERENSKA ISTRAŽIVANJA 18
3.2. PETROGRAFSKA ISTRAŽIVANJA 18
3.3. ANALIZA MODALNOG SASTAVA 19
3.4. GEOKEMIJSKA ISTRAŽIVANJA 20
3.4.1. Metode cjelostijenske kemijske analize 20
3.4.2. Geokemijske analize vulkanskog stakla i minerala 21
3.4.3. Izotopne analize krhotina vulkanskog stakla 23
3.5. PETROLOŠKO-GEOKRONOLOŠKA ANALIZA CIRKONA 24
3.5.1. Izotopne analize na cirkonima – LA-ICP-MS U-Pb geokronologija 24
3.5.2. Izotopne analize cirkona – CA-ID-TIMS U-Pb geokronologija 25
3.5.3. Izotopne analize na cirkonima – MC-ICP-MS Hf izotopni sustav 27
3.5.4. Geokemijske analize minerala cirkona – LA-ICP-MS 28
4. REZULTATI 29
4.1. REZULTATI ISTRAŽIVANJA VULKANOKLASTIČNIH NASLAGA DONJEG MIOCENA 29
4.1.1. Rezultati terenskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 29
4.1.2. Mikorfiziografska obilježja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 38
4.1.3. Rezultati modalne analize teške mineralne frakcije vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 48
4.1.4. Rezultati geokemijskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 52
4.1.5. Rezultati petrološko-geokronoloških analiza cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 79
4.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA VULKANOKLASTIČNIH NASLAGA SREDNJEG MIOCENA 98
4.2.1 Rezultati terenskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 98
4.2.2. Mikrofiziografska obilježja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 116

4.2.3. Rezultati modalne analize vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 126
4.2.4. Rezultati geokemijskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 130
4.2.5. Rezultati petrološko-geokronološke analize cirkona vulkanoklastičnih nasloga srednjeg miocena 162

5. DISKUSIJA 173

5.2. DONJI MIOCEN 173
5.2.5. Tefrostratigrafija i petrogeneza ≈ 18,1 milijuna godina stare erupcije (Kalnik erupcija) 174
5.2.6. Tefrostratigrafija i petrogeneza ≈ 17,3 – 17 milijuna godina starih erupcija 183
5.3. SREDNJI MIOCEN 196
5.3.1. Taložni okoliš i tefrostratigrafija ≈ 15,3 milijuna godina stare erupcije (Škrabutnik erupcija) 197
5.3.2. Taložni okoliš i tefrostratigrafija ≈ 14,9 i 14,8 milijuna godina starih erupcija (erupcije Demjén i Bidrovec) 208
5.3.3. Taložni okoliš i tefrostratigrafija ≈ 14,3 milijuna godina stare erupcije u Livanjskom bazenu 216
5.3.4. Petrogeneza srednjomiocenskih eksplozivnih kiselih erupcija 227
5.4. KRATKI PREGLED TEFROSTRATIGRAFIJE I PETROGENEZE 232

6. ZAKLJUČAK 237
7. EXTENDED SUMMARY 241
8. LITERATURA 244
POPIS SLIKA 258
POPIS TABLICA 273
POPIS PRILOGA 275
ŽIVOTOPIS 276
PRILOZI 282

1. UVOD

Nastanak Panonskog bazena kao dijela Karpatsko-panonske regije (KPR) bio je popraćen voluminoznim erupcijama vulkanoklastičnog materijala tijekom donjeg i srednjeg miocena. Kiseli vulkanoklastični materijal koji je u prošlosti pokrivao veći dio KPR-a može se danas pronaći na širem području Alpsko-mediteranske regije. U sklopu ovog istraživanja će se, primjenom integrirane analize regionalno rasprostranjenih vulkanoklastičnih naslaga, sakupiti podatci o kronologiji erupcija, tefrostratigrafiji i petrogenezi magme koja je producirala vulkanoklastični materijal. Istraživanje će se podijeliti na cjeline temeljene na analizama donjomiocenskih i srednjomiocenskih vulkanoklastičnih naslaga Sjevernohrvatskog bazena (Kalnik, Požeška gora i Medvednica) i Dinaridskog jezerskog sustava (Sinjski i Livanjski bazen) te njihovoj usporedbi s regionalno rasprostranjenim vulkanoklastičnim materijalom.

1.1. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Alpsko-mediteransku regiju obilježio je značajni magmatizam od paleogena do kvartara (Harangi i sur., 2006; Seghedi i Downes, 2011). Magmatske stijene koje se mogu pronaći na cijelom prostoru regije različitog su sastava, što ukazuje na kompleksnost geodinamskih i magmatskih procesa. U sjeveroistočnom dijelu nalazi se Karpatsko-panonska regija koja tektonski predstavlja ekstenzijski zalučni bazen okružen Alpama, Karpatima i Dinaridima. Sastavljena je od dvije mikroploče, ALCAPA i Tisia-Dacia, koje pokazuju različite predmiocenske faze geološkog razvoja razdvojene rasjednom zonom (Csontos i sur., 1992). Ploča ALCAPA (Al-istočne Alpe, Ca-zapadni Karpati, Pa-Sjeverni dio Panonskog bazena) ekstrudirana je iz područja Alpa tijekom orogeneze velikim regionalnim klizno-pružnim (*strike-slip*) rasjedom tijekom oligo-miocena (Fodor i sur., 1999). Sudar dviju ploča duž Srednje-mađarskog rasjeda (*Mid-Hungarian Fault Line*) odvijao se prije i tijekom početne riftne faze razvoja Panonskog bazena u periodu od 23 do 15 milijuna godina. Pomak ploča bio je u smjeru sjeveroistoka s rotacijom (Ustaszewski i sur., 2008; Horváth i sur., 2015; Fodor i sur., 1999). Panonski bazen nastao je tijekom miocena značajnim stanjivanjem litosfere u zaleđu karpatskog i dinaridskog orogena, potaknuto subdukcijom ispod Istočnih Karpata i Dinarida zajedno s izdizanjem astenosfere (Royden i sur., 1982; Kovács i sur., 2011; Horváth i sur., 2015; Csontos i sur., 1992).

Razvoj bazena se može podijeliti u dvije faze. U prvoj sin-riftnoj fazi izražena je vulkanska aktivnost povezana sa stanjivanjem kore i izostatičkom supsidencijom, dok je u drugoj post-riftnoj fazi prestala vulkanska aktivnost, prestaje riftovanje i počinje hlađenje litosfere (Pavelić, 2002; Royden, 1988). Vulkanska aktivnost je započela snažnim kiselim erupcijama koje su

ostavile brojne tragove duž cijele regije. Iako se smatra da je ovaj vulkanizam najsnažniji na području Europe u zadnjih 20 milijuna godina, dosad je manje istraživan nego bazični kalcijsko-alkalijski i alkalijski vulkanizam regije (Harangi i sur., 2015; Seghedi i sur., 2005; Harangi i sur., 2024).

Dostupnošću novih podataka i korištenjem novih metoda radiometrijskog datiranja i geokemijskih analiza, prikuplja se sve više informacija o tragovima kiselog vulkanizma u regiji (Badurina i sur., 2021; Badurina i sur., 2019; Brlek i sur., 2020; Harangi i sur., 2005; Hencz i sur., 2023; De Leeuw i sur., 2013; Lukács i sur., 2009; Lukács i sur., 2018; Lukács i sur., 2021; Marković i sur., 2021; Rocholl i sur., 2018; Roetzel i sur., 2014; Rybár i sur., 2019; Šarinová i sur., 2021; Šuica i sur., 2025)

Novija cjelovitija geokronološka istraživanja predstavljena su metodama radiometrijskog datiranja U-Pb na mineralu cirkonu ili $^{40}Ar/^{39}Ar$ datiranjima na feldspatima, biotitu i vulkanskom staklu. Na području regije rađene su i geokemijske analize na mineralima i vulkanskom staklu te izotopne analize koje su prikazane u većem broju radova. Glavni dosadašnji podatci dobiveni o voluminoznom kiselom vulkanizmu tijekom donjeg i srednjeg miocena koji su predmet ove disertacije, prikazani su kroz vremenski period od najstarijih prema mlađima:

- Najstariji tragovi kiselog vulkanizam u regiji zabilježeni su na vulkanskom području Bükkalja (*Bükkalja Volcanic Field*-BVF) i na području Kalnika (Brlek i sur., 2020; Karátson i sur., 2022; Lukács i sur., 2018; Mandic i sur., 2012). Metodom LA-ICP-MS određena je U-Pb starost na cirkonu najstarijeg kiselog vulkanizma u bušotini Csv-2 u blizini Bükkalja vulkanskog područja koja iznosi 18,2 ± 0,3 milijuna godina (Lukács i sur., 2018). Vulkanoklastične naslage u bušotini opisane su kao slijed riolitnog lapilnog tufa s plovućcima, debljine oko 40 m, mineralnog sastava plagioklas–kvarc–biotit, i sporadično sanidin.

Ovaj vulkanoklastični horizont na površini je identificiran kao Wind član (Wi-1 ignimbrit) i utvrđen je na dvije lokacije u Egeru (Mađarska) – u ciglani Wind (*Wind Brickyard*) i u usjeku Homok Street (Karátson i sur., 2022). Radi se o masivnom lapilnom tufu debljine oko 20 m, s plovućcima veličine 5–10 cm i litičnim česticama veličine 2–5 cm. Gornji dio naslaga pokazuje intenzivno trošenje i razvoj paleotla kojem se u krovini nalazi vulkanoklastična sukcesija Erupcije Eger (Hencz i sur., 2023). Svježi kvarc i feldspat (često sanidin) česti su fenokristali, dok su kristali biotita snažno alterirani. Lokalitet je datiran metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na mineralu sandinu i dobivena je starost od 18,057 ± 0,018 milijuna godina. Osim datiranja, na stijenama ovog lokaliteta su provedene i geokemijske analize glavnih i elemenata u tragovima na

krhotinama vulkanskog stakla, što omogućuje daljnu korelaciju s ostalim lokalitetima u regiji (Karátson i sur., 2022; Hencz i sur., 2023).

Naslage kiselog vulkanizma opisane su i na području Kalnika na lokalitetu Glogovnica koji je opisan kao 2 m debeo slijed sivog glinovitog nelitificiranog tufa s biotitom i 6,7 m debelih naslaga krupnijeg siltnog svjetlosivog tufa. Vulkanoklastični sloj je datiran metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na mineralu sanidinu i dobivene su starosti od 18,04 ± 0,07 milijuna godina (Mandic i sur., 2012). Na području Kalnika naknadno je otkriven izdanak koji sadrži približno 28 m debelu sekvencu vulkanoklastičnih naslaga, podijeljenu u dva odvojena slijeda. Njihov međusobni kontakt nije vidljiv na terenu jer je prekriven recentnim nanosima. Prvi slijed čini oko 8 m debeo horizont laminiranih naslaga, dok je drugi predstavljen 20 m debelim horizontom homogenih, masivnih, krupnozrnatih lapilnih tufova koji sadrže plovućce promjera do 10 cm. Na lapilnom tufu provedeno je datiranje minerala cirkona metodom CA-ID-TIMS U-Pb i $^{40}Ar/^{39}Ar$ datiranje minerala sanidina te su dobivene starosti od 18,060 ± 0,023 milijuna godina (cirkon) i 18,14 ± 0,38 milijuna godina i 18,25 ± 0,38 milijuna godina (sanidin) (Brlek i sur., 2020). Dobiveni podatci (starosti) se preklapaju unutar nesigurnosti svojih metoda te se može reći da je unutar navedenih nesigurnosti dobivena ista starost pomoću obje metode (Brlek i sur., 2020.).

Geokemijski podatci prikupljeni na vulkanskom staklu uzoraka s Kalnika potvrdili su da se radilo o riolitnom vulkanizmu, a analize elemenata u tragovima pokazuju visoki LILE/HFSE (*Large Ion Lithophile Elements / High Field Strength Elements*; tj. elemenata velike ionske pokretljivosti u odnosu na elemente visoke jakosti polja omjer), više vrijednosti Pb, te niske vrijednosti Nb, Ta i Ti, što odgovara subdukcijskom geokemijskom zapisu koji karakterizira kalcijsko-alkalijsku grupu prethodno istraživanih vulkanskih i vulkanoklastičnih naslaga KPR-a. Iako geokemijski zapis pokazuje subdukcijski karakter, petrogeneza ovih naslaga u skladu je s tektonskim modelom koji povezuje ove stijene s post-kolizijskim okolišem (Harangi i Lenkey, 2007; Lukács i sur., 2018; Seghedi i Downes, 2011), a ne subdukcijskim.

- U ranijim literaturnim zapisima su vulkanoklastične naslage povezane s najstarijim erupcijama svrstavane pod formaciju *donji riolitni tuf* koja je uključivala debele naslage ignimbrita i na površini i u bušotinskim jezgrama unutar Panonskog bazena. Novije litostratigrafske kompilacije pripisuju navedene naslage u Mađarskoj *Tihamér Rhyolite Lapilli Tuff* formaciji (Lukács i sur., 2022). Ignimbriti ove formacije pronađeni su na području BVF-a, te su korišteni kao glavni stratigrafski marker za donji miocen s obzirom na to da su na tom prostoru vladali kopneni uvjeti u tom periodu te nije moguća korelacija na temelju paleontoloških podataka. Iako su ranije objavljeni geokronološki podatci za nekadašnju

formaciju „donjeg riolitnog tufa“, najnovija istraživanja koriste LA-ICP-MS i CA-ID-TIMS U–Pb metode te su identificirane dvije eksplozivne erupcije: dominantni produkti su ignimbrita Eger starosti 17,5 milijuna godina i ignimbrit Mangó starosti 17,1 milijuna godina (Lukács i sur., 2018). Na lokalitetima Ipolytarnóc i Nemti (sjever Mađarske), ranija $^{40}Ar/^{39}Ar$ datiranja plagioklasa dala su starosti od 17,02 i 16,99 ± 0,16 milijuna godina. U–Pb datiranje cirkona pokazalo 17,42 ± 0,04 milijuna godina (Pálfy i sur., 2007), što omogućava vremensku korelaciju s ignimbritima BVF-a. Vulkanoklastiti su naknadno datirani LA-ICP-MS U-Pb cirkon metodom te je provedena geokemijska analiza cirkona. Dobiveni podatci su potvrdili korelaciju vulkanoklastita lokaliteta Ipolytarnóc s ignimbritom Eger i tufovima lokaliteta Nemti s ignimbrita Mangó (Lukács i sur., 2021).

Osim podjele vulkanskih sukcesija temeljene na detaljnoj geokronologiji, novija istraživanja usmjerena su na litološke i litostratigrafske odredbe te na prisutnost paleotala između pojedinih članova vulkanskih sukcesija, a u kombinaciji s geokemijskom analizom krhotina vulkanskog stakla rezultirala su definicijom novih i dodatnih članova unutar *Tihamér Rhyolite Lapilli Tuff* (Hencz i sur., 2023). Posebno je detaljno opisan član Eger, koji je definiran U–Pb geokronologijom i stratigrafski smješten iznad podinskog ignimbrita Wind. U njegovoj sekvenci prvo se pojavljuje sitnozrnati tuf debljine nekoliko centimetara, na koji se nastavlja sloj klast-potpornog, plovućcima bogatog lapilnog tufa debljine oko 30 cm. U krovini je razvijen masivni, nesortirani lapilni tuf, čija debljina doseže 60–80 m, s plovućcima promjera do 20 cm i litičnim česticama do 10 cm, što jasno odražava energetski intenzivan karakter taloženja i raznolikost vulkanoklastičnog materijala (Hencz i sur., 2023). Najdeblji horizont ove sukcesije, koji odgovara ignimbritu Eger, prepoznat je i u ranijim istraživanjima, a datiran je $^{40}Ar/^{39}Ar$ metodom na plagioklasu s dobivenom starošću od 17,25 ± 0,11 milijuna godina (Karátson i sur., 2022).

U sklopu istih novih istraživanja opisan je i novi član Ostoros, smješten u krovini vršnog resedimentiranog intervala sukcesije Eger. Iako nije datiran, može se razlikovati od ignimbrita Eger na temelju mineralogije, osobito izostanka kvarca, te geokemijskih razlika u sastavu vulkanskog stakla (npr. odnos omjera Nb/Y-TaYb; Zr/Sr-Th). Također član Ostoros odlikuje se litološkom kompleksnošću u odnosu na Eger, uključujući zabilježene primarne i sekundarne vulkanoklastične horizonte. Donji dio započinje sitnozrnatim tufom, na koji difuzno slijedi inverzno graduiran masivni nesortirani lapilni tuf (najveći plovućci su pronađeni u vrhu intervala). Zatim slijedi 10 cm debeo horizont s akrecijskim lapilima na kojem slijedi najdeblji horizont, debljine 5-6 m, sitnozrnatog lapilnog tufa s povremenim laminiranim proslojcima. Plovućci su veličine do nekoliko centimetara. Cijeli interval debljine nekoliko metara završava

paleotlom, a u krovini Ostoros člana nalazi se novi član Tufakőbánya, također predstavljen izmjenom primarnih i pretaloženih vulkanoklastičnih intervala.

Prethodno opisan ignimbrit Mangó (član Kisgyőr), stratigrafski je smješten iznad člana Tufakőbánya, te je litološki karakteriziran kao složena sekvenca debljine oko 50 m na površini, dok u bušotinama može doseći i do 240 m (Lukács i sur., 2018; Hencz i sur., 2021). Sekvenca započinje dobro sortiranim, klast-potpornim lapilnim tufom s euhedralnim do subhedralnim ružičastim kvarcom, te plovućcima i litičnim česticama veličine do 15 cm. Iznad ovog ignimbrita dolazi sloj sitnozrnatog tufa s mm-velikim plovućcima, koji postupno prelazi u masivni lapilni tuf s velikim plovućcima i litičnim česticama do 20 cm, ponekad i s *fiammama* (Hencz i sur., 2021). Dominantni fenokristali u ovoj jedinici su svijetlo ljubičasti kvarc, biotit i plagioklas. Gornji dio sekvence čine resedimentirani vulkanoklastiti, sastavljeni od sitnozrnatog materijala, vjerojatno taloženog laharima, u kojima se često pojavljuju i veći plovućci (>10 cm) ponekad blago zaobljeni, koncentrirani u lećama. Tumačenje litološke sekvence sugerira da Ignimbrit Mangó počinje piroklastičnim materijalog taloženim iz zraka, zatim slijedi piroklastični gusti toka i konačno nakon kolapsa piroklastičnog stupa dolazi do taloženja masivnog ignimbrita koji je zadnji u sukcesiji i doseže maksimalne debljine u bušotinama (Hencz i sur., 2023). Debljina površinskih izloženosti u zapadnom dijelu oko područja Egera iznosi oko 50 m. Vulkanološki podatci sugeriraju da je erupcijski centar vjerojatno bio smješten istočno od BFV-a, što se temelji na debljini i granulometrijskim karakteristikama sloja taloženog iz vulkanskog oblaka (Hencz i sur., 2021). Starost ovog člana određena je U–Pb metodom na cirkonu i iznosi 17,055 ± 0,024 milijuna godina (Lukács i sur., 2018.).

U krovini sukcesije Mangó, točnije na horizontu vršnog paleotla koje je razvijeno u sekundarnim vulkanoklastitima, opisan je novi član Cserépfalu koji se sastoji od stratificiranog tufa na kojem slijedi masivni lapilni tuf debljine 7–10 m s plovućcima promjera do 5 cm. U prijašnjim je radovima ignimbrit datiran na opisanom lokalitetu U-Pb cirkon geokronologijom na 17,14 ± 0,12 milijuna godina, a zbog slične starosti kao ignimbrit Mangó (17,055 ± 0.024 milijuna godina), nije ga bilo moguće zasebno izdvojiti (Lukács i sur., 2018) te je opisivan kao jednaka pojava na dva lokaliteta.

Na jugu Slovačke na lokalitetu Lipovany koji se nalazi u blizini ranije spomenutog lokaliteta Ipolytarnóc (sjever Mađarske) datiran je, $^{40}Ar/^{39}Ar$ metodom, vulkanoklastit te su dobivene starosti 17,40 ± 0,54 i 17,28 ± 0,06 milijuna godina, što omogućava povezivanje s ignimbritom Eger (i lokalitetom Ipolytarnóc, Šarinová i sur., 2021). Najudaljeniji poznati lokalitet koji se povezuje s ovim erupcijama je Straining tuf koji se nalazi na sjeveru Austrije, gdje je opisan

kao 80 cm debeo sloj sitnozrnatog tufita. Na K-feldspatu je metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ dobivena starost od 17,38 ± 0,18 milijuna godina (Roetzel i sur., 2014) te je na temelju starosti lokalitet korelativan s erupcijom Eger (Lukács i sur., 2018). S najstarijim erupcijama KPR-a može se, na temelju geokronologije, povezati i sloj tufa na području Dinarida u naslagama miocenskih jezerskih sukcesija. Najstariji pronađeni tuf u jezerskim naslagama na lokalitetu Lučani (LUC-3) datiran je metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na biotitu i sanidinu, no rezultati su pokazali značajna međusobna odstupanja, što upućuje na moguće termalne ili dijagenetske utjecaje nakon taloženja. Kombinacijom radiometrijskih i palomagnetskih podataka procijenjena je starost tufa na 17,91 ± 0,18 milijuna godina (de Leeuw i sur., 2010).

Potencijalno korelativan ignimbritu Mangó je tuf pronađen na lokalitetu Lončarski vis (Marković, 2017). Na tom lokalitetu je tuf uzet iz jalovine kamenoloma Gradac, pa nije bilo moguće odrediti debljinu, niti napraviti detaljan petrografski opis. Tuf je zelene boje i jako glinovit, što ukazuje da sadrži bentonitnu glinu, nastalu alteracijom vulkanoklastita. Starost je određena na sanidinu metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na 16,96 ± 0,03 milijuna godina (Marković, 2017). Osim toga, na području Dinarida u miocenskim jezerskim naslagama pronađen manji proslojak tufa interkaliraog u slojevima ugljena (lokalitet Tušnica), koji je datiran $^{40}Ar/^{39}Ar$ metodom na 17,00 ± 0,17 milijuna godina (de Leeuw i sur., 2011), što ga čini korelativnim s ignimbritima Mangó, Cserépfalu i Bogácsom.

Geokemijski sastav dobiven cjelostijenskom analizom tufa s lokaliteta Tušnica nije bilo moguće jasno korelirati s niti jednom poznatom erupcijom. Međutim, na temelju dobivenih omjera elemenata Nb/Y i Th/Y tuf je povezan s kiselim vulkanoklastičnim naslagama KPR-a (Badurina i sur., 2021).

Geokemijski podatci dobiveni na juvenilnim klastima pokazuju riolitni sastav i ignimbrita Eger i Mangó (Karátson i sur., 2022; Hencz i sur., 2023). Podatci dobiveni geokemijskom analizom elemenata u tragovima pokazali su jasne razlike između erupcija Eger i Mangó. Zanimljivo je da juvenilni klasti ignimbrita Eger imaju geokemijski zapis sličan mlađem Demjén ignimbritu. Geokemijska sličnost se ističe slabije izraženom negativnom europijevom anomalijom i jačem osiromašenju na HREE (Lukács i sur., 2018).

Geokemija elemenata u tragovima minerala cirkona pokazala je slične varijacije kod erupcije Eger i Mangó, ali se kod geokemijskog zapisa Ignimbrita Mangó može vidjeti širi raspon vrijednosti Hf i Y te omjera elemenata Th/U i Zr/Hf u odnosu na koncentracije elemenata i omjera dobivenih kod ignimbrita Eger. Koncentracije ovih elemenata su se ujedno pokazale kao dobri diskriminativni elementi za međusobno razlikovanje erupcijskih događaja KPR-a (Lukács i sur., 2021).

- Na području Mađarske definirana je još jedna formacija donjomiocenskih vulkanoklastita koja je nazvana *Bogács Dacite Lapilli Tuf Formation*. Ovoj formaciji pripadaju naslage ignimbrita i tufa taložene iz magmatskih, a potom i freatomagmatskih erupcija. U litostratigrafskom slijedu jasno se može pratiti prijelaz od kiselog prema neutralnijem (dacitnom do andezitnom) vulkanizmu. Naslage ignimbrita Bogács, koje su podijeljene na donju riolitnu i gornju mješovitu jedinicu, sadrže sastavno različite skupine juvenilnih klasta koje odražavaju specifične petrogenetske procese. Time se vulkanoklastične naslage formacije Bogács značajno razlikuju od ostalih kiselih vulkanskih horizonata unutar područja BVF-a (Harangi i sur., 2005; Czuppon i sur., 2012; Lukács i sur., 2018; Lukács i sur., 2022) Mineraloški i geokemijski ova formacija predstavlja značajni horizont koji je lako prepoznatljiv i rasprostranjen na površini BVF-a i u bušotinama na prostoru Panonskog bazena (Lukács i sur., 2022). Gornja jedinica (miješanog sastava) slijeda naslaga ignimbrita Bogács datirana je LA-ICP-MS U-Pb analizama na cirkonu, a dodatno CA-ID-TIMS U-Pb metodom datiranja na cirkonu, što je dalo starost od 16,846 ± 0,059 milijuna godina (Lukács i sur., 2018).

Geokemija i petrologija ignimbrita Bogács se značajno razlikuje od ostalih kiselih vulkanskih horizonata na području BVF-a. Razlike u kiselosti su primijećene i u koncentracijama dobivenim na temelju cjelostijenske geokemije. Jasno je vidljivo da udio SiO_2 pada sa 70 % do čak 50 mas. %, što se primijetilo i u mineralogiji glavnih minerala, gdje se udio minerala iz zajednice kvarc, plagioklas i biotit lagano mijenja prema zajednici plagioklas, pirokseni, amfiboli i biotit (Czuppon i sur., 2012). Kod akcesornih faza nisu primijećene razlike te se duž cijelog slijeda mogu pratiti iste faze: cirkon, apatit i Fe-Ti oksidi.

Ignimbrit Bogács sastoji se od donje i gornje jedinice, pri čemu je u svakoj petrografski definirano više skupina juvenilnih klasta. U donjoj jedinici razlikuju se dvije geokemijske skupine:

(1) plovućci, staklene krhotine i B-fiamma plovućci riolitnog sastava (SiO_2 = 73–78,5 mas. %, Al_2O_3 = 12,5–13,4 mas. %, K_2O/Na_2O = 2,2–4,7),

(2) A-fiamme koje sadrže ortopiroksene i imaju nešto niži udio SiO_2 (70–77,5 mas. %) te manji omjer K_2O/Na_2O (1,4–4,5).

U gornjoj jedinici prepoznata su tri tipa juvenilnih klasta: skorija, plovućac i krhotine stakla. Glavna staklasta masa ima blago crvenkasto-smeđu boju i dacitni sastav, sa smanjenim udjelom SiO_2 (66,3–69,1 mas. %) i niskim udjelom K_2O (< 2,8 mas. %). Plovućci su svjetlije boje i riolitnog sastava, dok su krhotine stakla kemijski prijelazne između dviju skupina (Czuppon i sur., 2012).

Razlike između donje i gornje jedinice vidljive su i u sastavu plagioklasa — oni u gornjoj jedinici sadrže više kalcija (anortitna komponenta = 79–90 mol. %). Biotiti iz gornje jedinice sadrže nešto više magnezija. Analize inkluzija taljevine u mineralima pokazale su slične geokemijske varijacije kao i one zabilježene u juvenilnim klastima; zanimljivo, inkluzije u piroksenima iz gornje jedinice kemijski odgovaraju trendu donje jedinice (Czuppon i sur., 2012).

Ignimbrit Bogács pokazuje prijelaz iz mineralima siromašne riolitne jedinice prema mineralima bogatijoj dacitnoj jedinici u gornjim dijelovima. Takav je razvoj tipičan za velike erupcije kiselih magmi, no u ovom slučaju zabilježen je izostanak očekivanog slijeda i nagla promjena u sastavu. To se tumači djelovanjem frakcionacijskih procesa minerala ili separacijom minerala unutar taljevine. Geokemijske razlike vulkanskog stakla upućuju na postojanje dviju različitih taljevina – jedne riolitne i jedne dacitne (Czuppon i sur., 2012). Elementi u tragovima omogućuju bolju diskriminaciju i osjetljiviji su na petrogenetske procese, kao što je kristalna frakcionacija i miješanje magmi (*magma mixing)*. Ove pojave u silikatnim sustavima mogu zabilježiti u svojem kemijskom sastavu cirkon i allanit. Osim toga neke promjene koje ostaju zabilježene samo u akcesornim mineralima a nisu pod utjecajem kristalizacije glavnih elemenata su omjeri elemenata Zr/Y i Sm/Y. Kod ovih omjera su u staklu ignimbrita Bogács jasno zabilježene dvije skupine kemijski različitog sastava, nepovezano s frakcionacijom plagioklasa. Predloženi magmatski model objašnjava te razlike prodorom bazičnije magme u kiselu magmatsku komoru, što je izazvalo promjene u sastavu taljevinu (Czuppon i sur., 2012). Usporedbom geokemijskih i izotopnih podataka ignimbrita Bogács s ostalim vulkanoklastitima u regiji, moguće ga je jasno izdvojiti kao zaseban vulkanski horizont (Lukács i sur., 2018).

Osim karakterističnog geokemijskog potpisa juvenilnih klasta, razlike su zabilježene i u sadržaju izotopa hafnija u cirkonu, s najnižim vrijednostima $\varepsilon Hf = -8{,}95$ (Lukács i sur., 2018).

- Značajnija pojava vulkanoklastita interpretiranog kao primarni turbiditni vulkanoklastit, čije je taloženje najvjerojatnije sin-eruptivno, pronađena je na području Požeške gore (Brlek i sur., 2020). Vulkanoklastični turbidit opisan je u debljini od 5 metara, interkaliran između marinskih naslaga badena. Vulkanoklastit je normalno graduiran. Baza vulkanoklastita je izgrađena od krupnozrnatog lapilnog tufa koji prelazi u sitnozrnati tuf. Petrografskom odredbom prepoznati su plovućci siromašni mineralima i krhotine vulkanskog stakla, a od magmatskih minerala nalaze se zonirani plagioklasi, biotit, amfibol, kvarc, sanidin i akcesorni cirkon. Uzorak je datiran dvjema metodama: CA-ID-TIMS na mineralu cirkonu (15,345 ± 0,02 milijuna godina) i metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na mineralu sanidinu (15,34 ± 0,32 i 15,43 ± 0,32

milijuna godina) (Brlek i sur., 2020). Osim radiometrijskog datiranja, geokemijski su analizirane krhotine vulkanskog stakla, čiji je sastav riolitni s oko 77 mas. % SiO_2 i preko 7,6 mas.% ukupnih alkalija. Geokemijska analiza elemenata u tragovima pokazala je da nema varijacija u pojedinim dijelovima vulkanoklastita i da postoje samo manje varijacije između najdonjeg krupnijeg sloja i gornjih sitnozrnatijim slojeva (Brlek i sur., 2020). Omjer Nb/Y veći je nego kod starijeg vulkanizma s Kalnika, što može ukazivati na manji udio elemenata iz kontinentske kore ili povećani utjecaj magme iz astenosfere, zbog napredovanja ekstenzije bazena (Brlek i sur., 2020).

Vulkanoklastiti sličnih starosti, ali manjih debljina, zabilježeni su na više lokacija u Alpama, Štajerskom bazenu, Bečkom bazenu, Sinjskom bazenu i Gackom bazenu. U Alpama su u tanjim slojevima bentonita na lokalitetu Ponholz metodom CA-ID-TIMS U-Pb na cirkonu dobivene starosti od 15,31 ± 0,05 i 15,37 ± 0,01 milijuna godina (Rocholl i sur., 2018). U Štajerskom bazenu datiran je tanji sloj tufa metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na biotitu i dobivena je starost 15,32 ± 0,17 milijuna godina. Kuchyna tuf u Bečkom bazenu opisan je kao 1 m debeli sloj vulkanoklastita riolitnog sastava stakla s 72 mas.% SiO_2 i 7,2 mas.% ukupnih alkalija. Starost je određena metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na sanidinu na 15,23 ± 0,04 milijuna godina. Piroklastiti ove starosti opisani su i datirani i na području dinaridskih bazena: Gacko bazen - lokalitet Gračanica i Sinjski bazen – lokalitet Lučane. Na lokalitetu Gračanica pronađen 1,5 m debeo sloj zelenkastog tufa koji je datiran $^{40}Ar/^{39}Ar$ metodom na 15,36 ± 0,16 milijuna godina, ali je zbog gubitka argona starost pomoću izokrone određena na najvjerojatniju od 15,31 ± 0,16 milijuna (de Leeuw i sur., 2012). Na Medvednici je pronađen tanji sloj tufa debljine 2–3 cm, koji je datiran metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na vulkanskom staklu i dobivena je starost od 15,42 ± 0,15 milijuna godina, zbog čega je potencijalno korelativan s ostalim lokalitetima (Marković i sur., 2021). Usporedba cjelostijenske geokemije elemenata u tragovima na ovim uzorcima pokazala je da postoje preklapanja, što upućuje na sličan vulkanski izvor (Badurina i sur., 2021). Istovremene i potencijalno korelativne vulkanoklastične naslage dosad nisu zabilježene na području BVF-a (Lukács i sur., 2022; Hencz i sur., 2024).

- Vulkanizam za koji se smatralo da je proizveo najvoluminoznije erupcije u regiji definiran je u Mađarskoj na području BVF-a, gdje se mogu pronaći debele naslage ignimbrita (ignimbrit Demjén - član Jató). Ove naslage pripadaju *Tar Dacite Lapilli Tuff Formation* u Mađarskoj i opisane su kao plovućcima bogati lapilni tufovi i tufovi koji su nastali snažnim plinijskim erupcijama (Lukács i sur., 2022). Na površini su naslage ove erupcije pronađene u obliku ignimbrita debljina od 30 do 50 m, dok su u bušotinskim jezgrama prostora Panonskog bazena izmjerene i debljine preko 150 m. Uglavnom su predstavljeni ignimbritima bogatim

plovućcima, no zabilježeni su i tanji slojevi koji sadrže akrecijske lapile (Biró i sur., 2017; Hencz i sur., 2023). Starosti su određene datiranjem uz pomoć U-Pb na cirkonu korištenjem CA-ID-TIMS metode na 14,88 ± 0,014 milijuna godina i LA-ICP-MS metodom kojom je dobiven raspon starosti od 15,1 ± 0,2 do 14,9 ± 0,2 milijuna godina (Lukács i sur., 2015; Lukács i sur., 2018).

Detaljniji litostratigrafski opis člana (*Jató Member*) opisuje najdonja 2 m kao piroklastične slojeve taložene iz zraka na koje slijedi sitnozrnati ignimbrit. Predložen je freatoplinijski tip erupcije (Biró i sur., 2020). Na temelju U-Pb starosti korelirani su ignimbrita Demjén i član Jató, iako su u slučaju ignimbrita Demjén opisani stješnjeni plovućci (*welded*) što ukazuje na tečenje vrućeg ignimbrita, što nije primijećeno kod Jató člana. Iako postoje značajne litološke i mineraloške sličnosti, kao i sličnosti u geokemijskom sastavu cirkona, zabilježene su geokemijske razlike u sastavu krhotina vulkanskog stakla. Uspoređujući omjere Nb/Y s Ta/Yb moguće je primijetiti da se geokemija stakla uzoraka s ta dva lokaliteta razlikuje. S obzirom na sličnosti, nemogućnost odvajanja na temelju dostupne U-Pb cirkon geokronologije, te terenske nejasnoće, predloženo je da se radi o periodu tijekom kojeg je došlo do više erupcija iz istog izvorišta s manjim geokemijskim razlikama (Hencz i sur., 2023).

S vulkanoklastičnim naslagama proizvedenim ovim erupcijama su na temelju starosti korelirani bentoniti na području Alpa, datirani metodom CA-ID-TIMS U-Pb analize na cirkonu. Dobivene starosti alpskih horizonata imaju raspon 14,9–15,12 milijuna godina, te su nađeni na lokalitetima Laimering, Unternuel, Krumbad te Zahling-2 (Rocholl i sur., 2018). Na Medvednici na lokalitetu Čučerje metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na vulkanskom staklu dobivena je starost 14,81 ± 0,08 milijuna godina. Na tom lokalitetu je opisan 2 m debeo sloj vulkanoklastita koji je u donjem dijelu krupniji i zatim positnjava (Marković i sur., 2021).

Na ovom slijedu/slijedovima u BVF nalazi se i član Tibolddaróc koji je predstavljen 3 m debelim trošenim lapilnim tufom koji završava paleotlom. Razlikuje se geokemijski od naslaga Demjén i mlađeg ignimbrita Harsány, te se razlikuje U-Pb geokronologijom zbog čega ga je moguće odvojiti kao zasebnog člana (Hencz i sur., 2023).

- Najmlađe formacije koje se povezuju s voluminoznim kiselim erupcijama KPR-a koje se mogu pronaći u obliku velikih ignimbrita u Mađarskoj su definirane u formaciji Harsány. Ova formacija se opisuje kao lapilni tuf s visokim udjelom silicijeva dioksida (SiO_2>70%), bogat plovućcima (ignimbrit) i njegovi distalniji produkti (Lukács i sur., 2022). Najzastupljeniji minerali su kvarc, plagioklasi, biotit i manje zastupljen sanidin te akcesorni cirkon, apatit, allanit i Fe-Ti oksidi. U ovu formaciju pripadaju vulkanoklastit Tibolddaróc i ignimbrit Harsány. Ignimbrit Harsány sadrži geokemijski dva različita tipa plovućca (definirana kao A i

B tip), što ukazuje na bimodalni sastav eruptivne magme. A tip je geokemijski sličan ostatku juvenilnih fragmenata, dok se u B tipu može povremeno pronaći ortopiroksen. U sastavu glavnih elemenata se vidi jasna razlika između dvije grupe na temelju udjela CaO (Lukács i sur., 2009). Starost ignimbrita Harsány određena je CA-ID-TIMS metodom U-Pb datacijom cirkona od 14,361 ± 0,016 i 14,358 ± 0,015 milijuna godina, a starost erupcije Tibolddaróc određena je LA-ICP-MS U-Pb metodom datacije na cirkonu na 14,7 ± 0,2 milijuna godina (Lukács i sur., 2018). U Transilvanijskom bazenu poznat je tuf Dej koji je u ranijim istraživanjima datiran na približnu starost od 15,4 milijuna godina dok je kasnije metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na sanidinu dobivena starost koja potencijalno korelativna s ignimbritom Harsány od 14,37 ± 0,06 milijuna godina (De Leeuw i sur., 2013; Szakács i sur., 2012). Na temelju cjelostijenskih geokemijskih podataka, tuf je opisan kao riolit a elementi u tragovima i izotopi Sr i Nd ukazuju na subdukcijski potpis i interakciju magme s kontinentalnom korom (Szakács i sur., 2012). Smatra se da su vulkanoklastiti, uglavnom izmijenjeni u bentonite, koji se mogu pronaći u Alpskom molasnom bazenu na području Njemačke i Švicarske, produkti kiselih erupcija KPR-a (Rocholl i sur., 2018). Dva bentonitna horizonta, Bischofszell i Hechelstuh 1 datirana metodom U-Pb na cirkonu, dala su starosti od 14,417 ± 0,023 milijuna godina i 14,772 ± 0,038 milijuna godina koje se preklapaju sa starostima ignimbrita Harsány i vulkanoklastita Tibolddaróc. U sjevernim Apenninima, u La Vedova sekciji, identificirani su horizonti debljine između 5 i 10 centimetara, datirani visokopreciznom U–Pb geokronologijom i astrokronologijom na starost od otprilike 14,37 do 14,26 milijuna godina (Hüsing i sur., 2010; Wotzlaw i sur., 2014). Ovi horizonti se smatraju povezanima s erupcijama koje su odgovarale Harsány ignimbritu, što potvrđuje njihovu regionalnu rasprostranjenost. U Trakijskom bazenu pronađen je sličan vulkanoklastični horizont, *tonstein* debljine između 5 i 10 centimetara, s dobivenom starosti od približno 14,31 milijuna godina (Georgiev i sur., 2022). Ovaj horizont nalazi se preko 700 kilometara od BVF i to je najudaljeniji horizont koji se povezuje s erupcijom Harsány.U Bečkom bazenu, evidentiran je nekoliko centimetara debeo alterirani tuf, čija je starost određena na 14,59 ± 0,2 milijuna godina (Šegvić i sur., 2023). Metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na vulkanskom staklu dobivena je starost korelativna ignimbritom Harsány od 14,4 ± 0,03 milijuna godina i na vulkanoklastitima s područja Papuka na lokalitetu Nježić, gdje je pronađeno više tanjih horizonata debljine između 10 cm i skoro 20 m (Marković i sur., 2021). Distalni potencijalno korelativni nalazi vulkanoklastita formacije Harsány pronađeni su i na području Dinaridskog sustava jezerskih bazena i na području Srpskog sustava jezerskih bazena. U bazenu Livno na lokalitetu Mandek datiran je sloj tufa $^{40}Ar/^{39}Ar$ metodom na sanidinu te mu je određena starost od 14,68 ± 0,16 milijuna godina, a u Srpskom jezerskom sustavu datiran je

lokalitet Trešnja istom metodom i dobivena je starost 14,40 ± 0,01 milijuna godina, što odgovara ignimbritu Harsány (Sant i sur., 2018).

Sumarno, na temelju dostupnih starosti, geokemijskih te litoloških podataka može se razlikovati minimalno 13 erupcija u periodu od 18,1 do 14,3 milijuna godina. Radi se o erupcijama kiselih magmi koje su najvjerojatnije proizvele snažne plinijske erupcijske događaje, prilikom kojih je moglo doći i do nastanka kaldera, te koje su proizvele ignimbrite i ostavile široko rasprostranjene tragove u vidu brojnih vulkanoklastičnih horizonata duž Alpsko-mediteranske regije.

Naslage nastale vulkanskim erupcijama predstavljaju kratkotrajne događaje koji služe kao jedinstveni geokronološki horizonti. Daljnja detaljnija istraživanja produkata ovog regionalno rasprostranjenog vulkanizma tj. utvrđivanje njihove međusobne korelacije na velikom području mogu pružiti važne podatke o samom vulkanizmu, geodinamskom i stratigrafskom razvoju prostora te promjenama okoliša i regionalnoj kronostratigrafiji Paratetisa. Osim toga, detaljne petrološko-geokronološke analize cirkona uz izotopna te geokemijska istraživanja provedena na vulkanskom staklu i mineralima pružaju uvid u razvoj samog magmatizma i njegovog izvorišta tj. omogućavaju petrogenetske rekonstrukcije.

1.2.CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog doktorskog rada je koristeći tzv. "*multi-proxy*[1]" pristup koji uključuje litološke, sedimentološke i petrološke analize, visoko-preciznu geokronologiju i sastav cirkona te geokemijski i izotopni sastav vulkanskog stakla i minerala, istražiti i interpretirati vulkanoklastične naslage donjeg i srednjeg miocena. Također, dobiveni podatci i interpretacije omogućit će vulkanološke rekonstrukcije, interpretacije taložnih okoliša, te tefrostratigrafske i petrogenetske rekonstrukcije uz usporedbu s potencijalno korelativnim horizontima rasprostranjenim duž Karpatsko-panonske regije te šire Alpsko-mediteranske regije.

Pregledom postojeće literature moguće je postaviti nekoliko hipoteza na kojima se temeljilo istraživanje prikazano u sklopu disertacije:

- Eksplozivni vulkanizam Karpatsko-panonske regije bio je široko rasprostranjen te se njegovi tragovi mogu pronaći na širem području Alpsko-mediteranske regije u obliku vulkanoklastičnih naslaga taloženih u kopnenim, jezerskim i marinskim okolišima

[1] [1] *Multi-proxy pristup* označava korištenje više nezavisnih vrsta pokazatelja (npr. litoloških, geokemijskih, mineraloških, geokronoloških) kako bi se osigurala pouzdanija stratigrafska i paleookolišna interpretacija. Ovakav pristup osobito je važan u tefrostratigrafiji i vulkanološkim istraživanjima, jer omogućuje međusobnu provjeru i integraciju različitih podataka (Lowe, 2011)

- Korištenjem „*multy–proxy*“ pristupa moguće je definirati, razlikovati i korelirati miocenske vulkanoklastične naslage regije te omogućiti petrogenetske interpretacije vulkanizma Karpatsko-panonske regije.

2. PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Istraživani lokaliteti smješteni su u Hrvatskoj i djelomično u Bosni i Hercegovini, na nekoliko međusobno odvojenih područja:

- Kalnik i šire područje Kalnika
- Hrvatsko zagorje
- Medvednica
- Požeška gora
- Sinjski bazen
- Livanjski bazen (Bosna i Hercegovina)

Geološki gledano ova područja možemo objediniti unutar dvije veće cjeline:

1) Sjevernohrvatski bazen (SHB) i Hrvatsko zagorje bazen (HZB) koji obuhvaća lokacije Kalnik i šire područje Kalnika; Hrvatsko zagorje, Medvednica i Požeška gora
2) Dinaridski jezerski sustav (DJS) koji obuhvaća lokacije Sinjski i Livanjski bazen

Sjevernohrvatski bazen zauzima skoro cijelo područje sjeverne i središnje Hrvatske, a nalazi se južnije od Hrvatsko zagorje bazena (HZB). Oba bazena (SHB i HZB) dio su Panonskog sustava bazena (PSB) ali se dio njihovog razvoja tijekom donjeg miocena značajno razlikuje. Za vrijeme oligocena i donjeg miocena HZB je egzistirao kao koridor između i Paratetis i Mediteranskog mora, te je dominiralo taloženje u brakičnim i marinskim okolišima (Rögl, 1998; Mandic i sur., 2012; Pavelić i Kovačić, 2018) SHB predstavlja riftni tip bazena koji se počeo formirati tijekom donjeg miocena (Pavelić i Kovačić, 2018). Njegov razvoj možemo podijeliti na dvije glavne faze: sin-riftnu fazu – koja se odvijala tijekom donjeg miocena i starijeg dijela srednjeg miocena i post-riftnu fazu koja se odvija od srednjeg miocena i traje sve do danas (Royden, 1988; Pavelić i sur., 2001). Taloženje na području SHB-a počinje u otnangu kada se nakon dugotrajne emerzije počinju formirati kopneni taložni okoliši, a tek u srednjem miocenu kreće marinska sedimentacija. Post-riftna faza je u SHB zabilježena kao ponovni prekid marinske sedimentacije i prelazak prema kopnenim taložnim okolišima (Pavelić i Kovačić, 2018)

Područje Kalnika smatra se granicom između SHB-a i HZB-a (Pavelić i Kovačić, 2018)(Kovačić i Pavelić, 2018). Tektonostratigrafskom jedinicom HZB-a na Kalniku se smatra dio naslaga koje se sastoje od ugljenonosnih obalnih naslaga zajedno sa plitkomorskim marinskim naslagama, kojima u krovini dolazi tektonostratigrafska jedinica SHB koja se sastoji od podinskih riječnih i jezerskih sedimenata transgresivno prekrivenih badenskim marinskim

sedimentima (Mandic i sur., 2012). Na Kalniku su opisane vulkanoklastične naslage otnanške starosti koje možda predstavljaju jedan događaj ili seriju više vulkanskih događaja, taložene u kopnenim okolišima (Brlek i sur., 2020).

Istovremene potencijalno korelativne vulkanoklastične naslage zabilježene su i na području HZB-a gdje se proslojavaju s marinskim naslagama formacije Bednja koje su opisane kao dio šelfa i prijelazne zone (Avanić, 2012). To se u ovom radu smatra područje Hrvatsko zagorje.

Područje Medvednice karakterizira nekonformno taloženje miocenskih aluvijalno/jezerskih naslaga na stijene podloge s erozijsko/transgresivnim kontaktima (Basch, 1983; Tomljenović i sur., 2008; Van Gelder i sur., 2015; Mišur i sur., 2023). Na istraživanom lokalitetu moguće je pratiti direktan slijed donjo- do srednjo-miocenskih naslaga započevši s aluvijalnim konglomeratima, s postupnim prijelazom u jezerske naslage i naposljetku u marinske lapore u kojima su opisane pojave vulkanoklastičnih naslaga u nekoliko horizonata (Avanić, 1997).

Osim Medvednice i područje Požeške gore karakterizirano je miocenskim naslagama koje naliježu na stijene podloge, a njihov slijed predstavlja postupnu tranziciju iz otnanško-karpatskih aluvijalnih naslaga u jezerske, brakične naslage i marinske naslage badenske starosti u kojima su interkalirani vulkanoklastični horizonti (Hajek-Tadesse i sur., 2023; Halamić i sur., 2019; Pavelić i Kovačić, 2018; Mandic i sur., 2019; Brlek i sur., 2020).

Područje Dinaridskog jezerskog sustava odnosi se na jezerske taložne prostore za vrijeme neogena. To su među-planinski bazeni nastali zbog reaktivacije longitudalnih *strike-slipe* rasjeda tijekom ekstenzije u zalučnom bazenu Panonskog prostora. Otvaranje ovih prostora tijekom miocenskih klimatskih promjena, posebno tijekom Miocenskog klimatskog optimuma omogućilo je stvaranje savršenih uvjeta za nastanak jezera (Ilić i Neubauer, 2005; de Leeuw i sur., 2012). Jezera su egzistirala do kraja srednjeg miocena kada prestaje taloženje u svim jezerima osim u tri najveća jezera (Sarajevskom, Livanjskom i Tomislavgrad) u kojima sedimentacija prestaje u kvartaru kao rezultat regionalne tektonike i promjene klimatskih uvjeta. Sedimentacija u bazenima je bila uglavnom karbonatna sa smanjenim siliciklastičnim donosom. Jezerske naslage u nekim djelovima DJS-a dosežu debljine do 2000 m, a posebno se u njima ističu povremeni proslojci vulkanoklastičnih horizonata koji su zajedno s magnetostratigrafijom omogućili bolju kronostratigrafiju samih bazena i njihovog razvoja (de Leeuw i sur., 2010; de Leeuw i sur., 2011; Jiménez-Moreno i sur., 2009; Mandic i sur., 2011). Fokus ovog istraživanja je na vulkanoklastitima Sinjskog i Livanjskog bazena.

U Sinjskom bazenu se nalazi izložena sukcesija jezerskih naslaga debljine od 500 m u kojoj je pronađeno više vulkanoklastičnih horizonata od kojih najdonji horizont i najgornji daju

raspon od 17,9 milijuna godina do 15,3 milijuna godina, što odgovara donjem i srednjem miocenu i potencijalno distalnim naslagama s područja KPR-a.

Livanjski bazen sastoji se od oko 2000 m debelih naslaga jezerskih sedimenata. Najdonji dio naslaga nalazi se na području Tušnice gdje sukcesija započinje ugljenim horizontima unutar kojih je pronađen sloj vulkanoklastita. Drugi sloj vulkanoklastita pronađen je na obalama umjetnog jezera Mandek te mu je određena srednjomiocenska starost pomoću radiometrijskog datiranja. Posebno zanimanje je pokazano prema lokalitetu Mandek koji po literaturnim podatcima ima debljinu vulkanoklastita preko 6 m, a datiran je na 14,68 milijuna godina (de Leeuw i sur., 2011).

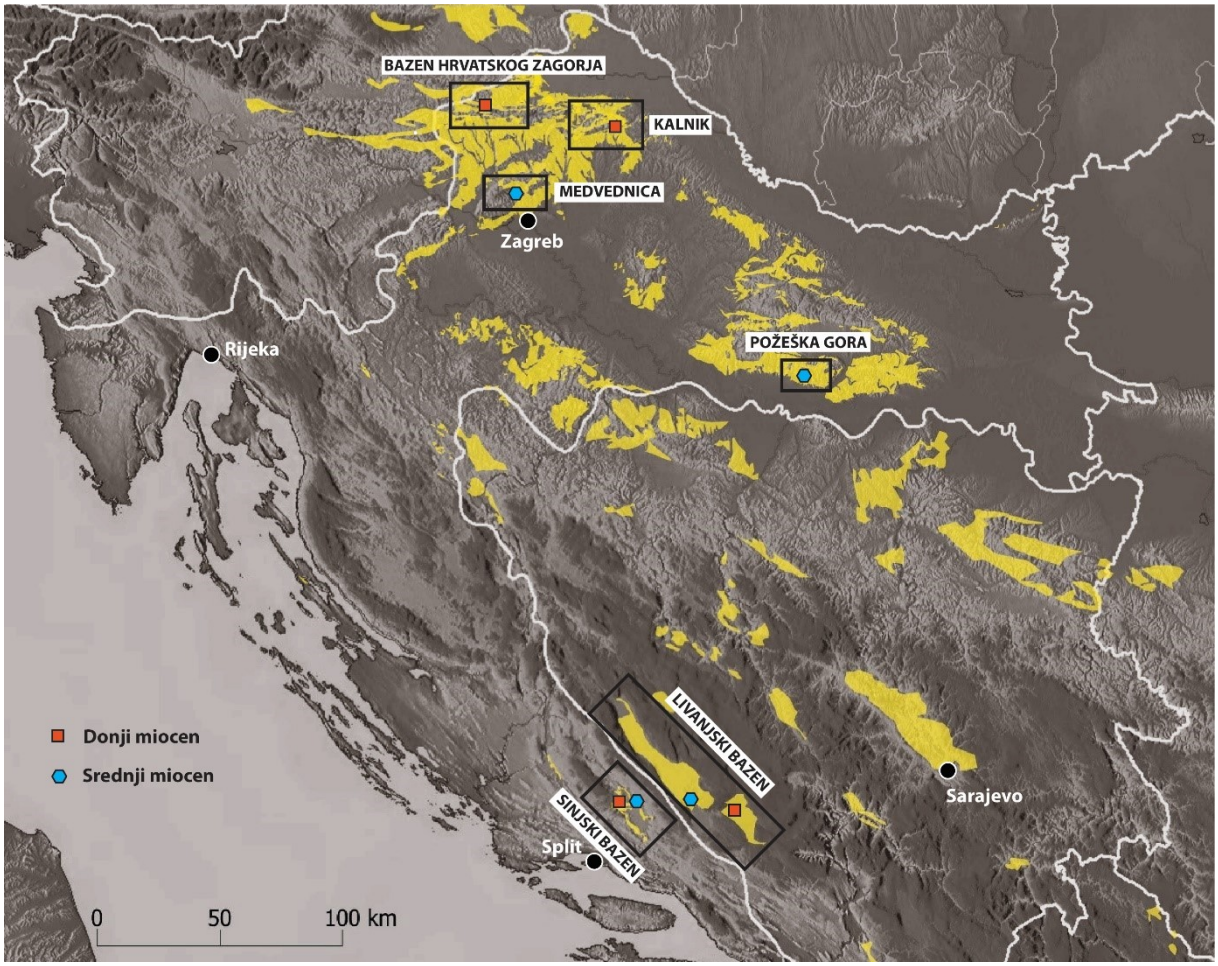
Istraživani lokaliteti donjeg miocena (Tablica 1) i srednjeg miocena (Tablica 2) prikazani su na karti s naznačenim naslagama miocena žutom bojom (Slika 1)

Tablica 1. Popis područja i istraživanih uzoraka donjeg miocena.

Područje	Geografski opis	Lokalitet	Opis preuzet
Kalnik	Kalnik - Apatovec	KNOL	Terenska istraživanja projekta PYROSKA
Kalnik	Kalnik – Apatovec	KAL-MG	Terenska istraživanja projekta PYROSKA
Kalnik	Kalnik – Apatovec	KAL-H	HGI arhiva
Kalnik	Podrute	MV	HGI arhiva
Hrvatsko zagorje	Bednja	15a	Avanić, 2012
Sinjski bazen	Lučani	LUC-3	de Leeuw i sur., 2010
Sinjski bazen	Glavice	GL-1	Vranjković, 2011
Sinjski bazen	Glavice	GL-2	Vranjković, 2011
Livanjski bazen	Tušnica	TUS	de Leeuw i sur., 2011

Tablica 2. Popis područja i istraživanih uzoraka srednjeg miocena.

Područje	Lokalitet	Uzorci	Opis preuzet
Požeška gora	Škrabutnik	SKR-3/21	List Požeška gora
Medvednica	Čučerje	CUC-1	Avanić, 2009
Medvednica	Bidrovec	CUC-6	Avanić, 2009
Medvednica	Plaz	PL	Avanić, 2009
Sinjski bazen	Lučani	LUC-1	de Leeuw i sur., 2010
Livanjski bazen	Beljanov dol	BD	OGK (usmeno priopćenje Matija Vukovski)
Livanjski bazen	Držanlije	DRZ	OGK (usmena priopćenje Matija Vukovski)
Livanjski bazen	Držanlije	PS	OGK (usmeno priopćenje Matija Vukovski)
Livanjski bazen	Mandek	ZAB1	OGK (usmeno priopćenje Matija Vukovski)
Livanjski bazen	Mandek	ZAB2	OGK (usmeno priopćenje Matija Vukovski)
Livanjski bazen	Mandek	MAND	de Leeuw i sur., 2011
Livanjski bazen	Mandek	TRG	Terenska istraživanja projekta PYROSKA



Slika 1. Lokacije terenski istraživanih potencijalno korelativnih lokaliteta na području Hrvatske s preuzetim litostratigrafskim jedinicama iz Geološke karte Republike Hrvatske 1:300 000 (HGI, 2009; Savezni geološki zavod, 1971). Crvenim oznakama su označeni lokaliteti donjeg miocena: Kalnik, Hrvatsko zagorje, Livanjski i Sinjski bazen; Plavim oznakama su označeni lokaliteti srednjeg miocena: Medvednica, Požeška gora, Livanjski i Sinjski bazen.

Osim lokaliteta na području Hrvatske dodatno će se analizirati jednakim metodama i uzorak iz Slovačke (lokalitet Kuchyna) ranije datiran metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ (Rybár i sur., 2019). Navedeni uzorak je odabran zbog dobro očuvanog vulkanoklastičog materijala s djelomično sačuvanim nealteriranim krhotinama vulkanskog stakla koje omogućuju planirane analize, te zbog izostanka podataka o starosti temeljenih na mineralu cirkonu. Dodatno, lokalitet je prostorno značajno udaljen od obrađivanih lokaliteta u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini, te bi njegova moguća korelacija s njima mogla znatno doprinijeti interpretaciji erupcija srednjeg miocena.

3. METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Terenska istraživanja

Pripremni dio terenskih istraživanja uključivao je detaljan pregled literaturnih podataka iz znanstvene i stručne literature te pregled terenskih dnevnika s terenskih aktivnosti tijekom izrade osnovnih geoloških karata Republike Hrvatske. Kabinetsko istraživanje se usmjerilo na prikupljanje podataka o vulkanoklastičnim pojavama u naslagama kojima su pripisivane donjomiocenskoj do srednjomiocenskoj starosti.

Terenska istraživanja su se odvijale u periodu od rujna 2020. do lipnja 2023. godine na 19 lokaliteta koji su na temelju literature podijeljeni na one koji pripadaju donjem odnosno srednjem miocenu. Kasnije su se lokaliteti dodatno podijeljeni na šest područja zbog lakšeg geografskog snalaženja (Kalnik, Hrvatsko zagorje, Požeška gora, Medvednica, Sinj, Livno).

Budući da su miocenske naslage uglavnom izrazito trošne, terenska istraživanja su uključivala prospekciju nakon čega je slijedilo ručno iskapanje izdanaka kako bi se uklonio debeli sloj tla razvijen na ovom tipu naslaga. Na terenu je bio cilj jasno definirati podinske i krovinske naslage u kontaktu s vulkanoklastičnim naslagama. Ovo nije bilo moguće na većini lokaliteta zbog velike prekrivenosti terena. Osim kontakta i utvrđivanje debljine vulkanoklastičnog horizonta detaljno su se opisivale litofacijesne razlike prateći preporučene terenske opise (Németh i Martin, 2007).

3.2. Petrografska istraživanja

Nakon uzorkovanja, stijene su makroskopski pregledane pomoću ručne lupe kako bi se opisala boja, vidljive strukture i teksture, prepoznatljivi minerali, pukotine, trošnost, itd. Na temelju makroskopskog pregleda odabrana su mjesta za izradu pločica za mikroskopske izbruske. Daljnja priprema pokazala se posebno zahtjevnom za slabolitificirane vulkanoklastite. Posebno su se zahtjevnim pokazali uzorci stnozrnatog tufa koji je zbog slabe apsorpcije bilo teško impregnirati. Za izradu preparata korištena je metoda pripreme sa šelakom kojom se htjelo impregnirati uzorak prije daljnjeg poliranja i lijepljena na mikroskopsko stakalce. Šelak se otapa u alkoholu te se nakon zagrijavanja u njega stavlja preparat radi daljnje impregnacije.

Za krupnozrnatije varijetete korištena je hladna tehnika koja se bazira na korištenju dvokomponentne epoksidne smole koja se upija u uzorak te ga time kompaktira i impregnira za daljnju obradu. Da bi se spriječilo raspadanje dijelova preparata zbog bubrenja u interakciji s vodom, prilikom poliranja prahovima korišten je petrolej. Nakon poliranja pločica se lijepi na predmetno stakalce pomoću termoplastike uz zagrijavanje. Optička svojstva termoplastike

odgovaraju kanadskom balzamu. Zatim slijedi poliranje i istanjivanje na petroleju. Kada preparat postigne odgovarajuću debljinu postavlja se pokrovno stakalce. Kako bi se izbjeglo odljepljivanje i pucanje, za prekrivanje preparata pokrovnim stakalcem koristi se hladna metoda sa smolom (*Norland optical adhesive*) koja odgovara optičkim svojstvima kanadskog balzama i skrutnjava se djelovanjem UV zraka. Nakon makroskopskog pregleda odabrana su mjesta za izradu pločica za mikroskopske izbruske. Priprema preparata napravljena je u laboratoriju Hrvatskog geološkog instituta.

Petrografske analize preparata provedene su na Hrvatskom geološkom institutu na polarizacijskom mikroskopu Zeiss Axio lab 5. Mineralni sastav te strukturne i teksturne značajke stijena određivani su u ortoskopskim uvjetima promatranja, uz primjenu jednoga (polarizatora) i oba nikola (polarizatora i analizatora). Tijekom petrografske analize korištena su ukupna povećanja u rasponu od 25x do 500x. U ortoskopskim uvjetima rada bez uklopljenog analizatora određivana su svojstva poput habitusa i oblika presjeka, kalavosti, pukotina, vlastite boje, reljefa, pseudoapsorpcije i međusobnog odnosa minerala. Pri radu s uklopljenim analizatorom određena je vrsta potamnjenja i interferencijska boja u položaju maksimalne rasvjete. Na temelju ovih podataka određene su strukture i teksture te mineralni sastav stijena. Na uzorcima proksimalnih vulkanoklastita, čije dimenzije pojedinih plovućaca ili litoklasta prelaze 1 cm određen je sastav i udio plovućaca, litoklasta i matriksa na temelju terenskog opažanja uz pregled ispiljenih pločica, dok je mikroskopski preparat korišten za određivanje glavnih minerala, određivanje udjela minerala u plovućcima, definiranje matriksa te određivanje sastava litoklasta. Uzorci na kojima je to bilo moguće detaljno su pregledani korištenjem metode *point – countinga* za modalnu analizu podjelom na juvenilnu i ne-juvenilnu komponentu. Juvenilni fragmenti uključuju staklaste vulkanske fragmente i magmatske minerale, a nejuvenilni litične čestice i biogenu komponentu. Kod jako sitnozrnatih uzoraka kod kojih nije bilo moguće razlikovati o kojim juvenilnim fragmentima se radi, ili ih detljano brojati, naveden je matriks koji je isključen iz udjela u modalnoj analizi procjene juvenilnih i nejuvenilnih fragmenata, ili je kod ukupnog udjela stavljen pod postotak juvenilne komponente.

3.3. Analiza modalnog sastava

Uzorak je mehanički usitnjen kako bi se razdvojila mineralna zrna, a zatim je mokrim sijanjem uzorak prosijan kroz set sita kako bi se odvojila frakcija od 0,063 – 0,125 mm. Izdvojena frakcija je zatim tretirana s 5% -tnom octenom kiselinom. Iako uzorak nije pokazao znakove reagiranja, ostavljen je jedan dan u kiselini. Nakon tretiranja, uzorak je ispran destiliranom

vodom i posušen na zraku. Uzorak je separiran na tešku i laku frakciju korištenjem natrijevog polivolframata (SPT), kemijske tvari koja služi za dobivanje teške tekućine čija gustoća je za ove potrebe podešena na 2,89 g/cm^3. Metoda kojom se odvajala teška frakcija je gravitacijska separacija uz pomoć dva lijevka koji su postavljeni jedan iznad drugoga. U gornji lijevak se stavlja tekućina SPT te se na dnu lijevak zatvori pomoću gumenog nastavka i hvataljke. U donji lijevak se postavi filter papir, a ispod lijevka staklena čaša.

U gornji lijevak se istrese osušeni uzorak u SPT tekućinu, pri čemu minerali manje gustoće od tekućine ostanu na površini dok teži minerali potonu na dno lijevka gdje se zaustavljaju zbog gume zakačene hvataljkom. Nakon što su se minerali separirali, polako se otpušta hvataljka i teški minerali odlaze s tekućinom u donji lijevak gdje se zaustavljaju na filter papiru. Nakon što se otpustila sva teška frakcija ponovno se zatvara hvataljka i stavlja se novi filter papir kako bi se otpustila i laka frakcija. Uzorci teške i lake frakcije se ispiru s filter papira i ostavljaju da se osuše (Mange i Maurer, 1992). Nakon sušenja napravljeni su mikroskopski preparati. Prilikom izrade se pazilo da se uzorci dobro pomiješaju kako ne bi došlo do separiranja pojedinih zrna na temelju veličine, oblika ili gustoće.

Kvalitativni i kvantitativni sastav teške mineralne frakcije određen je polarizacijskim mikroskopom *Zeiss Axio-lab 5*.

Za analizu teške frakcije napravljena je odredba > 300 mineralnih zrna linijskom metodom brojanja (Mange i Maurer, 1992). Minerali su se zasebno odvajali kao opaki minerali, biotit i prozirni teški minerali. Opaki minerali su dodatno pregledani i opisani na temelju opažanja u reflektiranom svjetlu.

Laka mineralna frakcija samo je opisana zbog dominacije vulkanskog stakla u svim uzorcima, osim u uzorcima koji su definirani kao distalni vulkanoklastiti na kojima je napravljena detaljnija analiza morfologija krhotina vulkanskog stakla za usporedbu između pojedinih uzoraka.

3.4. Geokemijska istraživanja

3.4.1. Metode cjelostijenske kemijske analize

Priprema uzoraka vulkanoklastita odabranih za cjelostijenske kemijske analize napravljena je u laboratorijima Hrvatskog geološkog instituta. Uzorci su ispiljeni pomoću dijamante pile na kvadre kako bi se uklonile korice trošenja odnosno kako bi se došlo do „zdravog“, netrošenog uzorka. Potom su uzorci usitnjavani korištenjem mlin drobilice (RETSCH GmbH BB50) s kojom se uzorak usitnjava na granulaciju sitnog pijeska te su se uzorci zatim dodatno usitnjavali

korištenjem ahatnog mlina na granulaciju praha. Za potrebe kemijske analize glavnih elemenata i elemenata u tragovima izdvojeno je metodom četvrtanja 20 g po uzorku.

Kemijske analize cjelostijenskih uzoraka provedene su u laboratoriju ACME Analytical Laboratories Ltd., Vancouver (Kanada). Analize glavnih elemenata provedene su metodom emisijske spektrometrije s induktivno spregnutom plazmom (ICP-AES) prema laboratorijskoj metodi LF100. Uzorci su pripremljeni taljenjem 0,2 g praha s mješavinom litij-metaborata i litij-tetraborata ($LiBO_2/Li_2B_4O_7$). Metoda uključuje i određivanje gubitka žarenjem (LOI), izračunatog kao razlika mase uzorka prije i nakon žarenja na 1000 °C tijekom 2 sata. Granice detekcije za ICP-AES bile su u rasponu 0,1 %–1 ppm. Analize elemenata u tragovima provedene su metodom masene spektroskopije s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS) prema laboratorijskoj metodi LF300, također nakon taljenja 0,2 g uzorka s $LiBO_2/Li_2B_4O_7$. Za plemenite i ostale metale korištena je dodatna priprema — otapanje 0,5 g uzorka u zlatotopci (aqua regia). Granice detekcije za ICP-MS bile su u rasponu 1 ppm–0,5 ppb. Točnost i ponovljivost analitičkih rezultata provjeravane su korištenjem laboratorijskih referentnih materijala i ponavljanjem jednog do dva odabrana uzorka u svakoj analitičkoj seriji. Za elemente u tragovima korišteni su standardi STD BVGEO01 i STD OREAS262, dok je za glavne elemente primijenjen standard STD SO-19. Ponavljajući uzorak analiziran je za obje skupine elemenata.

Za obradu geokemijskih podataka korišten je GCDkit_v.4.1 (*GeoChemical Data toolkit*) programski paket (Janoušek i sur., 2016).

3.4.2. Geokemijske analize vulkanskog stakla i minerala

Uzorci za koje je preliminarnim terenskim pregledima utvrđeno da sadrže neizmijenjeno vulkansko staklo pripremljeni su za daljnje geokemijske analize,a u slučajevima s dovoljno materijala i za analizu minerala iz istog uzorka. Početna priprema uzoraka koja je uključivala odabir uzoraka i pripremu uklanjanjem površinskih trošenja napravljena je u laboratorijima Hrvatskog geološkog instituta. Nastavak pripreme napravljen je u laboratoriju suradničke institucije GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research (Dynamics of the Ocean Floor Research Division), Kiel, Njemačka. Dobro osušeni uzorci su se lagano mehanički usitnjavali čekićem kako bi se odvojili veći cementirani agregati. Zatim su se uzorci prosijavali metodom mokrog sijanja kako bi se dobila frakcija 63 – 125 μm. Dodatna provjera je napravljena na djelu uzoraka kako bi se provjerila prisutnost vulkanskog stakla korištenjem preparata za pregled frakcije (*smear slides*). Na uzorcima na kojima su primijećene krhotine vulkanskog stakla napravljeni su preparati (tabletice, *mountovi*) za daljnje analize. Na jedan preparat kružnog

oblika može se staviti 12 uzoraka. Kalupi preparata su napravljeni od plastike u kojoj se nalazi 12 rupa za uzorke koji se stavljaju u rupe i zatim prekrivaju dvokomponentnom epoksilnom smolom. Preparati se stavljaju na sušenje na 80 °C kroz 12h i zatim se poliraju.

Pripremljeni preparati analizirani su pomoću elektronske mikrosonde (EMPA) na kojima je utvrđen kvantitativni i kvalitativni udio glavnih elemenata i elemenata u tragovima za krhotine stakla. Uzorci su analizirani u laboratorijima suradničke institucije GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research (Dynamics of the Ocean Floor Research Division), Kiel, Njemačka korištenjem elektronske mikrosonde – A JEOL JXA 8200 s valno-disperzivnim detektorima za određivanje geokemije glavnih elemenata u jednoj točki. Analize vulkanskog stakla su napravljene s naponom struje od 10 kV, jakosti snopa elektrona 6 nA i s promjerom točke na 10 μm kako bi se smanjio gubitak Na iz fragmenata stakla. Za svaki uzorak je napravljeno 15-20 mjerenja na pojedinačnim fragmentima vulkanskog stakla.

Analize minerala napravljene su s naponom struje od 15 kV, jakosti struje od 20 nA, s promjer točke mjerenja (*spot size*) od 1 - 3 μm. Za mjerenje kemijskog sastava minerala korišteni su valno-disperzivni spektrometri (*wavelenght dispersive system, WDS*). Standardi su analizirani prije i nakon svake serije od 20 mjerenja nepoznatih uzoraka radi osiguranja točnosti i preciznosti rezultata.

Koncentracije su izražene kao maseni udio (mas. %) oksida u ukupnoj analizi. Ukupni sadržaj željeza u svim analiziranim uzorcima prikazan je kao FeO, što je dosljedno primijenjeno u svim prikazima i interpretacijama podataka..

Elementi u tragovima analizirani su korištenjem metode masene spektrometrije s induktivno spregnutom plazmom uz korištenje laserske ablacije (LA-ICP-MS) na jednoj točki fragmenta vulkanskog stakla. Uzorci su pripremljeni u GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research te su poslani na analizu u Institute of Earth Science at the Academia Sinica u Taipei (Tajvan). Sustav laserske ablacije bio je namješten na veći promjer lasera od 35 μm, specifične energije 5–6 J/cm2, frekvencije 5 Hz koji je zatim spregnut prema kvadrupolnom masenom analizatoru. Radi provjere točnosti mjerenja, tijekom svake analitičke serije analizirana su standardna referentna stakla (npr. NIST SRM 612, BCR-2G i VG-2), a eventualni instrumentalni pomak kontroliran je usporedbom rezultata uzoraka s rezultatima standarda BCR-2 i AGV-2, mjerenih prije i poslije svake skupine uzoraka. Za ispravnu normalizaciju i precizno kvantitativno određivanje elemenata u tragovima korišten je i interni standard (npr. ^{43}Ca ili ^{29}Si).

3.4.3. Izotopne analize krhotina vulkanskog stakla

Uzorci za izotopne analize krhotina vulkanskog stakla pripremljeni su u laboratorijima suradničke institucije GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research (Dynamics of the Ocean Floor Research Division), Kiel, Njemačka. Pojedinačne krhotine vulkanskog stakla izdvojene su ručno pod lupom iz prethodno prosijanih frakcija veličine 250 – 500 μm. U slučajevima kada je ta frakcija sadržavala znatan udio plovućaca i minerala, selekcija je obavljena iz finijih frakcija (125 – 250 μm ili 63 – 125 μm). Odabrane krhotine (30 – 80 mg) bile su tretirane s 2N klorovodičnom kiselinom na 70 °C tijekom jednog sata, nakon čega je materijal ispiran deioniziranom vodom kako bi se minimalizirao utjecaj samog procesa čišćenja. Ionska kromatografska separacija Sr, Nd i Pb provedena je prema standardnoj laboratorijskoj proceduri (Hoernle i sur., 2008) i prilagođenom za separaciju Sr. Hf je separiran pomoću kolone za izmjenu kationa (AG50W-X8, 100 - 200 *mesh*, korišten za regularnu Rb-Sr-REE separaciju) preko 2 ml u 1.5M HCl otopini nakon čega slijedi čišćenje Hf-om u 0,2 ml 1,5 M HCl pa čišćenje HF-a u 0,2 ml TODGA smoli (50-100 μm; DN-B10-S TRISKEM®) metoda je opisana po Connelly i sur (2006). Sr i Nd izotopni omjeri su određeni na Thermo Scientific Triton *Plus* TIMS koristeći korekciju masa $^{86}Sr/^{88}Sr = 0,1194$ i $^{146}Nd/^{144}Nd = 0,7219$. Greške mjerenja su prikazane kao 2σ standardna greška (2SE). Standardi NBS987 i La Jolla mjereni su zajedno s uzorkom. Analiza Pb izotopa rađene su tehnikama opisanima po Hoernle i sur., (2011).

Analize izotopa Hf napravljene su na Thermo Scientific Neptune *Plus* MC-ICP-MS uz primjenu korekcije masa na $^{179}Hf/^{177}Hf = 0,7325$ i korekcija šuma koja je rađena prema standardu laboratorija jednakom $^{176}Hf/^{177}Hf = 0,282163$ za JMC-475 (Blichert-Toft i sur., 1997). Mjereni prazni (*blank*) uzorci su imali vrijednosti < 30 pg Pb, < 100 pg Sr, < 50 pg Nd i Hf, a to su vrijednosti zanemarive za udio u uzorcima. Napravljen je jedan ponavljajući uzorak i ponovljeni rezultati ulaze u 2SD. Napravljena je i analiza standarda BCR-2 u sličnim uvjetima i vrijednosti su unutar vrijednosti iz literature $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,705002 \pm 0,000006$, $^{143}Nd/^{144}Nd = 0,512636 \pm 0,000005$, $^{176}Hf/^{177}Hf = 0,282870 \pm 0,000003$, $^{206}Pb/^{204}Pb = 18,8031 \pm 0,0010$, $^{207}Pb/^{204}Pb = 15,6233 \pm 0,0012$ and $^{208}Pb/^{204}Pb = 38,8239 \pm 0,0039$ (Fourny i sur., 2016; Todd i sur., 2015).

Izračun inicijalnih izotopnih omjera u sustavu roditelj – kćer dobiven je usporedbom s podatcima dobivenima na pojedinačnim analizama više krhotina vulkanskog stakla.

3.5. Petrološko-geokronološka analiza cirkona

Cirkon kao akcesorni mineral u vulkanskim stijenama koristi se kao najpogodniji mineral za geokronologiju, zbog velike rezistencije na alteracije te visoke temperature zatvaranja. U samim vulkanskim stijenama postoje izrazito homogene populacije cirkona nastale u vrijeme brze kristalizacije u magmi, koje se često povezuju s diferenciranim magmama nastalim iz visokotemperaturnih bazalta u kojima nisu mogli postojati stariji kristalizirani cirkoni. Postoji i kompleksna situacija povezana s više različitih populacija cirkona koje mogu ukazivati na više različitih magmatskih ognjišta s kiselim magmama, koje su se u nekom trenutku pomiješale (Schmitt, 2011). Osim ove varijante moguća je i treća gdje su cirkoni naslijeđeni kao ksenokristali unutar magmatskog ognjišta (Hoskin i Schaltegger, 2003)

Danas se koristi više metoda kojima se dobivaju podatci o izotopnom sastavu minerala cirkona na kojima se temelji datiranje, odnosno utvrđivanje vremena radioaktivnog raspadanja roditeljskog izotopa koje je proteklo od vremena kristalizacije, odnosno postizanja temperature zatvaranja njegove kristalne rešetke za promatrani roditeljski izotop..

Osnova svih metoda analize cirkona je spektrometrija masa koja se koristi za razdvajanje nabijenih atoma i molekula na temelju njihove mase i kretanja u magnetskom i/ili električnom polju. Sva istraživanja u sklopu izotopne geologije ne bi bila moguća bez metode spektrometrije masa.

Spektrometrija masa se može provoditi *in situ* direktno s usmjerenom zrakom iz izvora na određeni dio minerala ili na otopljenim uzorcima. Ovisno o ionskom potencijalu kemijskih elemenata, koriste se četiri glavna tipa ionizacijskih tehnika masene mikroskopije: termalni ionizacijski spektrometar masa, elektronsko bombardiranje, spektrometrija masa uz induktivno spregnutu plazmu i spektrometrija masa sekundarnih iona (Allegre i sur., 2008).

3.5.1. Izotopne analize na cirkonima – LA-ICP-MS U-Pb geokronologija

Uzorci su pripremani u laboratorijima suradničke institucije Geochronology and Tracers Facility, British Geological Surveya (BGS). Svi uzorci su dobro osušeni i očišćeni od nečistoća i alteracijskih zona a zatim su usitnjeni. U prvoj godini usitnjavani su ručno a zatim u mlinu, kako bi se odvojili minerali. Nakon toga uzorci su usitnjavani korištenjem SELFRAG uređaja koji usitnjava uzorak korištenjem impulsa visoke voltaže, s čime se postiže učinkovitije odvajanje minerala od minerala. Uzorci su zatim prosijani na frakciju manju od 250 μm, a glinovita frakcija je odekantirana. Separirana frakcija je zatim obrađena gravitacijskom separacijom pomoću Rogerovog stolića (Söderlund i Johansson, 2002). Uzorci su zatim dobro posušeni i separirani na temelju magnetičnosti minerala pomoću Frantzovog magnetskog

separatora. Nemagnetična frakcija je zatim separirana gravitacijskom separacijom u teškoj tekućini (metilenjodid, ρ=3,325g/mL). Iz separata minerala gustoće veće od 3,325g/mL, ručno su pod binokularnom lupom izdvajani pojedinačni minerali cirkona. Izdvojeni cirkoni su zatim žareni na 900°C 48 h (Mundil i sur., 2004). Nakon žarenja uzorci su postavljeni u preparate od epoksija za daljnje U-Pb analize.

LA-MC-ICP-MS U-Pb analiza također je napravljena u suradničkom laboratoriju Geochronology and Tracers Facility, British Geological Survey (GTF, BGS) koristeći Nu Instruments, Nu Plasma HR, maseni spektrometar s induktivno spregnutom plazmom s multikolektorom (MC-ICP-MS) uz korištenje sistema laserske ablacije New Wave Research 193ss na promjer od 35 μm praćeno po metodi Dahlström i sur., 2022.

Analize na cirkonima koji su kasnije odabrani za daljnje TIMS analize napravljene su tako da je fokus bio na centralnom dijelu minerala i na svim promjenama primijećenim na CL snimkama a koje bi potencijalno upućivale na ksenokristalnu teksturu (kasniji rast cirkona na starijoj jezgri).

Na uzorcima na kojima nisu kasnije rađene daljnje analize glavni je cilj bio analiza vanjskog ruba cirkona kako bi se dobile najmlađe starosti kristalizacije.

3.5.2. Izotopne analize cirkona – CA-ID-TIMS U-Pb geokronologija

Svi uzorci su pripremani i analizirani u laboratorijima suradničkih institucija Geochronology and Tracers Facility, British Geological Survey (BGS), University of Geneva (UNIGE), Department of Geoscience, Princeton University i ETH Zürich. Spektrometrija masa s termalnom ionizacijom uz kemijsku abraziju i razrjeđivanje izotopa (*chemical abrasion isotope dilution-thermal ionization mass spectrometry,* CA-ID-TIMS) je najpreciznija metoda datiranja više minerala cirkona koji su izdvojeni iz vulkanskih i plutonskih stijena. Ova metoda zahtijeva separaciju pojedinačnih minerala cirkona iz stijena. Nakon izdvajanja cirkona biraju se pojedinačna zrna na temelju strukturnih i svojstava i sastava, podvrgavaju se kemijskoj abraziji i zatim se otapaju. Za samu dataciju su potrebni elementi U, Pb i ponekad Th koji se izdvajaju kromatografski u čistim laboratorijima, a zatim se njihove koncentracije određuju izotopnim miješanjem i termalno ionizacijsko maseno-spektroskopskim metodama (Schaltegger i sur., 2015).

Uzorci su pripremani na jednak način kao za LA-ICP-MS, osim što nisu nakon žarenja stavljani u preparate od epoksija. U slučaju da su na cirkonima ranije rađene analize na LA-ICP-MS-u odabrani cirkoni su se vadili iz preparata od epoksija i dalje nastavili pripremati za CA-ID-TIMS datiranje.

Uzorci su nakon žarenja podvrgnuti kemijskoj abraziji na 210 °C (UNIGE) ili 190 °C (BGS) na 12h u koncentriranoj otopini fluorovodične kiseline (HF). Ostatci zrna nakon kemijske abrazije su zagrijavani na 80 °C u 6 N HCl tijekom noći, a zatim su se dodatno čistili s otopinom 7N HNO_3 u kombinaciji s ultrazvučnom kadom. Pojedinačno pripremljeni minerali cirkona su zatim stavljani u mikrokapsule zajedno s otopinom koja sadrži EARTHTIME (^{202}Pb +) $^{205}Pb + ^{233}U + ^{235}U$ standard po kalibracijskoj verziji (*calibration version 3*; Condon i sur., 2015; McLean i sur., 2015) i otopili u 70 µl HF-u i HNO_3 na 210°C na više od 48 sati. Zatim su uzorci osušeni i pretvoreni u kloride tako da su zagrijavani kroz noć u 19,9 % HCl, a zatim u 10,4% HCl. Nakon toga su pročišćeni na U i Pb kromatografijom pomoću anionske kolonske klopke (Krogh, 1973) Nakon pročišćavanja, U i Pb frakcije su stavljene u PFA plastične posude i sušene sa H_3PO_4, prije nego su postavljeni u zonu bez plinova s Re filamentom i Si gelom.

Izotopne analize U i Pb su napravljene na Isotopx Phoenix TIMS-u (University of Geneva, UNIGE) i Thermo Triton TIMS-u (British Geological Survey, BGS). Mjerenja napravljena na UNIGE su rađena koristeći dinamički postav na Daly fotomultiplikatoru, a U je mjeren koristeći statički postav sa Faradayevim posudama povezanima na 1012 Ω otpornicima. Omjer izotopa $^{18}O/^{16}O$ u uranijevom oksidu je pretpostavljen da je 0,00205. Mjerenja napravljena na BGS-u su rađena koristeći dinamčki postav sa sekundarnim elektronskim multiplikatorom i UO_2 analize su napravljene koristeći statički postav multisakupljača u Faradayevim posudama povezanim na 1012 Ω otpornicima. Omjer izotopa $^{18}O/^{16}O$ u uranijevom oksidu je pretpostavljen na 0,00205.

Korekcija frakcionacije masa olova je napravljena koristeći $^{202}Pb/^{205}Pb$ pik od standarda. Za uranij je napravljena instrumentalna korekcija frakcionacije masa koristeći poznati $^{233}U/^{235}U$ pik i pretpostavljajući da je omjer $^{233}U/^{235}U$ u uzorku 137,818 ± 0,045 (2σ) (Hiess i sur., 2012). Korekcije na „obični“ Pb napravljene su koristeći kontinuirana mjerenja samog olova bez uzorka u laboratorijima. Svi podatci su obrađeni sa Tripoli i Redux U-Pb softverskim paketima (Bowring i sur., 2011; McLean i sur., 2011). Na svim starostima $^{206}Pb/^{238}U$ su napravljene korekcije na inicijalni ^{230}Th koristeći omjer Th/U od 3,5 ± 1,0 (1σ). Standard „EARTHTIME“ 100 milijuna godina je analiziran na UNIGE tijekom perioda analiza i dobivene su izotopne starosti $^{206}Pb/^{238}U$ od 100,1746 ± 0,0071 milijuna godina (MSWD = 2,08; n = 12) unutar nesigurnosti ranije napravljenim interlaboratorijskim testovima (Schaltegger i sur., 2021)

U cilju što kvalitetnijih podataka, koji se mogu međusobno usklađivati pokrenuta je inicijativa “EARTHTIME“ u kojoj su se udružili laboratoriji za radiometrijska datiranja kako bi međusobno uskladili metode, standarde i obrade podataka. Nakon uvođenja istih standarda

pokazalo se da su svi laboratoriji koji su koristili metodu CA-ID-TIMS uspjeli uskladiti svoje analize, te da su greške među laboratorijima manje od 0,1%.

3.5.3. Izotopne analize na cirkonima – MC-ICP-MS Hf izotopni sustav

Na mineralima cirkona koji su dali najmanji raspon starosti na TIMS analizi napravljene su analize spektrometrijom masa uz induktivno spregnutu plazmu sa sustavom multikolektora (MC-ICP-MS) kako bi se izmjerili izotopi iz Lu-Hf geokemijskog sustava. Priprema uzoraka i analize su napravljene u laboratorijima suradničkih institucija Geochronology and Tracers Facility, British Geological Surveya (BGS), University of Geneva (UNIGE), Department of Geoscience, Princeton University i ETH Zürich.

Na otopinu pojedinačnih cirkona napravljena su mjerenja na Thermo Neptune Plus MC-ICP-MS procedurom prilagođenom po D'Abzac i sur., 2016.. Tijekom analize su paralelno mjereni izoropi ^{172}Yb, ^{173}Yb, ^{175}Lu, ^{176}Hf, ^{177}Hf, ^{178}Hf, ^{179}Hf, ^{180}Hf i ^{181}Ta. Svaka analiza je kombinacija 600 paralelnih ciklusa mjerenja svakih 4,194 sekundi. Uz nepoznate cirkone mjerene su i standardne otopine. Između svake analize napravljen je period od 200 sekundi za čišćenje sustava, kako bi se izbjegao efekt pamćenja Hf izotopa. Svaki blok mjerenja se sastojao od 4-6 nepoznatih uzoraka i barem 2 standarda. Neki od korištenih standarda su Temora-2, Plešovice, GJ-1 (Wu i sur., 2006; Sláma i sur., 2008). Između bloka mjerenja napravljeno je i mjerenje čiste otopine 0,3 M HNO_3 – 0,005 M HF napravljeno iz iste otopine u kojoj su pripremani i analizirani uzorci, kako bi se izmjerila bazna linija za korekciju, koja se primjenjuje u sustavu.

Na svakom mjerenju napravljena je korekcija za ^{176}Hf uz pomoć izračuna koristeći vrijednosti mjereno Yb i Lu (Patchett i Tatsumoto, 1981; Thirlwall i Anczkiewicz, 2004; Chu i sur., 2002). Rezultati Hf izotopa se prikazuju kao inicijalne vrijednosti εHf koristeći današnju vrijednost CHUR (hondrit) sastava s vrijednostima ^{176}Hf/^{177}HfCHUR = 0,282785 and ^{176}Lu/^{177}Hf = 0,0336$_{CHUR}$ (Bouvier i sur., 2008) i ^{176}Lu konstante raspada λ^{176}Lu = 1,867x10^{-11} (Scherer i sur., 2001), zajedno s dobivenim TIMS starostima na analiziranom cirkonu. Nesigurnosti svakog pojedinačnog mjerenja su limitirane na ponovljivost više mjerenja iz otopine standarda koje su mjerenje u istim serijama mjerenja s analiziranim cirkonima.

Na uzorku iz Beljanovog dolca (BD) napravljena je *in-situ* Lu-Hf analiza u suradničkom laboratoriju ETH Zürich na cirkonima koji su ranije datirani metodom LA-ICP-MS. Korišten je MC-ICP-MS spojen s laserom promjera 50 μm, frekvencije 5 Hz i zračenja od 4J/cm^2.

3.5.4. Geokemijske analize minerala cirkona – LA-ICP-MS

Na mineralima cirkona koji su analizirani U-Pb geokronologijom koristeći LA-ICP-MS provedeno je i određivanje geokemijskog sastava. Priprema i analize su napravljene u laboratorijima suradničkih institucija Geochronology and Tracers Facility, British Geological Surveya (BGS), Department of Geoscience, Princeton University i ETH Zürich. Napravljene su analize REE, Y, Hf, P, Nb, Ta, U i Th na svim uzorcima. Za kalibraciju instrumenata pri mjerenju elemenata u tragovima kod LA-ICP-MS analize korišteni su referentni stakleni standardi NIST SRM 612 (Pearce i sur., 1997) i BCR 2 (Jochum i sur., 2005).

4. REZULTATI

4.1. REZULTATI ISTRAŽIVANJA VULKANOKLASTIČNIH NASLAGA DONJEG MIOCENA

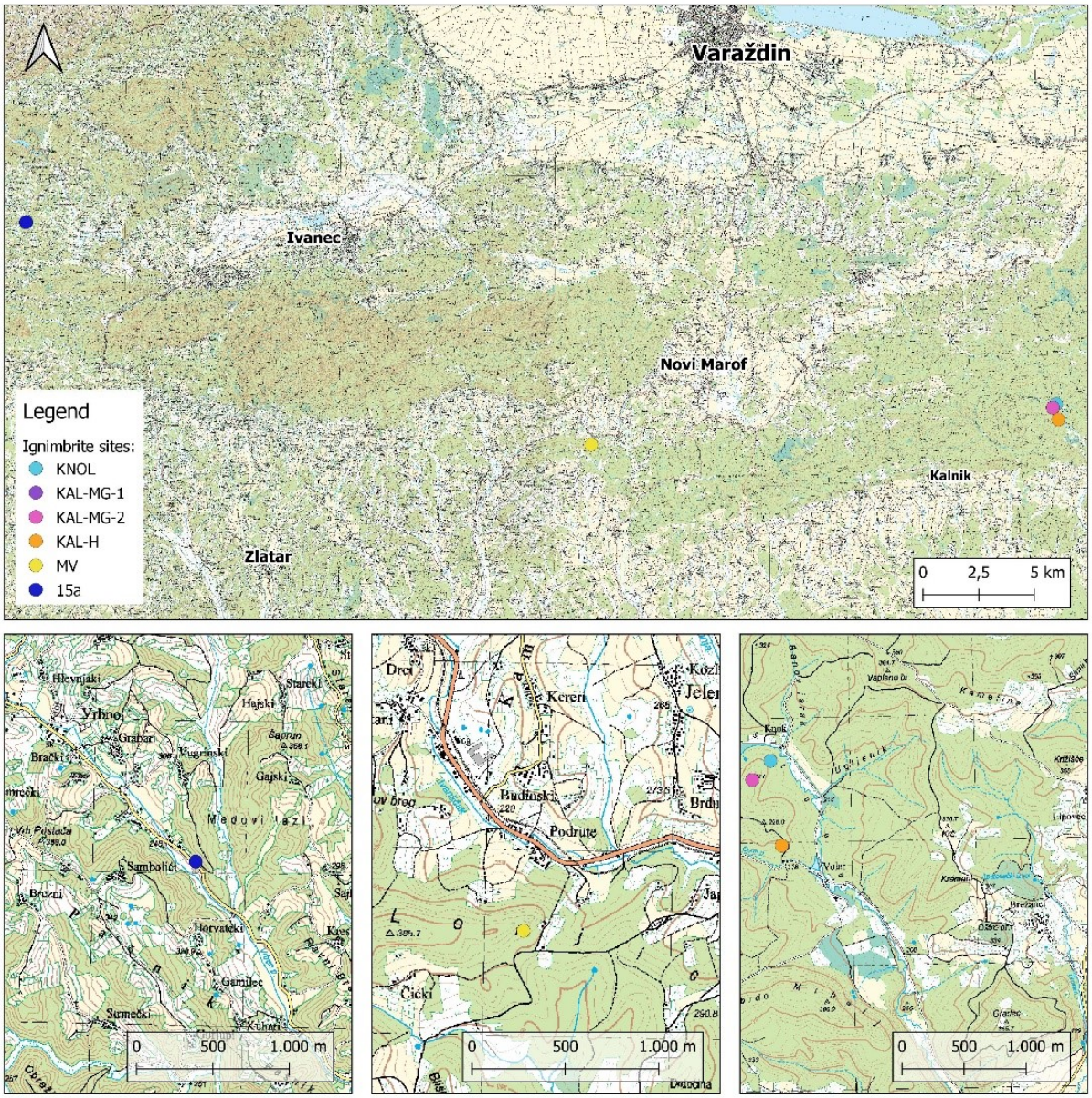
4.1.1. Rezultati terenskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

4.1.1.1 Vulkanoklastične naslage donjeg miocena područja Kalnika i šireg područja Kalnika, te Hrvatskog zagorja

Terenska istraživanja na području Kalnika i šireg područje Kalnika i Hrvatskog zagorja vršena su u periodu od 2020. do 2023. godine, te je terenski zabilježeno i pronađeno šest lokaliteta s vulkanoklastičnim naslagama donjeg miocena (Tablica 3, Slika 2). Rezultati prikazani u ovom poglavlju djelomično su obrađeni i u člancima Brlek i sur., 2023. i Brlek i sur. 2024b.

Tablica 3. Popis lokaliteta uzorkovanja s pripadajućim geografskim koordinatama (geografske koordinate su prikazane u sustavu HTRS 96)

Naziv lokaliteta	Područje	Koordinate (HTR96)		Terenski opis tipa naslaga
		X	Y	
KNOL	Kalnik	502814	5113113	Ignimbrit (sukcesija masivnog – laminiranog – masivnog)
KAL-MG	Kalnik	502668	5112960	Masivni ignimbriti
KAL-H	Kalnik	502905	5112432	Masivni ignimbrit
MV	šire područje Kalnika	481953	5111294	Masivni ignimbrit
15a	šire područje Kalnika (Hrvatsko zagorje)	456603	5121285	Sekundarni vulkanoklastit



Slika 2. Topografska karta (1:25000) s naznačenim lokalitetima uzorkovanih vulkanoklastita s područja Kalnika i šireg područja Kalnika i detaljnije karte lokaliteta na području Hrvatskog zagorja (15a), sa šireg područja Kalnika (MV) i Kalnika (KAL-H, KNOL, KAL-MG-1, KAL-MG-2.

Terenskom prospekcijom se najperspektivniji za snimanje, definiranje i uzorkovanje donjomiocenske vulkanoklastične sukcesije pokazao lokalitet KNOL (Slika 3.). Kontakti s krovinskim i podinskim naslagama na tom lokalitetu su nejasni, pretpostavljeno rasjedni. Sama vulkanoklastična sukcesija ukupne debljine 10 m podijeljena je u tri dijela (Slika 4):

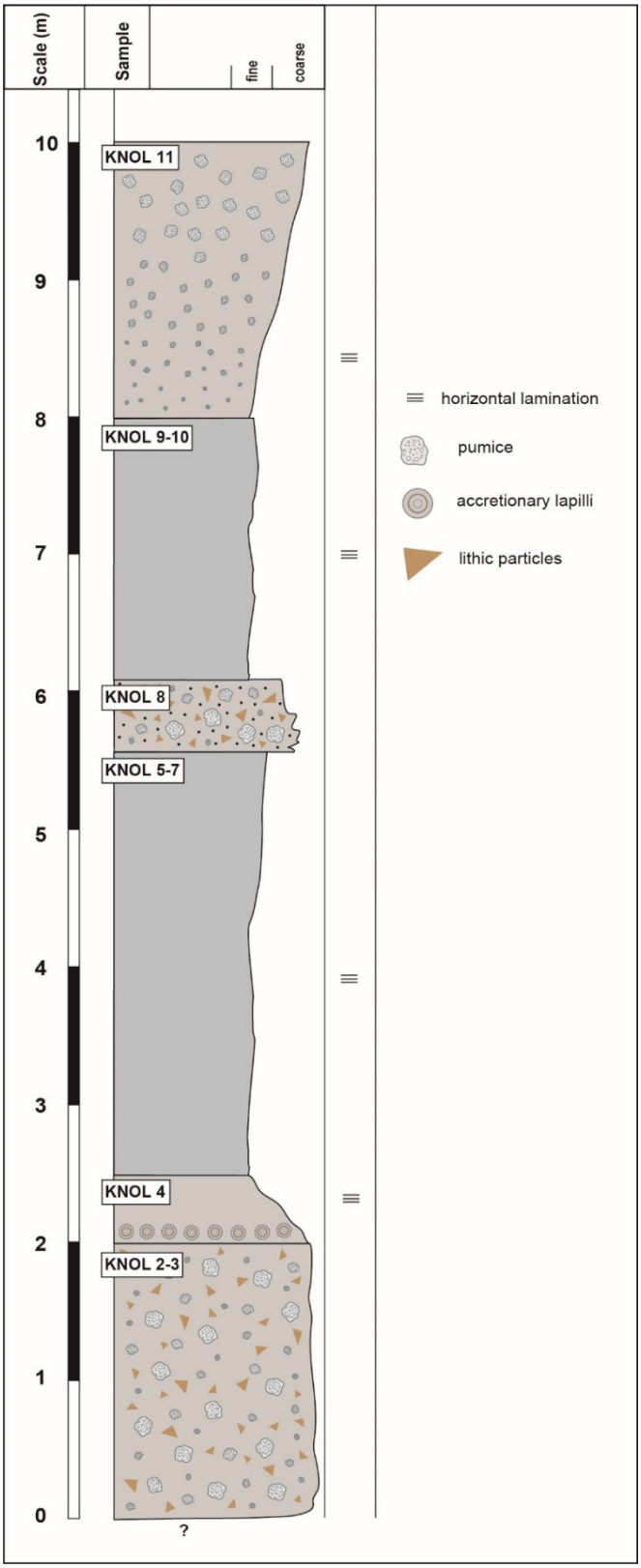
• donji dio debljine 2 m predstavljen je masivnim ignimbritom (intervali KNOL 2, KNOL 3). Terenski se prepoznaju po sivoj boji s jasno uočljivim plovućcima na svježem presjeku (Slika 4a, b). U donjem intervalu plovućci zauzimaju preko 20 vol % i dosežu dimenzije do 3 cm, litične čestice zauzimaju < 2 vol. %, maksimalnih promjera 2 cm (Slika 5a). U gornjem intervalu donjeg dijela plovućci zauzimaju > 30 vol % s maksimalnim promjerom

do 10 cm (Slika 5b). U sivom matriksu mogu se pomoću lupe uočiti tamni tinjci, kvarc i slabo uočljivi mliječno bijeli minerali (feldspati).

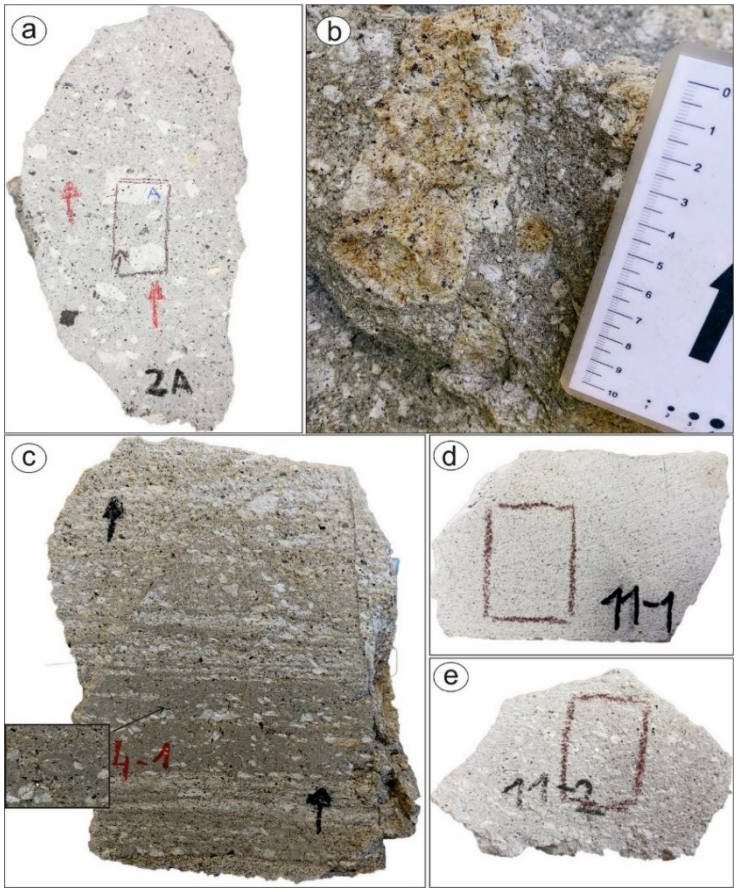
• središnji dio debljine 6 m predstavljen laminiranim i stratificiranim vulkanoklastitom (intervali KNOL 4-1 do KNOL 10). Duž cijelog horizonta mogu se pratiti izmjene lamina bogatijih plovućcima (bijele boje) i lamina koje su sive boje, tamnije od matriksa. Posebno se ističe najdonji horizont središnjeg dijela KNOL 4 u kojem su primijećeni akrecijski lapili promjera do 0,5 cm, koji nastaju kada se vrući pepeo nađe u kontaktu s vlažnim zrakom te se na rubu slijepi dio materijala tvoreći rub istog sastava (Slika 5c). Također se ističe i horizont KNOL 8 koji predstavlja rastresiti trošeni interval istog sastava kao i ostali na stupu KNOL s tom razlikom da se više troši u pijesak.

• vršni dio debljine 2 m predstavljen masivnim vulkanoklastitom u kojem se ponekad može uočiti laminacija, ali ne izražena kao kod središnjeg horizonta. U sitnozrnatijem donjem dijelu moguće je uočiti da su tamni listićavi minerali orijentirani, ali je teško to opisati kao pravu laminaciju (Slika 5d). Gornji dio se sastoji od krupnozrnatijeg intervala koji je sastavom isti kao i ostali, dimenzije plovućaca ne prelaze 1 cm (Slika 5e).

Slika 3. Panoramski prikaz istraživanih vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta KNOL.



Slika 4. Pretpostavljeni geološki stup KNOL vulkanoklastične sukcesije.



Slika 5. Pločice uzoraka s lokaliteta KNOL. a) KNOL-2 masivni lapilni tuf s vidljivim plovućcima bijele boje (3 cm), litičnim česticama crne boje i svjetlo sivom matriksu; b) KNOL-3B plovućac promjera 10 cm; c) KNOL-4 najdonji dio laminiranog horizonta, gdje se vidi izmjena lamina s više plovućaca (bijele boje) i lamina s više sitnozrnatog matriksa sive boje. Izdvojena je i povećana slika akrecijskog lapila zapilježena jedino u ovom horizontu; d) KNOL-11 donji dio horizonta masivnog izgleda sa sitnozrnatijim plovućcima; e) KNOL-11 gornji dio horizonta masivnog izgleda s krupnijim plovućcima nego u donjem dijelu.

Na lokalitet KNOL nastavlja se trošna zona s prekrivenim naslagama primarne stijene osim na povremenim lokalitetima do sljedećeg izdanka na kojem se vide litofacijesno različite naslage ignimbrita.

Nastavkom makadamske ceste, uz porast nadmorske visine iznad lokaliteta KNOL, dolazi se do izdanka KAL-MG, gdje su zabilježene litofacijesne razlike u odnosu na KNOL (Slika 6.). Donji dio izdanka (KAL-MG-1) predstavljen je lapilnim tufom - masivnim ignimbritom s dominantnim plovućcima veličine do 1 cm, osim na pojedinim dijelovima gdje su uočeni plovućci do 5 cm. Također su vidljivi crni – tamno smeđi tinjci. Zbog trošenosti izdanka nije bilo moguće točno definirati teksture, ali je primjećen klast-potporan horizont sa klastima veličine pijeska, koji sadrži veliki udio kvarca idiomorfnog oblika (veličine do 0,5 cm). Iznad tog horizonta nastavlja se KAL-MG-2, lapilni tuf - masivni ignimbrit s plovućcima maksimalne veličine do 1 cm i jasno uočljivim zlatno-žutim tinjcima na temelju kojih se ovaj horizont najjasnije razlikuje od ostalih horizonata.

Slika 6.Izdanak ignimbrita na lokaliteta KAL-MG na području Kalnika

Na cijelom području se povremeno ispod debelih naslaga tla mogu vidjeti naslage vulkanoklastita.

Drugi izdanak vulkanoklastita (KAL-H) nalazi se u smjeru JI uz manji bujični potok. Izdanak je visine preko 15 m, na površini jako trošen, te sive boje (Slika 7.). Radi se o lapilnom tufu - masivnom ignimbritu, s jasno prepoznatljivim plovućcima maksimalne veličine do 5 cm i vidljivim crnim–tamno smeđim tinjcima (Slika 8.). Zbog teške dostupnosti i strmih padina nije bilo moguće uočiti jasne kontakte, ali je na jednom dijelu primijećeno da masivni ignimbrit prelazi u laminirani tanji horizont. Zbog velike pokrivenosti na terenu nije bilo moguće pronaći kontakte s krovinom niti s podinom, samo je u potoku uočeno više blokova litotamnijskog vapnenca, koji se prema literaturi nalazi u krovini vulkanoklastita.

Slika 7. Izdanak ignimbrita lokaliteta KAL-H na području Kalnika.

Slika 8. KAL-H svježi presjek s vidljivim plovućcima bijele boje i litičnim česticama tamno crne boje u sivom matriksu.

Na širem području Kalnika, točnije na zapadnom dijelu u blizini naselja Podrute, u literaturi je opisan kamenolom u vulkanoklastitima donjomiocenske starosti (Marković, 2002). Danas je kamenolom napušten i zarastao ali se vidi nekadašnji kop u masivnom ignimbritu sive boje s bijelim plovućima promjera do 3 cm i crnim-tamno smeđim biotitima. Na terenu nije bilo moguće pronaći kontakte s krovinom ni podinom te je jedini podatak iz literature gdje se spominje debljina naslaga od 30 m (Slika 9).

Slika 9. Izdanak ignimbrita s lokaliteta MV.

Osim područja Kalnika u bazenu Hrvatskog zagorja opisan je donjomiocenski horizont vulkanoklastita koji bi potencijalno mogao biti povezan s ignimbritima iz šire okolice Kalnika. Na lokalitetu je pronađen vulkanoklastit koji se sastoji od krupnozrnatijeg horizonta koji se positnjava prema vršnim dijelovima. Jasno je vidljiv kontakt s laporima krovine, ali nije moguće jasno definirati podinu, zbog čega izostaje točno određivanje debljine samog horizonta (Slika 10).

Slika 10. Izdanak vulkanoklastita 15 a na području bazena Hrvatskog zagorja.

4.1.1.2. Vulkanoklastične naslage donjeg miocena područja Sinjskog i Livanjskog bazena

Na području Sinjskog bazena uzorkovana su tri vulkanoklastična horizonta koja su na temelju dosadašnjih istraživanja pripisivana donjem miocenu. Na lokalitetu Lučani uzorkovan je horizont LUC-3 debljine 0,5 m, te je ranije detaljno snimljen stup na samom lokalitetu, pa je u sklopu ovih istraživanja uzorkovan samo vulkanoklastični horizont. Vulkanoklastit je svijetlo sive boje s vidljivim zlatnosmeđim mineralima tinjaca promjera do 0,5 cm.

Na lokalitetu Glavice uzorkovana su dva vulkanoklastita: horizont koji se startografski nalazi u donjim naslagama (GL-1) i horizont u gornjim naslaga (GL-2) donjeg miocenea. Na lokalitetu GL-1 uzorkovan je vulkanoklastit na padinama uzvišenja, te zbog velike pokrivenosti terena nije bilo moguće odrediti debljinu naslaga. Međutim, procijenjena debljina naslaga iznosi do 0,5 m. Vulkanoklastit je sitnozrnati te se sastoji isključivo od sitnih krhotina vulkanskog stakla.

Na lokalitetu GL-2 uzorkovan je površinski trošen vulkanoklastiti debljine 20 cm prepoznatljive svijetlo sive boje koja ga razlikuje od okolnih jezerskih karbonata (Slika 11.).

Slika 11. Masivni sitnozrnati vulkanoklastit lokaliteta GL-2.

Osim lokaliteta u Sinjskom bazenu, na području Livanjskog bazena je ranije istraživan sloj vulkanoklastita interkaliran u ugljenima koji pripada donjem miocenu, te se terenski obišao taj lokalitet. Za vrijeme terenskog istraživanja nije bilo moguće pristupiti donjem dijelu ugljenih slojeva u kojima se nalazi horizont vulkanoklastita (Slika 12). Uzorak nam je kasnije ustupio prof.dr.sc. Darko Tibljaš koji je ranijih godina uzorkovao vulkanoklastit na tom lokalitetu.

Slika 12. Miocenski jezerski karbonati na lokalitetu Tušnica, najdonji horizont s ugljenima i proslojkom vulkanoklastita, zatrpani su rastresitim materijalom nastalim erozijom i odlaganjem unutar napuštenog ugljenokopa.

4.1.2. Mikorfiziografska obilježja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

Petrografska analiza preparata ignimbrita, uzoraka s dimenzijama česticama > 2mm, analizirani su određivanjem sastava pojedinih komponenti i njihovih međusobnih odnosa, uz razdvajanje na juvenilne i nejuvenilne komponente. Juvenilne komponente čine plovućci, staklene krhotine i magmatski minerali, dok nejuvenilne obuhvaćaju biogene ostatke, litične čestice i detritalne minerale. Kod većine uzoraka dio materijala određen je kao matriks, koji se pri većim povećanjima pokazuje kao juvenilna komponenta.

Za uzorke s česticama manjima od 2 mm primijenjena je metoda *point countinga*. Preparat se pomicao po liniji, a na svakom sjecištu točke određivalo se pripada li zrna juvenilnoj ili nejuvenilnoj komponenti. Za svaki uzorak analizirano je više od 500 točaka.

Zbog nemogućnosti pouzdanog razlikovanja krhotina stakla od magmatskih minerala u matriksu, matriks je tijekom brojanja bilježen kao zasebna kategorija. U interpretaciji je, međutim, pribrojen juvenilnoj komponenti.

4.1.2.1 Vulkanoklastične naslage lokaliteta KNOL (područje Kalnik)

Iz vulkanoklastične sekvence KNOL izrađeno je 19 petrografskih preparata duž profila, kako bi se, uz terenska opažanja, odredio mineralni sastav i odnosi klasta u pojedinim intervalima. Intervali KNOL 2 i KNOL 3 koji predstavljaju pretpostavljeni bazni dio vulkanoklastične sukcesije (masivni ignimbriti), izgrađeni su od masivnog, slabo sortiranog, krupnozrnatog lapilnog tufa. Juvenilne čestice čine većinu uzorka i zastupljene su plovućcima, krhotinama vulkanskog stakla i magmatskim mineralima, dok su nejuvenilne komponente biogeni ostaci, litične čestice i detritalni minerali.

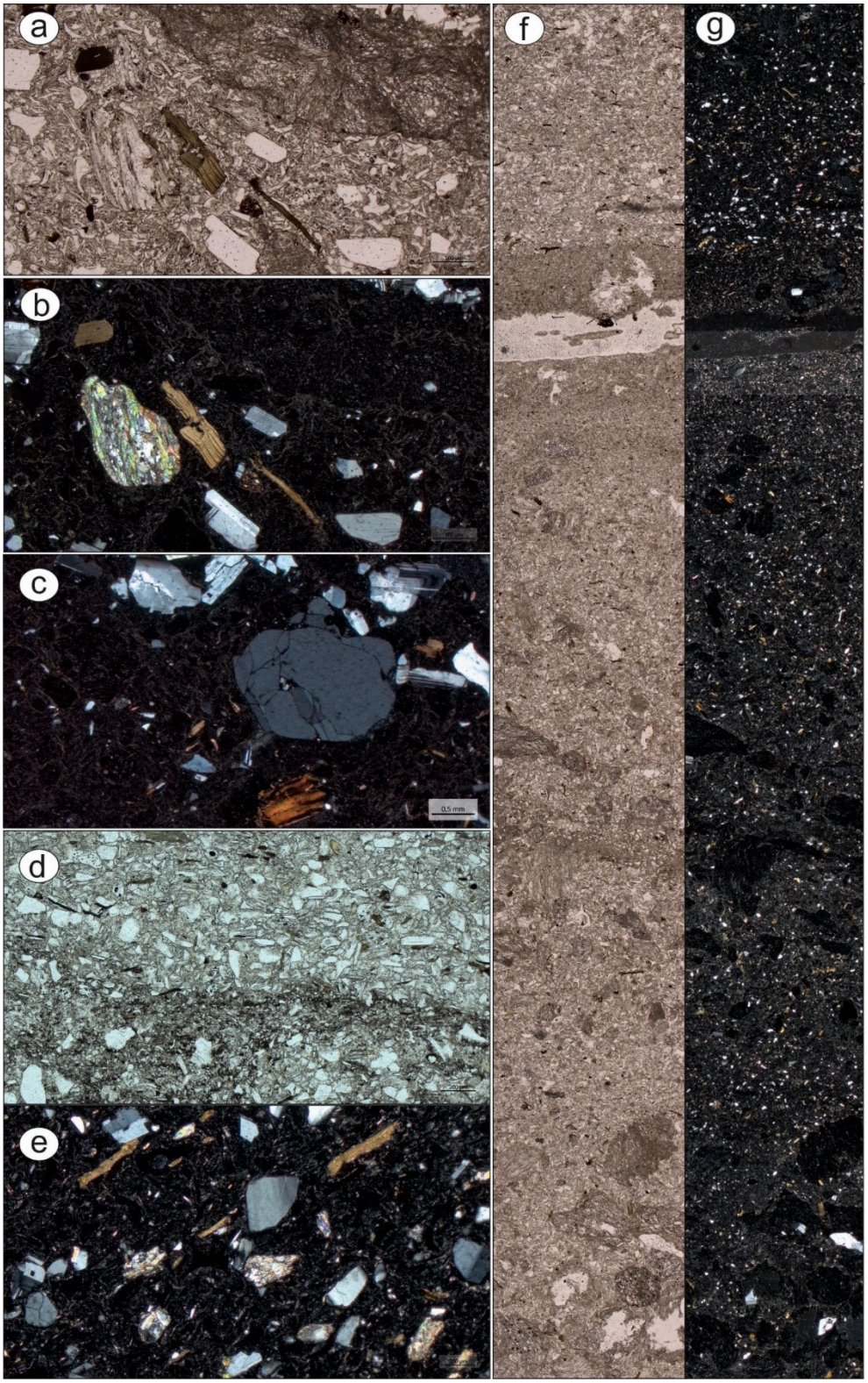
Krhotine stakla su bezbojne, prozirne i u potpunosti potamne pod ukrštenim nikolima. Javljaju se u srpastim, pločastim ili plovućastim oblicima. Plovućci su siromašni mineralima (< 5 vol. %), a njihov mineralni sastav odgovara zasebnim magmatskim mineralima u staklastoj osnovi.

Od magmatskih minerala, plagioklas je najzastupljeniji, obično subhedralan do anhedralan, s polisintetskim sraslačkim lamelama i blago izraženom zonalnošću. Kvarc je prisutan u subhedralnom habitusu, često s pukotinama ispunjenima staklastom masom. Biotit je pretežno subhedralan, smeđe do žutosmeđe boje s izraženim pleokroizmom, a ponegdje pokazuje povijene listiće. Uz njega se pojavljuje muskovit, koji je obično manjih dimenzija i nalazi se u neposrednom kontaktu s biotitom. U biotitu su česte inkluzije neprozirnih minerala, apatita i cirkona. Od K-feldspata je zabilježen sanidin, subhedralnog, kratkoprizmatičnog habitusa. Od litičnih čestica prisutni su metamorfni litoklasti sastavljeni od kvarca, feldspata i

muskovita (kvarc-feldspat-muskovitni škriljavac; Slika 13a, b), zatim magmatske porfirne stijene s fenokristalima feldspata i kvarca, te podređeno sedimentne stijene (muljnjaci).

Središnji dio vulkanoklastične sukcesije KNOL (intervali KNOL 4-1 do KNOL 10) obilježen je izmjenama lapilnih tufova s tanjim proslojcima sitnozrnatijih tufova (Slika 13d, f, g). Po sastavu su usporedivi s donjim horizontima (KNOL 2 i KNOL 3), pri čemu dominiraju plovućci, krhotine vulkanskog stakla i magmatski minerali.

Najgornji horizont (KNOL 11) pokazuje sličan sastav i omjer juvenilnih i nejuvenilnih klasta. Iako nisu vidljive lamine sitnozrnatijeg materijala kao u sloju ispod, u donjem dijelu horizonta mineralna su zrna djelomično orijentirana, pri čemu duže osi zrna pokazuju paralelno usmjerenje (Slika 13e). Ovi rezultati su djelomično opisani u članku Brlek i sur. (2023).



Slika 13. Mikrofotografije horizonata s lokaliteta KNOL. a-b) KNOL-2A masivni lapilni tuf s vidljivim juvenilnim česticama (plovućcima, krhotinama stakla, biotitom, plagioklasima, kvarcom) i nejuvenilnom metamorfnom litičnom česticom; c) KNOL-3B masivni lapilni tuf s juvenilnom plovućcima, krhotinama stakla, kvarcom, biotitom i plagioklasom; d) KNOL 4 laminirani lapilni tuf s vidljivom izmjenom sitnozrnatijeg horizonta sastavljenog od krhotina vulkanskog stakla i horizonta s više magmatskih minerala; e) KNOL 11 masivni lapilni tuf s vidljivo usmjerenim mineralima(plagioklas, sanidin, kvarc, biotit) i krhotinama stakla i nejuvenilnim litičnim klastima (dominantno metamorfnog porijekla), f-g) KNOL 7 presjek kroz horizont s vidljivim donjim dijelom nesortiranog lapilnog tufa na koji se nastavljaju laminirani horizonti izgrađeni dominantno od čestica vulkanskog stakla u izmjeni s horizontima s većim udjelom magmatskih minerala.

4.1.2.2. Vulkanoklastične naslage lokaliteta KAL-MG (područje Kalnik)

Na lokalitetu KAL-MG izdvojena su dva horizonta (KAL-MG-1 i KAL-MG-2) prema litofacijesnim razlikama i trošnoj zoni koja ih odjeljuje. Svaka cjelina je zasebno uzorkovana, a od uzoraka su te su od njih izrađeni petrografski preparati. Ovi rezultati su prikazani i u članku Brlek i sur. (2024b).

Iz ignimbrita KAL-MG-1 napravljeno je pet preparata. Uzorak KAL-MG-1 determiniran je kao lapilni tuf s plovućcima promjera do 3 mm (Slika 14a). U plovućcima je zastupljeno više od 10 vol.% magmatskih minerala, koji odgovaraju onima prisutnima i zasebno u matriksu (Slika 14a, b). Matriks se sastoji od plovućaca, magmatskih minerala i krhotina vulkanskog stakla. Krhotine stakla su prozirne, nealterirane, srpastog i pločastog oblika.
Od magmatskih minerala najzastupljeniji su plagioklasi s izraženim polisintetskim sraslačkim lamelama i zonalnom građom, promjera do 1 mm. Sanidini su rijetki, hipidiomorfni, do 1 mm veličine. Kvarc se javlja u alotrimorfnoj do hipidiomorfnoj formi, prosječne veličine 0,5 mm. Na pojedinim zrnima kvarca i feldspata uočljive su pukotine. Biotit je zelene do smeđe boje, duljine do 1 mm; na dijelu zrna vidljiva je lagano žućkasta boja i mutni rubovi koji mogu upućivati na početnu alteraciju..

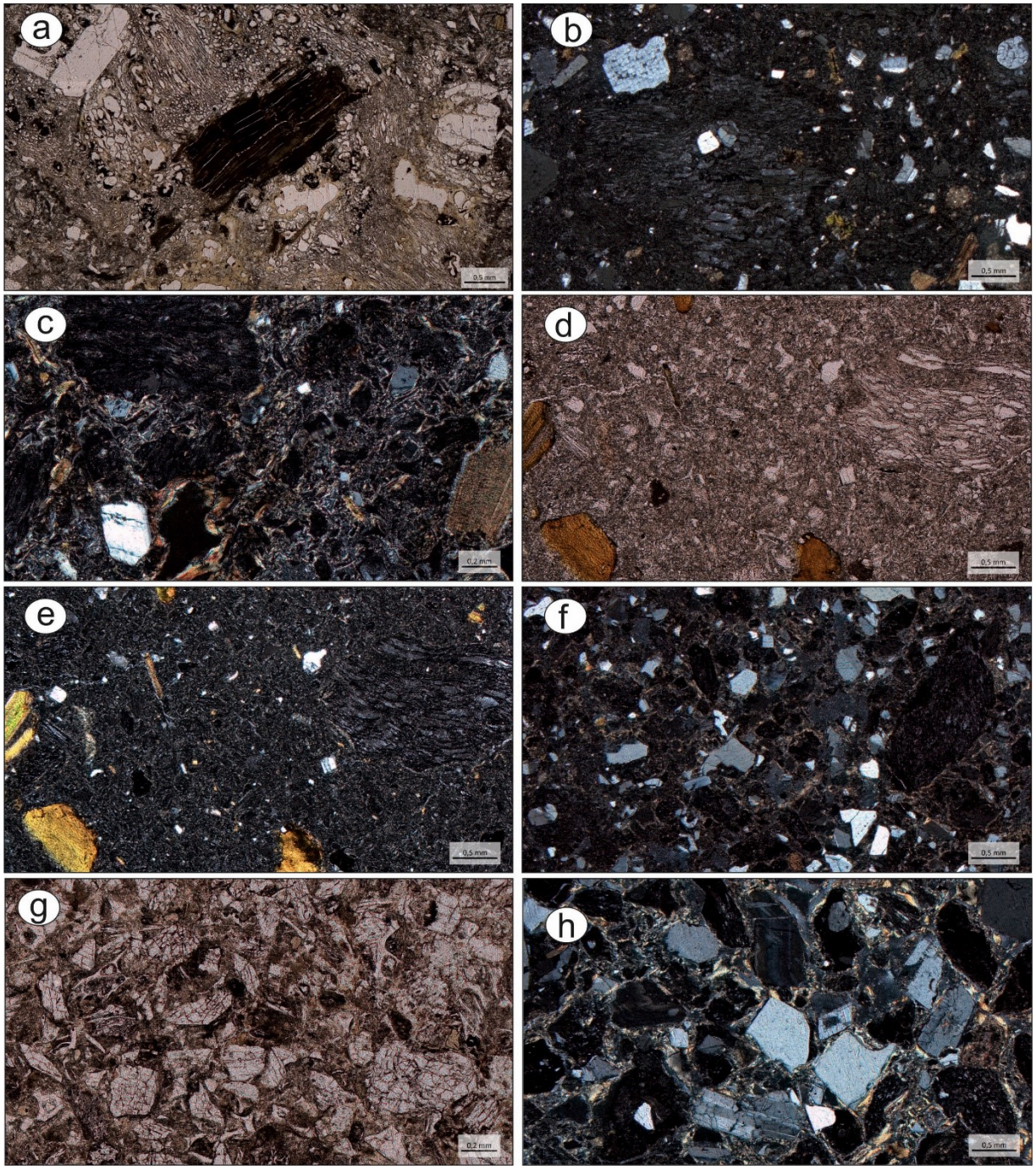
Uzorak KAL-MG-1a predstavlja tuf do lapilni tuf s plovućcima veličine do 2 mm (Slika 14c). Osnova se dominantno sastoji od krhotina vulkanskog stakla i finog matriksa, koji je u značajnoj mjeri alteriran u minerale glina. Alteracije su posebno izražene uz rubove krhotina stakla (Slika 14c). Od magmatskih minerala prevladavaju biotiti smeđe boje, dok je manji dio zelenkast, s mutnim rubovima. U pojedinim zrnima prisutni su veliki uklopci feldspata. Plagioklasi su dimenzija do 1 mm, s jasno izraženim polisintetskim lamelama i zonalnošću. Kvarc se javlja rijetko, alotrimorfnog habitusa, dok su i kod plagioklasa i kvarca uočljive pukotine hlađenja. Sanidin je rijedak, hipidiomorfan, do 0,5 mm.

Uzorak KAL-MG-1b predstavlja tuf do lapilni tuf u kojem dominira juvenilna komponenta, sastavljena od plovućaca, krhotina vulkanskog stakla i magmatskih minerala (Slika 14d, e). Plovućci imaju pravilno oblikovane, kružne vezikule i dimenzije do 2 mm, a u njihovu sastavu nisu zapaženi minerali. Krhotine vulkanskog stakla čine znatan udio uzorka, dok se dio matriksa također može tumačiti kao juvenilnog podrijetla, iako zbog sitnozrnatosti nije moguće točno odrediti njegov mineralni sastav. Od magmatskih minerala prepoznaju se biotiti svjetlosmeđe boje, dimenzija do 1 mm (Slika 14d, e), te plagioklasi s izraženim polisintetskim lamelama i zonalnošću. Kvarc se javlja u alotrimorfnim zrncima veličine do 0,2 mm, dok od litičnih čestica prevladavaju fragmenti metamorfnih i magmatskih stijena.

Uzorak KAL-MG-1c pokazuje intenzivno trošenje sitnozrnatog matriksa, zbog čega nije moguće s potpunom sigurnošću utvrditi sadrži li isključivo juvenilne čestice. U uzorku su prepoznate čestice plovućaca, krhotine vulkanskog stakla i magmatski minerali. Plovućci su zaobljeni, maksimalne veličine do 1 cm. U odnosu na druge uzorke, zabilježen je veći udio magmatskih minerala (oko 40 vol.%) u odnosu na plovućce i staklo (Slika 14f). Plagioklasi su do 0,5 mm, s izraženim polisintetskim lamelama i zonalnom građom; česta su odlomljena zrna s brojnim pukotinama (Slika 14g). Kvarc je alotrimorfan do hipidiomorfan, također s brojnim pukotinama (Slika 14g).

KAL-MG-1d je jednak kao KAL-MG-1c s mineralima većih dimenzija do 1 mm. Najzastupljeniji su minerali plagioklasi i kvarc hipidiomorfnih formi. Matriks između pojedinih mineralnih zrna i plovućaca je sitnozrnati te alteriran u minerale glina koji se prepoznaju po interferencijskim bojama II. reda (Slika 14f) Krhotine stakla dolaze u manjem udjelu (<10 vol. %) i nalaze se jedino u matriksu između pojedinih klasta plovućaca.

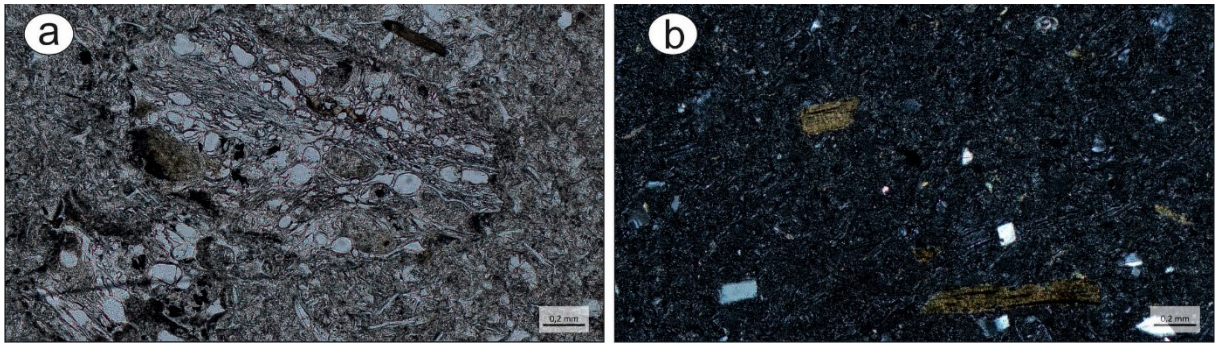
Uzorak KAL-MG-1e predstavlja najintenzivnije trošeni horizont, s istim sastavom kao i ostali. Od juvenilnih čestica prisutni su plovućci, krhotine vulkanskog stakla i magmatski minerali. Na plovućcima i mineralima nisu uočeni tragovi alteracije, ali je okolni matriks značajno alteriran u minerale glina, s povremeno prepoznatljivim sitnim staklenim krhotinama.



Slika 14. Mikrofotografije horizonata KAL-MG-1 a,b) KAL-MG-1 plovućac s magmatskim mineralima; c) KAL-MG-1a dio s vidljivim plovućcem, magmatskim mineralima i krhotinama stakla s alteracijskim mineralima na rubu; d,e) KAL-MG-1b s vidljivim plovućcima u osnovi od krhotina stakla i sitnozrnatog juvenilnog matriksa i magmatskim mineralima: kvarc, plagioklasi i biotiti; f) KAL-MG-1c kristaloklastični dio preparata s vidljivim magmatskim mineralima i zaobljenim plovućcem u glinovitom matriksu; g) KAL-MG-1c magmatski minerali s vidljivim pukotinama; f) KAL-MG-1f – kristaloklastični dio preparata s vidljivim magmatskim mineralima u glinovitom matriksu.

Uzorak KAL-MG-2 se sastoji dominantno od juvenilne komponente koja je najzastupljenija sa sitnozrnatom staklastom osnovom izgrađenom od krhotina stakla različitih dimenzija, plovućaca do maksimalne veličine od 1 mm i magmatskih minerala (Slika 15). Od magmatskih minerala najzastupljeniji su plagioklasi na kojima se jasno uočavaju polisintetske sraslačke lamele i zonalni rast. Uglavnom su kratko prizmatski kristali s djelomično oblikovanim

kristalnim plohama (hipidiomorfni). Kvarc je manje zastupljen, ima dimenzija do 0,1 mm te dolazi u obliku alotriomorfne do hipidiomorfne forme. Od litičnih čestica može se prepoznati samo magmatska efuzivna stijena.

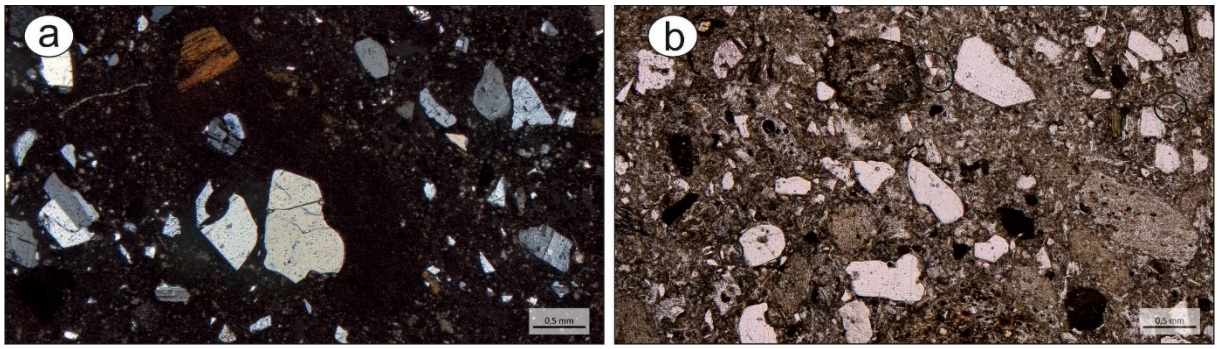


Slika 15. Mikrofotografije horizonata KAL-MG-2. a) Plovućac u staklastoj osnovi s izraženim okruglim vezikulama; b) Staklasta osnova i magmatski minerali.

4.1.2.3. Vulkanoklastične naslage lokaliteta KAL-H (područje Kalnik)

U preparatu masivnog horizonta KAL-H ignimbrita dominira juvenilna komponenta sastavljena od plovućaca, krhotina vulkanskog stakla, magmatskih minerala i matriksa. Plovućci dosežu veličine veće od 5 mm, a u njima je prisutno više od 10 vol.% magmatskih minerala, među kojima se prepoznaju plagioklas, biotit, sanidin i kvarc (Slika 16a). Isti minerali zastupljeni su i u staklastoj osnovi (matriksu).

Plagioklasi su najbrojniji, s izraženom zonalnom građom i polisintetskim sraslačkim lamelama, dimenzija do 0,5 mm. Kristali su uglavnom kratko prizmatski i manjih dimenzija, ali su lokalno prisutni i fragmenti krupnijih zrna. Sanidin je rijedak i hipidiomorfnog oblika. Kvarc se javlja u alotrimorfnoj do hipidiomorfnoj formi, dimenzija do 1 mm. Biotit je tamnosmeđe do zelene boje, veličine do 0,5 mm. U matriksu se mogu uočiti krhotine bezbojnog vulkanskog stakla, sitnih dimenzija, prepoznatljive po karakterističnim Y-oblicima (Slika 16b). Matriks je djelomično alteriran. Od litičnih čestica prepoznate su alterirane magmatske i sedimentne stijene Dio ovih rezultata korišten je za opise vulkanoklastita u Brlek i sur. (2023).



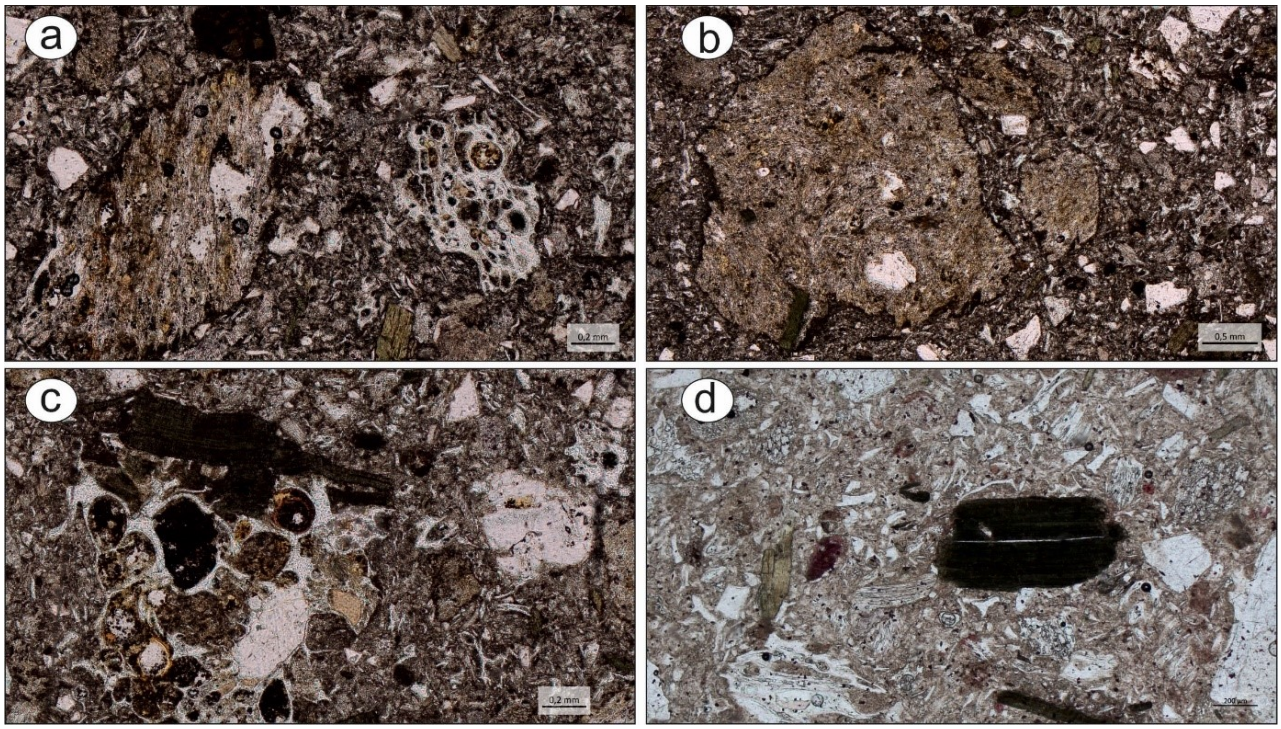
Slika 16. Mikorfotografija KAL-H uzorka. A) Plovućac s magmatskim mineralima biotitom, plagioklasom, sanidinom i kvarcom; b) Prikaz uzorka s vidljivim matriksom, magmatskim mineralima, plovućcima, litičnom česticom i krhotinama stakla (u crnim kružićima su naznačeni y oblici).

4.1.2.4. Vulkanoklastične naslage lokaliteta MV (šire područje Kalnika)

U preparatu lapilnog tufa MV najzastupljenija je juvenilna komponenta, koja čini više od 90 vol.% uzorka. Od juvenilnih čestica najveće su dimenzije plovućaca, koji dosežu veličinu do 3 mm u preparatu. Mogu se prepoznati krupniji, zaobljeni plovućci s tamnim rubom (Slika 17a) te manji plovućci nepravilnih rubova (Slika 17b). Dio plovućaca ima velike, jako zaobljene vezikule, dok su kod nekih vezikule djelomično tabularne.

U plovućcima se nalazi više od 10 vol.% magmatskih minerala, koji su prisutni i zasebno u matriksu (Slika 17a). Od magmatskih minerala najzastupljeniji je plagioklas, dimenzija do 1 mm, s izraženim polisintetskim sraslačkim lamelama i zonalnom građom. Na nekim kristalima uočljive su pukotine unutar zrna. Kvarc je veličine 0,1–1 mm, pretežno alotrimorfan, ali se mjestimice javlja i hipidiomorfan. Biotit se javlja u dimenzijama od 0,2 do 1 mm. Na pojedinim listićima uočava se povijanje (Slika 17c), što se vjerojatno može pripisati kristalizaciji unutar viskozne staklaste osnove. U takvom mediju dolazi do mehaničkog ograničenja rasta kristala, što može rezultirati njihovom deformacijom. Biotit se pojavljuje u smeđim i zelenim varijantama (Slika 17d); kod zelenih je vidljivo blago zamućenje, koje može ukazivati na početnu alteraciju, poput kloritizacije ili djelomične hidratacije.

Od litičnih čestica prepoznati su fragmenti pješčenjaka, magmatskih i metamorfnih stijena, dimenzija do 2 mm. Dio ovih rezultata korišten je za opise vulkanoklastita u Brlek i sur. (2023).



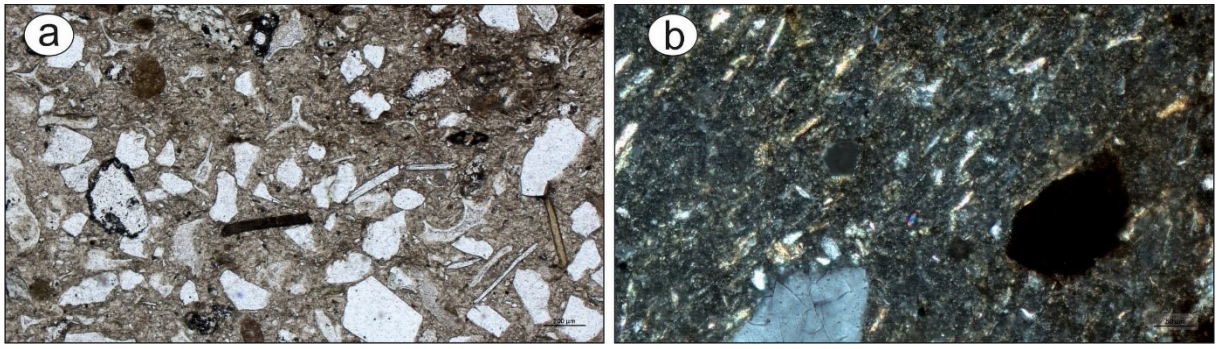
Slika 17.Mikrofotografija MV uzorka. a) plovućci s neravnim rubovima i okruglim velikim vezikulama; b) plovućac sa zaobljenim rubovima i alteracijskim tamnim rubom; c) plovućac s velikim okruglim vezikulama i magmatskim mineralom (biotitom); d) zeleni biotit u matriksu s vidljivim krhotinama stakla tipičnih x i y oblika.

4.1.2.5. Vulkanoklastične naslage lokaliteta15a (Hrvatsko zagorje)

U uzorku 15a dominantna je juvenilna komponenta, dok nejuvenilna komponenta čini više od 10 vol.%, zbog čega se uzorak klasificira kao tufitični pješčenjak (Slika 18a). Od juvenilne komponente dominiraju krhotine vulkanskog stakla i magmatski minerali, dok plovućci izostaju.

Od nejuvenilne komponente zabilježeni su detritični minerali (kvarc i muskovit) te litične čestice (metamorfne, magmatske i sedimentne). Kvarc je prepoznat kao detritičan prema zaobljenosti zrna i unduloznom potamnjenju, dok se magmatski kvarc iz juvenilne komponente javlja u alotrimorfnoj do hipidiomorfnoj formi, s jednoličnim interferencijskim bojama i bez znakova deformacije.

Razlika je u definiranju matriksa, koji u ovom uzorku nije predstavljen sitnozrnatom juvenilnom komponentom; nije moguće sa sigurnošću odrediti radi li se o alteriranim juvenilnim česticama ili o glinovitom matriksu (Slika 18b).

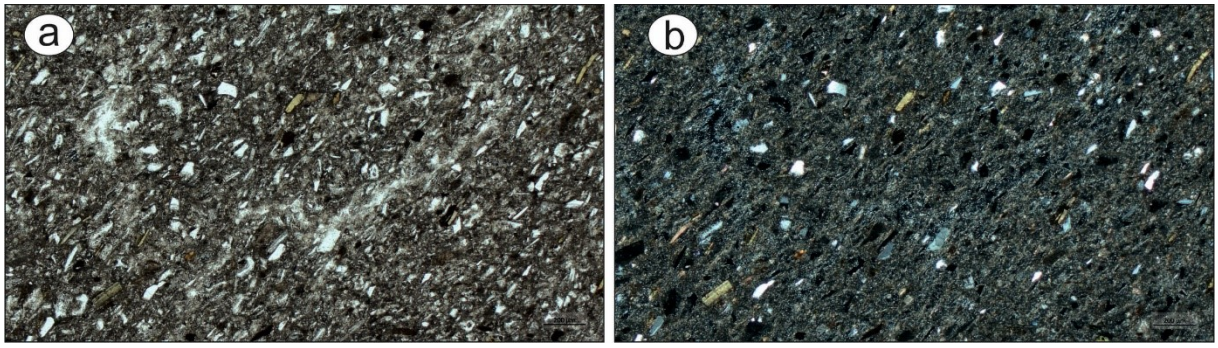


Slika 18. Mikrofotografija uzorka 15a. a) krupnozrnatiji dio vulkanoklastiti s prepoznatljivim krhotinama vulkanskog stakla i minerala; b) sitnozrnatiji dio uzorka 15 a s matriksom izgrađenim dominantno od minerala glina.

4.1.2.6. Vulkanoklastične naslage lokaliteta LUC-3 (Sinjski bazen)

U uzorku vulkanoklastita LUC-3 dominantna je juvenilna komponenta, koja čini više od 90 vol.% uzorka. Od juvenilne komponente prevladavaju krhotine vulkanskog stakla, magmatski minerali i matriks (Slika 19a–b). Matriks nije bilo moguće točno odrediti zbog izražene alteriranosti, no pri većim povećanjima uočavaju se djelomično alterirane krhotine vulkanskog stakla, zbog čega je matriks pripisan juvenilnoj komponenti.

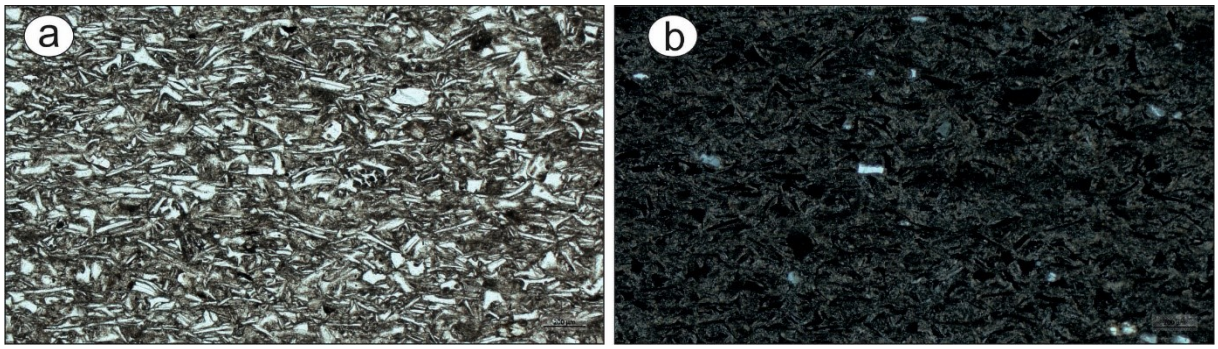
Od magmatskih minerala prisutni su biotit, plagioklas, sanidin i kvarc. Biotit se prepoznaje po smeđoj do zelenkastosmeđoj boji, dok se na plagioklasima jasno uočavaju polisintetske sraslačke lamele. Sanidin je zastupljen u manjem broju. Kvarc se javlja u hipidiomorfnoj i alotrimorfnoj formi, a pojedina su zrna blago zaobljena. Moguće je da dio kvarca potječe iz detritalnog materijala, no zbog vrlo niskog udjela kvarca u uzorku potencijalno detritalna zrna nisu posebno izdvojena.



Slika 19. Mikrofotografija uzorka LUC-3. a-b) Vulkanoklastiti s juvenilnim komponentama sastavljenih od krhotina vulkanskog stakla i magmatskih minerala i djelomično alteriran matriks.

4.1.2.7. Vulkanoklastične naslage lokaliteta GL-1 (Sinjski bazen)

Uzorak GL-1 sastoji se isključivo od juvenilne komponente, bez primjesa detritičnog materijala. Dominiraju krhotine vulkanskog stakla, između krupnijih krhotina nalazi se sitnozrnati, slabo alteriran matriks, koji se sastoji od sitnijih staklenih čestica i čini prijelaz između krhotina. Na većim povećanjima uočava se da su krhotine stakla bezbojne i prozirne, a s uključenim analizatorom ne pokazuju znakove alteracije. Krhotine stakla imaju pločast i srpast oblik, često s glatkim rubovima i tankim stijenkama. Povremeno su prepoznatljive reliktne vezikule nepravilnog oblika, ispunjene finim staklastim materijalom. Udio magmatskih minerala manji je od 10 vol.%, a zastupljeni su plagioklas, kvarc i biotit. Plagioklas se javlja u hipidiomorfnoj formi s izraženim polisintetskim sraslačkim lamelama i zonalnom građom, dok je kvarc prepoznat kao magmatski, s jednoličnim interferencijskim bojama i bez unduloznog potamnjenja ili zaobljenja. Biotit se pojavljuje u smeđim do zelenkastim varijantama, bez znakova alteracije uz rubove listića. Dio ovih rezultata korišten je za opise vulkanoklastita u Brlek i sur. (2023).

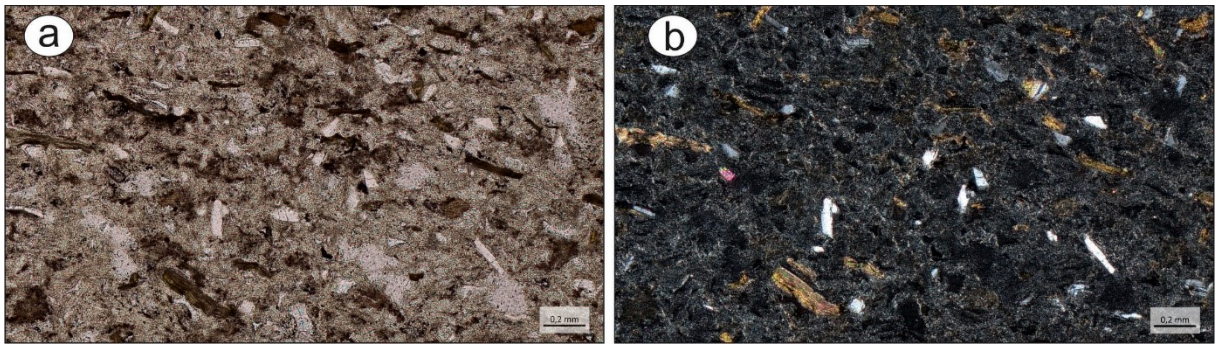


Slika 20. Mikrofotografija uzorka GL-1. a-) sitnozrnati vulkanoklastiti s vidljivim krhotinama vulkanskog stakla i magmatskih minerala.

4.1.2.8. Vulkanoklastične naslage lokaliteta GL-2 (Sinjski bazen)

Uzorak GL-2 sastoji se isključivo od juvenilne komponente, a najzastupljenije su krhotine vulkanskog stakla, između kojih se nalazi sitnozrnati matriks. Matriks je mjestimično alteriran, što se očituje prisutnošću minerala glina. Krhotine stakla su bezbojne, srpastog ili pločastog

oblika (Slika 21a,b). Od magmatskih minerala najzastupljeniji je biotit, dimenzija do 0,3 mm, svjetlosmeđe boje s izraženim pleokroizmom od tamnosmeđe do svjetlosmeđe. Na većini listića uočava se povijanje, što se vjerojatno može povezati s kristalizacijom unutar viskozne staklaste osnove. U uzorku su prisutni i opaki minerali, koji pod reflektiranim svjetlom pokazuju tamnu boju i metalni sjaj, dok dio sitno raspršenih zrna ima crvenkast ton. Plagioklasi i kvarc su veličine do 0,1 mm, u hipidiomorfnoj do alotriomorfnoj formi. Na plagioklasima se jasno prepoznaju polisintetske sraslačke lamele, a na kvarcu se uočavaju pukotine unutar kristala. Od akcesornih minerala prisutni su cirkon i apatit. Dio ovih rezultata korišten je za opise vulkanoklastita u Brlek i sur. (2024b).



Slika 21. Mikrofotografije uzorka GL-2 s vidljivim sitnozrnatim matriksom, krhotinama stakla i magmatskim mineralima biotitom, plagioklasom i kvarcom. Na fotografijama se prepoznaje i mineral cirkon karakteriziran visokim reljefom i interferencijskim bojama II. reda.

4.1.3. Rezultati modalne analize teške mineralne frakcije vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

4.1.3.1. Vulkanoklastične naslage lokaliteta KNOL (područje Kalnik)

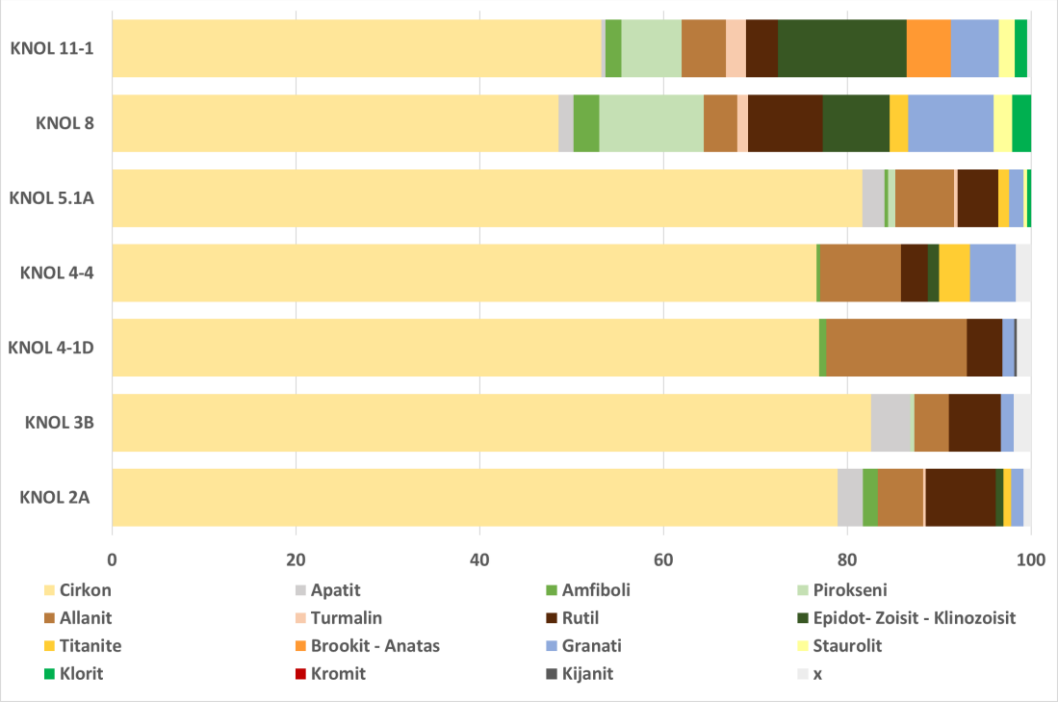
Modalna analiza uzoraka kroz slijed KNOL prikazana je u tablici, dok su na slikama prikazani udjeli pojedinih minerali teške frakcije (Tablica 2, Slika 22).

Najzastupljeniji mineral u teškoj mineralnoj frakciji je mineral cirkon idiomorfnog izduženog prizmatskog oblika. Na nekim mineralima se može jasno vidjeti staklasti rub. Nakon cirkona najzastupljeniji su opaki minerali, koji su pod reflektiranim svjetlom opisani kao idiomorfni, metaličnog sjaja (Ti-Fe oksidi). Osim cirkona i opakih minerala u svim uzorcima se može pronaći biotit, prepoznatljiv po smeđoj boji i listićavoj formi. Mineral allanit se prepoznaje po svjetlo do tamno smeđoj boji, snažnom pleokroizmu i snažnim interferencijskim bojama II. reda. Rutil je pronađen u svim uzorcima u dva varijeteta: zaobljeni kristali ili male uglate krhotine. Granati su sitni, alotriomorfni, nepravilni i bezbojni. Amfiboli imaju snažan pleokroizam, ali se uočavaju i tragovi trošenja, koje se može pripisati korozijskoj fazi opisanoj u Andò i sur. (2012), s karakterističnim matiranim površinama, zaobljenim rubovima i promjenom boje prema lagano sivo-zelenoj. Pirokseni su nepravilnog oblika, svjetlo zelene do

zeleno-žute boje s prepoznatljivim piroksenskim lučenjima. Tamnosmeđi turmalin u uzorcima se javlja u prizmatskim oblicima s uglavnom dobro očuvanom morfologijom. Zabilježeni su tek blago zaobljeni rubovi, dok znakovi korozije gotovo u potpunosti izostaju. Visoka kemijska stabilnost turmalina čini ga otpornim na promjene tijekom trošenja i dijageneze (Andò i sur., 2012). Pronađeni titaniti su bezbojni do svjetlo žute boje nepravilnog oblike, a rijetki anatasi su predstavljeni s nekoliko minerala idiomorfne forme. Minerali iz grupe epidota (zajedno s klinozoisitiom i zoisitom) su alotriomorfni te nepravilni sa tragovima trošenja. Staurolit je pronađen samo u gornjim dijelovima sukcesije KNOL (uzorci KNOL 8, i KNOL 11-1), te se kod nekih minerala jasno prepoznaje trokutasti oblik s karakterističnom žutom bojom..

Tablica 4. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzrocima iz stupa KNOL.

	KNOL 2A	KNOL 3B	KNOL 4-1	KNOL 4-4	KNOL 5-1	KNOL 8	KNOL 11-1
Opaki (%)	36	37	61	68	68	53	27
Biotit (%)	5	10	0	1	2	1	18
THM (%)	59	52	39	31	30	46	55



Slika 22. Udio (%) pojedinih minerala iz skupine prozirnih teških minerala (THM) uzoraka sa lokaliteta KNOL.

4.1.3.2. Vulkanoklastične naslage lokaliteta KAL-MG, KAL-H, MV, 15a (područje Kalnik i šireg područja Kalnika te Hrvatskog zagorja)

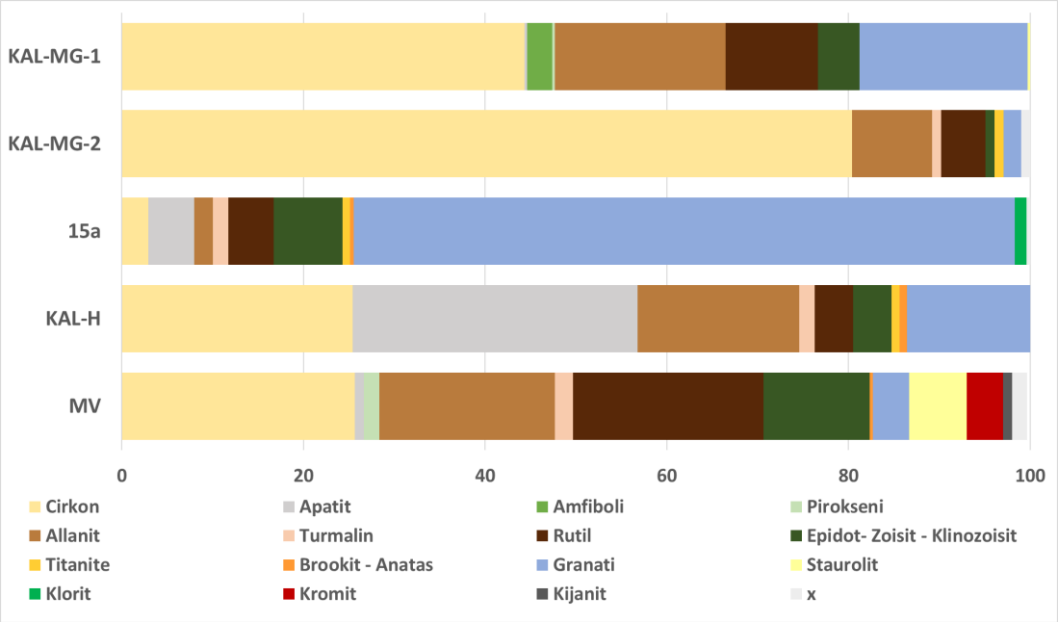
Modalni sastav teških minerala ostalih ignimbrita s područja Kalnika i šireg područja Kalnika (KAL-MG-1, KAL-MG-2, KAL-H, MV) i distalnih vulkanoklastita Hrvatskog zagorja (15a) prikazan je zajednički radi bolje usporedbe dobivenih podataka (Tablica 3., Slika 23). Podatci za lokalitet KAL-MG djelomično su objavljeni u Brlek i sur (2024b).

U uzorcima ignimbrita (KAL-MG-1, KAL-MG-2, KAL-H, MV) dominiraju opaki minerali, pretežno idiomorfni i sivo-crne boje. Oko pojedinih kristala prisutan je staklasti ovoj ili matriks, što sugerira da su kristalizirali prije ili tijekom erupcije, a zatim bili ugrađeni u brzo ohlađeni, amorfni vulkanski matriks (staklo), koji ostaje vezan uz kristale i ne odvaja se tijekom prosijavanja ni pri separaciji teškim tekućinama. Biotit je zastupljen u svim uzorcima ignimbrita i uglavnom je idiomorfan, nealteriran. Razlike između biotita su uočene u boji, pri čemu se biotiti zelenkaste boje nalaze u uzorcima KAL-MG-1 i MV, dok je u uzorcima KAL-MG-2 i KAL-H svjetlo do tamno smeđe boje. Od prozirnih teških minerala u svim uzorcima dominira cirkon, koji se pojavljuje u idiomorfnom, izduženom obliku s jasno izraženim plohama. U uzorku KAL-H zabilježen je veći broj idiomorfnih apatita, dok su u uzorku MV apatiti rijetki i uglavnom slomljeni. Allanit je prisutan u svim uzorcima, čineći 10 do 20 % frakcije prozirnih teških minerala. Prepoznaje se po nepravilnom obliku, školjkastom lomu i izraženom pleokroizmu u rasponu od svjetlosmeđe do tamnosmeđe boje. Mineral rutil također je prisutan u svim uzorcima, pri čemu se u uzorcima KAL-MG-1 i MV ističu idiomorfni oblici, često s ovojem od stakla. Epidot se pojavljuje u obliku nepravilnih zrna svjetlozelene boje, s izraženim pleokroizmom i interferencijskim bojama II. reda. Granat je prisutan u svim uzorcima kao bezbojna, nepravilna zrna. U uzorku MV zabilježen je povećan udio turmalina, staurolita, kyanita i kromita, koji bi mogli predstavljati detritalnu komponentu, s obzirom na veći udio litičnih čestica u tom uzorku. U uzorku KAL-MG-1 potrebno je istaknuti i prisutnost amfibola, koji pokazuje znakove korozije na rubovima (D_2, Andò i sur., 2012.), ali je još uvijek moguće prepoznati njegovu izvornu morfologiju.

Uzorak 15a se značajno razlikuje po sastavu teških minerala od uzoraka ignimbrita. U uzorku je zabilježen najveći udio granata, koji su nepravilni i bezbojni, te veliki broj nepravilnih epidota. Mineral cirkon je djelomično zaobljen s laganim do naprednim tragovima korozije (C_2-C_3,Andò i sur., 2012).

Tablica 5. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima s Kalnika i šireg područja Kalnika te Hrvatskog zagorja

	MV	KAL-H	15a	KAL-MG-2	KAL-MG-1
Opaki (%)	56	32	14	52	57
Biotit (%)	2	48	0	17	2
THM (%)	42	20	85	31	40



Slika 23. Udio (%) pojedinih minerala od prozirnih teških minerala (THM) iz uzoraka s područja Kalnik te šireg područja Kalnika te Hrvatskog zagorja.

4.1.3.3. Vulkanoklastične naslage lokaliteta LUC-3, GL-1, GL-2, TUS (područje Sinjskog i Livanjskog bazena)

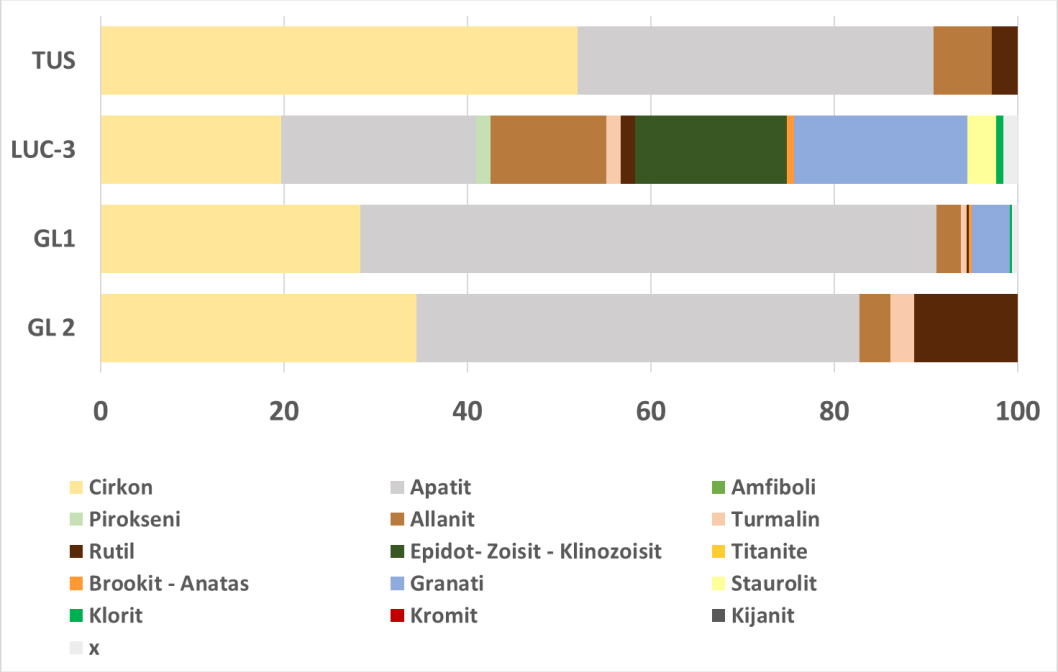
Modalni sastav teških minerala distalnih vulkanoklastita s područja Sinjskog (LUC-3, GL-1, GL-2) i Livanjskog (TUS) bazena prikazani su zajedno radi lakše usporedbe (Tablica 4, Slika 24). Rezultati uzorka GL-2 i TUS su djelomično korišteni u objavi Brlek i sur. (2024a).

Najzastupljeniji teški mineral u svim uzorcima je cirkon koji je idiomorfnog, izduženog oblika, osim u uzorku GL-1 u kojem je najzastupljeniji apatit, koji se također nalazi u idiomorfnoj formi. Allanit je prepoznatljiv po smeđoj do tamno smeđoj boji, jakom pleokroizmu, i interferencijskim bojama II. reda. Rutil se može pronaći u svim uzorcima u tamno smeđoj boji, na nekima se može jasno vidjeti omotač od vulkanskog stakla. Turmalin je pronađen u svim uzorcima u prizmatskoj formi, svjetlo smeđe boje s izraženim pleokroizmom. U uzorku LUC-3 pronađeno je više minerala koji predstavljaju detritalnu komponentu: epidoti koji su uglavnom prepoznatljivi po nepravilnim mineralima, svjetlozelenim s izraženim

pleokroizmom i snažnim interferencijskim bojama II. reda, granati koji su uglavnom alotriomorfni, bezbojni, staurolit koji se prepoznaje po karakterističnoj žutoj boji i snažnom pleokroizmu i pirokseni koji su uglavnom svjetlo zeleni s vidljivim tragovima trošenje.

Tablica 6. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima iz Sinjskog i Livanjskog bazena.

	LUC-3	GL-1	GL-2	TUS
Opaki (%) **Biotit (%)**	55 3	46 1	55 1	55 2
THM (%)	42	53	44	43



Slika 24. Udio (%) pojedinih minerala od prozirnih teških minerala (THM) u uzorcima iz Sinjskog i Livanjskog bazena.

4.1.4. Rezultati geokemijskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

4.1.4.1. Geokemijska obilježja vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena određena na temelju cjelostijenskih analiza

Rezultati kemijske analize cijele stijene za četiri uzorka s područja Kalnika i jednog uzorka iz Hrvatskog zagorja prikazani su u Tablici 5. U tablici su prikazani podatci prije normalizacije na bezvodnu osnovu kako bi se jasno vidio gubitak na žarenju (LOI), koji odražava količinu vode i nestabilnih tvari u uzorcima te može ukazivati na promjene mineralnog sastava uslijed alteracije. Kod uzorka 15a vrijednosti LOI prelaze 11 %, dok se kod ostalih uzoraka kreću između 5,7 i 7,8 mas. %. U nastavku teksta i na prikazanim dijagramima korištene su vrijednosti normalizirane na bezvodnu osnovu.

Tablica 7. Rezultati cjelostijenske kemijske analize odabranih uzoraka donjomiocenskih stijena Kalnika i Hrvatskog zagorja.

	KNOL 11-1	KNOL-3B	15a	KAL-H	MV
SiO_2 (%)	71.21	69.79	67.65	66.99	68.62
Al_2O_3(%)	13.29	13.7	12.44	13.95	13.87
FeO_t(%)	1.66	1.91	1.59	1.8	2.66
MgO (%)	0.47	0.7	1.13	0.38	0.78
CaO (%)	0.94	1.58	2.22	4.74	1.42
Na_2O (%)	3.01	3.02	0.31	2.94	2.01
K_2O (%)	3.28	2.96	2.69	2.87	2.67
TiO_2 (%)	0.15	0.19	0.18	0.25	0.28
P_2O_5 (%)	0.03	0.06	0.06	0.08	0.03
MnO (%)	0.04	0.04	<0,01	0.08	0.04
Cr_2O_3 (%)	0.002	<0.002	0.004	<0,002	0.004
$Na_2O + K_2O$	**6.29**	**5.98**	**3**	**5.81**	**4.68**
LOI (%)	**5.8**	**5.8**	**11.4**	**5.8**	**7.5**
Sum (%)	**99.88**	**99.75**	**99.67**	**99.88**	**99.88**

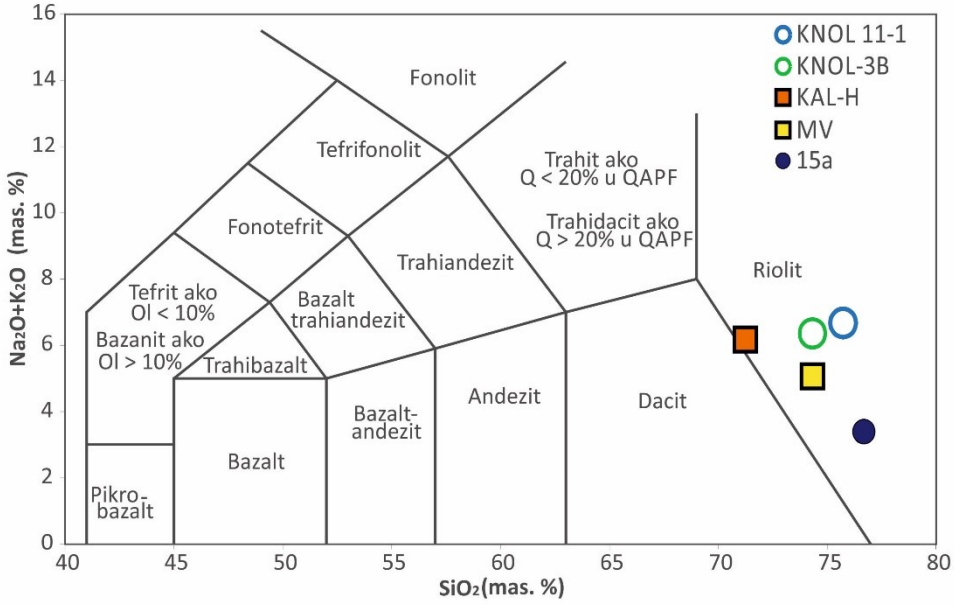
(ppm)

Ba	842	1061	943	631	608
Be	5	3	2	3	4
Co	2	2.4	1.1	2.9	4.1
Cs	5.8	4.3	3.4	5.2	6.3
Ga	16.2	15.5	13.7	13	12.8
Hf	3.8	4.2	3.2	3.5	3.1
Nb	14.1	14.3	13.3	8	8.9
Rb	142.7	116	90.8	102.6	127.5
Sn	5	3	4	2	3
Sr	90	150.8	1058.3	186.5	157.7
Ta	1.4	1.1	1.2	0.8	1
Th	19.8	19.8	19.1	20	19.2
U	5.9	6	5.4	4.7	4.4
V	23	15	15	26	30
W	2.2	2.7	0.8	2.3	1.9
Zr	113.8	131.9	86.6	127.4	105.1
Y	27.6	27.4	29.1	13.4	18.6
Cu	7.5	1.8	3.2	3.8	4.4
Pb	5.2	9.4	12.9	3.2	4.7
Zn	15	20	29	11	24
Ni	3.4	2.8	5.9	2.4	6.1

(ppm)

La	34.5	47.5	33.8	36	29.4
Ce	61	83.4	57.4	59.3	49.4
Pr	6.94	9.46	7.81	5.72	5.2
Nd	24.8	32.7	27.8	17.6	17.1
Sm	4.93	5.87	5.84	2.7	3.22
Eu	0.77	0.99	0.8	0.62	0.65
Gd	4.8	5.24	5.51	2.43	3.24
Tb	0.79	0.82	0.88	0.37	0.49
Dy	4.71	4.71	5.18	2.23	3.14
Ho	1.03	1.02	1.06	0.47	0.63
Er	3.07	2.65	3.17	1.5	2.06
Tm	0.45	0.41	0.44	0.24	0.31
Yb	2.73	2.6	2.83	1.62	2.17
Lu	0.42	0.39	0.41	0.26	0.33

Istraživane stijene pokazuju varijabilnost u koncentracijama glavnih elemenata, što je posebno vidljivo za uzorak 15a koji značajno odstupa od ostalih. Uzorci (KNOL 11-1, KNOL 3B, KAL-H, MV) karakterizirani su rasponom SiO_2 od 71,21-75,69 mas.%, Al_2O_3 14,13-15,01 mas.% te Na_2O+K_2O 5,07-6,69 mas.%. Kod uzorka 15a su osim značajnog gubitka žarenjem, zabilježene i značajno niže vrijednosti Na_2O s vrijednosti od 0,35 mas.%. Osim uzorka 15a, značajna su odstupanja FeOt za uzorak MV (2,88 mas. %) te visok CaO (5,04 mas.%) za uzorak KAL-H. Na klasifikacijskom dijagramu SiO_2 u odnosu na Na_2O+K_2O svi uzorci se klasificiraju kao riolit (Slika 25).

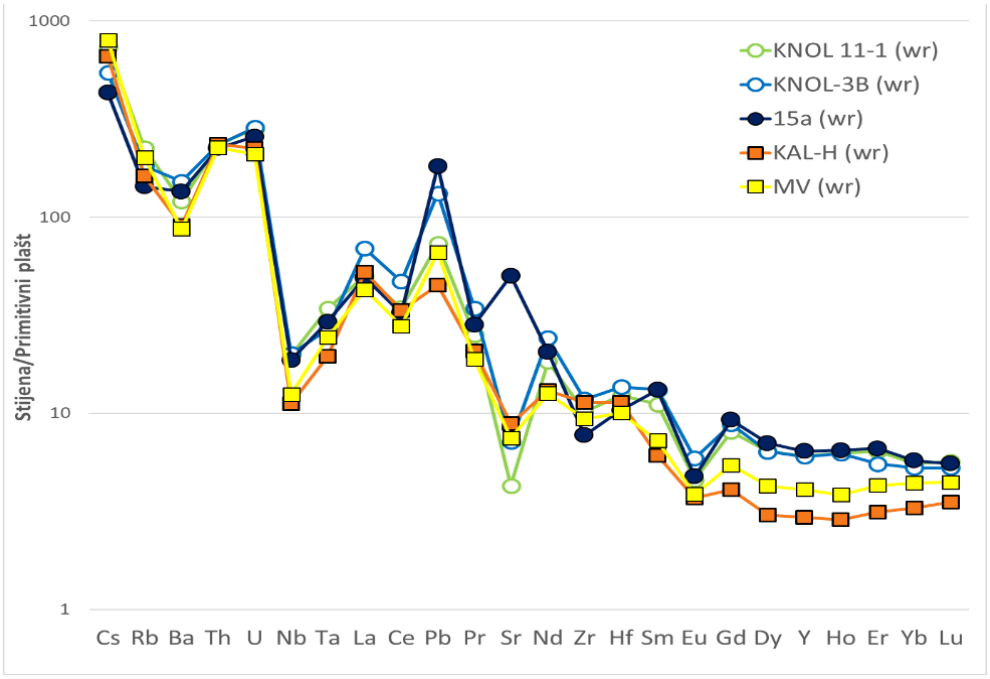


Slika 25. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O (Le Bas i sur., 1986).na kojem su prikazane cjelostijenske analize za uzorke KNOL 11, KNOL 3B, KAL-H, MV i 15a.

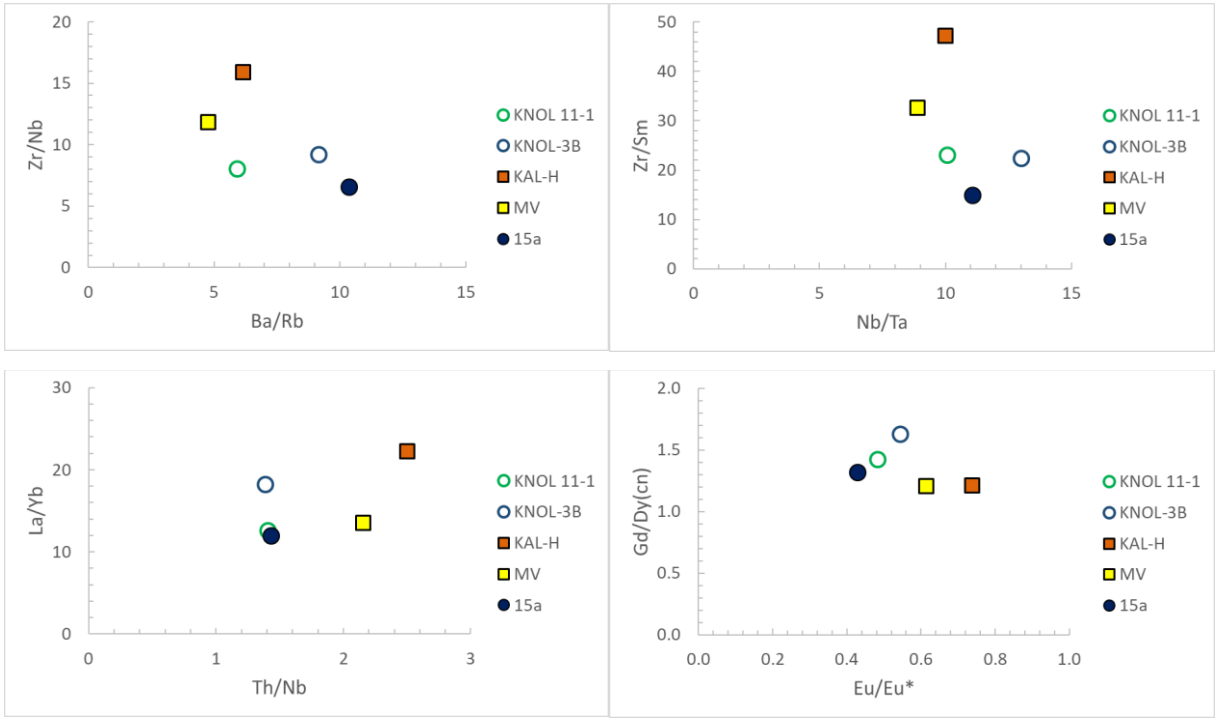
Dva uzorka s lokaliteta KNOL (KNOL 11-1 i KNOL 3B) pokazuje slične trendove prikazane na multielementnom dijagramu normaliziranom na primitivni plašt, dok se kod uzoraka KAL-H i MV uočava zajednički trend, ali sa značajnim odstupanjima od KNOL uzoraka.

U svim uzorcima geokemija elemenata u tragovima karakterizirana je obogaćenjem Cs, Rb, Th, U i Pb i osiromašenjima Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na multielementnom dijagramu vrijednosti normaliziranih na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989.; Slika 26). Razlike između uzoraka s lokaliteta KNOL prepoznaju se po višim vrijednostima HREE, Ba, Nb, Nd, Sm i Eu u odnosu na uzorke KAL-H i MV. Kod uzorka 15 a primijećeni su slični trendovi kao kod uzoraka KNOL, osim za vrijednosti Sr gdje su značajno veće kod uzorka 15a. Neke od razlika i sličnosti između četiri uzoraka prikazane su i u dijagramima odnosa omjera

Zr/Nb nasuprot Ba/Rb, Zr/Sm nasuprot Nb/Ta, La/Nb nasuprot Th/Nb i $Gd/DY_{(cn)}$ nasuprot Eu/Eu*omjer elementa-omjer elementa (Slika 27).



Slika 26. Dijagram normaliziranih vrijednosti elemenata u tragovima na primitivni plašt cjelostijenskih uzoraka s područja Kalnika (Sun i McDonough, 1989).



Slika 27. Omjeri elemenata za cjelostijenske analize uzoraka KNOL 3B, KNOL 11, MV, KAL-H i 15a.

4.1.4.2. Geokemijska obilježja vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

Udio glavnih elemenata u pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla dobiven je analizama napravljenim na elektronskoj mikrosondi. Analize su napravljene na uzorcima s Kalnika (KNOL, KAL-H, MV, KAL-MG-1, KAL-MG-2), na uzorcima iz Sinjskog i Livanjskog bazena (LUC-3, GL-1, GL-2, TUS) i na uzorku 15a iz Hrvatskog zagorja. Podatci dobiveni na uzorku 15a nisu bili primjereni za obradu, jer su sume dobivenih vrijednosti za glavne elemente bile manje od 90% što ukazuje na potencijalne alteracije (Tablica 6). Na ostalim uzorcima sume su iznosile u prosjeku više od 92%, te su korišteni za daljnu obradu i interpretaciju. Podatci analiza uzoraka s lokaliteta KNOL prikazani su u Prilogu 1. (svih 695 mjerenja), dok su podatci za uzorke KNOL 3B, KNOL 4, KNOL 8 i KNOL 11-1 prikazani u Tablici 7. U tablicama je naznačena prosječna vrijednosti za pojedini uzorak i standardna devijacija vrijednosti unutar uzorka. Za grafičke prikaze i daljnje opise korištene su normalizirane vrijednosti na 100% bezvodno. Dobiveni rezultati objavljeni su u Brlek i sur. (2023) i Brlek i sur. (2024b).

Za ostale uzorke s područja Kalnika prikazani su podatci u Tablici 8. osim za dio uzoraka s lokaliteta KAL-MG-1 i KAL-MG-2 gdje su prikazani samo rezultati za jedan analizirani uzorak a ostali su prikazani u Prilogu 1. Podatci s lokaliteta iz Sinjskog i Livanjskog bazena su prikazani u Tablici 9.

Tablica 8. Geokemijski sastav glavnih elemenata pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla uzorka 15a određen elektronskom mikrosondom (EPMA).

15a

%	15a-1	15a-2	15a-3	15a-4	15a-5	15a-6	15a-7	15a-8	15a-10	15a-11	15a-12	15a-13	15a-14	15a-15	15a-17	15a-18	15a-19	15a-20	average	stan. dev.
Na2O	0.07	0.08	0.05	0.02	0.03	0.02	0.09	0.11	0.04	0.06	0.04	0.11	0.04	0.16	0.10	0.02	0.02	0.11	**0.07**	**0.04**
K2O	1.57	1.21	1.40	1.52	1.72	1.71	2.16	1.79	1.33	1.54	2.15	2.13	1.82	1.80	1.88	1.12	1.91	1.89	**1.70**	**0.30**
FeO	0.40	0.43	0.08	0.56	0.12	0.02	0.00	0.12	0.16	0.17	0.12	0.08	0.50	0.24	0.02	0.22	0.08	0.06	**0.19**	**0.17**
SiO2	64.44	61.40	60.43	67.61	68.59	69.09	70.48	68.02	65.35	64.48	70.97	69.40	66.73	66.46	69.52	63.10	69.56	69.24	**66.94**	**3.03**
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.01**	**0.01**
MgO	1.08	1.04	1.01	1.06	1.23	1.14	1.06	1.24	1.12	1.16	1.02	1.19	1.16	1.01	1.15	1.05	1.06	1.13	**1.11**	**0.07**
CaO	3.34	3.32	3.67	3.42	3.74	3.86	3.37	3.76	3.74	3.68	3.59	3.60	3.32	3.18	3.78	3.61	3.58	3.76	**3.57**	**0.19**
MnO	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.08	0.00	**0.02**	**0.03**
Al2O3	10.78	10.81	10.61	11.59	11.94	11.65	11.48	12.33	11.54	11.06	12.12	12.01	11.87	11.73	11.99	10.80	12.18	11.80	**11.57**	**0.52**
P2O5	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	**0.01**	**0.01**
Total	**81.75**	**78.30**	**77.26**	**85.78**	**87.39**	**87.50**	**88.64**	**87.37**	**83.31**	**82.24**	**90.03**	**88.56**	**85.49**	**84.66**	**88.48**	**80.02**	**88.47**	**87.99**	**85.18**	**3.75**

Tablica 9. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla odabranih uzoraka s lokaliteta KNOL određen elektronskom mikrosondom (EPMA).

KNOL - 3B

%	KNOL3 b-1	KNOL3 b-2	KNOL3 b-3	KNOL3 b-4	KNOL3 b-5	KNOL3 b-6	KNOL3 b-7	KNOL3 b-8	KNOL3 b-9	KNOL3 b-10	KNOL3 b-11	KNOL3 b-12	KNOL3 b-13	KNOL3 b-14	KNOL3 b-15	KNOL3 b-16	KNOL3 b-17	KNOL3 b-18	KNOL3 b-19	KNOL3 b-20	average	stan. dev.
Na2O	3.59	3.55	3.57	3.51	3.32	3.26	3.49	3.37	3.78	3.40	3.50	3.31	3.45	3.39	3.51	3.54	3.23	3.64	3.24	3.71	**3.47**	**0.15**
K2O	4.17	3.84	3.94	3.87	4.16	3.66	4.20	3.99	3.83	4.06	3.74	3.60	3.94	3.90	4.09	4.10	3.46	4.09	4.01	4.01	**3.93**	**0.19**
FeO	0.94	0.79	0.83	0.85	0.99	1.10	0.86	1.09	0.92	0.86	0.76	1.02	0.82	1.05	0.88	0.99	1.19	0.80	0.90	1.00	**0.93**	**0.11**
SiO2	73.12	72.72	73.48	74.28	72.35	72.80	71.66	72.03	72.39	71.70	73.78	70.43	72.81	71.10	73.59	71.65	73.15	73.74	73.06	72.36	**72.61**	**0.95**
TiO2	0.03	0.10	0.02	0.00	0.05	0.05	0.04	0.11	0.04	0.06	0.02	0.07	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.02	0.04	**0.05**	**0.03**
MgO	0.03	0.04	0.03	0.00	0.07	0.08	0.04	0.09	0.04	0.05	0.07	0.09	0.07	0.04	0.06	0.05	0.09	0.05	0.05	0.02	**0.05**	**0.02**
CaO	0.74	0.68	0.72	0.64	0.77	0.89	0.66	1.09	0.66	0.81	0.71	0.89	0.70	0.74	0.68	0.77	0.93	0.72	0.75	0.78	**0.77**	**0.11**
MnO	0.07	0.06	0.06	0.02	0.07	0.10	0.08	0.05	0.03	0.15	0.08	0.00	0.03	0.10	0.04	0.09	0.00	0.05	0.04	0.02	**0.06**	**0.04**
Al2O3	11.99	11.94	11.98	12.19	12.00	12.19	11.89	12.06	12.25	11.87	12.10	11.85	11.71	12.03	11.42	11.86	12.06	12.09	12.37	12.26	**12.01**	**0.21**
P2O5	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	**0.01**	**0.01**
Total	**94.67**	**93.75**	**94.65**	**95.36**	**93.78**	**94.13**	**92.91**	**93.89**	**93.94**	**92.97**	**94.76**	**91.26**	**93.60**	**92.41**	**94.31**	**93.07**	**94.16**	**95.25**	**94.44**	**94.22**	**93.88**	**0.96**

KNOL 4

%	KNOL4-1a_8	KNOL4-1a_9	KNOL4-1a_10	KNOL4-1a_11	KNOL4-1a_12	KNOL4-1a_13	KNOL4-1a_14	KNOL4-1a_15	KNOL4-1a_16	KNOL4-1a_17	KNOL4-1a_18	KNOL4-1a_19	KNOL4-1a_20	average	stan.dev.
Na2O	3.44	3.38	3.84	3.75	3.55	3.39	3.50	3.64	3.60	3.75	3.38	3.27	3.49	**3.54**	**0.17**
K2O	3.25	3.26	3.38	3.67	3.35	3.51	3.44	3.44	3.26	3.55	3.27	3.40	3.46	**3.40**	**0.13**
FeO	1.07	1.04	0.89	0.78	0.87	1.01	1.02	1.00	0.99	0.96	1.11	1.26	0.94	**0.99**	**0.12**
SiO2	72.76	72.22	71.93	72.39	71.36	72.28	73.08	72.33	72.08	73.72	71.27	71.20	71.48	**72.16**	**0.74**
TiO2	0.06	0.05	0.02	0.04	0.07	0.02	0.03	0.06	0.06	0.01	0.10	0.07	0.05	**0.05**	**0.03**
MgO	0.04	0.11	0.04	0.06	0.05	0.07	0.00	0.04	0.04	0.04	0.10	0.09	0.02	**0.05**	**0.03**
CaO	0.88	0.92	0.64	0.68	0.73	0.69	0.71	0.76	0.79	0.70	0.96	0.96	0.79	**0.78**	**0.11**
MnO	0.01	0.01	0.08	0.01	0.06	0.04	0.07	0.02	0.05	0.08	0.01	0.10	0.05	**0.05**	**0.03**
Al2O3	11.92	11.64	11.78	11.90	11.61	11.82	11.84	11.82	11.82	11.78	11.54	11.61	11.75	**11.76**	**0.12**
P2O5	0.02	0.01	0.00	0.04	0.03	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	**0.01**	**0.01**
Total	**93.44**	**92.65**	**92.58**	**93.33**	**91.68**	**92.83**	**93.70**	**93.11**	**92.70**	**94.60**	**91.75**	**91.97**	**92.03**	**92.80**	**0.84**

KNOL 8

%	KNOL8_1	KNOL8_2	KNOL8_3	KNOL8_4	KNOL8_5	KNOL8_6	KNOL8_7	KNOL8_9	KNOL8_10	KNOL8_11	KNOL8_12	KNOL8_13	KNOL8_14	KNOL8_15	KNOL8_16	KNOL8_17	KNOL8_18	KNOL8_19	KNOL8_20	average	stan.dev.
Na2O	3.41	3.60	3.41	3.68	3.23	3.51	3.67	3.38	3.57	3.62	3.67	3.35	3.43	3.43	3.63	3.47	3.43	3.58	3.60	**3.51**	**0.13**
K2O	3.52	3.37	3.80	4.00	3.57	3.49	3.65	3.99	4.06	3.69	3.83	3.91	3.76	3.63	4.09	3.90	3.51	3.53	3.86	**3.75**	**0.21**
FeO	1.08	1.04	1.16	0.78	1.17	1.03	1.02	0.84	1.24	0.84	0.82	1.00	0.91	0.83	0.99	0.99	0.90	1.03	0.80	**0.97**	**0.14**
SiO2	72.46	72.62	73.37	73.00	71.89	72.50	73.31	73.56	73.79	72.67	72.55	71.29	71.98	71.72	72.32	71.82	72.25	71.32	75.34	**72.62**	**0.97**
TiO2	0.06	0.03	0.10	0.03	0.10	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.06	0.02	0.05	0.03	0.04	**0.05**	**0.02**
MgO	0.08	0.05	0.10	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.05	0.08	**0.04**	**0.03**
CaO	0.97	0.70	1.02	0.68	0.96	0.80	0.77	0.73	0.96	0.66	0.75	0.80	0.71	0.77	0.78	0.74	0.75	0.83	0.73	**0.80**	**0.11**
MnO	0.07	0.00	0.03	0.02	0.02	0.08	0.00	0.01	0.02	0.06	0.00	0.01	0.02	0.05	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	**0.03**	**0.03**
Al2O3	11.95	11.97	12.26	11.81	12.24	12.20	12.05	11.75	12.25	11.83	12.11	11.78	11.89	11.95	11.59	11.91	11.88	11.82	11.86	**11.95**	**0.19**
P2O5	0.01	0.00	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	**0.01**	**0.01**
Total	**93.61**	**93.38**	**95.26**	**94.03**	**93.27**	**93.72**	**94.58**	**94.36**	**96.08**	**93.48**	**93.79**	**92.25**	**92.79**	**92.45**	**93.59**	**92.91**	**92.77**	**92.22**	**96.32**	**93.73**	**1.17**

KNOL-11

%	KNOL1 1-a-1	KNOL1 1-a-2	KNOL1 1-a-3	KNOL1 1-a-4	KNOL1 1-a-5	KNOL1 1-a-6	KNOL1 1-a-7	KNOL1 1-a-8	KNOL1 1-a-9	KNOL1 1-a-10	KNOL1 1-a-11	KNOL1 1-a-12	KNOL1 1-a-13	KNOL1 1-a-14	KNOL1 1-a-15	KNOL1 1-a-16	KNOL1 1-a-17	KNOL1 1-a-18	KNOL1 1-a-19	KNOL1 1-a-20	average	stan. Dev
Na2O	3.72	3.53	3.81	3.42	3.28	3.68	3.15	3.69	3.41	3.53	3.62	3.42	3.44	3.44	3.56	3.68	3.86	3.34	3.54	3.58	**3.54**	**0.18**
K2O	3.84	4.07	3.84	3.99	3.82	3.88	3.79	4.09	4.08	3.93	3.85	3.66	4.11	3.86	3.93	3.67	3.82	3.57	4.08	3.88	**3.89**	**0.15**
FeO	0.84	0.82	0.88	0.92	1.11	1.14	0.96	1.00	0.98	1.14	0.97	0.62	0.88	1.11	1.03	0.82	0.81	1.04	0.92	0.95	**0.95**	**0.13**
SiO2	74.65	76.14	74.74	75.34	75.34	74.17	74.05	73.74	73.66	73.51	73.88	74.30	72.95	73.29	73.77	73.06	73.01	73.09	72.20	73.02	**73.90**	**0.97**
TiO2	0.02	0.05	0.05	0.07	0.06	0.09	0.06	0.04	0.02	0.08	0.04	0.04	0.03	0.09	0.04	0.04	0.06	0.08	0.06	0.04	**0.05**	**0.02**
MgO	0.00	0.05	0.03	0.04	0.11	0.08	0.09	0.07	0.04	0.07	0.01	0.04	0.03	0.06	0.05	0.03	0.02	0.08	0.04	0.07	**0.05**	**0.03**
CaO	0.72	0.67	0.71	0.68	1.00	0.86	0.97	0.70	0.81	1.00	0.78	0.78	0.72	0.94	0.80	0.68	0.64	1.01	0.79	0.71	**0.80**	**0.12**
MnO	0.05	0.12	0.02	0.09	0.00	0.01	0.02	0.05	0.02	0.10	0.05	0.00	0.12	0.04	0.04	0.00	0.06	0.05	0.00	0.00	**0.04**	**0.04**
Al2O3	12.18	12.21	12.30	12.27	12.08	11.64	11.89	12.19	11.87	11.84	12.44	12.51	11.98	11.82	12.29	11.58	11.81	12.00	11.87	11.92	**12.03**	**0.26**
P2O5	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.02	**0.01**	**0.01**
Total	**96.03**	**97.67**	**96.38**	**96.82**	**96.79**	**95.58**	**95.02**	**95.58**	**94.89**	**95.20**	**95.65**	**95.38**	**94.27**	**94.66**	**95.51**	**93.56**	**94.13**	**94.27**	**93.49**	**94.19**	**95.25**	**1.12**

Tablica 10. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za uzorke KAL-H, MV i odabrane za KAL-MG-1 i KAL-MG-2 određen elektronskom mikrosondom (EPMA).

KAL-H

%	KAL-H-1	KAL-H-2	KAL-H-3	KAL-H-4	KAL-H-5	KAL-H-6	KAL-H-7	KAL-H-8	KAL-H-9	KAL-H-10	KAL-H-11	KAL-H-12	KAL-H-13	KAL-H-14	KAL-H-15	KAL-H-16	KAL-H-17	KAL-H-18	KAL-H-19	KAL-H-20	average	stan. dev.
Na2O	2.89	3.16	2.92	2.94	3.04	3.04	2.93	2.86	2.97	3.04	3.05	3.22	3.02	3.02	3.04	3.04	2.88	3.01	3.00	3.11	**3.01**	**0.09**
K2O	4.51	4.47	4.48	4.67	4.71	4.27	4.63	4.49	4.49	4.10	4.61	4.38	4.64	4.69	4.59	4.70	4.26	4.60	4.65	4.65	**4.53**	**0.17**
FeO	0.79	1.06	0.91	0.89	0.73	0.79	0.81	0.81	0.89	0.80	0.72	0.85	0.93	0.82	0.82	0.86	0.72	0.81	0.71	0.78	**0.83**	**0.08**
SiO2	74.13	74.31	74.31	74.69	74.96	74.85	75.61	75.32	74.87	73.70	75.76	74.63	75.19	75.50	75.76	75.84	74.27	73.79	75.01	74.38	**74.84**	**0.66**
TiO2	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.06	0.00	0.06	0.03	0.04	0.00	0.02	0.06	0.05	0.02	0.03	0.06	0.04	**0.04**	**0.02**
MgO	0.04	0.08	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01	0.03	0.06	0.05	**0.04**	**0.02**
CaO	0.87	1.05	0.88	0.84	0.85	0.88	0.88	0.88	0.93	0.87	0.90	0.89	0.80	0.88	0.94	0.85	0.86	0.89	0.90	0.86	**0.88**	**0.05**
MnO	0.10	0.03	0.09	0.05	0.05	0.05	0.06	0.10	0.04	0.03	0.06	0.05	0.06	0.02	0.14	0.09	0.04	0.10	0.02	0.07	**0.06**	**0.03**
Al2O3	11.73	11.80	11.90	11.82	12.25	11.97	12.32	11.92	12.38	12.10	12.02	11.94	12.30	12.20	12.22	12.24	11.94	12.05	12.40	12.35	**12.09**	**0.21**
P2O5	0.02	0.00	0.06	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	**0.01**	**0.02**
Total	**95.13**	**96.00**	**95.60**	**96.02**	**96.69**	**95.94**	**97.31**	**96.49**	**96.64**	**94.77**	**97.19**	**96.05**	**96.96**	**97.20**	**97.63**	**97.67**	**95.01**	**95.30**	**96.83**	**96.28**	**96.34**	**0.87**

MV

%	MV-2	MV-3	MV-4	MV-5	MV-6	MV-7	MV-9	MV-10	MV-11	MV-12	MV-13	MV-14	MV-15	MV-16	MV-17	MV-18	MV-19	MV-20	average	stan. dev
Na2O	3.09	3.06	2.88	3.25	2.90	2.94	3.19	2.94	3.16	3.04	3.03	3.27	3.00	2.99	2.89	3.15	3.05	3.22	**3.06**	**0.13**
K2O	3.97	4.02	3.60	4.02	3.79	3.89	3.92	3.89	3.94	4.03	3.94	4.15	4.00	4.15	3.85	4.02	3.91	4.07	**3.95**	**0.13**
FeO	0.95	0.79	1.26	0.78	0.96	0.76	0.77	0.89	0.88	0.86	0.91	0.76	0.79	0.91	1.31	0.95	0.93	0.77	**0.90**	**0.16**
SiO2	74.82	75.25	75.08	74.10	74.21	73.95	73.83	73.69	73.57	74.77	73.63	74.19	74.30	74.44	73.52	73.22	73.19	72.80	**74.03**	**0.67**
TiO2	0.02	0.03	0.10	0.02	0.06	0.04	0.05	0.07	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.01	0.13	0.06	0.03	0.03	**0.04**	**0.03**
MgO	0.04	0.05	0.09	0.02	0.14	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.08	0.02	0.05	0.03	0.07	0.04	0.02	0.07	**0.05**	**0.03**
CaO	0.87	0.82	1.22	0.82	1.09	0.87	0.86	0.84	0.87	0.85	0.84	0.81	0.81	0.96	1.26	0.96	0.86	0.84	**0.91**	**0.14**
MnO	0.08	0.01	0.00	0.07	0.07	0.02	0.05	0.07	0.02	0.02	0.07	0.03	0.06	0.09	0.00	0.07	0.03	0.06	**0.04**	**0.03**
Al2O3	12.08	12.57	12.19	12.53	12.38	11.79	12.33	11.79	11.81	12.31	12.18	12.13	12.14	12.01	12.09	11.89	12.10	11.78	**12.12**	**0.25**
P2O5	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.01**	**0.01**
Total	**95.92**	**96.60**	**96.43**	**95.62**	**95.60**	**94.32**	**95.04**	**94.22**	**94.33**	**95.93**	**94.71**	**95.39**	**95.19**	**95.58**	**95.12**	**94.36**	**94.12**	**93.64**	**95.12**	**0.84**

KAL-MG-1

%	KAL_MG_1-1	KAL_MG_1-3	KAL_MG_1-4	KAL_MG_1-5	KAL_MG_1-6	KAL_MG_1-7	KAL_MG_1-8	KAL_MG_1-9	KAL_MG_1-10	KAL_MG_1-11	KAL_MG_1-12	KAL_MG_1-13	KAL_MG_1-14	KAL_MG_1-15	KAL_MG_1-16	KAL_MG_1-17	KAL_MG_1-18	KAL_MG_1-19	KAL_MG_1-20	average	stan. dev
Na2O	3.31	3.19	3.28	3.02	3.12	2.91	3.26	3.1	3.22	3.2	3.15	2.81	3.13	3.09	3.23	3.28	3.27	3	2.85	**3.13**	**0.15**
K2O	4.52	4.54	4.53	4.19	4.62	4.42	4.64	4.69	4.59	4.52	4.49	4.1	4.15	4.34	4.59	4.6	4.57	4.28	4.39	**4.46**	**0.17**
FeO	0.7975	0.8142	0.9017	0.8886	0.9692	1.33	0.7131	0.7519	0.8401	0.8442	0.7828	0.7466	0.9195	0.6883	0.8746	0.9163	0.9045	0.8202	0.7234	**0.85**	**0.14**
SiO2	74.26	74.42	75.37	73.69	75.01	74.72	75.13	74.74	75.13	74	74.63	73.51	74.04	74.44	74.58	74.66	73.39	74.65	75.08	**74.50**	**0.56**
TiO2	0.0447	0.0247	0.0367	0.0327	0.0258	0.0793	0.0484	0.073	0.0487	0.0247	0.0175	0.0396	0.024	0.0334	0.024	0.0305	0.0193	0.0576	0.0302	**0.04**	**0.02**
MgO	0.0996	0.078	0.0709	0	0.0473	0.1554	0.0437	0.0236	0.0215	0.0358	0	0.0421	0.0309	0.0357	0.0093	0.0101	0.0387	0.028	0.1098	**0.05**	**0.04**
CaO	0.8598	0.8299	0.8682	0.8476	0.8241	1.1728	0.8834	0.8791	0.7986	0.8616	0.8297	0.8358	0.8764	0.8318	0.8727	0.8806	0.8712	0.9221	0.87	**0.87**	**0.08**
MnO	0.1075	0.0413	0	0.122	0	0.0561	0.0721	0.0729	0.0151	0.0379	0.0253	0.1066	0.1268	0.0309	0.0295	0.0767	0.0461	0.0586	0.028	**0.06**	**0.04**
Al2O3	12.35	12.25	12.24	12.28	12.24	12.3	12.22	12.25	12.16	12.08	11.99	12.07	12.19	12.1	12.22	12.12	12.26	12.07	12	**12.18**	**0.10**
P2O5	0.0049	0	0.0727	0.0168	0	0.0203	0.0287	0	0.0454	0.0014	0.0476	0	0	0	0.0077	0	0.0042	0.0372	0.028	**0.02**	**0.02**
Total	**96.35**	**96.19**	**97.37**	**95.09**	**96.86**	**97.16**	**97.04**	**96.58**	**96.87**	**95.61**	**95.96**	**94.26**	**95.49**	**95.59**	**96.44**	**96.57**	**95.37**	**95.92**	**96.11**	**96.15**	**0.79**

KAL-MG-2c

%	KAL_MG-2c-1	KAL_MG-2c-2	KAL_MG-2c-3	KAL_MG-2c-4	KAL_MG-2c-5	KAL_MG-2c-6	KAL_MG-2c-8	KAL_MG-2c-9	KAL_MG-2c-10	KAL_MG-2c-11	KAL_MG-2c-12	KAL_MG-2c-14	KAL_MG-2c-15	KAL_MG-2c-16	KAL_MG-2c-17	KAL_MG-2c-18	KAL_MG-2c-19	KAL_MG-2c-20	average	stan. dev
Na2O	2.92	3.01	2.96	3.32	2.76	2.81	2.79	2.97	3.18	2.67	3.06	2.67	2.89	2.89	2.86	2.28	2.99	3.00	**2.89**	**0.22**
K2O	4.04	4.31	4.11	4.39	4.19	4.05	3.94	3.93	4.41	3.49	4.16	3.77	4.32	4.22	4.00	3.90	4.27	4.18	**4.09**	**0.23**
FeO	1.07	0.96	1.02	0.85	1.03	1.05	1.06	0.91	0.83	0.79	1.13	1.04	1.03	0.98	1.13	1.02	1.04	1.05	**1.00**	**0.10**
SiO2	73.26	73.51	72.83	73.78	73.27	73.05	73.46	73.01	73.22	68.82	73.05	71.58	73.70	73.21	72.20	72.41	72.46	73.41	**72.79**	**1.14**
TiO2	0.06	0.05	0.07	0.05	0.08	0.09	0.04	0.05	0.05	0.04	0.08	0.05	0.09	0.04	0.05	0.06	0.07	0.06	**0.06**	**0.02**
MgO	0.06	0.09	0.07	0.07	0.00	0.06	0.07	0.08	0.04	0.08	0.07	0.07	0.08	0.06	0.08	0.07	0.05	0.13	**0.07**	**0.02**
CaO	1.09	0.98	1.12	0.84	1.05	1.12	1.09	0.98	0.94	0.80	1.07	1.06	1.13	1.03	1.08	1.08	1.16	1.15	**1.04**	**0.10**
MnO	0.14	0.04	0.06	0.04	0.16	0.05	0.01	0.08	0.00	0.00	0.03	0.00	0.09	0.02	0.00	0.00	0.07	0.07	**0.05**	**0.05**
Al2O3	11.81	12.02	11.99	11.84	11.92	11.95	11.99	11.95	11.89	11.82	11.73	11.60	11.96	11.80	11.68	12.00	11.97	11.83	**11.88**	**0.12**
P2O5	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	**0.01**	**0.02**
Total	**94.45**	**94.97**	**94.27**	**95.18**	**94.47**	**94.25**	**94.48**	**93.98**	**94.56**	**88.53**	**94.40**	**91.84**	**95.31**	**94.25**	**93.08**	**92.81**	**94.08**	**94.93**	**93.88**	**1.59**

Tablica 11. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za uzorke Sinjskog i Livanjskog bazena određen elektronskom mikrosondom (EPMA).

LUC-3

%	LUC_3A-1	LUC_3A-3	LUC_3A-4	LUC_3A-5	LUC_3A-6	LUC_3A-9	LUC_3A-10	LUC_3A-12	LUC_3A-14	LUC_3A-15	LUC_3A-16	LUC_3A-17	LUC_3A-19	LUC_3A-20	average	stan. dev
Na2O	2.42	2.90	2.94	3.02	3.18	3.05	2.93	2.74	2.68	2.85	2.87	3.18	2.96	2.87	**2.90**	***0.20***
K2O	4.19	4.76	4.76	4.42	4.62	4.64	4.95	4.68	4.75	4.62	4.69	2.88	4.42	4.64	**4.50**	***0.50***
FeO	0.96	0.83	1.10	0.80	0.78	0.73	0.83	0.77	0.72	0.82	0.76	0.91	0.79	0.73	**0.82**	***0.10***
SiO2	72.30	72.71	70.48	71.75	72.75	72.02	72.75	72.15	71.72	72.56	72.37	73.22	73.16	71.45	**72.24**	***0.73***
TiO2	0.05	0.02	0.10	0.07	0.05	0.05	0.08	0.02	0.07	0.05	0.08	0.05	0.04	0.03	**0.05**	***0.02***
MgO	0.04	0.04	0.06	0.03	0.00	0.03	0.08	0.03	0.03	0.04	0.01	0.04	0.05	0.08	**0.04**	***0.02***
CaO	0.93	0.85	0.83	0.81	0.82	0.88	0.76	0.84	0.84	0.86	0.84	0.71	0.83	0.83	**0.83**	***0.05***
MnO	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.07	0.04	0.09	0.03	0.04	0.07	0.07	0.03	0.10	**0.05**	***0.02***
Al2O3	11.62	12.02	11.88	11.86	11.62	11.7	12.32	11.89	11.83	11.82	11.78	12.08	11.87	11.78	**11.86**	***0.18***
P2O5	0.07	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	**0.01**	***0.02***
Total	**92.61**	**94.17**	**92.20**	**92.82**	**93.86**	**93.18**	**94.75**	**93.21**	**92.67**	**93.66**	**93.46**	**93.14**	**94.15**	**92.51**	**93.31**	***0.74***

GL-1

%	GL_1A-2	GL_1A-3	GL_1A-4	GL_1A-5	GL_1A-6	GL_1A-7	GL_1A-9	GL_1A-10	GL_1A-11	GL_1A-12	GL_1A-13	GL_1A-14	GL_1A-15	GL_1A-16	GL_1A-17	GL_1A-18	GL_1A-19	GL_1A-20	GL_1A-21	average	stan. dev
Na2O	2.79	2.79	2.98	3.17	3.18	3.24	3.17	3.07	3.13	3.14	3.17	2.95	2.92	3.12	3.09	3.36	2.88	2.90	2.69	**3.04**	***0.18***
K2O	4.75	4.76	4.55	4.66	4.56	4.46	4.56	4.78	4.38	4.38	4.50	4.85	4.67	4.70	4.63	4.56	4.71	4.42	4.81	**4.62**	***0.15***
FeO	1.15	1.14	1.25	1.14	1.18	1.23	1.20	0.92	1.22	1.17	1.18	1.25	1.22	1.23	1.15	1.09	1.03	1.25	1.20	**1.17**	***0.08***
SiO2	70.68	71.03	70.62	70.95	70.94	71.28	72.73	72.44	71.73	70.70	71.21	71.48	70.75	70.42	71.54	71.95	72.09	71.35	72.12	**71.37**	***0.66***
TiO2	0.16	0.13	0.13	0.16	0.12	0.14	0.13	0.06	0.11	0.15	0.08	0.12	0.12	0.10	0.13	0.10	0.07	0.14	0.13	**0.12**	***0.03***
MgO	0.10	0.12	0.08	0.09	0.13	0.11	0.10	0.07	0.06	0.10	0.14	0.07	0.07	0.10	0.08	0.10	0.04	0.10	0.07	**0.09**	***0.02***
CaO	0.86	0.86	0.88	0.83	0.83	0.86	0.88	0.71	0.80	0.84	0.83	0.87	0.85	0.84	0.83	0.88	0.69	0.85	0.88	**0.83**	***0.05***
MnO	0.05	0.00	0.07	0.07	0.05	0.06	0.05	0.00	0.09	0.03	0.07	0.03	0.05	0.04	0.03	0.06	0.04	0.08	0.03	**0.05**	***0.02***
Al2O3	11.91	11.81	11.75	11.96	11.74	11.91	12.16	11.55	12.01	11.82	11.78	11.71	11.89	11.59	12	11.79	11.58	11.79	11.67	**11.81**	***0.16***
P2O5	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	**0.01**	***0.02***
Total	**92.44**	**92.71**	**92.31**	**93.03**	**92.73**	**93.31**	**95.00**	**93.63**	**93.57**	**92.34**	**92.99**	**93.35**	**92.55**	**92.16**	**93.47**	**93.89**	**93.13**	**92.88**	**93.61**	**93.11**	***0.68***

GL-2

%	GL_2-2	GL_2-5	GL_2-6	GL_2-7	GL_2-8	GL_2-9	GL_2-10	GL_2-11	GL_2-12	GL_2-13	GL_2-14	GL_2-15	GL_2-17	GL_2-18	GL_2-19	GL_2-20	GL_2-21	average	stan. dev
Na2O	2.62	2.85	2.99	2.68	2.56	2.59	2.22	2.48	2.49	3.07	2.21	3.01	2.66	2.62	2.79	2.78	2.74	**2.67**	***0.24***
K2O	4.98	4.74	4.73	4.94	5.00	4.96	5.13	5.11	4.90	4.84	5.16	4.82	4.99	5.08	4.92	4.85	4.70	**4.93**	***0.14***
FeO	0.92	0.92	1.01	0.95	1.01	0.95	0.97	0.99	1.00	0.93	0.88	0.95	0.91	0.92	0.85	1.02	0.98	**0.95**	***0.05***
SiO2	71.58	72.37	73.01	72.09	71.99	72.08	71.55	72.74	71.61	72.56	72.33	72.53	72.30	71.63	71.62	71.79	71.41	**72.07**	***0.48***
TiO2	0.07	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.00	0.06	0.05	0.01	0.03	0.01	0.04	0.04	0.01	0.00	0.02	**0.03**	***0.02***
MgO	0.01	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.05	**0.01**	***0.02***
CaO	0.59	0.60	0.62	0.61	0.58	0.60	0.61	0.65	0.63	0.64	0.62	0.61	0.65	0.63	0.63	0.60	0.64	**0.62**	***0.02***
MnO	0.04	0.00	0.02	0.00	0.07	0.04	0.00	0.06	0.06	0.06	0.00	0.05	0.02	0.01	0.03	0.00	0.04	**0.03**	***0.03***
Al2O3	11.71	11.58	11.72	11.64	11.58	11.37	11.52	11.37	11.56	11.6	11.29	11.59	11.81	11.53	11.5	11.68	11.52	**11.56**	***0.13***
P2O5	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	**0.01**	***0.01***
Total	**92.53**	**93.13**	**94.16**	**92.99**	**92.81**	**92.61**	**92.06**	**93.48**	**92.33**	**93.71**	**92.52**	**93.57**	**93.40**	**92.51**	**92.38**	**92.72**	**92.11**	**92.88**	***0.60***

TUS

%	TUS-2	TUS-3	TUS-4	TUS-5	TUS-8	TUS-9	TUS-12	TUS-13	TUS-14	TUS-15	TUS-16	TUS-18	TUS-20	TUS-22	TUS-23	average	stan. dev
Na2O	2.34	2.01	2.14	1.95	2.22	2.35	1.73	1.82	2.44	1.93	1.98	2.3	2.07	2.15	1.81	**2.08**	0.22
K2O	4.8	3.84	3.98	3.25	4.24	4.42	3.13	3.07	4.31	3.11	3.52	4.08	3.82	3.72	3.14	**3.76**	0.55
FeO	0.97	1.24	1.21	1.15	1.02	0.88	1.23	0.99	1.28	0.97	0.82	1.18	0.69	0.93	0.82	**1.02**	0.18
SiO2	72.74	71.65	73.07	73.28	72.53	71.77	73.35	73.27	72.68	73.52	72.71	72.14	73.49	73.47	73.46	**72.88**	0.63
TiO2	0.02	0.05	0.00	0.04	0.01	0.01	0.05	0.03	0.01	0.02	0.05	0.04	0.06	0.02	0.02	**0.03**	0.02
MgO	0.00	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.05	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	**0.01**	0.02
CaO	0.62	0.93	0.62	0.64	0.65	0.63	0.64	0.62	0.62	0.62	0.64	0.63	0.64	0.63	0.62	**0.65**	0.08
MnO	0.00	0.02	0.00	0.07	0.09	0.01	0.03	0.06	0.03	0.05	0.00	0.08	0.03	0.04	0.02	**0.04**	0.03
Al2O3	11.74	12.55	11.68	11.96	11.84	11.95	12.12	11.89	11.89	11.65	11.85	11.86	11.96	11.78	12.00	**11.91**	0.21
P2O5	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	**0.01**	0.01
Total	**93.23**	**92.33**	**92.75**	**92.34**	**92.64**	**92.04**	**92.29**	**91.76**	**93.26**	**91.95**	**91.59**	**92.35**	**92.76**	**92.75**	**91.92**	**92.40**	**0.50**

Elementi u tragovima analizirani su na istim preparatima kao i glavni elementi. Odabir uzoraka za LA-ICP-MS analizu napravljen je nakon preliminarne obrade podataka glavnih elemenata. S lokaliteta KNOL analizirano je više uzoraka unutar stratigrafskog stupca, a ukupno je ispitano 25 krhotina vulkanskog stakla. Rezultati za uzorak KNOL-3B prikazani su u Tablici 10., dok su ostali prikazani u Prilogu 2.. Iz ostalih uzoraka analizirano je minimalno pet krhotina stakla po uzorku, a rezultati su prikazani u Tablicama 10., 11. i 12. Za lokalitet KAL-MG prikazano je po jedno mjerenje za uzorke KAL-MG-1 i KAL-MG-2, dok su ostali podatci dostupni u Prilogu 2. Za uzorak GL-2 iz Sinjskog bazena nije bilo moguće analizirati pet krhotina zbog malih dimenzija stakla i visokog stupnja alteracije, pa su za taj uzorak

provedene tri analize. U tablicama su crvenom bojom označena mjerenja koja pokazuju povećanu analitičku nesigurnost te ih je potrebno interpretirati s oprezom.

Tablica 12. Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla s područja Kalnika.

	KNOL-3B										KAL-MG-2C				
ppm	KNOL3b-1	KNOL3b-2	KNOL3b-3	KNOL3b-4	KNOL3b-5*	KNOL3b-6*	KNOL3b-7*	KNOL3b-8*	KNOL3b-9*	ppm	KAL_MG-2c-1	KAL_MG-2c-2	KAL_MG-2c-3	KAL_MG-2c-4	KAL_MG-2c-5
Cs	5.23	4.69	4.28	4.31	4.42	5.86	7.83	8.27	4.74	Cs	5.47	8.64	6.14	9.14	5.74
Rb	158.16	142.60	122.05	128.42	126.96	166.85	183.34	202.78	129.38	Rb	149.75	194.43	169.57	207.78	168.74
Ba	1026.02	1033.58	907.17	955.34	964.75	1451.5	764.34	791.34	1015.3	Ba	983.36	937.25	1059.91	901.12	1009.51
Th	15.46	17.73	15.39	16.71	16.72	20.43	22.5	23.45	16.49	Th	18.45	20.81	21.1	22.51	20.3
U	4.63	4.61	4.20	4.48	4.7	5.97	7.64	8.28	4.48	U	4.7	7.07	5.31	8.26	4.94
Nb	12.80	12.33	10.82	12.14	11.19	13.88	16.14	17.02	10.95	Nb	9.74	11.06	11.39	11.29	10.64
Ta	0.96	0.90	0.97	0.90	1.038	1.195	1.76	1.731	0.926	Ta	0.94	1.06	0.942	1.457	1.038
La	33.43	46.29	35.80	39.78	33.53	36.35	28.27	29.02	36.43	La	39.84	29.14	43	23.34	38.52
Ce	65.77	87.28	68.92	75.01	66.67	74.55	57.85	59.88	65.05	Ce	73.95	58.86	82.31	46.9	70.91
Pb	24.84	26.18	24.69	25.87	25.59	34.57	40	39.15	24.45	Pb	24.7	37.5	29.84	40.79	29.1
Pr	6.91	9.01	7.39	7.84	6.99	7.8	6.64	6.77	7	Pr	7.25	5.83	7.83	5.08	6.99
Sr	86.66	98.28	83.83	89.26	83.51	92.93	61.77	62.2	80.45	Sr	108.81	92.77	113.13	79.95	109.39
Nd	23.49	31.77	25.42	27.46	23.98	27	22.92	25.46	25.37	Nd	23.53	20.64	26.13	17.7	24.63
Sm	5.38	5.57	4.53	4.97	5.19	5.33	5.91	5.62	4.9	Sm	4.13	3.98	4.38	3.69	4.34
Zr	65.86	77.74	66.51	71.13	68.26	75.83	67.98	67.99	69.21	Zr	87.19	76.63	87.92	67.06	87.8
Hf	2.12	2.86	2.70	2.14	2.72	3.16	2.98	2.93	2.54	Hf	2.6	2.68	3	2.72	3.25
Eu	0.76	0.89	0.68	0.78	0.776	0.92	0.613	0.675	0.741	Eu	0.432	0.678	0.66	0.525	0.654
Gd	3.31	4.49	3.71	3.95	4.7	5.19	5.68	5.7	4.63	Gd	2.98	3.89	3.41	3.28	3.32
Dy	3.49	4.09	3.29	3.62	3.65	4.85	5.9	6.15	3.97	Dy	3.3	3.05	3.17	3.17	3.31
Y	20.57	21.18	18.83	20.40	20.98	27.38	34.21	35.3	23.61	Y	20.48	20.35	19.8	21.52	21.43
Ho	0.68	0.74	0.68	0.74	0.727	0.874	1.26	1.185	0.855	Ho	0.625	0.59	0.731	0.661	0.71
Er	2.11	2.06	1.98	2.12	2.1	2.98	3.4	3.59	2.3	Er	1.76	2.07	1.94	2.2	2.04
Tm	0.35	0.28	0.28	0.33	0.262	0.383	0.474	0.494	0.337	Tm	0.289	0.329	0.298	0.326	0.323
Yb	2.02	2.13	1.81	2.12	1.93	2.89	3.52	3.42	2.33	Yb	2	2.17	2.52	2.43	2.05
Lu	0.28	0.30	0.29	0.29	0.308	0.371	0.508	0.535	0.368	Lu	0.325	0.252	0.365	0.369	0.357
Ca	5860.55	5860.55	5860.55	5860.55	5860.6	5860.6	5860.6	5860.6	5860.6	Ca	8290.53	7361.42	8504.94	6360.84	8004.65
Sc	8.68	8.07	7.75	7.89	11.5	13.38	14.45	14.37	10.81	Sc	4.05	5.19	4.64	5.69	4.22
Cr	9.09	3.37	2.98	2.62	3.16	2.19	2.25	2.67	2.27	Cr	<2.46	24.35	<3.07	6.82	<3.36
Co	0.42	0.36	0.23	0.28	0.251	0.296	0.262	0.256	0.34	Co	0.4	0.71	0.537	0.514	0.277
Tb	0.52	0.63	0.52	0.58	0.656	0.717	0.909	0.877	0.688	Tb	0.542	0.517	0.446	0.599	0.57
Li	3.07	2.43	3.30	2.48	3.49	2.89	3.28	3.46	3.94	Li	4.1	5.7	7.66	6.02	5.54

Tablica 13. Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla sa šireg područja Kalnika.

	MV						KAL-H						KAL-MG-1E				
ppm	MV-1	MV-2	MV-3	MV-4	MV-5	ppm	KAL-H-1	KAL-H-2	KAL-H-3	KAL-H-4	KAL-H-5	ppm	KAL_MG-1e-2-1	KAL_MG-1e-2-2	KAL_MG-1e-2-3	KAL_MG-1e-2-4	KAL_MG-1e-2-5
Cs	6.88	8.55	7.40	9.04	9.18	Cs	6.99	8.64	9.37	9.43	7.25	Cs	10.56	6.47	9.47	8.76	9.95
Rb	154.22	178.70	165.68	197.29	196.44	Rb	161.52	179.78	195.70	197.03	171.52	Rb	224.9	142.82	195.1	177.79	200.67
Ba	702.39	784.21	753.68	817.35	781.93	Ba	706.71	723.81	775.37	786.68	725.58	Ba	832.1	560.82	767.17	655.47	811.66
Th	19.71	22.26	20.81	24.09	23.09	Th	18.37	21.91	22.70	22.94	19.27	Th	25.42	13.29	23.51	22.6	24.54
U	4.87	6.52	5.54	7.21	6.65	U	5.39	6.60	7.37	7.17	5.21	U	8.39	4.75	7.5	6.5	7.49
Nb	7.96	9.16	8.13	9.27	9.27	Nb	8.14	9.20	9.61	9.62	7.86	Nb	10.4	9.67	10.19	9.59	10.09
Ta	0.89	1.27	1.04	1.27	1.26	Ta	0.93	1.22	1.45	1.30	0.94	Ta	1.61	0.964	1.319	1.282	1.428
La	20.38	19.78	22.58	20.45	20.30	La	19.52	19.23	19.75	19.47	20.81	La	21.64	17.88	19.98	20.4	20.85
Ce	35.39	35.61	40.29	38.74	36.96	Ce	38.20	34.50	38.45	38.90	36.90	Ce	41.54	31.28	37.76	36.74	38.64
Pb	19.59	25.77	21.74	27.87	25.68	Pb	19.60	22.71	26.26	27.43	20.02	Pb	30.47	22.24	27.31	25.31	29.06
Pr	3.65	3.51	3.91	3.74	3.76	Pr	3.47	3.42	3.82	3.82	3.51	Pr	4.23	2.91	3.65	3.82	3.82
Sr	65.30	75.39	71.51	68.41	69.94	Sr	65.73	57.28	58.14	58.72	66.11	Sr	63.39	55.27	57.59	55.41	61.49
Nd	10.71	12.15	12.55	13.47	12.06	Nd	11.56	11.48	11.61	11.59	11.79	Nd	13.55	9.81	11.71	13.04	11.88
Sm	2.30	2.24	2.38	2.33	2.50	Sm	1.97	2.20	2.39	2.13	2.37	Sm	2.6	1.61	2.21	2.96	2.69
Zr	56.74	60.32	57.85	63.81	61.33	Zr	50.43	59.01	57.78	57.36	56.39	Zr	65.32	71.12	61.37	60.54	61.35
Hf	2.05	2.67	2.04	2.46	2.46	Hf	2.03	2.24	2.40	2.19	2.18	Hf	2.67	2.68	2.35	2.39	2.45
Eu	0.41	0.38	0.39	0.39	0.32	Eu	0.34	0.33	0.36	0.41	0.33	Eu	0.328	0.245	0.381	0.414	0.356
Gd	1.58	2.23	2.04	1.84	2.49	Gd	1.82	2.04	2.27	2.44	1.93	Gd	2.89	1.58	2.35	2.24	2.21
Dy	2.21	2.44	2.16	2.61	2.56	Dy	2.33	2.50	2.22	2.45	2.15	Dy	3.44	1.7	2.31	2.08	2.38
Y	14.45	16.88	15.00	16.54	16.65	Y	12.68	16.04	15.98	16.18	13.95	Y	20.66	10.36	16.57	15.41	17.01
Ho	0.46	0.55	0.53	0.48	0.59	Ho	0.45	0.52	0.58	0.50	0.48	Ho	0.746	0.372	0.543	0.488	0.584
Er	1.37	1.52	1.52	1.71	1.59	Er	1.54	1.83	1.77	1.44	1.32	Er	2.09	1.18	1.65	1.63	1.52
Tm	0.22	0.27	0.20	0.25	0.24	Tm	0.23	0.29	0.30	0.25	0.26	Tm	0.366	0.181	0.292	0.279	0.247
Yb	1.75	2.12	1.78	2.45	2.01	Yb	1.76	1.86	2.23	2.43	1.84	Yb	2.78	1.01	1.97	2	1.89
Lu	0.30	0.31	0.30	0.37	0.32	Lu	0.28	0.35	0.29	0.29	0.30	Lu	0.413	0.228	0.284	0.321	0.251
Ca	6861.13	6861.13	6861.13	6861.13	6861.13	Ca	6575.25	6575.25	6575.25	6575.25	6575.25	Ca	6646.72	6432.31	6146.43	6146.43	6289.37
Sc	4.65	6.35	4.69	5.41	6.23	Sc	3.75	4.04	4.72	4.22	4.00	Sc	4.28	4.46	4.13	4.05	4.39
Cr	3.41	4.67	2.77	3.01	3.62	Cr	2.80	3.82	3.44	3.18	3.62	Cr	<3.96	6.16	<3.81	2.94	<3.56
Co	0.28	1.12	0.33	0.62	0.81	Co	0.42	0.30	0.29	0.34	0.32	Co	0.269	3.27	0.638	1.14	0.296
Tb	0.29	0.37	0.35	0.41	0.42	Tb	0.34	0.35	0.37	0.39	0.31	Tb	0.522	0.259	0.41	0.321	0.423
Li	3.35	4.35	5.35	6.35	7.35	Li	7.45	7.44	9.79	9.42	7.11	Li	5.72	10.76	4.52	6.69	7.59

Tablica 14.Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla Sinjskog i Livanjskog bazena.

LUC-3

ppm	LUC_3-1***	LUC_3-3***	LUC_3-5***	LUC_3-6***	LUC_3-7***	LUC_3-8***
Cs	7.47	7.81	8.67	8.96	8.63	8.17
Rb	164.07	160.45	185.65	187.23	180.92	166.89
Ba	738.73	563.7	724.02	742.27	742.59	688.75
Th	20.37	20.62	21.45	21.63	21.41	20.32
U	5.98	6.41	6.41	6.65	6.12	5.91
Nb	8.23	7.97	8.87	8.65	8.11	7.83
Ta	1.03	1.083	1.185	1.186	1.108	1.103
La	20.6	18.16	18.88	18.74	18.83	17.41
Ce	38.86	34.12	34.01	34.77	34.7	32.5
Pb	22.72	22.86	25.64	24.91	22.63	22.05
Pr	3.72	3.52	3.35	3.48	3.44	3.32
Sr	69.71	52.57	58.35	57.32	58.06	53.48
Nd	11.97	10.8	11.5	11.6	11.92	10.25
Sm	2.48	2.08	2.12	2.45	2.16	2.25
Zr	58.51	57.58	56.26	56.28	56.13	52.4
Hf	2.22	1.97	2.07	1.99	2.39	2.08
Eu	0.+B19:B213	0.26	0.341	0.294	0.313	0.352
Gd	2.04	1.7	1.87	2.14	1.97	1.73
Dy	2.34	2.35	2.27	2.32	2.32	2.08
Y	14.29	15.27	15.08	15.41	15.96	14.77
Ho	0.421	0.537	0.486	0.497	0.467	0.439
Er	1.6	1.44	1.35	1.63	1.47	1.34
Tm	0.22	0.222	0.249	0.285	0.23	0.207
Yb	1.69	1.86	2.12	2.01	1.97	1.89
Lu	0.222	0.217	0.34	0.285	0.311	0.251
Ca	6932.6	5789.08	6003.49	5932.02	6003.49	5789.08
Sc	4.52	4.99	5.29	4.65	4.93	4.32
Cr	2.11	2.25	2.4	2.5	2.34	2.31
Co	0.306	0.168	0.274	0.253	0.234	0.308
Tb	0.382	0.36	0.311	0.337	0.368	0.319
Li	2.7	1.39	6.92	7.82	2.92	1

GL-2

ppm	GL-2-01	GL-2-04	GL-2-05
Cs	**5.67**	**6.52**	**6.6**
Rb	156.06	177.95	179.38
Ba	688.63	725.38	770.36
Th	15.85	16.94	17.49
U	4.92	5.89	5.8
Nb	11.46	12.78	12.6
Ta	1.06	1.36	1.15
La	18.08	18.93	20.12
Ce	42.4	44.55	44.19
Pb	27.7	31.94	30.9
Pr	5.19	5.11	5.29
Sr	42.51	46.64	47.26
Nd	20.84	20.15	20.23
Sm	5.82	5.18	5.64
Zr	60.53	65.69	66.15
Hf	2.84	2.71	3.01
Eu	0.56	0.75	0.82
Gd	6.32	6.82	6.46
Dy	6.02	6.15	6.26
Y	33.51	36.19	36.87
Ho	1.12	1.22	1.41
Er	3.74	3.59	4.16
Tm	0.6	0.51	0.525
Yb	3.26	3.91	3.72
Lu	0.45	0.579	0.519
Ca	4717.03	4717.03	4717.03
Sc	11.17	12.02	11.67
Cr	4.54	6.93	7.14
Co	0.251	0.287	0.234
Tb	0.94	0.835	0.85
Li	6.4	5.55	7.1

GL-1

ppm	GL_1-1***	GL_1-2***	GL_1-3***	GL_1-4***	GL_1-5***	GL_1-6***
Cs	6.22	6.3	6.14	6.14	5.14	6.5
Rb	165.91	163.72	160.22	162.77	138.97	172.72
Ba	1121.51	1076.5	1103.53	1142.63	1100.4	1158.23
Th	17.68	17.65	17.46	18.74	14.89	18.37
U	4.68	4.55	4.6	4.88	3.92	4.97
Nb	13.25	12.1	12.99	12.69	11.11	13.3
Ta	1.044	0.934	0.941	1.027	0.911	1.085
La	32.6	31.82	32.2	33.32	27.95	33.13
Ce	58.02	56.32	57.08	57.91	49.6	58.73
Pb	23.97	21.27	22.36	23.48	23.6	24.36
Pr	5.88	5.77	5.77	5.71	4.92	5.76
Sr	73.22	67.11	73.52	73.96	400.33	72.09
Nd	18.31	18.9	17.42	19.42	17.76	19.39
Sm	2.96	3.25	3.07	3.83	3.22	3.07
Zr	122.58	102.39	122.38	123.67	108.31	126.01
Hf	3.9	3.05	3.13	3.94	3.19	4.01
Eu	0.467	0.355	0.34	0.513	0.401	0.46
Gd	3.37	3.1	2.81	3.08	2.55	3.25
Dy	3.2	3.3	2.99	3.42	3.06	3.36
Y	19.43	19.62	19.48	20.04	17.84	19.63
Ho	0.637	0.657	0.585	0.691	0.645	0.651
Er	1.83	1.95	2	2.44	1.84	2.11
Tm	0.322	0.285	0.351	0.409	0.336	0.358
Yb	2.45	2.38	2.38	2.57	2.18	2.29
Lu	0.35	0.35	0.362	0.449	0.318	0.371
Ca	6217.9	5503.2	6289.37	6432.31	6003.49	6146.43
Sc	6.37	5.39	6.16	6.37	5.5	6.39
Cr	2.19	3.11	1.88	1.99	1.69	2.22
Co	0.752	0.463	0.683	0.574	0.521	0.591
Tb	0.503	0.507	0.552	0.48	0.476	0.428
Li	3.25	4.65	4.4	3.03	6.86	5.17

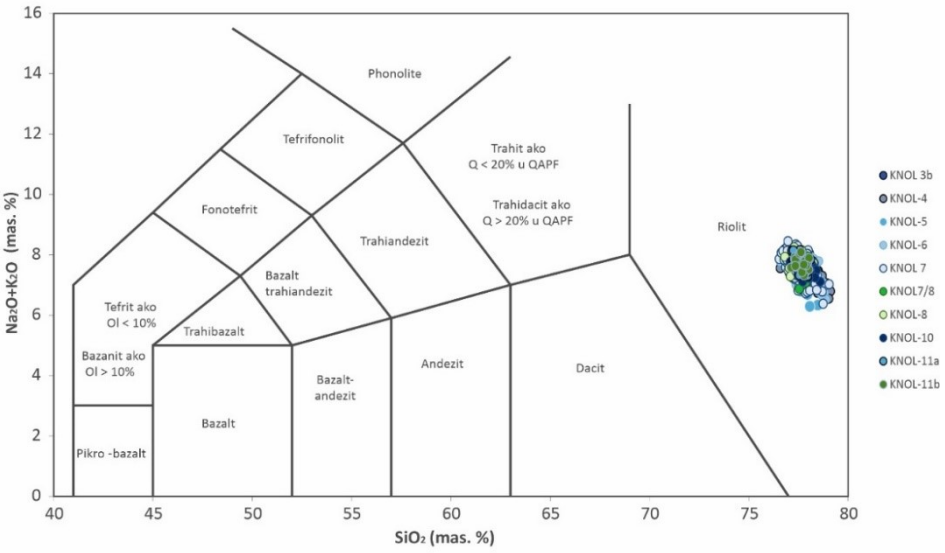
TUS

ppm	TUS-01	TUS-02	TUS-03	TUS-04	TUS-05
Cs	**6.57**	**4.67**	**6.43**	**6.48**	**7.52**
Rb	181.27	126.94	182	206.5	212.4
Ba	684.71	537.41	725.48	726.6	816.3
Th	14.87	12.53	16.54	15.74	19.13
U	5.67	3.79	6.01	6.39	6.93
Nb	12.37	9.51	12.56	12.89	15.31
Ta	1.39	0.638	1.22	1.43	1.42
La	18.65	15.33	22.52	18.33	20.58
Ce	41.41	35.2	47.74	45.44	49.68
Pb	31.64	21.76	33.19	35.13	38.06
Pr	4.69	4.21	5.5	5.58	5.84
Sr	62.74	47.73	87.63	50.74	49.72
Nd	20	18.42	23.23	19.45	24.51
Sm	5.35	4.79	5.28	4.97	6.81
Zr	59.93	53.66	62.45	58.75	67.58
Hf	2.6	2.67	2.85	2.93	3.68
Eu	0.55	0.535	0.66	0.7	0.65
Gd	5.34	5.48	5.45	4.57	5.62
Dy	4.92	4.34	6.05	4.76	6.22
Y	31.18	27.6	34.78	32.8	37.16
Ho	1.11	0.881	1.28	1.03	1.29
Er	3.28	3.15	3.01	3.61	3.53
Tm	0.451	0.469	0.462	0.443	0.545
Yb	3.36	2.69	3.74	3.43	4.77
Lu	0.427	0.271	0.635	0.54	0.613
Ca	5002.91	5002.91	5002.91	5003	5003
Sc	10.97	8.59	10.58	12.12	11.37
Cr	5.73	5.72	6.16	5.78	8.05
Co	0.47	0.486	0.48	0.45	0.177
Tb	0.757	0.735	0.9	0.88	1.09
Li	4.09	3.7	4	2.99	3.76

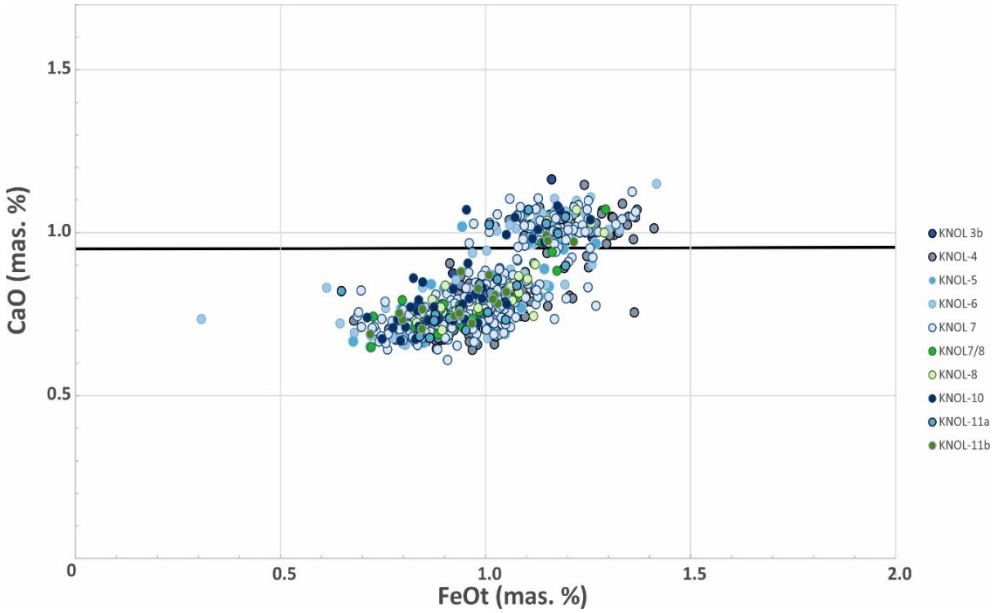
Geokemijska obilježja vulkanskog stakla lokaliteta KNOL (područje Kalnik)

Na uzorcima s profila KNOL napravljeno je 695 mjerenja na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla. Analizirane su uzorci iz svih litološki izdvojenih horizonata duž profila

Duž cijelog KNOL profila nisu zamijećene veće varijacije u sadržaju glavnih elemenata. Na temelju sastava krhotina stakla, SiO_2 je u rasponu od 76,6 – 78,86 mas. %, K_2O+Na_2O u rasponu od 6,2 – 8,2 mas. % što odgovara riolitnim taljevinama, a podatci su prikazani na TAS klasifikacijskom dijagramu (Le Bas i sur., 1986, Slika 28). Iako su svi podatci unutar uzoraka podudarni, primijećeno je da postoje grupiranja krhotina stakla u svim uzorcima stupa KNOL na temelju masenog udjela CaO. Dio stakla u svim uzorcima pokazuje malo više vrijednosti CaO mas. % i povišene vrijednosti FeO_t mas. %, a jedan dio malo niže vrijednosti CaO mas. % i FeO_t mas. % (Slika 29).

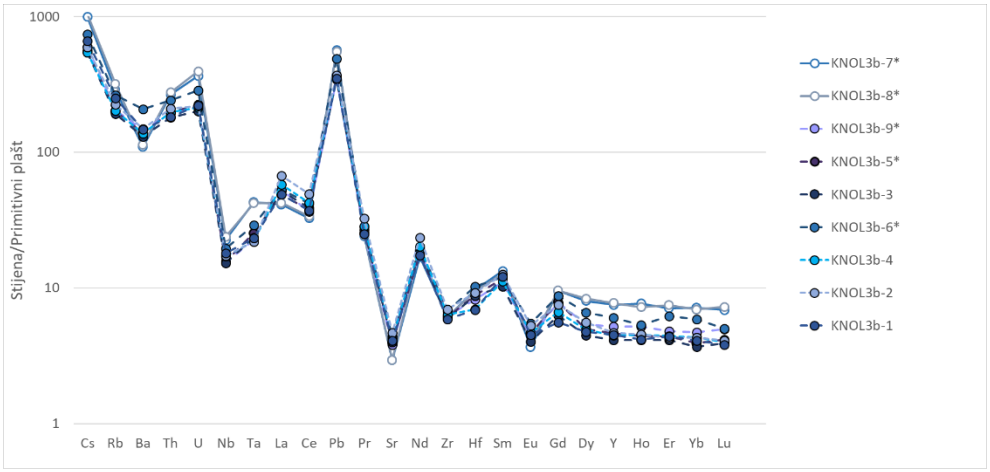


Slika 28. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazana mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta KNOL (Le Bas i sur., 1986).

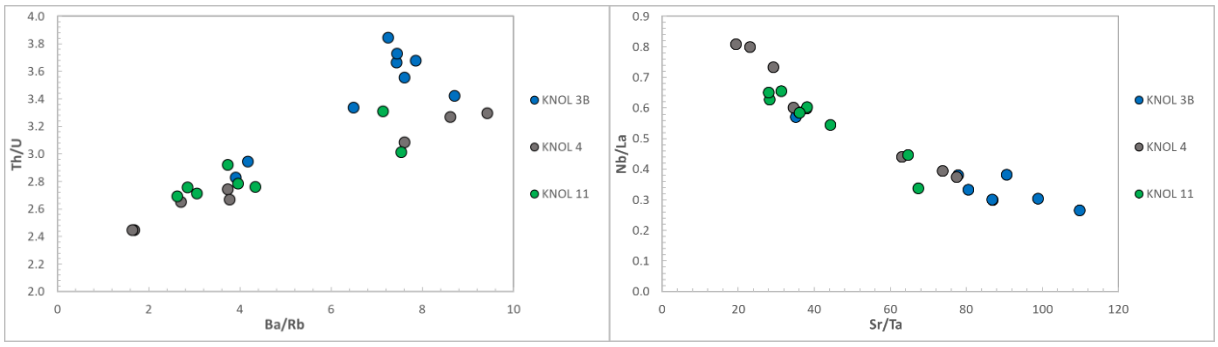


Slika 29. Dijagram odnosa FeOt (mas. %) i CaO (mas. %) za pojedinačna mjerenja vulkanskog stakla u analiziranim uzorcima KNOL sukcesije. Vidljive su dvije skupine stakala koje razdvaja linija na vrijednosti od 0,95 mas. % CaO.

Geokemija elemenata u tragovima na lokalitetu KNOL napravljena je na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla iz tri horizonta – KNOL-3b, KNOL-4 i KNOL-11a. U svim horizontima geokemija elemenata u tragovima karakterizirana je obogaćenjem na Cs, Rb, Th, U i Pb i osiromašenjima na Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na multielementnom dijagramu vrijednosti normaliziranih na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989¸Slika 30). Iako su ovi trendovi vidljivi u svim mjerenjima, mogu se uočiti neke razlike u vrijednostima, odnosno rasponima. Kao i kod glavnih elemenata na temelju udjela CaO i ovdje se vide dvije grupacije krhotina stakla na temelju vrijednosti elemenata u tragovima. Dio mjerenja ima povišene vrijednosti Cs, Rb, Th, U, Nb, Ta, La i Dy, Y, Ho, Er, Yb, Lu, Tb, te snižene vrijednosti Ba, La, Ce, Sr i Eu i to opisuje jednu skupinu krhotina vulkanskog stakla u svim uzorcima s profila KNOL. Ove razlike najbolje su vidljive na dijagramima omjera prethodno navedenih elemenata u tragovima, na primjer dijagrama Th/U nasuprot Ba/Rb i Nb/La nasuprot Sr/Ta (Slika 31). Korišteni su omjeri elemenata, a ne pojedinačne vrijednosti elemenata kako bi se izbjegle potencijalne razlike u samom mjerenju.



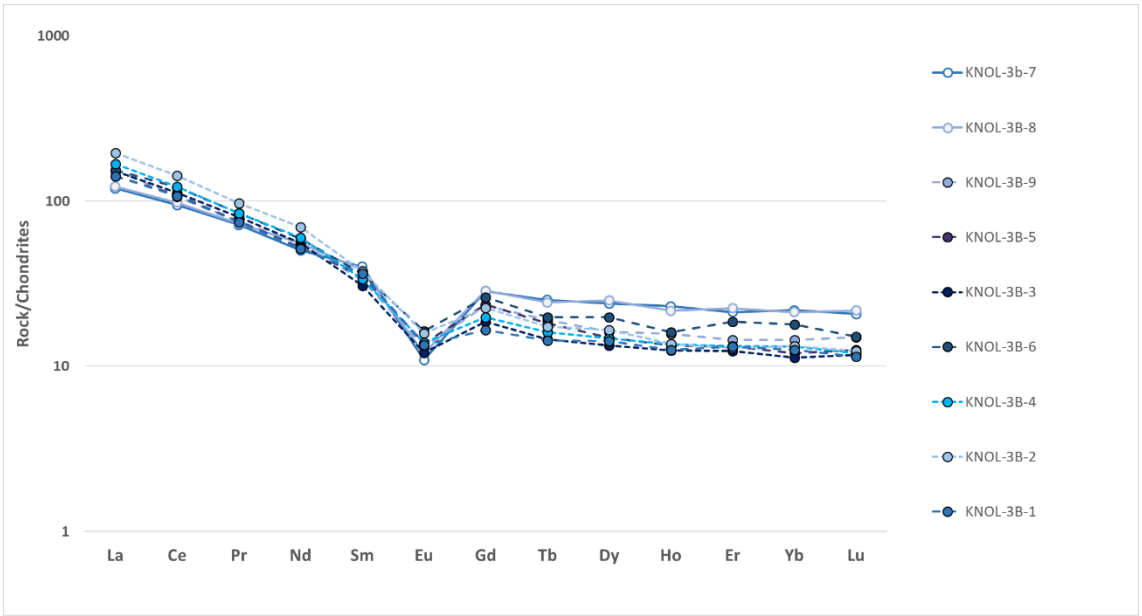
Slika 30. Krivulje koncentracija elemenata u tragovima iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-3b normaliziranih za vrijednosti primitivnog plašta prema Sun i McDonough 1989).



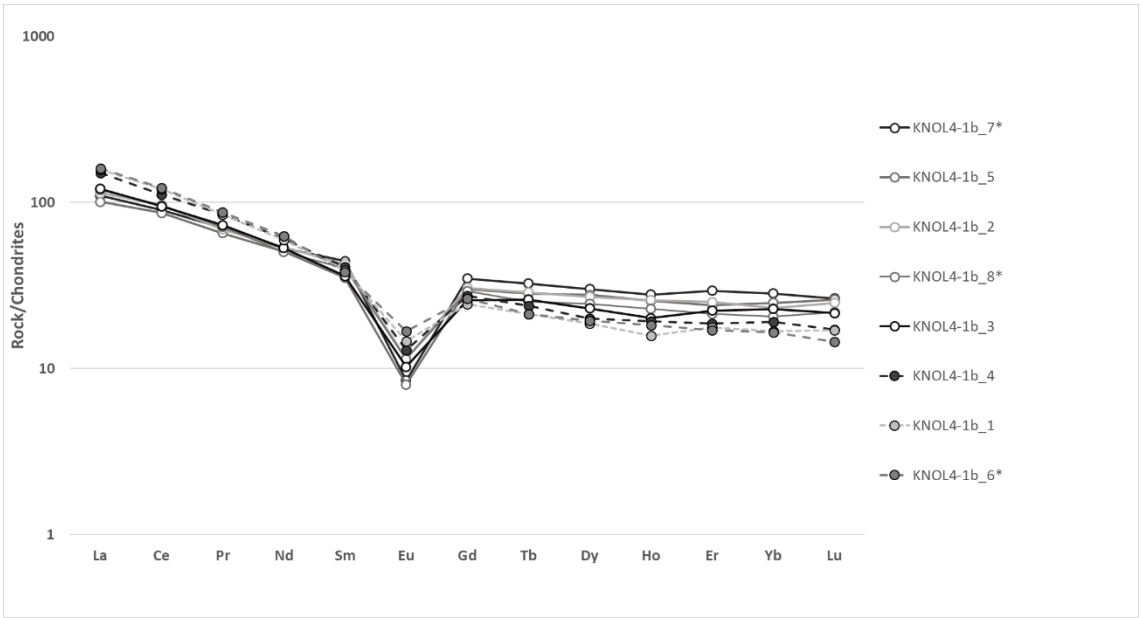
Slika 31. Dijagrami omjera elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Vidljive su dvije grupe stakala u sva tri uzorka KNOL 3B, KNOL 4 i KNOL 11.

Ujedno se može vidjeti i obogaćenje lakim elementima rijetkih zemalja (LREE) u odnosu na sadržaj teških elemenata rijetkih zemalja (HREE) na multielementnom dijagramu vrijednosti normaliziranih vrijednosti na hondrit (McDonough i Sun, 1995., Slike 32,33,32). Vrijednosti omjera nekih od LREE naspram HREE dodatno potvrđuju opažanja na dijagramu: KNOL-3B ($La/Lu_{(N)}$=5,63-15,86, $Ce/Yb_{(N)}$=4,32-10,76), KNOL 4 ($La/Lu_{(N)}$=3,87-11,05, $Ce/Yb_{(N)}$=3,17-7,42), KNOL 11a ($La/Lu_{(N)}$=4,54-14,27, $Ce/Yb_{(N)}$=3,68-7,24).

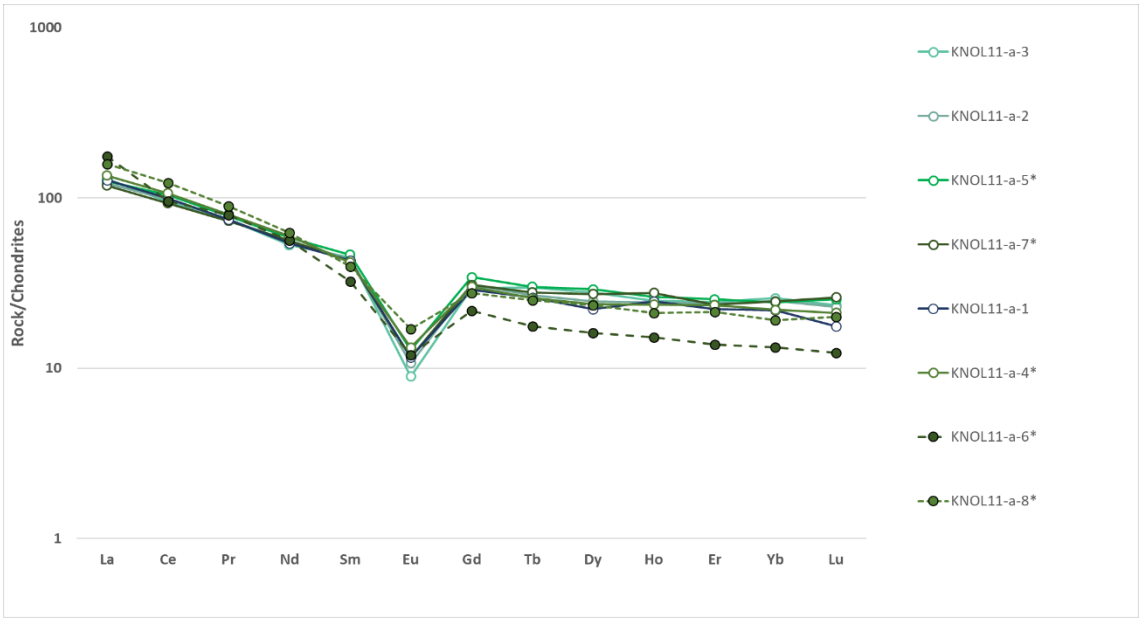
Kao i kod ostalih elemenata i ovdje se može uočiti da postoji razlika između dvije grupe stakala, u kojoj je jedna grupa zastupljena s većim vrijednostima HREE a nižim LREE u odnosu na drugu grupu. Ovo se može bolje uočiti i na dijagramima koji prikazuju omjere elemenata (Slika 35).



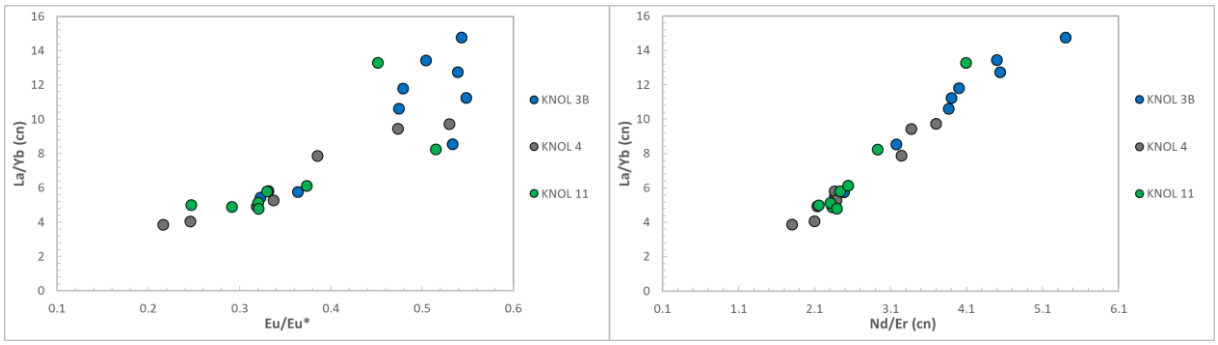
Slika 32. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-3b normaliziranih za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995).



Slika 33. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-4-1 normaliziranih za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995).



Slika 34. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-11a normaliziranih za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995).

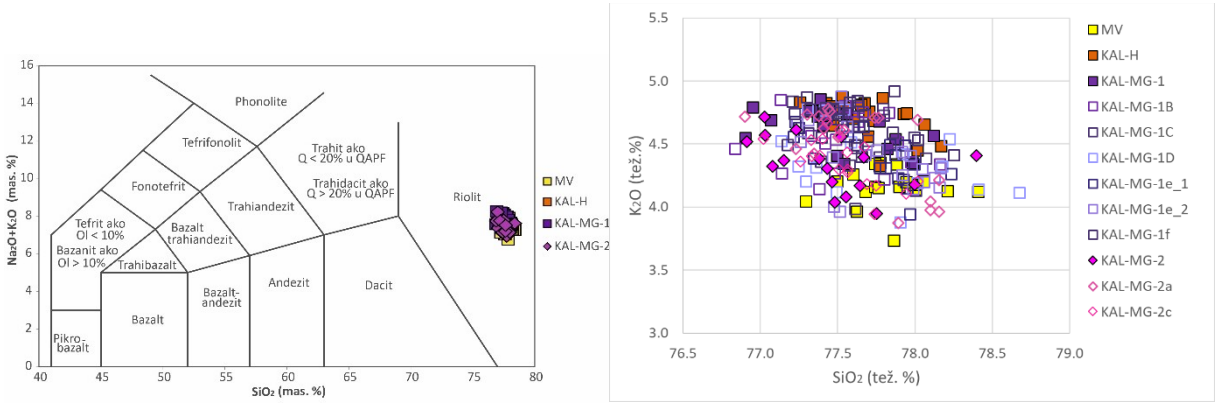


Slika 35. Dijagrami omjera elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Potencijalno su vidljive dvije grupe stakala u sva tri uzorka KNOL 3B, KNOL 4 i KNOL 11.

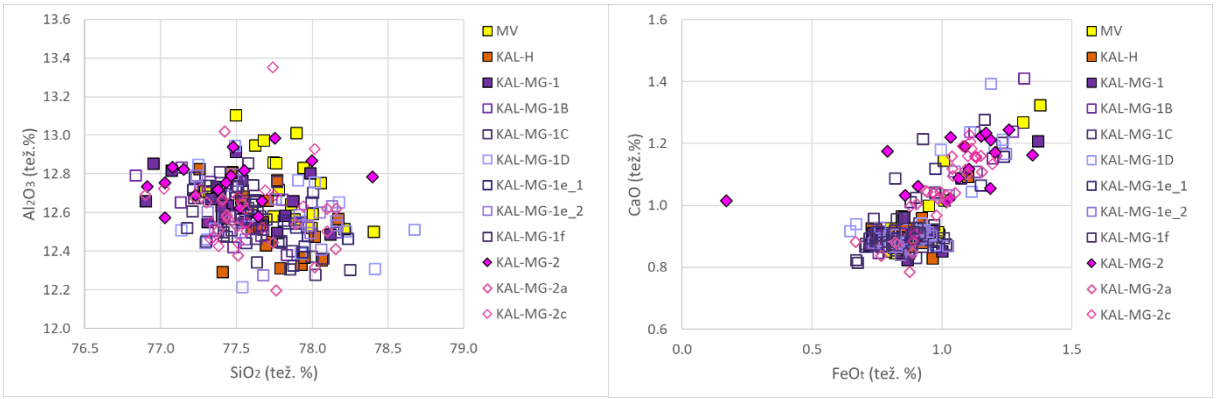
Geokemijska obilježja vulkanskog stakla lokaliteta KAL-MG, KAL-H, MV (područje Kalnik i šireg područja Kalnika)

Na uzorcima ignimbrita s Kalnika i šire okolice ukupno je provedeno 227 mjerenja glavnih elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla pomoću elektronske mikrosonde. U uzorku MV analizirano je 18 krhotina stakla. U uzorku KAL-H 20. Uzorci KAL-MG-1 i KAL-MG-2 uzorkovani su na najbolje očuvanim dijelovima profila, dok su dodatni uzorci KAL-MG-1a, KAL-MG-1b, KAL-MG-1c, KAL-MG-1d, KAL-MG-1e, KAL-MG-1f, te KAL-MG-2a i KAL-MG-2b — prikupljeni u njihovoj neposrednoj okolini, duž izdanka, s ciljem ispitivanja potencijalnih varijacija unutar profila. Na lokalitetu KAL-MG-1 (uključujući uzorke KAL-MG-1, 1a–1f) provedena je ukupno 131 analiza, dok je na lokalitetu KAL-MG-2 (uzorci KAL-MG-2, 2a i 2b) obavljeno 55 analiza.

Geokemijski sastav krhotina stakla u svim uzorcima odgovara riolitnim taljevinama, što je vidljivo po visokom udjelu SiO_2 u rasponu od 76,9 -78,6 mas. %, K_2O+Na_2O u rasponu od 6,7 – 8,3 mas. % i Al_2O_3 od 12,2. do 13,2 mas. %. Podatci su prikazani i na klasifikacijskom dijagramu (Le Bas i sur., 1986) i na Harkerovim dijagramima koji prikazuju odnos oksida u uzorcima (Slika 36). Jedinu razliku između uzoraka moguće je primijetiti na temelju usporedbe udjela CaO i FeO_t, gdje iako postoje zone miješanja, može se primijetiti generalni trend većeg udjela CaO i malo većeg udjela FeO_t na uzorcima KAL-MG-2 (Slika 37).



Slika 36. A) Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazana mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1, KAL-MG-2 (Le Bas i sur., 1986). B) Odnos oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1 (KAL-MG-1, KAL-MG-1B, KAL-MG-1C, KAL-MG-1D, KAL-MG-1e-1, KAL-MG-1e-2, KAL-MG-1f) KAL-MG-2 (KAL-MG-2, KAL-MG-2a, KAL-MG-2c)



Slika 37.Dijagrami odnosa s oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1 (KAL-MG-1, KAL-MG-1B, KAL-MG-1C, KAL-MG-1D, KAL-MG-1e-1, KAL-MG-1e-2, KAL-MG-1f), KAL-MG-2 (KAL-MG-2, KAL-MG-2a, KAL-MG-2c)

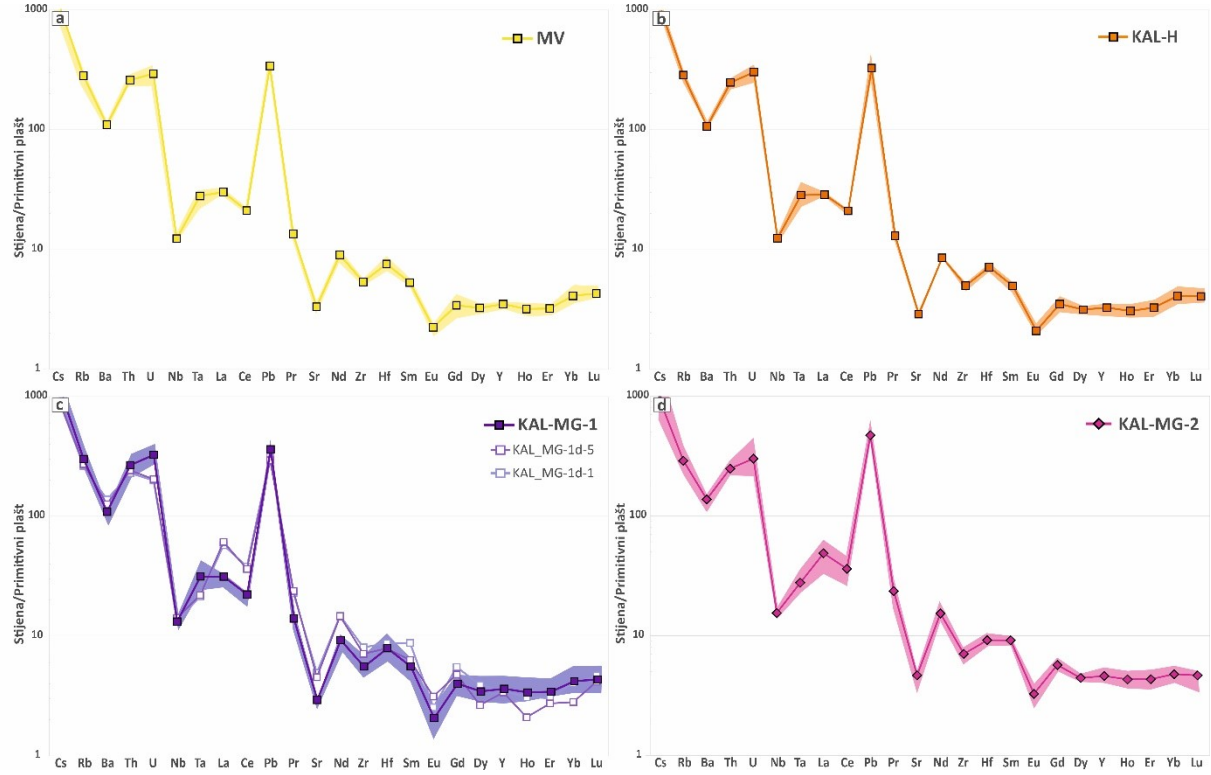
Geokemija elemenata u tragovima na uzorcima KAL-MG-1, KAL-MG-2, MV, KAL-H napravljena je na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla na pet krhotina stakla iz uzoraka MV, 5 iz uzorka KAL-H, 35 krhotina iz uzoraka KAL-MG-1 i 15 iz uzorka KAL-MG-2. Zbog tehničkih poteškoća tijekom mjerenja na uređaju LA-ICP-MS, koje su uzrokovale značajna odstupanja standarda u toj seriji analiza, rezultati za nekoliko krhotina stakla iz uzoraka KAL-

MG-1 i KAL-MG-2 nisu bili pouzdani. Takve su analize označene crvenom bojom u tablici te su izuzete s dijagrama i iz daljnje interpretacije.

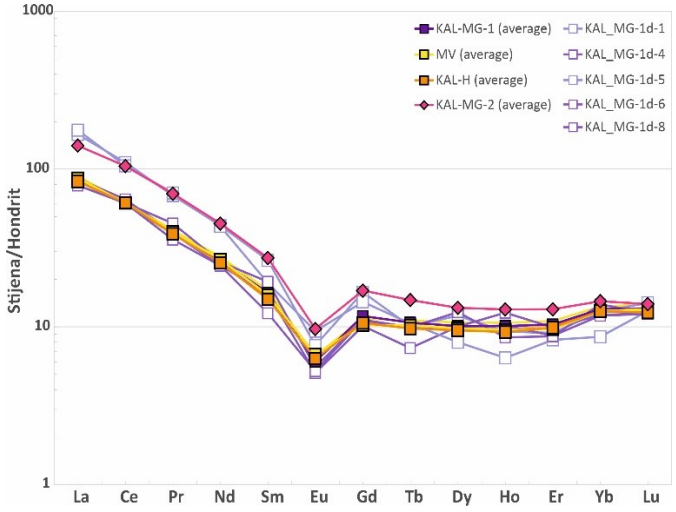
U svim horizontima geokemija elemenata u tragovima karakterizirana je obogaćenjem na Cs, Rb, Th, U i Pb i osiromašenjima na Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na multielementnom dijagramu vrijednosti normaliziranih na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989, Slika 38). Iako su ovi trendovi vidljivi u svim mjerenjima, mogu se uočiti neke razlike u vrijednostima, odnosno rasponima između pojedinih mjerenja pogotovo kod uzoraka KAL-MG-1 i KAL-MG-2 kod kojih je napravljeno više analiza. Međutim sve vrijednosti prate iste trendove i može se reći da nema značajnijih razlika između pojedinih krhotina vulkanskog stakla uzoraka. Izuzetak je uzorak KAL-MG-1d kod kojeg je primijećena razlika između dvije krhotine vulkanskog stakla, čiji trendovi i vrijednosti značajno odstupaju. Na slici 41. izdvojene su dvije krhotine koje značajno odstupaju dok se ostale tri mjerene krhotine iz tog uzorka podudaraju sa sastavom ostalih krhotina stakla u uzorcima KAL-MG-1.

Kod svih uzoraka može se vidjeti i obogaćenje na lake elemente rijetkih zemalja (LREE) u odnosu na teške elemente rijetkih zemalja (HREE) na multielementnom dijagramu normaliziranih vrijednosti na hondrit (McDonough i Sun, 1995, Slika 39). Vrijednosti omjera nekih od LREE naspram HREE dodatno potvrđuju opažanja na dijagramu, MV (La/Lu(N)=5,78-7,86, Ce/Yb(N)=4,15-5,94), KAL-H (La/Lu(N)=5,67-8,89, Ce/Yb(N)=4,20-6,58), KAL-MG-1 (La/Lu(N)=5,86-8,62, Ce/Yb(N)=4,02-9,13), KNOL-MG-1d (La/Lu(N)=6,53-14,04, Ce/Yb(N)=4,41-12,15), KAL-MG-2 (La/Lu(N)=6,92-12,72, Ce/Yb(N)=4,63-9,08).

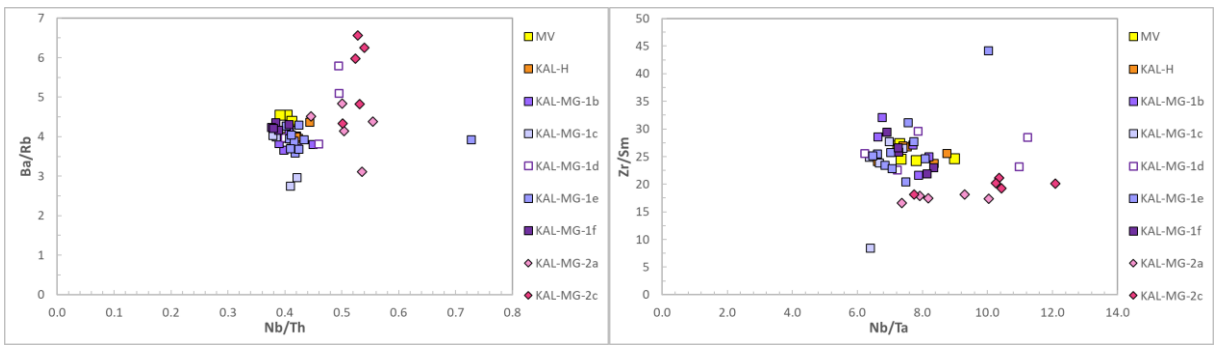
I kod REE se može primijetiti izdvajanje KAL-MG-2 grupe s povišenim vrijednostima pogotovo LREE, te MREE u odnosu na KAL-MG-1, MV i KAL-H uzorke koji se u potpunosti geokemijski preklapaju (Slika 39). Izdvojen je iz KAL-MG-1 skupine uzorak KAL-MG-1d na kojem su već ranije primijećene geokemijski različite grupe krhotina stakla, što ga čini heterogenim i nije ga moguće povezati jednoznačno s ostalim analiziranim uzorcima KAL-MG-1 horizonta. U svim analiziranim uzorcima postoje geokemijske sličnosti, a razlike su vidljive u omjerima elemenata od kojih se mogu istaknuti viši omjeri Nd/Ta, Sm/Ta, Nb/Ta, Nb/Th, Ba/Rb i Sm/Hf kod uzoraka KAL-MG-2 (ili barem djela krhotina stakla, dio ih se djelomično preklapa sa sastavom KAL-MG-1 stakla) (Slike 40,41,42).



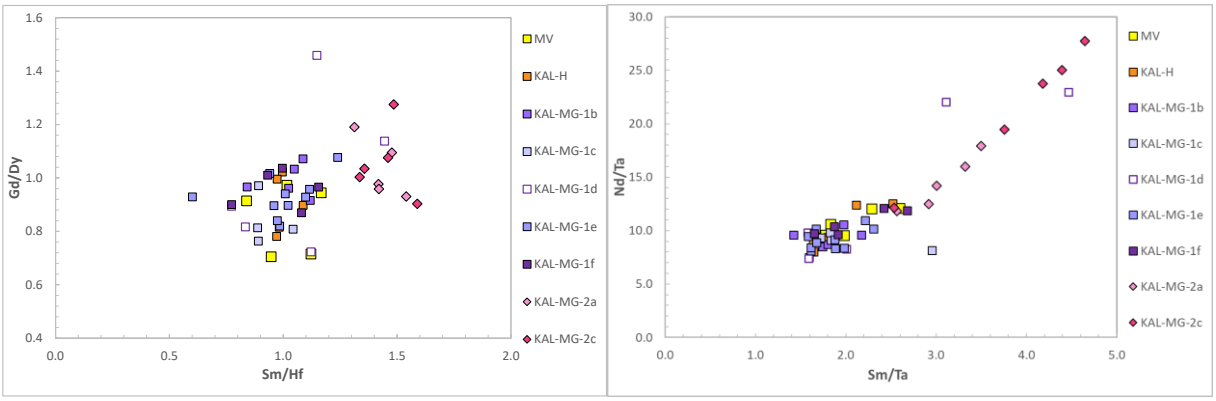
Slika 38. Krivulje prosječne vrijednosti koncentracija elemenata u tragovima iz pojedinačnih mjerenja na krhotinama stakla s naznačenim poljima raspona svih vrijednosti na uzorcima a) MV, b) KAL-H, c) KAL-MG-1 i d) KAL-MG-2. Vrijednosti su normalizirane za vrijednosti primitivnog plašta prema Sun i McDonough (1989).



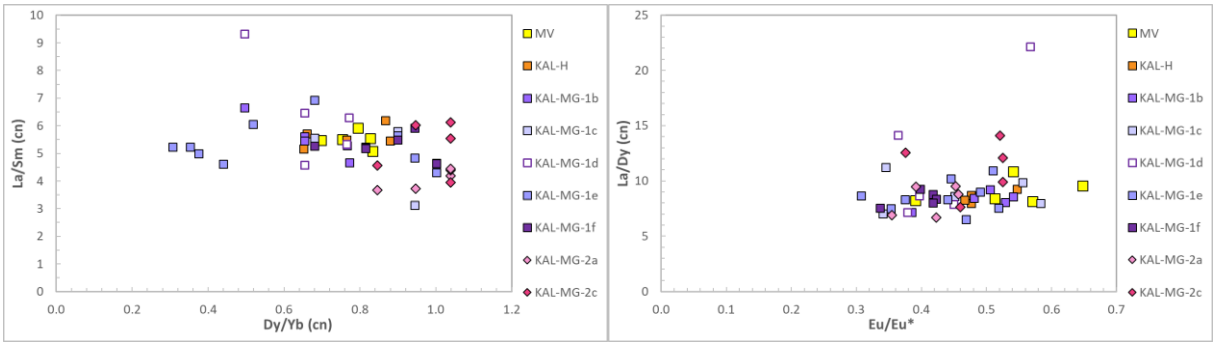
Slika 39. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja iz krhotina stakla na uzorcima KAL-MG-1, MV, KAL-H, KAL-MG-2 i izdvojena pojedinačna mjerenja iz uzorka KAL-MG-1d zbog heterogenosti vrijednosti. Prikazane vrijednosti su normalizirane na vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995).



Slika 40. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Postoje preklapanja uzoraka MV, KAL-H i KAL-MG-1, te razdvajanje uzorka KAL-MG-1 i djela krhotina stakla iz uzorka KAL-MG-1d.



Slika 41. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima Postoje preklapanja uzoraka MV, KAL-H i KAL-MG-1, te djelomično razdvajanje uzorka KAL-MG-1 i djela krhotina stakla iz uzorka KAL-MG-1d.



Slika 42. Omjeri elemenata normaliziranih na hondrit (cn) za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Postoje preklapanja uzoraka MV, KAL-H i KAL-MG-1, KAL-MG-2 s većim rasponima kod uzoraka KAL-MG-1e i KAL-MG-1d.

<u>Geokemijska obilježja vulkanskog stakla lokaliteta LUC-3, GL-1, GL-2, TUS (područje Sinjskog i Livanjskog bazena)</u>

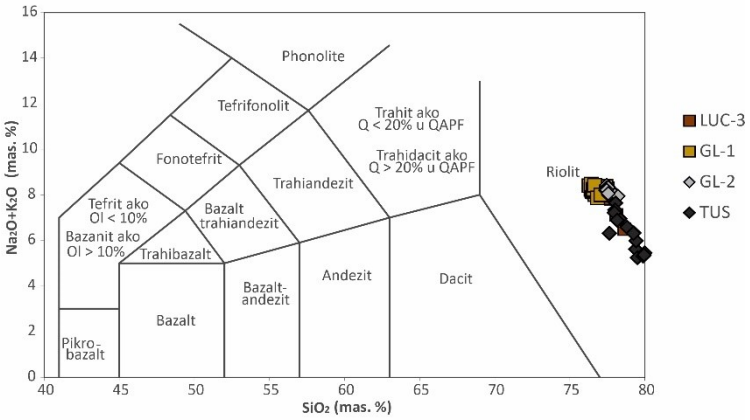
Na uzorcima vulkanoklastita iz područja Sinjskog bazena (LUC-3, GL-1, GL-2) i Livanjskog bazena (TUS) provedeno je ukupno 64 mjerenja na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla. Broj mjerenja po uzorcima iznosi: LUC-3 – 13, GL-1 – 19, GL-2 – 17 i TUS – 15. Analiziran je samo jedan uzorak po lokalitetu, budući da na izdancima nisu uočene litološke razlike. Uzorci su sitnozrnati, što otežava vizualno prepoznavanje eventualne alteracije koja bi mogla utjecati na geokemijske podatke. Takvi rezultati stoga se interpretiraju s oprezom, osobito kod elemenata Na i K koji su najosjetljiviji na postdepozicijske promjene. Ukupni zbroj glavnih oksida u većini mjerenja prosječno iznosi oko 93 mas. %, dok su kod uzorka TUS zabilježene najniže vrijednosti (91,6–93,2 mas. %). Sve vrijednosti su normalizirane na 100 % bezvodno i u tom su obliku korištene za daljnju obradu.

Geokemijski sastav krhotina vulkanskog stakla u svim uzorcima odgovara riolitnim taljevinama, što potvrđuje visoki udio SiO_2 (iznad 75 mas. %): LUC-3: 76,4–78,6 mas. %, GL-1: 76,2–77,4 mas. %, GL-2: 77,3–78,1 mas. %, TUS: 77,6–79,9 mas. %. Ukupni udio alkalija

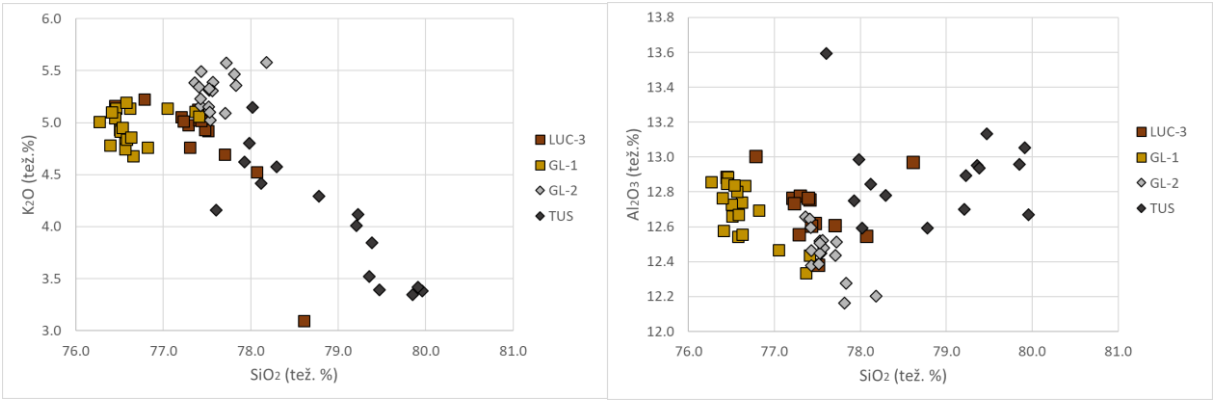
($Na_2O + K_2O$) iznosi između 5 i 8 mas. % (LUC-3: 7,1–8,3; GL-1: 7,8–8,4; GL-2: 7,9–8,4; TUS: 5,2–7,6 mas. %), dok je Al_2O_3 u rasponu od 12 do 13 mas. % (LUC-3: 12,6–13,0; GL-1: 12,4–12,8; GL-2: 12,1–12,6; TUS: 12,5–13,5 mas. %).

Podaci su prikazani na klasifikacijskom dijagramu prema LeBas i sur. (1986) (Slika 43) te na Harkerovim dijagramima koji prikazuju odnose između pojedinih oksida (Slike 44 i 45). Izmjerene krhotine stakla u uzorcima LUC-3, GL-1 i GL-2 pokazuju dobru unutaruzoračku homogenost, dok uzorak TUS pokazuje širi raspon vrijednosti koji može upućivati na heterogenost. Međutim, budući da su najveće varijacije zabilježene kod oksida kalija i natrija, elemenata podložnih alteraciji, vjerojatno je riječ o homogenom uzorku u kojem su pojedine krhotine djelomično izmijenjene.

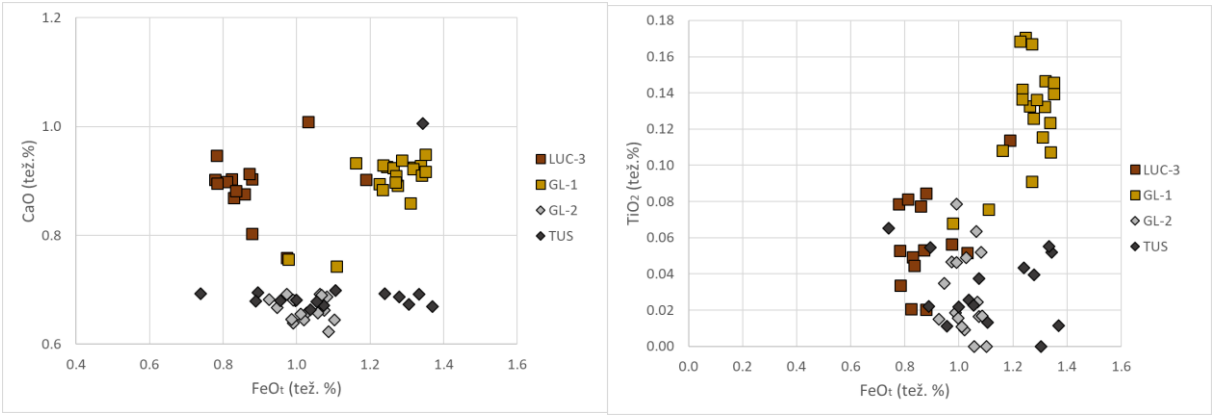
Varijacije u udjelu SiO_2 vjerojatno su posljedica normalizacije na 100 % bezvodno, zbog čega uzorci s nižim ukupnim zbrojem oksida pokazuju relativno više vrijednosti SiO_2. Između samih uzoraka uočavaju se razlike koje upućuju na njihovo grupiranje u zasebne skupine, prepoznatljive i prema sastavu glavnih elemenata.



Slika 43. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazana mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta LUC-2, GL-1, GL-2 i TUS (Le Bas i sur., 1986).



Slika 44. Odnos oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS.



Slika 45. Odnos oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS.

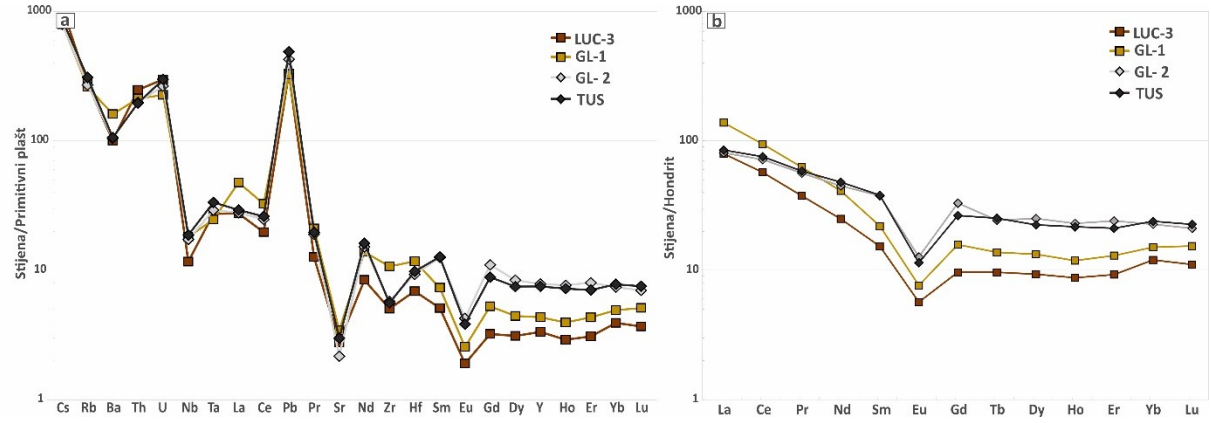
Geokemijska analiza elemenata u tragovima provedena je na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla u uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Analizirano je šest krhotina stakla iz uzorka LUC-3, šest iz GL-1, tri iz GL-2 te pet iz uzorka TUS. Zbog tehničkih poteškoća prilikom mjerenja krhotina stakla iz uzoraka GL-2 i TUS, dio elemenata u tablici označen je crveno te se ti podatci smatraju manje pouzdanima. Ipak, budući da za navedene uzorke nisu dostupni drugi rezultati, oni su uključeni u daljnju obradu, uz napomenu da su moguća odstupanja od stvarnih vrijednosti.

Na svim uzorcima s područja Sinjskog i Livanjskog bazena geokemija elemenata u tragovima karakterizirana je obogaćenjem Cs, Rb, Th, U i Pb i osiromašenjima Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na multielementnom dijagramu vrijednosti normaliziranih na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989, Slika 46). Sve pojedinačno mjerene krhotine stakla unutar jednog uzorka pokazuju međusobno homogeni sastav te ukazuju da unutar uzoraka nema geokemijske razlike između krhotina stakla i da sve vrijednosti pokazuju iste trendove, te su na dijagramima prikazane prosječne vrijednosti.

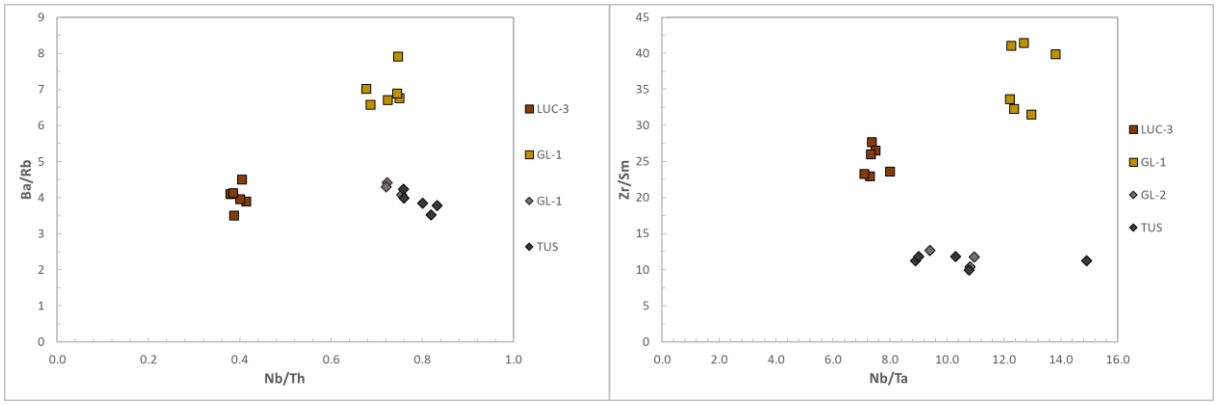
Kod svih uzoraka može se vidjeti i obogaćenje lakim elementima rijetkih zemalja (LREE) u odnosu teške elemente rijetkih zemalja (HREE) na multielementnom dijagramu normaliziranih vrijednosti na hondrit (McDonough i Sun, 1995, Slika 46). Vrijednosti omjera nekih od LREE naspram HREE dodatno potvrđuju opažanja na dijagramu, LUC-3 (La/Lu(N)=5,76-9,63, Ce/Yb(N)=4,21-6,04), GL-1 (La/Lu(N)=7,70-9,67, Ce/Yb(N)=5,92-6.74), GL-2 (La/Lu(N)=3,39-4,17, Ce/Yb(N)=2,99-3,42), TUS (La/Lu(N)=3,48-4,53, Ce/Yb(N)=2,74-3,48)).

Između uzoraka GL-2 i TUS uočava se sličnost u trendovima i vrijednostima elemenata u tragovima, dok se istodobno primjećuju izražene razlike u odnosu na uzorke LUC-3 i GL-1. Uzorci GL-2 i TUS pokazuju veće vrijednosti srednjih (MREE) i teških (HREE) rijetkih zemalja te niže vrijednosti lakih (LREE) u usporedbi s uzorkom GL-1. Također je uočena

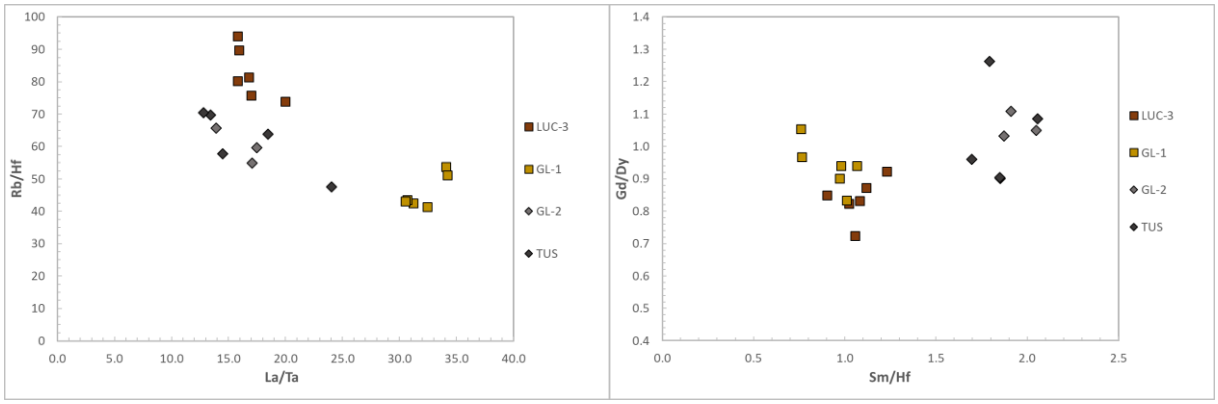
razlika u udjelu Sm u odnosu na ostale uzorke te u omjerima elemenata La/Yb(cn), La/Dy(cn), Zr/Sm, Nb/Ta i Sm/Hf. Na dijagramima odnosa elemenata Ba/Rb naspram Nb/Th, Zr/Sm naspram Nb/Tb, Rn/Th naspram La/Th i Gd/Dy naspram Sm/Hf jasno se izdvajaju tri skupine: LUC-3, GL-1 te zajednička skupina GL-2 i TUS (Slike 47, 48 i 49).



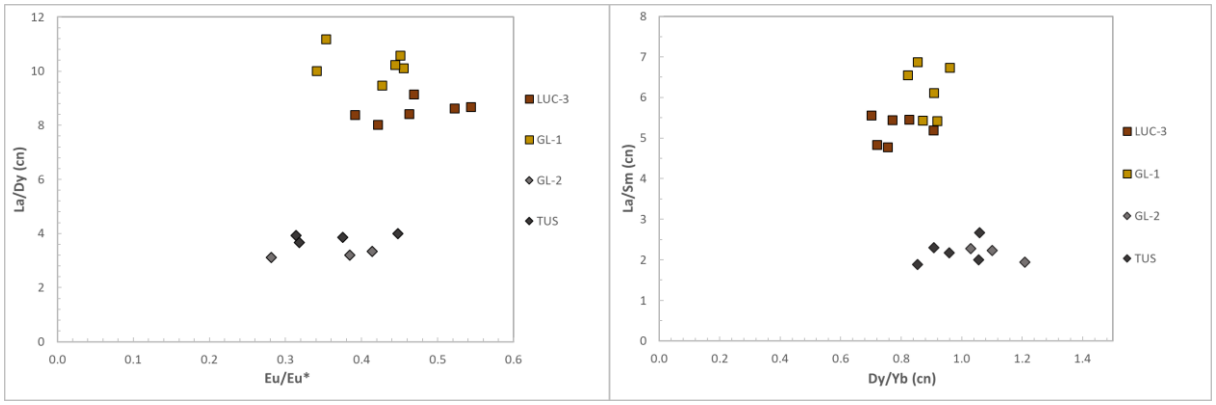
Slika 46. a) Krivulje prosječne vrijednosti koncentracija elemenata u tragovima iz pojedinačnih mjerenja na krhotinama stakla s naznačenim poljima raspona svih vrijednosti na uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Vrijednosti su normalizirane za vrijednosti primitivnog plašta prema Sun i McDonough. b) Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja iz krhotina stakla na uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Prikazane vrijednosti su normalizirane za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995).



Slika 47. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Na dijagramima se vide preklapanja analiziranih krhotina stakla uzoraka GL-2 i TUS i izdvajanja od uzoraka LUC-3 i GL-1 koji svaki čini zasebnu geokemijsku skupinu.



Slika 48. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Na dijagramima se vide preklapanja analiziranih krhotina stakla uzoraka GL-2 i TUS i djelomična preklapanja uzoraka LUC-3 i GL-1 na temelju omjera elemenata Sm/Hf i Gd/Dy.



Slika 49. Omjeri elemenata normaliziranih na hondrit (cn) za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Na dijagramima se vidi djelomično preklapanje vrijednosti krhotina stakla iz uzoraka LUC-3, GL-1 koje se jasno odvajaju od stakla iz uzoraka GL-2, TUS koji se grupiraju.

4.1.4.3. Izotopni sastav vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

Na krhotinama vulkanskog stakla napravljene su izotopne analize na pet uzoraka s područja Kalnika (KNOL 3B, KNOL 11, KAL-MG-2, KAL-H i MV) i na jednom uzorku s područja Sinjskog bazena (GL-2). Dobiveni rezultati objavljeni su u Brlek i sur. (2023) i Brlek i sur. (2024b).

Mjerene su vrijednosti izotopa Sr, Nd, Pb i Hf, te su u tablici prikazani dobiveni podatci. Za daljnju obradu korištene su izračunate inicijalne vrijednosti za čiji su izračun korištene vrijednosti elemenata u tragovima mjerenima na pojedinačnim krhotinama stakla. Izračun i inicijalne vrijednosti prikazane su u tablicama (Tablice 15 i 16).

Tablica 15. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri olova (Pb) i stroncija (Sr) određeni na otopini više krhotina vulkanskog stakla.

Uzorak	Starost (milijuna godina)	206/204Pb M	207/204Pb M	208/204Pb M	206/204PB IN	207/204PB IN	208/204PB IN	87/86 SR M	87/86 SR IN
KNOL-3B									
KNOL3b-7*	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8613	15.6829	38.9894	0.7095	0.7073
KNOL3b-8*	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8576	15.6827	38.9872	0.7095	0.7071
KNOL3b-9*	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8627	15.6829	38.9827	0.7095	0.7083
KNOL3b-5*	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8627	15.6829	38.9840	0.7095	0.7083
KNOL3b-3	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8651	15.6830	38.9858	0.7095	0.7084
KNOL3b-6*	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8647	15.6830	38.9877	0.7095	0.7081
KNOL3b-4	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8646	15.6830	38.9844	0.7095	0.7084
KNOL3b-2	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8640	15.6830	38.9826	0.7095	0.7084
KNOL3b-1	18.09	18.8959	15.6845	39.0230	18.8622	15.6829	38.9858	0.7095	0.7081
KNOL 11									
KNOL11-a-3	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8637	15.6842	38.9961	0.7104	0.7077
KNOL11-a-2	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8689	15.6845	38.9980	0.7104	0.7079
KNOL11-a-5*	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8673	15.6844	38.9990	0.7104	0.7075
KNOL11-a-7*	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8656	15.6843	38.9969	0.7104	0.7077
KNOL11-a-1	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8679	15.6844	38.9987	0.7104	0.7081
KNOL11-a-4*	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8682	15.6844	38.9993	0.7104	0.7080
KNOL11-a-6*	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8760	15.6848	39.0040	0.7104	0.7091
KNOL11-a-8*	18.06	18.9044	15.6861	39.0322	18.8734	15.6847	38.9984	0.7104	0.7087
MV									
MV-2	17.35	18.9187	15.6780	39.0668	18.8754	15.6760	39.0092	0.7083	0.7067
MV-3	17.35	18.9187	15.6780	39.0668	18.8747	15.6760	39.0173	0.7083	0.7066
MV-4	17.35	18.9187	15.6780	39.0668	18.8744	15.6760	39.0120	0.7083	0.7067
MV-5	17.35	18.9187	15.6780	39.0668	18.8737	15.6759	39.0173	0.7083	0.7063
MV-6	17.35	18.9187	15.6780	39.0668	18.8736	15.6759	39.0153	0.7083	0.7063
KAL-H									
KAL-H-1	17.34	18.9228	15.6819	39.0723	18.8750	15.6796	39.0187	0.7082	0.7064
KAL-H-2	17.34	18.9228	15.6819	39.0723	18.8723	15.6795	39.0171	0.7082	0.7060
KAL-H-3	17.34	18.9228	15.6819	39.0723	18.8740	15.6796	39.0228	0.7082	0.7058
KAL-H-4	17.34	18.9228	15.6819	39.0723	18.8774	15.6798	39.0244	0.7082	0.7058
KAL-H-5	17.34	18.9228	15.6819	39.0723	18.8776	15.6798	39.0172	0.7082	0.7063
GL-2									
GL-2-01	16.95	18.7979	15.6384	38.8867	18.7679	15.6371	38.8548	0.7103	0.7078
GL-2-04	16.95	18.7979	15.6384	38.8867	18.7667	15.6370	38.8571	0.7103	0.7077
GL-2-05	16.95	18.7979	15.6384	38.8867	18.7662	15.6370	38.8551	0.7103	0.7077
KAL-MG-2									
KAL-MG_2-01	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7529	15.6215	38.7842	0.7099	0.7086
KAL-MG_2-02	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7521	15.6214	38.7801	0.7099	0.7089
KAL-MG_2-03	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7520	15.6214	38.7748	0.7099	0.7089
KAL-MG_2-04	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7559	15.6216	38.7807	0.7099	0.7089
KAL-MG_2-05	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7531	15.6215	38.7809	0.7099	0.7089
KAL-MG_2a									
KAL-MG-2A-1	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7519	15.6214	38.7885	0.7099	0.7082
KAL-MG-2A-2	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7483	15.6213	38.7927	0.7099	0.7074
KAL-MG-2A-3	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7536	15.6215	38.7921	0.7099	0.7083
KAL-MG-2A-4	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7513	15.6214	38.7879	0.7099	0.7082
KAL-MG-2A-5	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7516	15.6214	38.7876	0.7099	0.7085
KAL-MG_2c									
KAL_MG-2c-1	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7519	15.6214	38.7791	0.7099	0.7089
KAL_MG-2c-2	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7522	15.6214	38.7899	0.7099	0.7084
KAL_MG-2c-3	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7540	15.6215	38.7814	0.7099	0.7089
KAL_MG-2c-4	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7498	15.6213	38.7901	0.7099	0.7081
KAL_MG-2c-5	17.09	18.7843	15.6229	38.8210	18.7554	15.6216	38.7819	0.7099	0.7088

Tablica 16. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri hafnija (Hf) i neodimija (Nd) na otopini više krhotina vulkanskog stakla te izračunati εHf(t) i εNd(t).

Uzorak	Starost (milijuna godina)	176/177 Hf m	±2s	176/177Hf in	eHf(t)	2SE in eHf	143/144Nd M	2SE	143/144ND IN	eNd(t)	2SE in eNd
KNOL-3B											
KNOL3b-7*	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.3497	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.1634	0.0955
KNOL3b-8*	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.3712	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.1119	0.0955
KNOL3b-9*	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.3044	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.0735	0.0955
KNOL3b-5*	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.2484	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.1059	0.0955
KNOL3b-3	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.2374	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.0528	0.0955
KNOL3b-6*	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.2558	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.0794	0.0955
KNOL3b-4	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.2912	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.0566	0.0955
KNOL3b-2	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.2355	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.0488	0.0955
KNOL3b-1	18.09	0.2826	0.000003	0.2826	-7.2826	0.1140	0.5123	0.000005	0.5123	-6.1234	0.0955
KNOL 11											
KNOL11-a-3	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.2500	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.2584	0.0738
KNOL11-a-2	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.2867	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.2323	0.0738
KNOL11-a-5*	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.3106	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.2379	0.0738
KNOL11-a-7*	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.3410	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.2193	0.0738
KNOL11-a-1	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.2087	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.2360	0.0738
KNOL11-a-4*	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.2834	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.1956	0.0738
KNOL11-a-6*	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.1663	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.1381	0.0738
KNOL11-a-8*	18.06	0.2826	0.000004	0.2826	-7.2752	0.1241	0.5123	0.000004	0.5123	-6.1645	0.0738
MV											
MV-2	17.35	0.2828	0.000007	0.2828	0.3517	0.2319	0.5124	0.000005	0.5124	-3.7663	0.0928
MV-3	17.35	0.2828	0.000007	0.2828	0.4045	0.2319	0.5124	0.000005	0.5124	-3.7258	0.0928
MV-4	17.35	0.2828	0.000007	0.2828	0.3505	0.2319	0.5124	0.000005	0.5124	-3.7329	0.0928
MV-5	17.35	0.2828	0.000007	0.2828	0.3452	0.2319	0.5124	0.000005	0.5124	-3.7107	0.0928
MV-6	17.35	0.2828	0.000007	0.2828	0.3797	0.2319	0.5124	0.000005	0.5124	-3.7564	0.0928
KAL-H											
KAL-H-1	17.34	0.2828	0.000004	0.2828	0.2382	0.1362	0.5124	0.000004	0.5124	-3.5991	0.0854
KAL-H-2	17.34	0.2828	0.000004	0.2828	0.2031	0.1362	0.5124	0.000004	0.5124	-3.6274	0.0854
KAL-H-3	17.34	0.2828	0.000004	0.2828	0.2640	0.1362	0.5124	0.000004	0.5124	-3.6463	0.0854
KAL-H-4	17.34	0.2828	0.000004	0.2828	0.2451	0.1362	0.5124	0.000004	0.5124	-3.6169	0.0854
KAL-H-5	17.34	0.2828	0.000004	0.2828	0.2362	0.1362	0.5124	0.000004	0.5124	-3.6399	0.0854
GL-2											
GL-2-01	16.95	0.2825	0.000003	0.2825	-8.3272	0.0911	0.5122	0.000005	0.5122	-7.6947	0.0993
GL-2-04	16.95	0.2825	0.000003	0.2825	-8.4188	0.0911	0.5122	0.000005	0.5122	-7.6658	0.0993
GL-2-05	16.95	0.2825	0.000003	0.2825	-8.3504	0.0911	0.5122	0.000005	0.5122	-7.6941	0.0993
KAL-MG-2											
KAL-MG_2-01	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.5478	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1932	0.1239
KAL-MG_2-02	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3502	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1782	0.1239
KAL-MG_2-03	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3526	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2022	0.1239
KAL-MG_2-04	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.4274	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2002	0.1239
KAL-MG_2-05	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3532	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1909	0.1239
KAL-MG_2a											
KAL-MG-2A-1	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3987	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2488	0.1239
KAL-MG-2A-2	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3920	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2274	0.1239
KAL-MG-2A-3	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.4211	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1987	0.1239
KAL-MG-2A-4	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3886	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2149	0.1239
KAL-MG-2A-5	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3753	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2204	0.1239
KAL-MG_2c											
KAL_MG-2c-1	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3920	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1728	0.1239
KAL_MG-2c-2	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3402	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1955	0.1239
KAL_MG-2c-3	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3865	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1624	0.1239
KAL_MG-2c-4	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.4099	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.2161	0.1239
KAL_MG-2c-5	17.09	0.2826	0.000002	0.2826	-7.3667	0.0846	0.5123	0.000006	0.5122	-7.1737	0.1239

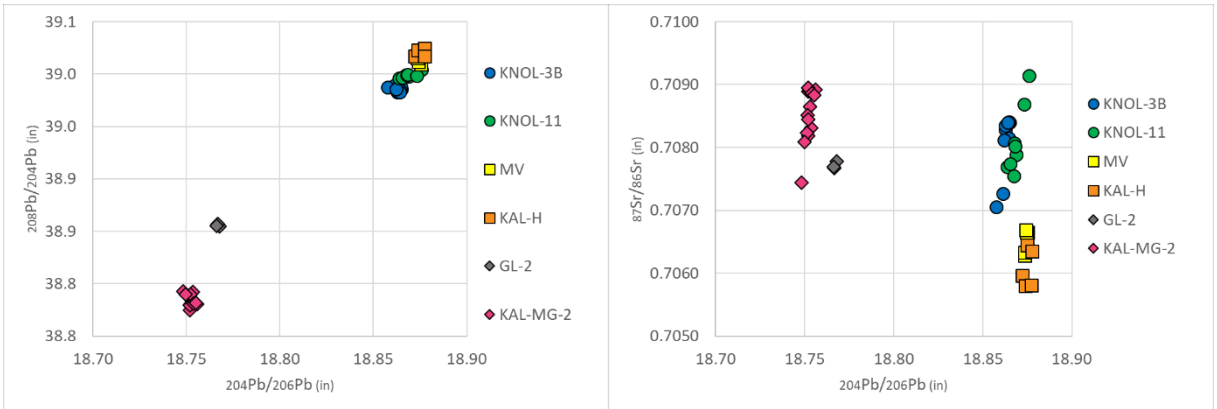
Na dijagramima je prikazano više vrijednosti inicijalnih omjera izotopa s obzirom na to da je izotopni sastav određivan na otopini više krhotina stakla a ne na pojedinačnoj krhotini stakla, a vrijednosti elemenata u tragovima potrebne za izračun su napravljene na pojedinačnim krhotinama stakla. Djelomično se potencijalna razlika između krhotina i vrijednosti pokušala

prikazati kroz više izračuna inicijalnih vrijednosti izotopnih omjera. Za izračun inicijalne vrijednosti korištene su dobivene U-Pb starosti na mineralu cirkonu.

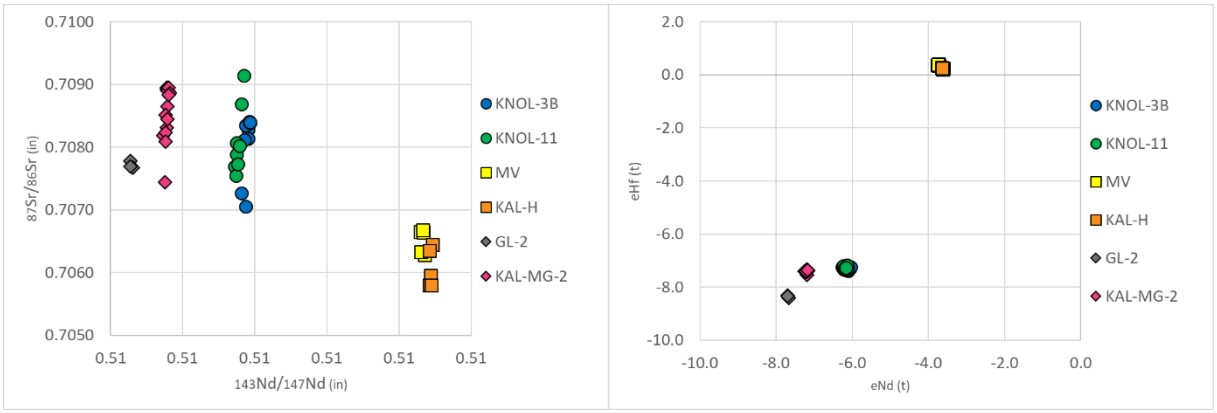
Na uzorcima s KNOL lokaliteta napravljena su mjerenja na dva uzorka KNOL-3B i KNOL 11, te po jedno mjerenje za lokalitete KAL-MG (KAL-MG-2 horizont) , MV, KAL-H i GL-2.

Vrijednosti inicijalnih omjera izotopa $^{87}Sr/^{86}Sr_{(in)}$ pokazuju najveće raspone: 0.707052-0.708406 (KNOL-3b), 0.707549 - 0.709140 (KNOL-11), 0.707442-0.708948 (KAL-MG-2), 0.706278-0.706683 (MV), 0.705797-0.706445 (KAL-H) i 0.707675-0.707776 (GL-2). Ovi rasponi vrijednosti su očekivani s obzirom na to da i vrijednosti zastupljenosti elemenata Rb i Sr u samim krhotinama stakla pokazuju veće raspone, a korištene su prilikom izračuna inicijalnih vrijednosti.

Vrijednosti inicijalnih omjera izotopa olova, $^{208}Pb/^{204}Pb_{(in)}$, ≈38,986 (KNOL-3b), ≈38,999 (KNOL-11), ≈38,785 (KAL-MG-2), ≈39,014 (MV), ≈39,020 (KAL-H) i ≈38,856 (GL-2) i $^{206}Pb/^{204}Pb_{(in)}$ ≈18,863 (KNOL-3b), ≈18,869 (KNOL-11), ≈18,752 (KAL-MG-2), ≈18.874 (MV), ≈18,8745 (KAL-H) i ≈18,767 (GL-2) i vrijednosti inicijalnih omjera izotopa neodimija, $^{143}Nd/^{144}Nd_{(in)}$: 0,512291-0,5122997 (KNOL-3b), 0,512286-0,512292(KNOL-11), 0,512237-0,512240 (KAL-MG-2), 0,512415-0,512418 (MV), 0,512421-0,512423 (KAL-H) i 0,512214-0,512215 (GL-2) i hafnija, $^{176}Hf/^{177}Hf_{(in)}$: 0,282565-0,282569 (KNOL-3b), 0,282566-0,282571 (KNOL-11), 0,282560-0,282566 (KAL-MG-2), 0,282784-0,282785 (MV), 0,282779-0,282781 (KAL-H) i 0,282536-0,282539 (GL-2), pokazuju manje raspone u izračunatim vrijednostima te se podatci mogu koristiti za usporedbe i diskriminacije. Izračunate inicijalne vrijednosti odnosa omjera izotopa Pb i Sr, te Sr i Nd su prikazane na dijagramima (Slika 50). Dok su vrijednosti odnosa izotopa Hf i Nd prikazani kao $\varepsilon Hf_{t\,i}$ $\varepsilon Nd_{t,}$ odnosno kao vrijednosti s kojima se uspoređuju dobivene vrijednosti u uzorku u odnosu na standard (Slika 51).



Slika 50. Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa, za izračun su uzimane su vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačne krhotine stakla na uzorcima KNOL 3B, KNOL 11, MV, KAL-H, GL-2, KAL-MG-2.



Slika 51. a) Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa, za izračun su uzimane su vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačne krhotine stakla na uzorcima KNOL-3B, KOL-11, MV, KAL-H, GL-2, KAL-MG-2; b) Odnosi izračunatih εNd(t) i εHf(t) prikazani su za uzorke KNOL-3B, KNOL-11, MV, KAL-H, GL2, KAL-MG-2.

4.1.5. Rezultati petrološko-geokronoloških analiza cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

Na istraživanim lokalitetima, uzorkovani su i uzorci za daljnje analaze na mineralu cirkonu. Ovisno o dostupnosti analiza i suradničkih laboratorija analize su provedene na četiri uzorak (KNOL 3B, KNOL 11, 15a KAL-MG-2, GL-2) koristeći spektrometriju masa induktivno spregnutom plazmom uz lasersku ablaciju (LA-ICP-MS). Na 8 uzoraka (KNOL 3B, KAL-H, MV, LUC-3, GL-1, KAL-MG-2, GL-2) rađena je analiza koristeći spektrometriju masa s termalnom ionizacijom uz kemijsku abraziju i razrjeđivanje izotopa (*CA*-ID-TIMS) kako bi se dobile visokoprecizne vrijednosti izotopa iz kojih su izračunate U-Pb starosti cirkona. Na 6 uzoraka (KNOL 3B, KNOL 11, KAL-H, MV, KAL-MG-2, GL-2) koji su analizirani koristeći metodu CA-ID-TIMS napravljena su i dodatne analize na otopini kako bi se dobile vrijednosti izotopa Hf. Dobiveni rezultati objavljeni su u Brlek i sur. (2023) i Brlek i sur. (2024b).

4.1.5.1. Rezultati izotopnih mjerenja cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena (LA-MC-ICP-MS)

Starost cirkona izračunate su iz omjera izotopa $^{207}Pb/^{235}U$ i $^{206}Pb/^{23}U$, dobivenih mjerenjima na izdvojenim cirkonima iz uzoraka vulkanoklastita s područja Kalnika (KNOL 3B, KNOL 11, KAL-MG-2), Hrvatskog zagorja (15a) i Sinjskog bazena (GL-2) LA-ICP-MS metodom.

Uzorci KNOL 3B, 15a i KNOL 11 analizirani su u BGS-u, dok su uzorci KAL-MG-2 i GL-2 analizirani na Sveučilištu Princeton. Uzorci KNOL 3B i KNOL 11 su prije analiza tretirani kemijskom abrazijom što utječe na sama mjerenja i vidljivo je kod rezultata u njihovim odstupanjima.

Analiziran je 21 cirkon iz uzorka 15 a, (Tablica 15), 61 cirkon (i pet dodatnih mjerenja rubova na istim cirkonima) iz uzorka KNOL 3B (Tablica 16), 77 cirkona (i 11 dodatnih

mjerenja rubova na istim cirkonima) iz uzorka KNOL 11 (Prilog 3), 39 cirkona iz uzorka KAL-MG-2 (Prilog 3) te 39 cirkona iz uzorka GL-2 (Tablica 17). Svi dobiveni podatci su prikazani u tablicama ili prilozima, a grafički su prikazane vrijednosti izračunatih starosti.

Tablica 17. Omjeri U–Pb izotopa cirkona i iz njih izračunate starosti određene LA-ICP-MS metodom (uzork 15a). Isključeni podatci označeni plavom, a ksenokristali crvenom bojom.

15a, Hrvatsko zagorje		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
M3-15A	1	352.1535	3.5360	0.0620	0.0029	671.96	199.94	24.33	2.30	18.28	0.37	97	24.87
M3-15A	2	354.8836	2.4848	0.0542	0.0016	380.29	135.25	21.17	1.29	18.14	0.25	95	14.31
M3-15A	3	359.9230	2.8292	0.0470	0.0009	46.90	92.40	18.10	0.75	17.89	0.28	62	1.19
M3-15A	4	362.6983	3.4338	0.0479	0.0006	91.25	58.83	18.30	0.57	17.75	0.34	81	3.01
M3-15A	5	359.5475	2.7290	0.0463	0.0007	12.16	76.12	17.86	0.62	17.90	0.27	-47	-0.24
M3-15A	6	15.9637	0.2237	0.0868	0.0026	1354.76	114.92	567.76	28.64	391.67	10.65	71	31.01
M3-15A	7	355.8783	2.3414	0.0478	0.0012	86.52	114.91	18.61	0.93	18.09	0.24	79	2.80
M3-15A	8	333.0036	5.0058	0.1870	0.0045	2715.56	79.87	75.71	4.16	19.33	0.58	99	74.47
M3-15A	9	355.3960	2.9681	0.0567	0.0021	477.39	165.50	22.07	1.67	18.11	0.30	96	17.92
M3-15A	10	362.6426	3.0347	0.0474	0.0009	69.91	92.68	18.14	0.76	17.75	0.30	75	2.14
M3-15A	11	362.2836	2.0260	0.0502	0.0012	201.38	106.92	19.19	0.90	17.77	0.20	91	7.42
M3-15A	12	364.2988	2.0688	0.0498	0.0007	184.75	62.78	18.95	0.55	17.67	0.20	90	6.76
M3-15A	13	353.1494	2.5252	0.0501	0.0021	197.98	194.94	19.66	1.66	18.23	0.26	91	7.26
M3-15A	14	358.3857	2.5141	0.0464	0.0017	15.84	178.60	17.95	1.35	17.96	0.25	-13	-0.09
M3-15A	15	356.0140	2.3582	0.0470	0.0010	49.51	105.15	18.32	0.83	18.08	0.24	63	1.29
M3-15A	16	363.1023	1.9087	0.0454	0.0013	0.00	131.60	17.36	0.98	17.73	0.19	-11551670	-2.14
M3-15A	17	353.0756	2.5222	0.0640	0.0024	742.01	159.18	25.07	1.90	18.23	0.26	98	27.27
M3-15A	18	358.7385	3.7620	0.0575	0.0015	507.88	114.12	22.17	1.23	17.94	0.38	96	19.05
M3-15A	19	361.6656	3.4890	0.0480	0.0011	96.30	110.99	18.39	0.92	17.80	0.34	82	3.21
M3-15A	20	360.5462	2.0643	0.0464	0.0008	19.77	84.82	17.87	0.66	17.85	0.20	10	0.08
M3-15A	21	358.2958	1.8999	0.0456	0.0012	0.00	124.89	17.64	0.94	17.97	0.19	-11706422	-1.87

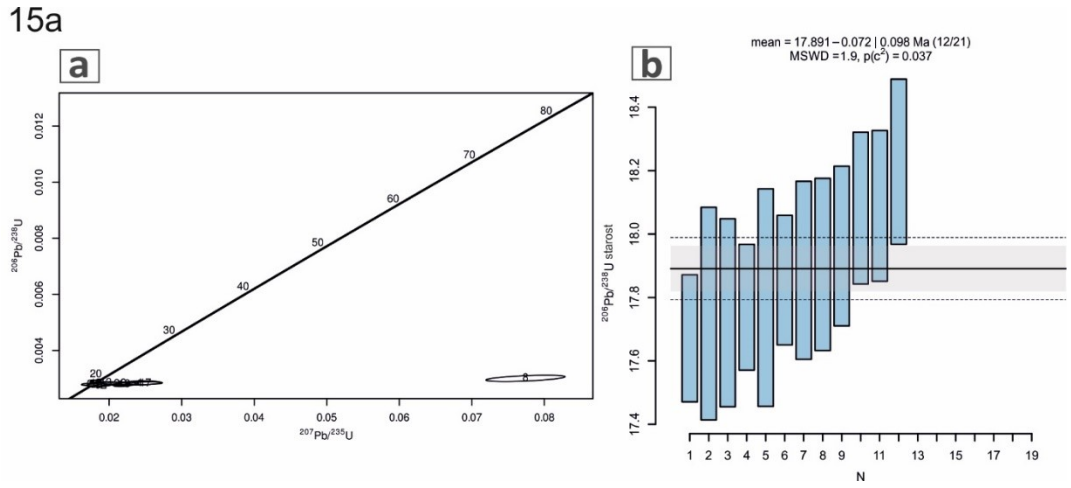
Tablica 18 Omjeri U–Pb izotopa cirkona i iz njih izračunate starosti određene LA-ICP-MS metodom (uzorak KNOL 3B). Isključeni podatci označeni plavom, a ksenokristali crvenom bojom.

KNOL 3B, Kalnik		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis $(^{206}Pb/^{238}U)/(^{207}Pb/^{206}Pb)$	% Dis $(^{206}Pb/^{238}U)/(^{7}Pb/^{235}U)$
KNOL 3B	1	350.6311	2.5818	0.0680	0.0017	867.62	103.76	26.78	1.38	18.36	0.27	0.0680	0.0017
KNOL 3B	2	362.0565	2.6217	0.0476	0.0008	78.37	74.97	18.23	0.63	17.78	0.26	0.0476	0.0008
KNOL 3B	3	352.4850	2.7334	0.0558	0.0010	443.42	79.83	21.91	0.85	18.26	0.28	0.0558	0.0010
KNOL 3B	4	177.9359	4.7492	0.4070	0.0110	3934.47	81.57	278.23	18.49	36.13	1.92	0.4070	0.0110
KNOL 3B	5	363.2401	2.7048	0.0484	0.0007	117.81	63.47	18.48	0.56	17.72	0.26	0.0484	0.0007
KNOL 3B	6	348.9184	2.4958	0.0751	0.0015	1070.28	80.43	29.68	1.24	18.45	0.26	0.0751	0.0015
KNOL 3B	7	357.2705	2.6167	0.0464	0.0003	17.37	35.47	18.01	0.37	18.02	0.26	0.0464	0.0003
KNOL 3B	8	362.3188	2.5599	0.0464	0.0006	17.37	57.11	17.76	0.49	17.77	0.25	0.0464	0.0006
KNOL 3B	9	362.3188	2.7568	0.0464	0.0006	17.37	62.28	17.76	0.53	17.77	0.27	0.0464	0.0006
KNOL 3B	10	354.4842	2.5760	0.0464	0.0005	18.41	47.80	18.16	0.44	18.16	0.26	0.0464	0.0005
KNOL 3B	14a	356.7606	4.9638	0.0484	0.0027	117.81	258.21	18.81	2.11	18.04	0.50	0.0484	0.0027
KNOL 3B	14b	18.6289	0.1353	0.0585	0.0004	549.05	32.78	365.36	6.40	337.08	4.79	0.0585	0.0004
KNOL 3B	15	339.2130	3.1643	0.0948	0.0048	1523.26	190.95	38.37	3.88	18.98	0.35	0.0948	0.0048
KNOL 3B	18	360.2305	2.4656	0.0471	0.0006	54.24	55.86	18.14	0.49	17.87	0.25	0.0471	0.0006
KNOL 3B	20	361.9254	2.6853	0.0468	0.0007	37.96	71.72	17.94	0.59	17.79	0.26	0.0468	0.0007
KNOL 3B	21	361.9254	2.9473	0.0446	0.0012	0.00	121.35	17.10	0.92	17.79	0.29	0.0446	0.0012
KNOL 3B	22	355.9606	2.3441	0.0511	0.0004	243.86	33.66	19.89	0.39	18.08	0.24	0.0511	0.0004
KNOL 3B	23	350.6311	2.3974	0.0476	0.0005	75.87	46.17	18.80	0.44	18.36	0.25	0.0476	0.0005
KNOL 3B	24	360.2305	2.4656	0.0497	0.0005	179.47	47.11	19.12	0.46	17.87	0.25	0.0497	0.0005
KNOL 3B	25	362.1876	3.0171	0.0511	0.0016	244.31	139.82	19.55	1.22	17.77	0.30	0.0511	0.0016
KNOL 3B	28	355.9986	2.5981	0.0454	0.0007	0.00	64.05	17.69	0.56	18.08	0.26	0.0454	0.0007
KNOL 3B	29	9.8814	0.1758	0.8321	0.0055	4977.06	21.19	2573.11	35.65	621.44	21.08	0.8321	0.0055
KNOL 3B	30	348.1894	2.6672	0.0627	0.0020	697.11	136.00	24.89	1.61	18.49	0.28	0.0627	0.0020
KNOL 3B	31	362.9764	3.3597	0.0434	0.0013	0.00	135.68	16.60	1.00	17.74	0.33	0.0434	0.0013
KNOL 3B	32	354.8616	2.5185	0.0541	0.0010	374.20	79.17	21.11	0.79	18.14	0.26	0.0541	0.0010
KNOL 3B	33	357.0154	2.5492	0.0480	0.0004	95.74	39.24	18.62	0.40	18.03	0.26	0.0480	0.0004
KNOL 3B	34	361.4022	2.8081	0.0480	0.0009	98.20	88.84	18.42	0.74	17.81	0.28	0.0480	0.0009
KNOL 3B	35	357.9098	2.8182	0.0485	0.0007	122.67	63.29	18.79	0.58	17.99	0.28	0.0485	0.0007
KNOL 3B	36	358.5515	2.5069	0.0461	0.0008	1.77	83.74	17.83	0.66	17.95	0.25	0.0461	0.0008
KNOL 3B	37	357.7818	2.5602	0.0480	0.0006	98.20	59.31	18.60	0.53	17.99	0.26	0.0480	0.0006
KNOL 3B	38	362.3188	2.4942	0.0470	0.0005	49.17	50.97	18.00	0.45	17.77	0.25	0.0470	0.0005
KNOL 3B	40	239.5783	2.7838	0.3275	0.0049	3604.73	46.13	175.26	6.06	26.85	0.62	0.3275	0.0049
KNOL 3B	41	360.7504	2.4076	0.0562	0.0007	459.28	51.50	21.57	0.57	17.84	0.24	0.0562	0.0007
KNOL 3B	42	144.7178	5.0264	0.5340	0.0110	4337.26	61.06	417.47	27.65	44.39	3.07	0.5340	0.0110
KNOL 3B	45	339.6739	4.0959	0.0860	0.0055	1337.31	247.33	34.83	4.46	18.95	0.46	0.0860	0.0055
KNOL 3B	46	247.5248	5.5142	0.2390	0.0125	3112.61	166.73	126.85	13.56	25.99	1.16	0.2390	0.0125
KNOL 3B	47	360.6203	2.6009	0.0467	0.0006	32.84	61.70	17.96	0.53	17.85	0.26	0.0467	0.0006
KNOL 3B	48	355.7453	2.5944	0.0582	0.0013	536.31	97.88	22.64	1.05	18.10	0.26	0.0582	0.0013
KNOL 3B	49	362.9764	2.7668	0.0481	0.0007	103.13	64.04	18.38	0.57	17.74	0.27	0.0481	0.0007
KNOL 3B	50	359.1954	3.0965	0.0464	0.0007	17.37	72.61	17.92	0.62	17.92	0.31	0.0464	0.0007
KNOL 3B	51	355.1136	2.7113	0.0498	0.0012	184.62	107.64	19.44	0.94	18.13	0.28	0.0498	0.0012
KNOL 3B	2	353.7319	2.6277	0.0847	0.0028	1307.81	128.45	32.97	2.20	18.20	0.27	0.0847	0.0028
KNOL 3B	3	327.1181	5.1363	0.1460	0.0090	2298.82	211.96	60.61	7.49	19.68	0.62	0.1460	0.0090
	3												
KNOL 3B	Rim	339.2130	5.0629	0.0662	0.0024	811.77	151.72	26.95	2.09	18.98	0.57	0.0662	0.0024
KNOL 3B	14	361.9254	1.7029	0.0531	0.0009	332.05	72.73	20.33	0.67	17.79	0.17	0.0531	0.0009
KNOL 3B	15	347.9471	2.0581	0.0969	0.0017	1564.44	66.01	38.24	1.39	18.50	0.22	0.0969	0.0017
KNOL 3B	16	362.1876	1.9021	0.0475	0.0008	73.37	75.20	18.19	0.60	17.77	0.19	0.0475	0.0008
KNOL 3B	18	361.2717	1.7620	0.0462	0.0006	6.99	57.47	17.74	0.45	17.82	0.17	0.0462	0.0006
KNOL 3B	19	363.1082	1.9118	0.0453	0.0008	0.00	77.53	17.31	0.63	17.73	0.19	0.0453	0.0008
KNOL 3B	20	362.7131	1.9076	0.0465	0.0006	22.54	62.09	17.78	0.49	17.75	0.19	0.0465	0.0006
KNOL 3B	21	353.3569	2.6221	0.0502	0.0006	203.22	51.04	19.69	0.52	18.22	0.27	0.0502	0.0006
KNOL 3B	22	357.2705	2.1061	0.0514	0.0009	257.78	76.13	19.94	0.69	18.02	0.21	0.0514	0.0009
KNOL 3B	23	353.1073	2.4937	0.0459	0.0006	0.00	59.90	18.03	0.53	18.23	0.26	0.0459	0.0006
	25												
KNOL 3B	Rim	357.7818	5.1843	0.0546	0.0015	394.87	123.30	21.13	1.30	17.99	0.52	0.0546	0.0015
KNOL 3B	26	355.2398	2.5239	0.0475	0.0007	73.37	65.20	18.54	0.57	18.12	0.26	0.0475	0.0007
KNOL 3B	28	343.6426	1.9485	0.0455	0.0007	0.00	75.71	18.36	0.60	18.73	0.21	0.0455	0.0007
KNOL 3B	29	347.3428	2.4129	0.0546	0.0016	394.87	127.41	21.76	1.26	18.53	0.26	0.0546	0.0016
KNOL 3B	30	363.3721	2.4427	0.0492	0.0013	156.32	119.03	18.77	0.98	17.72	0.24	0.0492	0.0013
	30												
KNOL 3B	Rim	322.0612	5.1862	0.1021	0.0038	1661.81	137.91	43.42	3.45	19.99	0.64	0.1021	0.0038
KNOL 3B	31	355.9986	2.1545	0.0516	0.0011	266.69	97.92	20.08	0.88	18.08	0.22	0.0516	0.0011
KNOL 3B	32	355.1136	2.7113	0.0510	0.0015	239.79	135.69	19.90	1.20	18.13	0.28	0.0510	0.0015
	32												
KNOL 3B	Rim	356.3792	5.4613	0.0489	0.0014	141.98	134.47	19.02	1.22	18.06	0.55	0.0489	0.0014
KNOL 3B	33	344.4712	1.8986	0.0492	0.0010	156.32	90.51	19.79	0.79	18.69	0.21	0.0492	0.0010
KNOL 3B	35	353.8570	2.3791	0.0480	0.0007	98.20	69.15	18.81	0.60	18.19	0.25	0.0480	0.0007
KNOL 3B	36	348.6750	2.0060	0.0466	0.0008	27.70	77.30	18.53	0.63	18.46	0.21	0.0466	0.0008
KNOL 3B	37	361.2717	1.8925	0.0472	0.0005	57.28	50.22	18.11	0.42	17.82	0.19	0.0472	0.0005

Tablica 19. Omjeri U–Pb izotopa cirkona i iz njih izračunate starosti određene LA-ICP-MS metodom (uzorak GL-2). Isključeni podatci označeni plavom, a ksenokristali crvenom bojom.

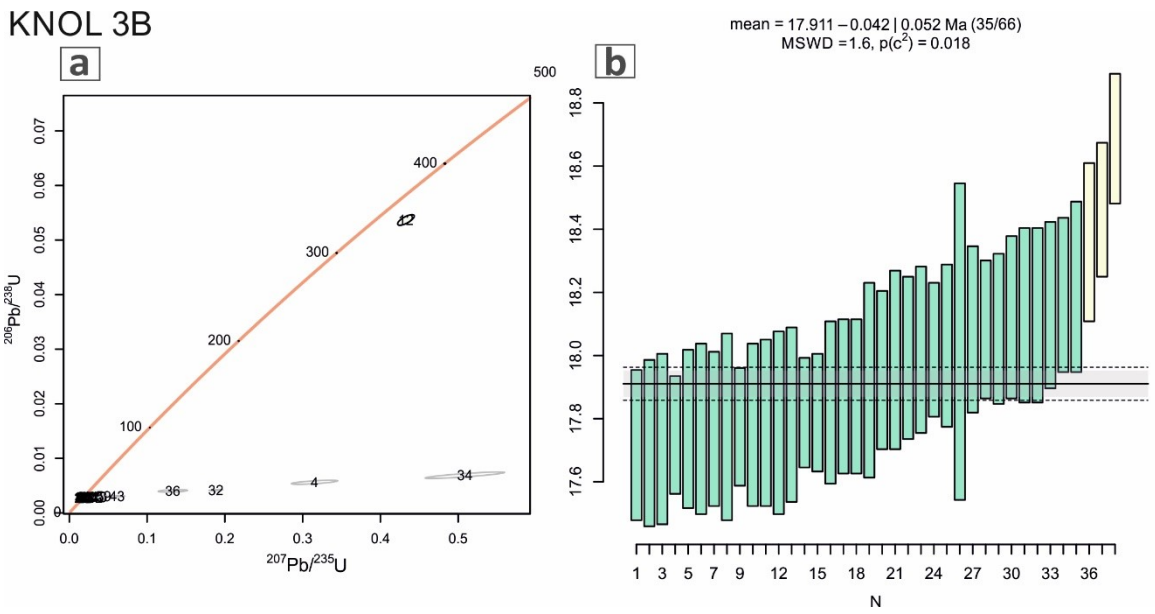
GL-2, Sinjski bazen	$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
GL-2_1	407.0632	14.3771	0.0495	0.0069	170.53	650.92	16.88	4.78	15.82	0.97	-978	5
GL-2_10	374.5926	9.1915	0.0514	0.0036	257.78	321.90	19.02	2.72	17.19	0.60	-1400	8
GL-2_11	408.8817	10.1709	0.0545	0.0032	390.76	259.43	18.48	2.22	15.75	0.56	-2382	10
GL-2_12	369.4579	10.0514	0.0463	0.0031	12.19	316.84	17.39	2.38	17.42	0.73	30	-0.2
GL-2_13	391.0693	11.1868	0.0498	0.0036	184.62	336.69	17.67	2.65	16.46	0.75	-1021	6
GL-2_14	389.1089	10.8252	0.0554	0.0036	427.40	285.78	19.73	2.64	16.55	0.72	-2483	10
GL-2_15	369.8228	11.4071	0.0544	0.0045	386.64	371.56	20.38	3.49	17.41	0.89	-2121	10
GL-2_16	368.4389	10.7202	0.0610	0.0048	638.27	331.51	22.91	3.65	17.47	0.82	-3553	20
GL-2_17	401.1225	10.6956	0.0578	0.0062	521.20	474.51	19.97	4.35	16.05	0.65	-3147	20
GL-2_18	390.3270	10.9079	0.0502	0.0036	203.22	328.25	17.84	2.62	16.49	0.72	-1132	6
GL-2_19	383.1773	12.3829	0.0502	0.0041	203.22	374.49	18.17	3.07	16.80	0.92	-1110	6
GL-2_2	410.7965	10.3638	0.0515	0.0023	262.24	205.09	17.39	1.67	15.67	0.57	-1573	9
GL-2_20	391.3743	10.8099	0.0739	0.0050	1037.83	270.50	26.09	3.62	16.45	0.71	-6209	40
GL-2_21	392.6119	11.9537	0.0466	0.0029	27.70	298.44	16.48	2.19	16.40	0.82	-69	0.4
GL-2_22	377.3289	10.2321	0.0463	0.0046	12.19	472.66	17.03	3.39	17.06	0.71	29	-0.2
GL-2_23	388.9192	13.7403	0.0443	0.0083	0.00	854.49	15.82	5.92	16.55	1.02	100	-4
GL-2_24	43.7526	1.3167	0.0546	0.0023	394.87	188.94	161.14	14.54	145.68	7.09	-171	9
GL-2_25	386.0820	17.4725	0.0446	0.0076	0.00	787.17	16.04	5.58	16.68	1.39	100	-3
GL-2_26	371.4392	10.4782	0.0450	0.0022	0.00	222.69	16.81	1.76	17.33	0.77	100	-2
GL-2_27	386.6483	17.2881	0.0521	0.0112	288.77	978.13	18.68	8.07	16.65	1.37	-1634	10
GL-2_28	415.5560	11.4597	0.0477	0.0033	83.35	328.32	15.94	2.29	15.49	0.66	-438	2
GL-2_29	377.2088	14.6088	0.0487	0.0071	132.36	680.77	17.91	5.28	17.07	1.18	-675	4
GL-2_3	413.4763	13.7995	0.0475	0.0018	73.37	180.17	15.95	1.50	15.57	0.89	-371	2
GL-2_30	379.6510	9.9466	0.0442	0.0070	0.00	719.84	16.16	5.08	16.96	0.67	100	-4
GL-2_31	373.3989	8.7719	0.0480	0.0038	98.20	374.66	17.83	2.85	17.24	0.55	-470	3
GL-2_32	376.2204	9.1861	0.0549	0.0028	407.15	224.19	20.22	2.12	17.11	0.59	-2279	10
GL-2_33	384.2464	9.2329	0.0467	0.0020	32.84	200.05	16.87	1.50	16.75	0.56	-96	0.5
GL-2_34	370.9466	11.7621	0.0430	0.0046	0.00	471.26	16.09	3.48	17.35	0.92	100	-6
GL-2_35	342.1339	12.1690	0.1008	0.0132	1638.06	484.45	40.41	10.63	18.81	1.17	-8606	60
GL-2_36	395.4766	14.0722	0.0378	0.0059	0.00	611.09	13.29	4.20	16.28	1.01	100	-20
GL-2_37	387.0667	21.1857	0.0574	0.0114	505.95	873.81	20.54	8.35	16.63	1.72	-2942	20
GL-2_38	393.6664	11.7488	0.0467	0.0025	32.84	256.48	16.47	1.92	16.35	0.79	-101	0.6
GL-2_39	369.1727	26.0504	0.0295	0.0061	0.00	636.98	11.12	4.85	17.44	2.38	100	-40
GL-2_4	390.0785	9.9387	0.0464	0.0030	17.37	305.49	16.51	2.17	16.50	0.62	-5	0.03
GL-2_40	383.6480	11.2475	0.0472	0.0019	58.29	191.94	17.07	1.58	16.78	0.79	-247	1
GL-2_5	383.4279	10.8279	0.0486	0.0026	127.52	251.81	17.58	2.02	16.79	0.75	-659	4
GL-2_6	376.3484	19.1358	0.0593	0.0037	577.15	267.55	21.81	3.36	17.11	1.63	-3274	20
GL-2_7	396.1365	15.9252	0.0437	0.0090	0.00	932.17	15.32	6.36	16.25	1.18	100	-5
GL-2_9	367.4718	13.1973	0.1018	0.0126	1656.36	456.73	38.05	9.50	17.52	1.10	-9355	60

Iz uzorka 15a analiziran je 21 cirkon. Samo jedno mjerenje pokazuje predmiocensku starost ($^{206}Pb/^{238}U \approx 391$ milijuna godina), što upućuje na prisutnost ksenokristala. Nakon detaljne provjere, iz analize su isključeni svi podatci s $^{207}Pb/^{206}Pb$ izračunatim starostima jednakima nuli zbog moguće kontaminacije naslijeđenim olovom, kao i oni s više od 10 % diskordancije (Slika 52a). Na preostalih 12 od 21 mjerenja izračunata je prosječna starost (*weighted mean*) od 17,891 ± 0,078 milijuna godina (MSWD = 1,9) pomoću programa IsoplotR (Slika 51b, Vermeesch, 2018). Preciznost po pojedinačnim mjerenjima je između 1,1 i 2,2 % (odnosno od 197 do 394 tisuća godina).



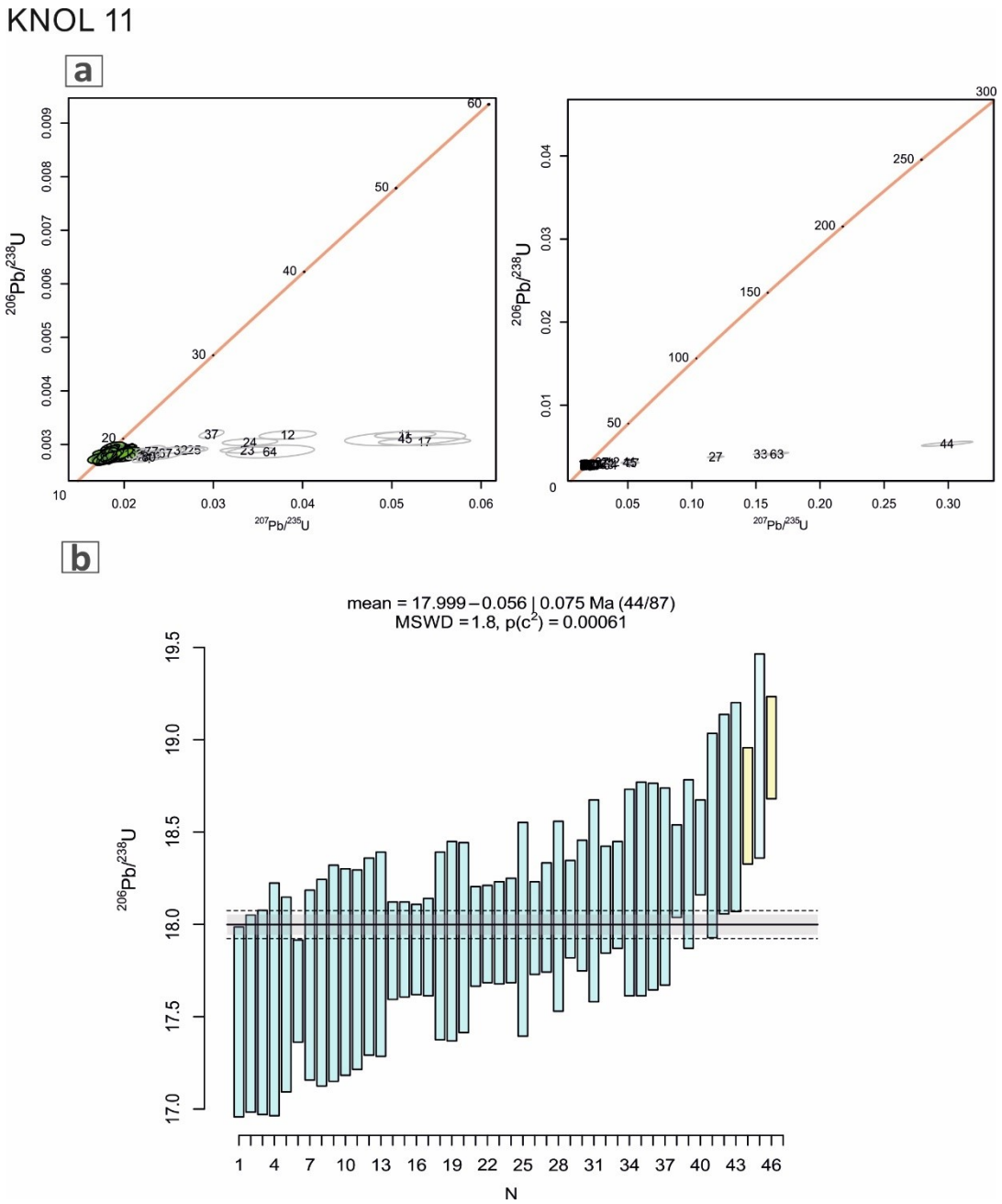
Slika 52. (a) Dijagram konkordije za uzorak 15a izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), koji prikazuje sve analizirane cirkone osim ksenokristala i mjerenja s vrijednostima $^{207}Pb/^{206}Pb$ = 0. Visoko diskordantni >10 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 12 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17,891 ± 0,078 milijuna godina; MSWD = 1,9).

U uzorku KNOL-3B analizirani su centralni dijelovi cirkona. Zabilježena je jedna starija vrijednost $^{206}Pb/^{238}U$ starosti od ≈337 milijuna godina, koja se interpretira kao ksenokristal. Uz tu starost, isključeni su i starosti svih ostalih ksenokristala, uključujući i one koje su konkordantne, ali imaju predmiocenske starosti. Osim toga, iz analize su uklonjeni svi podatci s diskordancijom većom od 10 % (Slika 53a), kao i oni s $^{207}Pb/^{206}Pb$ starosti jednakoj nuli zbog moguće kontaminacije naslijeđenim olovom. Na temelju preostalih 35 od ukupno 66 mjerenja izračunata je srednja vrijednost starosti ($^{206}Pb/^{238}U$) od 17,911 ± 0,042 milijuna godina (MSWD = 1,6, Slika 53b). Za pojedinačna mjerenja preciznost je između 0,98 i 2,78 % (176 do 498 tisuća godina).



Slika 53. (a) Dijagram konkordija za uzorak KNOL 3B izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), prikazuje sve analizirane cirkone osim diskordantnog ksenokristala. Visoko diskordantni >10 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 35 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17,911 ± 0,042 milijuna godina; MSWD = 1,6).

Na cirkonima iz uzorka KNOL-11 analizirani su centralni dijelovi zrna, pri čemu je devet mjerenja pokazalo starosti veće od miocenskih, što ukazuje na prisutnost ksenokristala s konkordantnim starostima od približno 50, 200, 260, 360, 400 i 630 milijuna godina. Neki od starijih diskordantnih rezultata mogli bi ukazivati na otvoreni sustav s prisutnim naslijeđenim olovom. Nakon eliminacije starijih ksenokristala, mjerenja s diskordancijom većom od 10 % (Slika 54. a) te mjerenja sa starostima $^{207}Pb/^{206}Pb$ jednakima nuli, izračunata je srednja $^{206}Pb/^{238}U$ starost od 17,999 ± 0,056 milijuna godina (n = 44/87; MSWD = 1,8, Slika 54b). Preciznost pojedinačnih mjerenja korištenih u izračunu starosti iznosi između 1,37 i 3,58 %, odnosno između ±247 i ±644 tisuća godina.

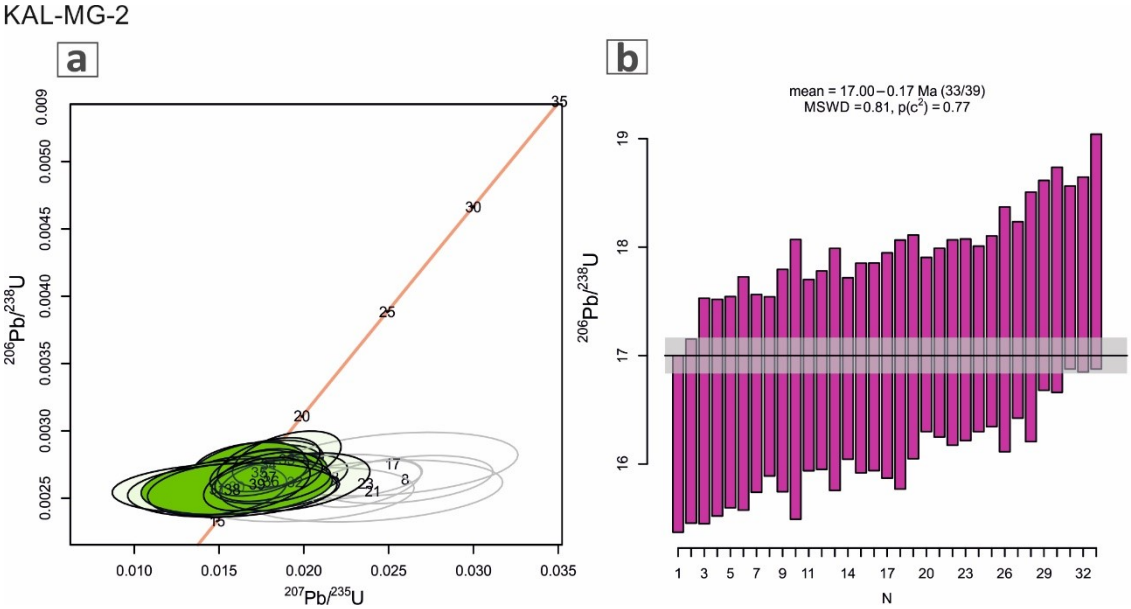


Slika 54. (a) Dijagram konkordija za uzorak KNOL 11 izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), prikazuje sve analizirane cirkone osim diskordantnog ksenokristala i desno bez konkordantnih ksenokristala. Visoko diskordantni >10 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 44 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17,999 ± 0,056 milijuna godina; MSWD = 1,8).

Za uzorke KAL-MG-2 i GL-2, prilikom određivanja $^{206}Pb/^{238}U$ starosti isključena su mjerenja koja se odnose na predmiocenske (ksenokristalne) cirkone. S obzirom na slabiju preciznost pojedinačnih mjerenja i snižene vrijednosti za starost uzoraka, odabrani su blaži kriteriji filtriranja podataka. Primijenjena je isključivo eliminacija mjerenja s više od 15% diskordancije, dok su sva ostala mjerenja uključena u izračun srednje starosti. Opravdanost ovog pristupa temelji se na činjenici da kod mlađih uzoraka (npr. miocenske starosti), niski udjeli ^{207}Pb mogu dovesti do povećane nesigurnosti u izračunu diskordancije, zbog čega je

strogi prag od 10% previše restriktivan za ove setove dobivenih podataka (npr. Vermeesch, 2018).

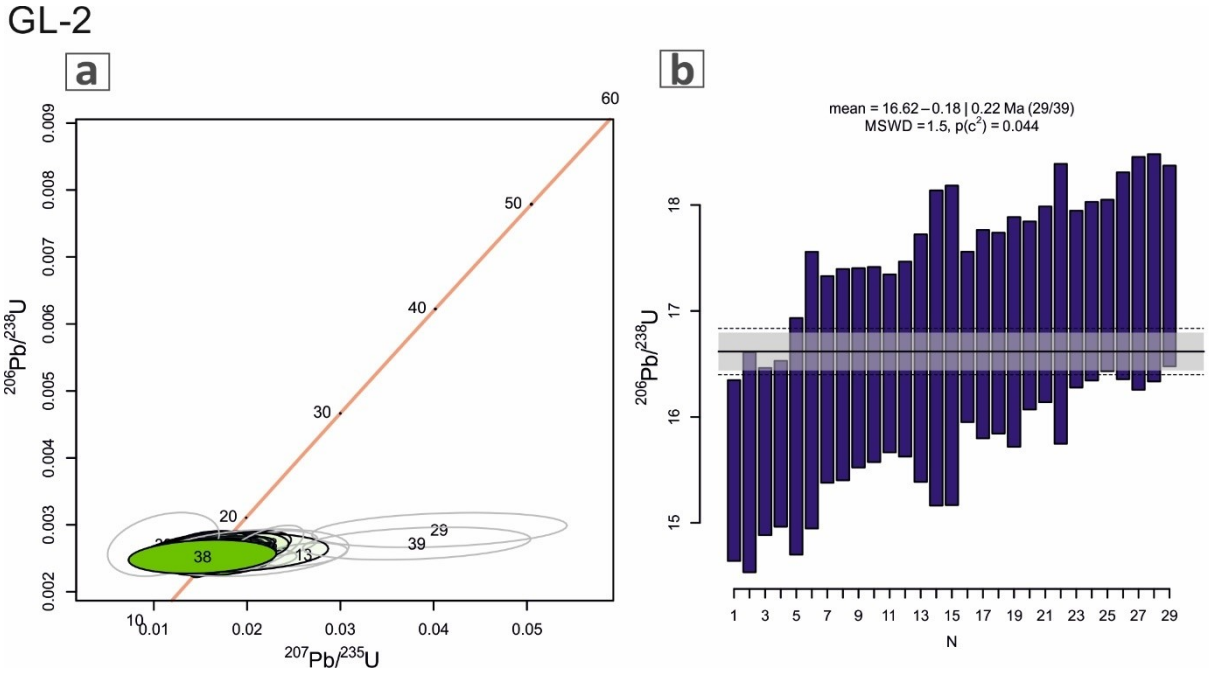
Iz uzorka KAL-MG-2 analizirano je ukupno 39 zrna cirkona. Nakon vizualne provjere i preliminarne filtracije podataka, za datiranje je primijenjen kriterij eliminacije mjerenja s više od 15% diskordancije (Slika 55a), prilagođen niskoj starosti uzorka i nižoj preciznosti mjerenja. Na temelju 33 od 39 mjerenja izračunata je srednja $^{206}Pb/^{238}U$ starost od 17 ± 0,17 milijuna godina (MSWD = 0,81; Slika 55b). Preciznost pojedinačnih mjerenja korištenih u izračunu starosti iznosi između 3,17% i 6,86%, što odgovara rasponu od približno ±539 do ±1166 tisuća godina.



Slika 55. (a) Dijagram konkordija za uzorak KAL-MG-2 izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018). Visoko diskordantni >15 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 33 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17 ± 0,19 milijuna godina; MSWD = 0,81).

Iz uzorka GL-2 analizirano je ukupno 39 zrna cirkona, od kojih je samo jedno pokazalo predmiocensku starost (≈140 milijuna godina), što ukazuje na prisutnost rijetkih ksenokristala. Nakon vizualne provjere i preliminarne filtracije podataka, za datiranje je primijenjen kriterij eliminacije mjerenja s više od 15% diskordancije (Slika 56a), prilagođen niskoj starosti uzorka i nižoj preciznosti mjerenja. Na temelju 29 od 39 mjerenja izračunata je srednja $^{206}Pb/^{238}U$ starost od 16,6 ± 0,18 milijuna godina (MSWD = 1,4; Slika 56b). Preciznost pojedinačnih

mjerenja korištenih u izračunu starosti iznosi između 3,7% i 8,35%, što odgovara rasponu od približno ±610 do ±1384 tisuće godina.



Slika 56. (a) Konkordija dijagram za uzorak GL-2 izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), prikazuje sve analizirane cirkone osim predmiocenskih cirkona. Visoko diskordantni >15 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 29 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (16,62 ± 0,19 milijuna godina; MSWD = 1,5).

4.1.5.2. Rezultati izotopnih mjerenja cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena (TIMS)

Korištenjem CA-ID-TIMS metode napravljene su analize na 16 cirkona iz uzorka KNOL3B, deset iz uzorka GL-1, deset iz uzorka KAL-H, sedam, iz uzoraka LUC-3, devet iz uzorka MV, sedam iz uzorka GL-2 i devet iz uzorka KAL-MG-2 (Tablica 20). Izračunate $^{206}Pb/^{238}U$ starosti cirkona korigirane su korištenjem Th korekcije (Slika 57). Dobiveni rezultati objavljeni su u Brlek i sur. (2023) i Brlek i sur. (2024b).

Pojedinačna mjerenja na cirkonima iz uzorka KNOL-3B daju starosti u rasponu od 18,075 ± 0,013 do 18,190 ± 0,015 milijuna godina. Najmlađih 10 od ukupno 16 analiziranih zrna daje srednju vrijednost starosti od 18,0890 ± 0,0051 / 0,0097 / 0,022 milijuna godina (MSWD = 1,7). Svi analizirani cirkoni pokazuju konkordantne rezultate te, uzimajući u obzir nesigurnosti i vrijednost MSWD-a, predstavljaju jednu statistički koherentnu populaciju (Wendt i Carl, 1991).

Pojedinačna mjerenja na cirkonima iz uzorka KAL-H dala su vrijednosti od 17,327 ± 0,014 do 18,516 ± 0,047 milijuna godina. Na samo tri najmlađa cirkona je dobivena starost koja se preklapa, te je određena starost 17,3420 ± 0,0089 milijuna godina (MSWD=5,0), a obzirom da je navedena starost određena na samo tri cirkona od kojih se nije mogla dobiti statistički

značajna srednja starost, ista nije korištena za daljnju obradu. Za daljnju interpretaciju korištena je starost najmlađeg cirkona od 17,327 ± 0,014 milijuna godina. Sva dobivena mjerenja su bila konkordantna uključujući analitičku nesigurnost.

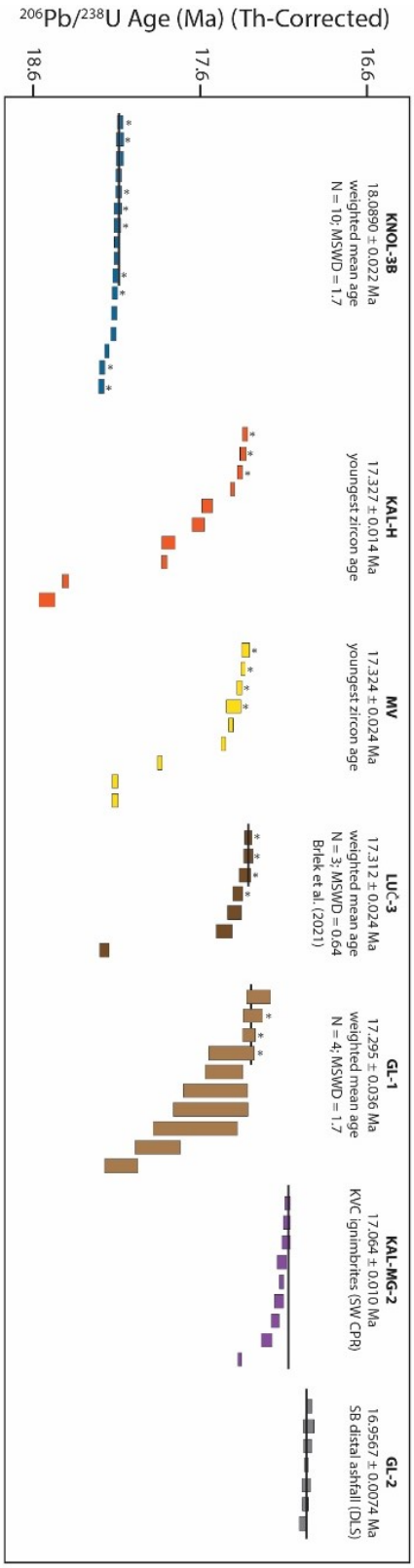
Na devet mjerenih cirkona iz uzorka MV dobiveni su starosti od 17,324 ± 0,024 do 18,107 ± 0,018 milijuna godina. Na samo tri najmlađa cirkona je dobivena starost koja se preklapa, te je određena starost 17,3465 ± 0,0090 milijuna godina (MSWD=4,4), a obzirom da je određena na samo tri cirkona na kojima se ne može dobiti statistički značajna srednja vrijednost starosti nije korištena za daljnju interpretaciju. Mjerenja na četiri najstarija cirkona su bila očekivano diskordantna. Za daljnje korištenje u interpretaciji koristili smo starost najmlađeg cirkona od 17,324 ± 0,024 milijuna godina.

Od deset mjerenja na uzorku GL-1 dobivene su starosti od 17,248 ± 0,071 do 20,692 ± 0,061 milijuna godina, s četiri najmlađa cirkona koja se preklapaju određena je starost na 17,295 ± 0,028/0,031/0,036 milijuna godina.

Na sedam mjerenja cirkona iz uzorka LUC-3 dobivene su starosti od 17,307 do 19,309 milijuna godina. Na tri najmlađa cirkona je dobivena starost koja se preklapa, te je određena starost 17,31 ± 0.0015 milijuna godina (MSWD=0,64).

Na devet mjerenja cirkona iz uzorka KAL-MG-2 dobivene su starosti od 17,069 do 17,915 milijuna godina. Na četiri najmlađa cirkona dobivena je starost koja se preklapa te je određena starost od 17,064 ± 0,010 milijuna godina.

Na sedam mjerenja cirkona iz uzorka GL-2 dobivene su starosti od 16,942 ± 0,017 do 16,980 ± 0,021 milijuna godina. Na svih sedam je dobivena starost koja se preklapa te je određena starost od 16,9567 ± 0,0074/0,0089/0,020 milijuna godina (MSWD=1,6; n=7).



Slika 57. Grafički prikaz CA-ID-TIMS U–Pb datacije cirkona za donjomiocenske vulkanoklastične naslage. Prikazane su pojedinačne $^{206}Pb/^{238}U$ starosti (rangirane po dobi) i ponderirane srednje starosti s pripadajućim 2σ nesigurnostima. Visine vertikalnih stupaca predstavljaju analitičku nesigurnost; prazna polja označavaju diskordantne analize. Zvjezdice označuju zrna dodatno analizirana za Lu–Hf izotope.

Tablica 20. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz odabranih uzoraka donjomiocenskih vulkanoklastita.

	Composition					Isotopic Ratios						Dates (Ma)						
Fraction	$\frac{Th}{U_a}$	Pb* ($p_g Pb_c$ (p_i $Pb_{c\,d}$	$\frac{Pb^*}{Pb_{c\,d}}$	$\frac{^{206}Pb}{^{204}Pb_e}$	$\frac{^{206}Pb}{^{238}U_f}$	±2σ %	$\frac{^{207}Pb}{^{235}U_f}$	±2σ %	$\frac{^{207}Pb}{^{206}Pb_f}$	±2σ %	$\frac{^{206}Pb}{^{238}U_{g,h}}$	±2σ abs	$\frac{^{207}Pb}{^{235}U_h}$	±2σ abs	$\frac{^{207}Pb}{^{206}Pb_h}$	±2σ abs	Corr. coef.
KNOL-3B																		
z2	0.311	4.271	0.196	21.751	1399.2956	0.0028	0.0716	0.0181	0.3783	0.0468	0.3400	18.0083	0.0129	18.1676	0.0681	39.3019	8.1725	0.5833
z3	0.589	1.746	0.198	8.827	537.6248	0.0028	0.0867	0.0181	0.7165	0.0469	0.6843	18.0018	0.0156	18.1995	0.1292	44.3998	16.3750	0.4145
z5	0.587	4.470	0.155	28.900	1720.4107	0.0028	0.0606	0.0182	0.2881	0.0469	0.2561	18.1001	0.0110	18.2772	0.0522	41.6361	6.1739	0.5738
z6	0.750	4.069	0.350	11.639	675.5646	0.0028	0.0816	0.0180	0.6883	0.0468	0.6433	17.9909	0.0147	18.1562	0.1239	40.1065	15.4089	0.5831
z7	0.559	6.915	0.441	15.677	948.1583	0.0028	0.0886	0.0181	0.4374	0.0469	0.4003	18.0121	0.0159	18.2074	0.0789	44.0859	9.6002	0.4883
z7M	0.507	6.922	0.189	36.604	2220.2755	0.0028	0.0558	0.0181	0.2218	0.0467	0.1903	18.0634	0.0101	18.1786	0.0400	33.4567	4.6240	0.6071
z8	0.432	3.338	0.192	17.423	1087.6995	0.0028	0.0765	0.0182	0.4521	0.0469	0.4116	18.0889	0.0138	18.2846	0.0819	44.0971	9.8682	0.5754
z8M	0.510	10.264	0.665	15.441	946.7393	0.0028	0.0668	0.0178	1.0877	0.0463	1.1040	17.9900	0.0120	17.9309	0.1933	10.0118	26.5710	-0.2220
z9	0.536	4.030	0.404	9.976	613.6117	0.0028	0.0826	0.0181	0.6134	0.0470	0.5835	17.9933	0.0148	18.2082	0.1107	46.6885	13.9619	0.4109
z10	0.349	3.107	0.327	9.498	614.6677	0.0028	0.0736	0.0181	0.6008	0.0470	0.5744	18.0137	0.0132	18.2584	0.1087	50.6081	13.7344	0.4005
z11	0.546	1.108	0.195	5.691	356.7782	0.0028	0.1077	0.0182	1.0376	0.0472	1.0007	17.9982	0.0194	18.3012	0.1882	58.3037	23.8684	0.3838
z11M	0.331	19.549	0.287	68.148	4321.4373	0.0028	0.0540	0.0181	0.1688	0.0469	0.1309	17.9996	0.0097	18.1807	0.0304	42.2164	3.2234	0.7268
z11M2	0.536	5.416	0.233	23.281	1408.2591	0.0028	0.0650	0.0180	0.3933	0.0466	0.3601	18.0075	0.0117	18.0789	0.0705	27.5843	8.6696	0.5506
z12M	0.585	12.639	0.241	52.502	3113.3877	0.0028	0.0968	0.0179	0.5524	0.0464	0.5427	17.9868	0.0174	17.9914	0.0985	18.6126	13.0588	0.1772
z14	0.455	5.548	0.138	40.217	2472.3971	0.0028	0.0575	0.0180	0.2550	0.0467	0.2167	17.9807	0.0103	18.0950	0.0457	33.3215	5.2490	0.6922
z20M	0.417	2.626	0.120	21.900	1368.1288	0.0028	0.0777	0.0181	0.5609	0.0468	0.5033	18.0199	0.0140	18.1694	0.1010	38.0154	12.0699	0.7600
KAL-H																		
KAL-H_Z1	0.62	5.27	1.39	3.78	238.943	0.002749	0.222	0.017831	2.948	0.047061	2.948	17.787	0.041	17.945	0.524	51.28	70.37	0.04
KAL-H_Z2	0.57	6.68	1.39	4.81	302.532	0.002713	0.176	0.017558	2.283	0.046962	2.280	17.556	0.032	17.673	0.400	46.20	54.47	0.06
KAL-H_Z5	0.54	4.10	0.24	17.35	1008.097	0.002753	0.065	0.017794	0.559	0.046905	0.549	17.812	0.015	17.909	0.099	43.33	13.15	0.20
KAL-H_Z6	0.82	3.99	0.26	15.11	819.784	0.002680	0.066	0.017324	0.670	0.046897	0.664	17.339	0.018	17.440	0.116	42.92	15.90	0.13
KAL-H_Z7	0.59	32.25	0.29	111.11	6185.575	0.002677	0.056	0.017254	0.139	0.046759	0.108	17.327	0.014	17.370	0.024	35.87	2.69	0.64
KAL-H_Z10	0.59	9.52	0.44	21.51	1284.528	0.002689	0.049	0.017323	0.531	0.046741	0.531	17.403	0.013	17.439	0.092	34.92	12.74	0.03
KAL-H_Z11	0.79	5.91	0.48	12.29	674.439	0.002846	0.071	0.018419	0.752	0.046962	0.753	18.404	0.019	18.532	0.138	46.21	18.01	0.02
KAL-H_Z12	0.72	1.50	0.46	3.25	193.863	0.002863	0.248	0.018750	2.914	0.047520	2.898	18.516	0.047	18.862	0.545	74.37	68.89	0.11
KAL-H_Z13	0.65	3.12	0.75	4.19	249.521	0.002721	0.198	0.017634	2.247	0.047019	2.222	17.607	0.036	17.750	0.395	49.14	53.07	0.17
KAL-H_Z15	0.63	12.36	0.53	23.35	1378.017	0.002683	0.052	0.017193	0.506	0.046504	0.501	17.359	0.014	17.309	0.087	22.77	12.05	0.13
MV																		
MV_Z1	0.57	11.62	1.75	6.65	411.841	0.002677	0.126	0.017372	1.603	0.047090	1.605	17.324	0.024	17.488	0.278	52.73	38.32	0.02
MV_Z8	0.56	23.80	0.92	25.87	1552.294	0.002688	0.236	0.017357	0.520	0.046852	0.498	17.396	0.042	17.473	0.090	40.63	11.93	0.32
MV_Z9	0.66	5.12	0.37	13.83	782.190	0.002799	0.074	0.018098	0.716	0.046914	0.710	18.107	0.018	18.212	0.129	43.80	16.99	0.12
MV_Z10	0.58	7.33	0.22	33.07	1882.299	0.002698	0.040	0.017439	0.272	0.046903	0.271	17.458	0.012	17.554	0.047	43.20	6.53	0.05
MV_Z11	0.51	14.97	0.50	29.97	1742.858	0.002690	0.047	0.017379	0.288	0.046874	0.284	17.412	0.012	17.495	0.050	41.74	6.83	0.14
MV_Z12	0.57	2.65	0.25	10.52	612.656	0.002799	0.079	0.018386	0.855	0.047668	0.851	18.107	0.017	18.499	0.157	81.76	20.22	0.08
MV_Z13	0.60	8.88	0.36	24.71	1470.035	0.002680	0.044	0.017297	0.459	0.046837	0.459	17.341	0.013	17.413	0.079	39.87	11.00	0.02
MV_Z14	0.53	14.03	0.62	22.57	1307.466	0.002757	0.047	0.017855	0.401	0.046997	0.398	17.839	0.013	17.970	0.071	48.02	9.54	0.09
MV_Z15	0.57	3.92	0.27	14.38	831.334	0.002683	0.061	0.017319	0.626	0.046843	0.625	17.362	0.015	17.435	0.108	40.13	14.98	0.05
GL-1																		
GL-1_Z1	0.61	0.50	0.34	1.49	100.711	0.002793	0.554	0.017017	7.446	0.044201	7.327	18.072	0.100	17.133	1.265	-100.6	180.1	0.25
GL-1_Z2	0.77	1.42	0.39	3.68	214.719	0.003189	0.220	0.021513	2.360	0.048944	2.347	20.611	0.047	21.612	0.505	144.1	55.1	0.10
GL-1_Z3	0.70	1.07	0.39	2.74	167.036	0.003201	0.292	0.021300	3.345	0.048275	3.319	20.692	0.061	21.401	0.708	111.7	78.3	0.13
GL-1_Z6	0.93	1.13	0.26	4.34	241.857	0.002676	0.198	0.016839	2.372	0.045666	2.352	17.305	0.038	16.956	0.399	-21.1	56.9	0.14
GL-1_Z7	1.05	0.52	0.38	1.38	86.309	0.002699	0.645	0.017432	7.761	0.046857	7.665	17.454	0.113	17.548	1.350	40.8	183.3	0.19
GL-1_Z9	0.82	0.47	0.45	1.06	73.288	0.002760	0.763	0.019820	7.844	0.052106	7.801	17.851	0.136	19.928	1.548	289.0	178.3	0.10
GL-1_Z10	0.75	0.88	0.82	1.08	73.787	0.002691	0.789	0.017663	9.716	0.047622	9.119	17.411	0.137	17.778	1.712	79.5	216.5	0.77
GL-1_Z11	0.75	0.30	0.48	0.63	50.961	0.002711	1.283	0.019579	13.587	0.052412	13.456	17.536	0.224	19.689	2.649	302.4	306.8	0.15
GL-1_Z12	0.79	0.15	0.19	0.76	57.745	0.002706	1.102	0.017322	13.483	0.046443	13.304	17.507	0.192	17.438	2.331	19.6	319.5	0.20
GL-1_Z14	0.80	0.44	0.17	2.68	160.059	0.002671	0.328	0.017044	4.041	0.046295	3.970	17.282	0.058	17.160	0.688	11.9	95.5	0.25
GL-1_Z15	0.89	0.42	0.19	2.19	131.376	0.002667	0.403	0.016840	5.118	0.045824	5.040	17.248	0.071	16.957	0.861	-12.7	121.8	0.23
GL-1_Z17	0.93	0.33	0.56	0.59	47.131	0.002726	1.434	0.021462	13.257	0.057131	13.208	17.627	0.252	21.561	2.828	495.6	291.1	0.09
LUC-3																		
LUC-3_Z2	0.68	1.32	0.27	4.86	284.727	0.00267817	0.187	0.0171877	2.195	0.046566	2.148	17.329	0.034	17.304	0.377	26.0	51.5	0.29
LUC-3_Z3	0.67	1.82	0.48	3.76	224.679	0.00268779	0.222	0.0177132	2.458	0.047818	2.427	17.391	0.040	17.828	0.434	89.2	57.5	0.18
LUC-3_Z4	0.86	4.40	0.26	17.07	903.038	0.00267562	0.089	0.017066	0.862	0.046281	0.816	17.307	0.022	17.182	0.147	11.2	19.6	0.54
LUC-3_Z5	0.69	1.95	0.29	6.69	384.699	0.00267489	0.137	0.0169674	1.642	0.046026	1.614	17.308	0.026	17.084	0.278	-2.1	38.9	0.24
LUC-3_Z6	0.73	0.73	0.22	3.29	196.244	0.00269767	0.265	0.0175753	3.107	0.047272	3.065	17.453	0.048	17.691	0.545	61.9	73.0	0.20
LUC-3_Z7	0.74	1.62	0.25	6.35	361.265	0.00268496	0.144	0.0173262	1.647	0.046823	1.616	17.371	0.028	17.442	0.285	39.1	38.7	0.25
LUC-3_Z10	0.73	2.86	0.46	6.26	351.771	0.00280943	0.136	0.0181258	1.600	0.046814	1.506	18.171	0.028	18.240	0.289	38.7	36.0	0.71
LUC-3_Z11	0.66	0.96	0.25	3.90	229.297	0.00298612	0.222	0.018695	2.830	0.045427	2.672	19.309	0.044	18.807	0.527	-33.8	64.8	0.73
GL-2																		
Z1	0.49	2.57	0.26	9.98	634.17	0.002620	0.115	0.016862	1.679	0.046691	1.653	16.958	0.025	16.870	0.019	32.4	39.6	0.3
Z2	0.71	5.73	0.11	52.93	3097.87	0.002620	0.051	0.016864	0.376	0.046702	0.360	16.956	0.014	16.868	0.009	32.9	8.7	0.3
Z3	0.70	1.73	0.10	17.53	1040.98	0.002624	0.109	0.016993	1.162	0.046993	1.131	16.980	0.021	16.892	0.018	47.8	27.0	0.3
Z4	0.63	3.51	0.14	25.45	1531.83	0.002621	0.071	0.016785	0.714	0.046464	0.695	16.963	0.017	16.875	0.012	20.7	16.7	0.3
Z6	0.68	2.43	0.10	24.98	1486.50	0.002618	0.074	0.016726	0.786	0.046361	0.772	16.942	0.017	16.854	0.012	15.3	18.6	0.2
Z7	0.78	1.86	0.13	14.14	827.89	0.002619	0.135	0.016645	1.555	0.046113	1.510	16.950	0.025	16.861	0.023	2.4	36.4	0.4
Z8	0.49	1.42	0.22	6.42	415.04	0.002618	0.178	0.016571	2.634	0.045926	2.593	16.943	0.034	16.855	0.030	-7.4	62.6	0.3
KAL-MG-2																		
Z1	0.40	50.16	0.52	97.29	6144.78	0.002646	0.116	0.017031	0.298	0.046710	0.257	17.121	0.028	17.032	0.020	33.3	6.2	0.5
Z2	0.55	23.43	0.97	24.17	1480.33	0.002643	0.159	0.016999	1.035	0.046668	0.997	17.103	0.031	17.015	0.027	31.2	23.9	0.3
Z3	1.22	90.43	0.32	278.24	14292.55	0.002683	0.062	0.017249	0.134	0.046655	0.113	17.358	0.012	17.270	0.011	30.6	2.8	0.5
Z4	0.72	25.35	0.23	111.07	6444.18	0.002643	0.062	0.017058	0.266	0.046832	0.252	17.107	0.013	17.014	0.011	39.6	6.1	0.3
Z5	0.48	20.18	0.45	44.54	2763.92	0.002638	0.056	0.016933	0.557	0.046583	0.544	17.069	0.019	16.980	0.010	26.9	13.1	0.3
Z6	0.40	37.79	0.64	58.77	3720.49	0.002649	0.087	0.017097	0.407	0.046824	0.389	17.144	0.024	17.056	0.015	39.2	9.3	0.3
Z7	0.46	27.77	0.37	75.43	4682.73	0.002639	0.119	0.016997	0.344	0.046733	0.315	17.078	0.027	16.990	0.020	34.5	7.6	0.4
Z8	0.44	2.81	0.25	11.17	714.00	0.002657	0.149	0.017007	2.105	0.046441	2.058	17.195	0.031	17.107	0.026	19.5	49.4	0.3
Z9	0.57	4.96	0.32	15.45	947.77	0.002638	0.099	0.017010	1.594	0.046779	1.557	17.074	0.022	16.986	0.017	36.9	37.3	0.4

4.1.5.3. Rezultati izotopnih mjerenja cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena (MC-ICP-MS)

Lu–Hf izotopne analize provedene su na odabranim cirkonima prethodno datiranim metodom CA-ID-TIMS, koristeći MC-ICP-MS. Ukupno je analizirano 22 zrna iz pet donjomiocenskih uzoraka vulkanoklastita (Tablica 21). Dobiveni rezultati objavljeni su u Brlek i sur. (2023).

Iz uzorka KNOL-3B napravljeno je devet mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,28238 do 0,28252, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -8,81 do -10,37.

Iz uzorka GL-1 napravljena su tri mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,28275 do 0,28280, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -0,2 do 1.

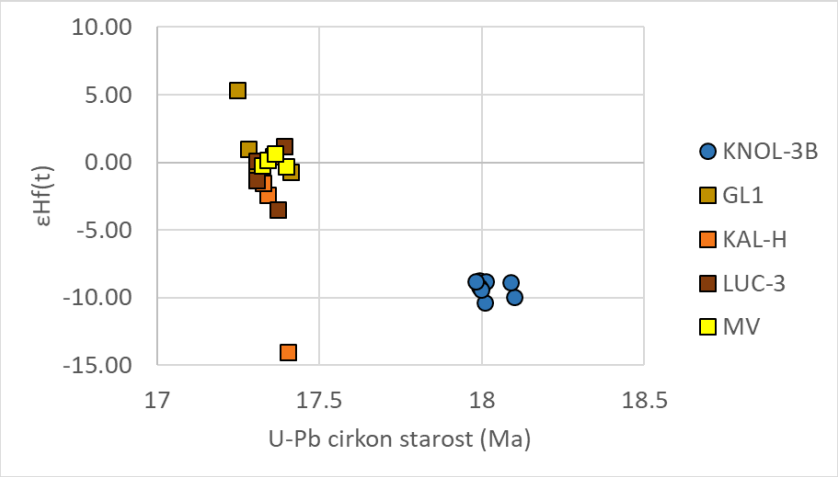
Iz uzorka KAL-H napravljena su tri mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,28271 do 0,28279, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -2,4 do 0,4.

Iz uzorka LUC-3 napravljena su četiri mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,28268 do 0,28281, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -3,5 do 1,2.

Iz uzorka MV napravljena su tri mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,28277 do 0,28279, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -0,3 do 0,6.

Tablica 21. Rezultati Lu–Hf izotopske analize cirkona iz donjomiocenskih vulkanoklastita. Prikazane su CA-ID-TIMS U–Pb starosti, izmjereni i izračunati $^{176}Hf/^{177}Hf$ omjeri, te εHf(t) vrijednosti s pripadajućim nesigurnostima (±2σ), izračunate prema CHUR modelu.

Uzorak	Starost (milijuna godina	Oznaka cirkona	$^{176}Hf/^{177}Hf_m$	$^{176}Lu/^{177}Hf$	$^{176}Hf/^{177}Hf_t$	εHf(t)	±2σ
KNOL3B	18.1075	Z2	0.2824810	0.001968490	0.282480337	**-10.37**	0.25
	18.0924	Z3	0.2825150	0.001590750	0.282514464	**-9.17**	0.32
	18.1908	Z5	0.2824930	0.001812950	0.28249239	**-9.95**	0.25
	18.0765	Z6	0.2825270	0.001650340	0.282526444	**-8.74**	0.21
	18.1036	Z7	0.2825250	0.001601860	0.282524461	**-8.81**	0.21
	18.1844	Z8	0.2825230	0.001814970	0.282522389	**-8.89**	0.60
	18.0855	Z9	0.2825140	0.001912940	0.282513356	**-9.21**	0.32
	18.0901	Z11	0.2825090	0.001527120	0.282508486	**-9.38**	0.28
	18.0754	Z14	0.2825250	0.001635190	0.28252445	**-8.81**	0.14
GL1	17.305	Z6	0.28277	0.00282	0.28277	**-0.2**	1.4
	17.411	Z10	0.28275	0.00256	0.28275	**-0.7**	2.1
	17.282	Z14	0.28280	0.00243	0.28280	**1.0**	3.5
	17.248	Z15	0.28292	0.00271	0.28293	**5.4**	4.2
KAL-H	17.339	Z6	0.28271	0.00219	0.28271	**-2.4**	0.7
	17.327	Z7	0.28273	0.00173	0.28273	**-1.5**	4.1
	17.403	Z10	0.28238	0.00416	0.28238		
	17.359	Z15	0.28279	0.00162	0.28279	**0.4**	0.4
LUC-3	17.391	Z3	0.28281	0.00189	0.28281	**1.2**	2.4
	17.307	Z4	0.28278	0.00299	0.28278	**0.1**	1.9
	17.308	Z5	0.28273	0.00163	0.28274	**-1.4**	1.8
	17.371	Z7	0.28267	0.00169	0.28268	**-3.5**	2.3
MV	17.324	Z1	0.28277	0.00166	0.28277	**-0.2**	0.4
	17.396	Z8	0.28276	0.00189	0.28277	**-0.3**	0.4
	17.341	Z13	0.28278	0.00172	0.28278	**0.2**	0.6
	17.362	Z15	0.28279	0.00162	0.28279	**0.6**	0.9



Slika 58. Dijagram odnosa εHf(t) i $^{206}Pb/^{238}U$ starosti cirkona za uzorke KNOL 3B, GL-1, KAL-H, LUC-3 i MV.

4.1.5.4. Geokemijski sastav cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena (LA-MC-ICP-MS)

Na mineralu cirkonu provedene su analize elementnog sastava metodom LA-MC-ICP-MS s ciljem usporedbe između odabranih uzoraka. Analizirani su cirkoni iz ignimbrita s Kalnika (uzorci KNOL 3B, KNOL 11 i KAL-MG-2) te iz vulkanoklastita Sinjskog bazena (uzorak GL-2). Geokemijski podatci za uzorak KNOL 11 prikazani su u Tablici 22., s naglaskom na elemente ključne za interpretaciju. Za uzorak GL-2 izdvojeni su najvažniji rezultati (Tablica 21), dok su svi ostali podatci dostupni u Prilogu 4. Potpuni rezultati za uzorke KNOL 3B i KAL-MG-2 također su prikazani u Prilogu 4.

Tablica 22. Geokemijski podatci za odabrane elemente iz pojedinačnih cirkona iz uzorka KNOL-11.

	KNOL-11																
ppm	Y89	Zr91	Nb93	Nd146	Sm147	Eu153	Gd157	Tb159	Dy163	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Hf178	Th232	U238
11M2-1C	929.6	523245.4	2.15	1.2	2.1	0.3	16.6	5.5	74.5	30.8	144.4	31.2	301.9	61.6	11140.2	130.2	289.3
11M2-1R	608.3	494855.7	2.13	1.0	1.3	0.4	9.5	3.6	48.3	18.2	102.4	22.2	194.4	42.1	11082.1	81.3	186.9
11M2-2C	708.1	504703.1	1.74	0.6	1.8	0.6	11.4	4.2	59.6	23.9	117.2	25.0	235.8	49.0	11958.7	82.1	206.3
11M2-2R	1025.0	507990.0	2.08	2.4	2.6	1.1	19.6	6.5	90.0	33.8	160.4	32.5	303.2	62.7	10620.4	127.2	244.6
11M2-3C	2368.9	494256.6	1.64	0.7	3.0	0.2	25.6	13.1	193.9	75.5	384.0	83.3	765.3	144.8	12745.9	72.2	486.9
11M2-3R	1381.3	480290.3	4.67	1.5	3.1	1.0	24.7	8.3	120.6	47.9	240.7	51.4	485.8	100.0	10131.6	208.8	533.9
11M2-4C	843.5	473830.4	3.50	0.0	1.3	0.2	9.8	4.2	61.3	25.9	137.9	29.4	281.3	57.8	12254.9	89.2	376.8
11M2-4R	1066.6	452406.6	4.01	0.6	1.9	0.5	16.5	6.4	85.4	34.6	186.4	38.1	333.2	71.8	11052.9	147.1	399.4
11M2-5C	2293.4	498036.8	5.27	2.7	4.4	1.0	36.7	13.6	180.9	74.3	360.9	76.1	683.9	136.5	10595.6	415.9	894.1
11M2-5R	2794.9	479296.8	18.35	1.7	3.5	0.5	38.8	16.4	238.2	94.5	461.1	97.2	868.7	165.9	14910.9	569.5	2098.5
11M2-6C	813.3	504590.9	1.68	0.6	1.8	0.8	14.4	5.3	67.8	27.1	137.2	28.3	256.6	52.3	10384.8	101.1	218.3
11M2-6R	1693.1	473303.4	2.96	3.9	5.5	1.1	33.0	11.1	138.2	52.9	259.2	52.9	491.2	104.3	8789.4	310.5	587.1
11M2-7C	2874.3	488183.2	2.86	13.4	20.3	5.8	95.5	27.1	310.8	100.5	443.7	82.9	732.5	138.8	8874.5	436.5	484.6
11M2-7R	2381.5	487674.7	3.91	10.1	14.6	3.7	64.9	21.6	240.2	85.8	383.6	68.2	630.8	113.5	9046.8	382.1	449.2
11M2-8C	2326.3	499691.2	3.64	2.7	7.6	1.1	41.9	16.4	217.9	80.5	367.8	75.7	651.7	126.5	12084.3	382.2	736.9
11M2-8R	1463.0	402021.5	2.76	4.1	7.3	1.1	41.9	11.7	143.4	52.9	234.9	43.7	387.7	76.5	9591.2	237.4	374.4
11M2-9C	2031.5	491165.0	3.05	1.7	8.7	1.4	41.8	15.2	184.6	68.9	321.2	64.3	558.3	110.8	11882.9	330.5	608.5
11M2-10C	1301.5	486815.3	2.10	1.6	5.7	0.8	28.0	9.8	122.5	43.3	205.1	39.6	351.6	71.1	11674.4	180.0	280.6
11M2-10R	1255.3	494315.9	3.28	1.8	2.4	0.8	18.9	7.4	108.5	40.7	201.1	44.0	405.8	83.8	11081.7	183.0	368.9
11M2-11C	2334.9	357183.7	3.90	9.0	12.9	2.9	65.7	19.9	228.2	80.4	361.2	69.0	567.3	109.1	7055.4	443.2	662.3
11M2-11R	3356.5	469507.6	4.56	11.3	17.6	2.9	75.4	26.2	309.9	114.2	504.0	91.9	785.6	144.3	9626.9	628.4	850.9
11M2-12C	1079.3	501184.8	5.85	0.4	2.4	0.5	16.7	5.8	84.3	35.5	182.6	41.5	412.5	83.2	11596.4	171.8	478.8
11M2-12R	1521.0	492934.5	8.72	1.6	3.9	0.5	25.3	9.6	131.2	51.6	264.2	52.1	464.9	91.2	12945.5	382.5	903.0
11M2-13C	1586.2	484715.8	3.42	2.4	4.7	1.5	27.3	10.4	130.0	49.8	257.7	54.2	517.4	109.8	9349.9	344.4	593.5
11M2-13R	1458.5	477500.6	7.66	0.4	3.4	0.8	26.6	9.8	129.7	46.8	234.5	47.9	425.2	86.1	10712.2	331.2	598.0
11M2-14R	1093.0	482922.9	6.72	0.8	2.0	0.2	19.2	6.5	89.5	37.2	169.2	36.8	336.6	65.9	13929.1	237.2	755.5
11M2-15R	1995.9	450312.2	3.26	4.0	8.2	1.0	40.8	13.8	177.3	65.6	305.2	63.7	551.0	105.4	10017.2	339.9	600.1
11M1-1C	887.0	461285.5	1.03	5.0	5.4	1.3	20.8	7.2	79.7	28.7	139.8	28.2	268.1	54.7	8868.2	127.1	196.0
11M1-1R	1660.4	465285.0	5.64	3.2	5.3	1.6	28.3	10.0	143.2	52.9	257.8	55.9	518.7	103.9	8892.3	261.4	491.2
11M1-2C	1489.0	465526.6	3.87	0.8	4.2	1.0	26.9	9.2	130.8	51.5	262.2	51.5	450.5	93.2	11453.6	239.0	655.9
11M1-2R	950.4	433438.2	6.50	1.4	1.2	0.4	12.0	4.8	75.8	31.3	165.7	35.8	335.5	69.6	10314.2	186.8	517.5
11M1-5C	810.9	469371.3	1.98	1.5	2.8	0.7	14.9	5.7	67.5	26.7	135.6	26.6	232.8	48.5	8880.1	84.9	164.4
11M1-6C	1124.7	437565.2	4.36	2.1	4.0	0.7	22.8	7.1	90.0	36.2	185.8	39.0	372.1	73.8	8287.7	154.2	307.8
11M1-6R	1035.7	463066.5	4.17	1.5	2.3	0.3	14.6	6.7	82.4	35.0	182.4	38.8	356.6	67.8	9398.8	207.7	413.2
11M1-7C	5003.5	439447.1	36.10	1.0	9.3	0.6	76.2	31.5	417.4	170.1	827.4	158.4	1444.9	265.6	14405.3	1609.9	4574.5
11M1-8C	1165.0	460315.9	0.83	2.5	5.3	1.1	28.9	10.0	110.6	41.5	189.7	38.9	335.3	63.7	9414.9	139.1	229.5
11M1-8R	1657.2	428339.3	15.08	0.6	2.7	0.3	19.4	9.2	128.4	53.7	283.4	60.4	548.6	111.7	11061.0	285.6	1034.8
11M1-9R	2392.9	454835.5	5.00	4.1	8.1	1.3	53.2	18.1	237.7	85.3	396.3	76.5	676.9	126.3	10280.6	439.2	789.6
11M1-10C	1639.4	471886.7	2.94	1.5	5.9	1.2	30.5	11.1	144.8	56.6	276.2	54.6	486.5	96.1	9859.1	269.9	543.5
11M1-11C	2371.2	464031.6	9.08	1.4	6.2	0.6	34.9	14.4	204.4	80.5	406.4	79.9	754.4	139.5	11435.7	501.8	1188.2
11M1-11R	1590.8	476817.6	8.46	1.8	3.3	0.7	26.0	9.6	135.6	56.5	284.4	53.4	493.6	95.5	10237.3	404.3	845.2
11M1-12C	1218.9	472743.9	5.70	0.0	1.9	0.5	18.3	7.0	100.1	39.9	213.0	43.7	387.1	72.6	10879.7	220.5	740.9
11M1-12R	1572.0	389305.6	12.31	1.3	2.6	0.5	20.5	9.6	126.8	53.8	265.4	55.3	493.4	96.8	10890.1	313.1	1347.6
11M1-13R	2794.0	444726.2	23.90	0.3	2.8	0.3	31.0	16.0	230.6	96.5	500.4	105.7	943.9	183.7	12228.1	308.1	1629.4

Tablica 23.Geokemijski podatci za odabrane elemente iz pojedinačnih cirkona iz uzorka GL-2.

	GL-2																
ppm	Y89	Zr91	Nb93	Nd146	Sm147	Eu153	Gd157	Tb159	Dy163	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Hf178	Th232	U238
GL-2_1	1175.99	604640.54	1.02	2.83	5.65	1.25	31.13	10.21	117.94	41.74	183.10	36.98	341.53	56.81	7877.26	105.86	153.49
GL-2_2	1923.81	589167.69	10.66	3.48	8.30	1.08	48.25	16.25	193.59	71.07	316.02	65.33	615.09	99.15	8628.12	1112.60	1275.01
GL-2_3	2016.51	601336.61	9.94	2.62	7.35	1.06	46.82	15.39	188.54	70.37	314.14	65.74	597.48	97.67	9131.18	941.67	1229.83
GL-2_4	2480.30	589393.24	3.65	6.06	14.71	2.25	67.83	22.18	255.31	90.77	391.25	78.65	726.00	111.95	7959.11	463.86	565.17
GL-2_5	3690.58	583929.70	4.33	10.79	23.00	3.75	110.76	33.25	390.61	136.56	581.87	115.98	1055.24	167.74	7776.79	619.43	741.85
GL-2_6	2309.59	593602.47	9.22	320.91	75.72	5.80	107.66	26.13	263.47	85.75	355.28	77.19	688.25	104.14	8783.02	862.58	1073.83
GL-2_7	812.11	580800.56	0.88	0.98	2.17	0.40	14.45	5.37	67.45	27.87	131.33	28.75	277.68	49.14	8606.38	45.64	112.78
GL-2_9	888.72	562876.46	3.95	0.55	1.94	0.23	13.75	5.59	75.56	30.67	153.71	33.27	308.01	58.52	10779.81	126.55	410.67
GL-2_10	1814.40	583307.74	5.68	2.53	6.23	1.11	35.33	13.53	170.79	64.88	308.00	63.85	576.36	99.04	8121.73	426.74	577.38
GL-2_11	2523.43	611791.82	8.62	19.78	11.97	1.42	59.23	19.72	249.50	90.43	402.53	82.07	704.91	117.92	9322.38	963.43	1100.13
GL-2_12	1652.04	596115.13	4.92	1.59	4.24	0.59	31.06	11.18	149.31	57.05	268.06	55.48	491.97	85.69	9967.76	505.99	713.35
GL-2_13	1542.01	608421.92	4.56	2.05	4.90	0.90	25.90	9.66	129.22	52.95	256.84	56.70	551.11	93.57	7864.48	175.65	372.71
GL-2_14	1948.75	577762.35	5.36	2.29	5.58	0.98	35.01	13.12	165.08	65.96	317.39	67.76	616.62	103.54	7799.27	280.78	477.00
GL-2_15	1164.53	602693.19	3.35	2.00	4.04	0.76	25.24	8.62	105.21	40.47	188.66	41.09	365.15	63.74	8372.40	262.38	392.27
GL-2_16	835.11	622074.17	2.89	1.21	2.64	0.57	13.75	5.04	67.06	27.09	139.27	33.33	337.79	60.26	9106.01	152.89	340.49
GL-2_17	1329.20	597577.20	2.10	2.44	5.15	1.32	27.78	9.70	121.31	46.58	215.53	44.37	424.70	71.24	7175.86	135.75	229.31
GL-2_18	3250.16	585642.53	12.11	35.47	20.67	2.38	86.36	28.88	322.44	119.37	502.99	102.89	980.09	145.97	8178.88	1168.54	1430.16
GL-2_19	1515.68	608223.02	3.27	1.60	4.26	1.04	27.29	9.71	132.69	52.75	255.30	53.89	519.39	85.78	7418.73	181.99	337.89
GL-2_20	2822.82	615616.95	4.24	105.88	33.43	2.86	84.26	24.72	283.01	102.95	458.40	91.76	790.74	134.85	9551.99	465.49	807.93
GL-2_21	3039.06	593183.91	11.04	6.85	16.32	2.05	85.44	27.71	324.51	113.38	489.34	96.97	930.23	140.29	8172.14	1051.03	1401.75
GL-2_22	2074.54	589120.48	2.13	6.01	12.00	2.19	58.30	19.58	215.92	78.39	331.90	70.69	626.43	99.10	7756.28	265.33	438.15
GL-2_23	654.70	619870.12	1.20	0.96	2.33	0.46	13.27	4.68	58.74	22.87	107.36	23.47	227.73	39.83	8216.67	59.30	136.59
GL-2_24	1141.24	614773.23	1.02	2.95	6.59	1.26	30.93	10.13	113.91	39.51	173.13	35.40	346.68	54.41	8012.57	92.20	228.48
GL-2_25	925.98	619645.96	1.37	2.18	5.24	1.01	24.75	7.86	95.68	32.20	153.74	31.79	307.81	49.48	7940.66	98.33	181.65
GL-2_26	3789.61	611701.41	4.92	13.59	24.09	3.79	114.67	36.33	409.51	141.95	604.45	120.24	1126.60	171.85	8222.12	593.12	931.67
GL-2_27	576.68	606018.43	0.84	0.87	2.11	0.54	12.93	4.48	53.27	19.81	91.42	18.71	183.44	30.83	8245.46	38.50	74.45
GL-2_28	2703.22	570378.86	13.79	4.24	10.40	1.39	62.79	21.67	266.06	96.03	432.36	85.95	769.52	130.84	9078.64	1321.89	1514.98
GL-2_29	1475.52	601069.98	0.82	4.59	8.00	1.89	43.21	13.33	154.20	53.47	228.68	45.44	420.87	68.20	7153.97	117.46	146.57
GL-2_30	849.87	581703.43	1.38	1.22	2.88	0.48	16.84	6.00	77.15	30.09	143.51	30.23	299.44	51.19	7987.17	81.58	181.05
GL-2_31	1544.71	610560.98	4.05	2.41	5.67	1.07	34.84	12.20	149.88	55.68	249.77	50.97	485.26	79.72	8666.25	351.89	505.06
GL-2_32	1945.62	601353.08	4.98	5.57	7.04	1.09	40.28	14.22	177.74	67.35	314.46	64.52	611.80	105.52	8925.18	310.00	601.86
GL-2_33	5367.67	593189.19	13.91	16.17	32.09	4.11	156.33	49.64	544.20	190.03	821.13	161.71	1411.13	235.26	8118.07	2303.01	2187.47
GL-2_34	1183.80	617619.65	2.59	1.82	3.63	0.92	21.88	7.65	99.38	40.15	196.81	42.54	405.89	70.18	7547.65	117.98	249.22
GL-2_35	932.73	597403.62	2.73	1.63	3.38	0.53	18.92	6.89	87.20	34.05	157.79	34.40	330.88	56.60	9319.86	109.08	289.34
GL-2_36	817.58	604374.49	1.01	1.66	3.66	0.77	17.42	5.96	71.87	27.33	132.46	28.56	295.25	49.30	7930.50	60.84	127.40
GL-2_37	447.69	590304.98	0.68	0.66	1.50	0.41	9.48	3.48	41.74	15.92	73.73	15.90	158.60	27.72	7292.68	27.58	62.39
GL-2_38	2549.40	602305.20	12.53	5.44	13.81	1.87	69.50	23.00	255.26	92.92	405.22	78.03	711.09	119.39	8149.82	1080.11	1146.95
GL-2_39	836.55	623686.30	2.15	0.61	2.30	0.30	13.47	5.80	70.57	28.95	133.35	30.42	289.22	47.40	10136.31	89.97	336.51
GL-2_40	2014.63	605816.31	7.71	3.46	8.47	1.29	50.78	16.89	196.68	70.80	313.49	62.79	586.55	92.36	8824.94	1097.17	1140.05

Iz uzorka KNOL 3B analizirano je 33 cirkona, od kojih je na njih 28 napravljeno po dvije analize jedna na jezgri te druga na rubu cirkona, kako bi se utvrdilo da li postoje značajne geokemijske razlike. Nisu primijećene značajne geokemijske razlike između vrijednosti izmjerenih u jezgri i na rubu cirkona, osim za vrijednosti Nb i U (Slike 59 i 60). Vrijednosti Hf se kreću od 7609 do 13327 ppm s prosjekom od 10279 ± 513 ppm kod vrijednosti izmjerenih jezgri, a kod izmjerenih rubova od 9431 do 13511, s prosjekom od 10929 ± 590 ppm. Za vrijednosti Y kod jezgri se vrijednosti kreću od 336 do 2407 s prosjekom 1308,5 ± 81, a kod rubova od 418 do 3724 ppm s prosjekom od 1653 ± 87 ppm. Primijećeno je na vrijednostima Nb da postoje značajnije razlike između vrijednosti jezgri i ruba, gdje je udio Nb na nekim rubovima značajnije viši nego u jezgri. Vrijednosti Nb na jezgrama cirkona su od 0,8 do 8,76 ppm, a na rubovima od 2,13 do 25,66 ppm.

Na uzorku KNOL-11 analizirano je 24 cirkona, od kojih je na njih 18 napravljeno po dvije analize na jezgri i na rubu minerala. Na ostalih šest cirkona napravljena je po jedna analiza na jezgri ili rubu.

Na većini mjerenih cirkona nisu primijećene razlike između jezgre i ruba, osim kod nekih mjerenih rubova kod kojih se vide povišene vrijednosti Nb i U i jednog cirkona na kojem su primijećene značajno veće vrijednosti Nb i U mjerene na jezgri (Slike 59 i 60).

Vrijednosti Hf se kreću od 8275 do 14405 ppm s prosjekom od 10686 ± 485 ppm kod vrijednosti izmjerenih jezgri, a kod izmjerenih rubova od 8892 do 14911, s prosjekom od 10766 ± 506 ppm. Za vrijednosti Y kod jezgri se vrijednosti kreću od 811 do 5003 s prosjekom od 1691 ± 100, a kod rubova od 608 do 3357 ppm s prosjekom od 1670 ± 97 ppm. Primijećeno je na vrijednostima Nb da postoje značajnije razlike između vrijednosti jezgri i ruba, gdje je udio Nb na nekim rubovima značajnije viši nego u jezgri. Vrijednosti Nb na jezgrama cirkona su od 0.83 do 9.08 ppm s jednom jezgrom čije vrijednosti značajno odstupaju i iznose 36,10 ppm. Na rubovima se vrijednosti kreću od 2,08 do 23,90 ppm.

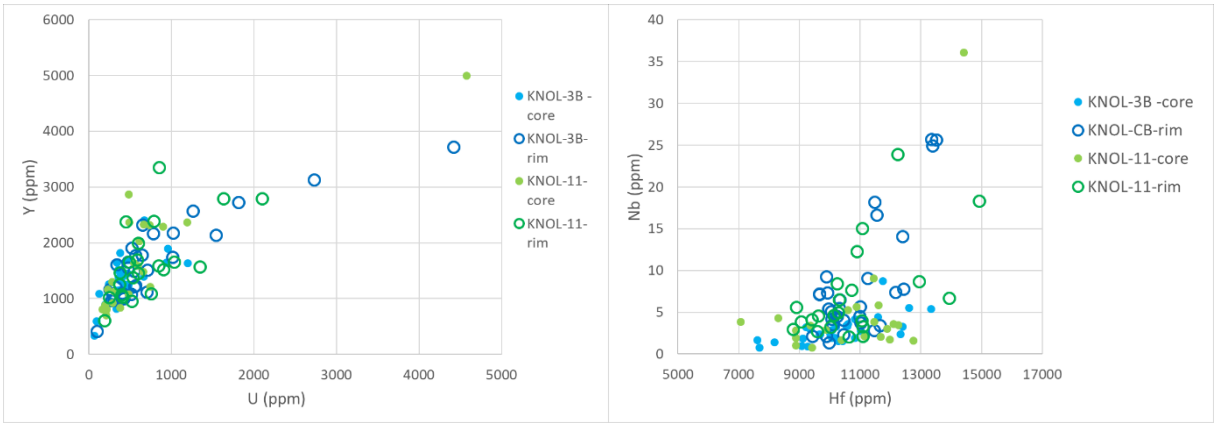
Kod ova dva uzorka iz KNOL ignimbrita primijećeno je da su vrijednosti Ti u mjerenim cirkonima jako niske, s velikim brojem cirkona koji imaju iznose 0 odnosno ispod detekcije (0/50 mjerenja), a na cirkonima na kojima je izmjeren Ti, vrijednosti se kreću između 2 i 11,4 ppm.

Temperature kristalizacije cirkona za uzorke KNOL 3B i KNOL 11 procijenjene su prema Ti-in-zircon termometru (Watson i sur., 2006), te su izračunate i vrijednosti uz korekciju prema Schiller i Finger (2019.) za granitoidne stijene koje sadrže ilmenit bez rutila i imaju kvarc (aktivitet TiO_2=0,5 i SiO_2=1).

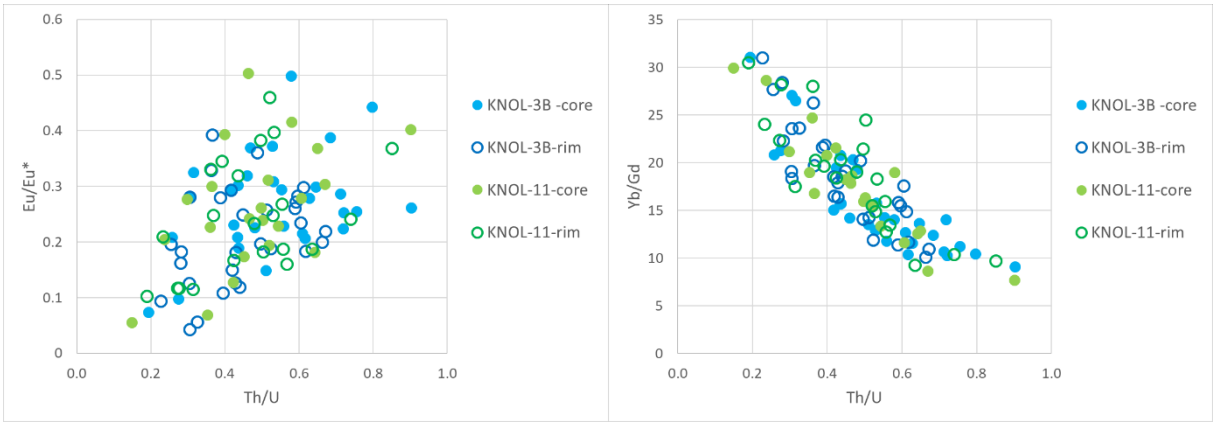
Dobivene temperature su sljedeće:

- KNOL 3B:
    - prosječna temperatura 700°C, minimalna 626°C, maksimalna 776°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 760°C, minimalna 677°C, maksimalna 846°C (Schiller i Finger., 2019)**
- KNOL 11:
    - prosječna temperatura 679°C, minimalna 617°C, maksimalna 753°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 736°C, minimalna 667°C, maksimalna 819°C (Schiller i Finger., 2019)**

Ove temperature predstavljaju procijenjene uvjete kristalizacije cirkona, uz pretpostavku da je sadržaj titanija u ravnoteži s ilmenitom u trenutku formiranja cirkona.



Slika 59. Odnos elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu odvojenih vrijednosti mjerenih na rubu (neispunjeni kružići) i na jezgri (ispunjeni kružići) cirkona za uzorke KNOL-3B i KNOL-11.



Slika 60. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu odvojenih vrijednosti mjerenih na rubu (neispunjeni kružići) i na jezgri (ispunjeni kružići) cirkona za uzorke KNOL 3B i KNOL 11.

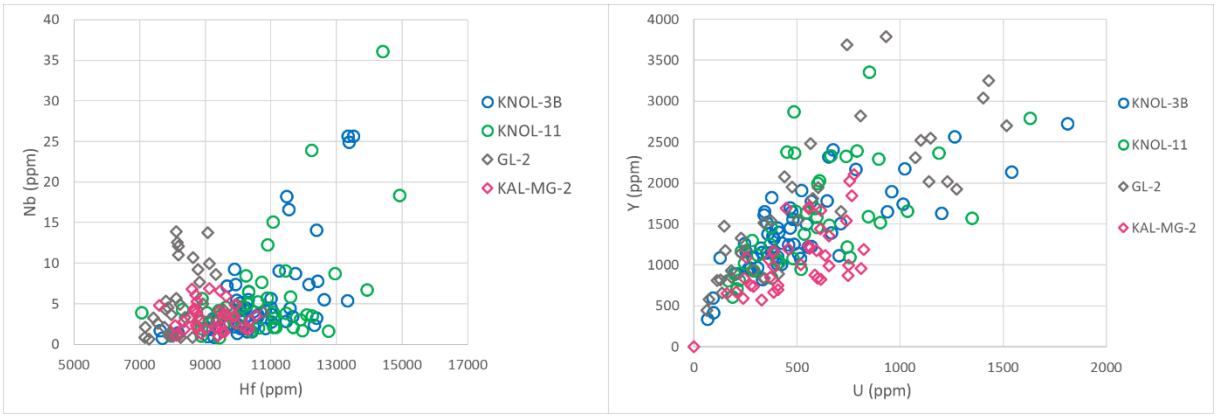
Na cirkonima iz uzoraka KAL-MG-2 i GL-2 napravljena je po jedna točkasta analiza.

Iz uzorka KAL-MG-2 analizirano je 39 cirkona između kojih nisu primijećene značajne razlike u vrijednostima. Vrijednosti Hf se kreću se od 7600 do 10540 ppm s prosjekom od 9201 ± 418 ppm-a, vrijednosti Y se kreću od 751 do 2105 s prosjekom 1117 ± 72 ppm-a. Za vrijednosti Nb su primijećene najveće razlike između cirkona od 1,34 do 6,58 ppm-a. Osim samih vrijednosti primijećen je pozitivni trend za U i Y, te negativni trend kod Yb/Gd i Th/U omjera (Slike 61 i 62).

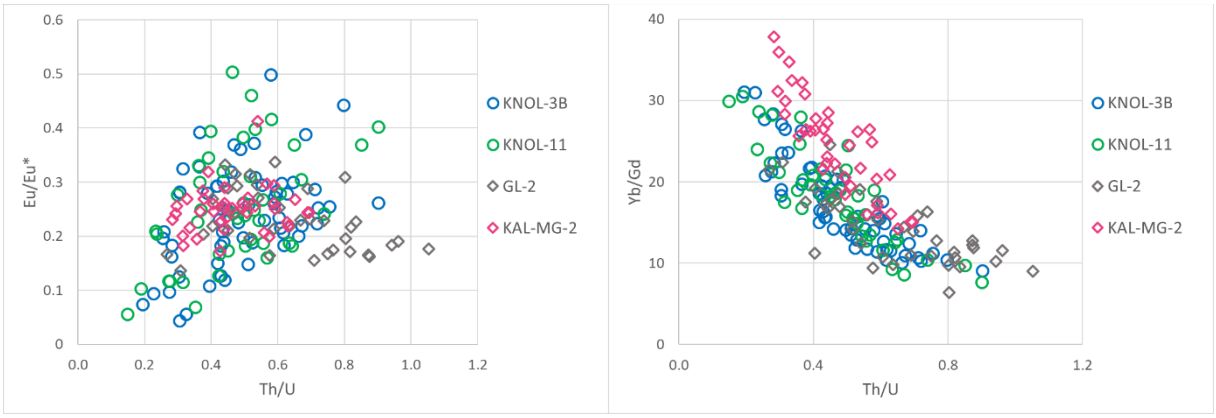
Iz uzorka GL-2 analizirano je 39 cirkona. Vrijednosti Hf kreću se od 7153 do 10779 ppm s prosjekom od 8413 ± 430 ppm, vrijednosti Y se kreću od 577 do 3789 s prosjekom 1809 ± 118 ppm. Za vrijednosti Nb su primijećene najveće razlike između cirkona od 0,84 do 13,91 ppm-a. Isto kao i kod ostalih uzoraka primijećena je pozitivna korelacija za U i Y, te negativna korelacija kod Yb/Gd i Th/U omjera (Slika 61 i 62).

Uspoređujući vrijednosti normalizirane na hondrit za uzorke KAL-MG-2 i GL-2 mogu se primijetiti više vrijednosti za uzorak GL-2, osim za elemente Yb i Lu koji imaju sličnije

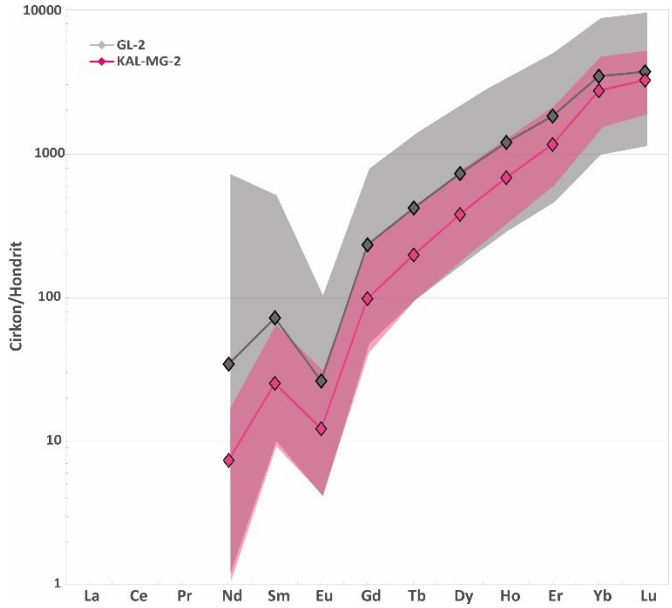
prosječne vrijednosti. Kod uzorka GL-2 vidljivi su veći rasponi mjerenja na cirkonima, u odnosu na uzorak KAL-MG-2 (Slika 63).



Slika 61. Odnos elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu za uzorke KAL-MG-2 i GL, te objedinjena mjerenja na rubu i jezgri za uzorke KNOL-3B i KNOL-11.



Slika 62. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu odvojenih vrijednosti mjerenih cirkonima za uzorke KAL-MG-2, GL-2 i sva mjerenja i rub i jezgra cirkona za uzorke KNOL-3B i KNOL-11.



Slika 63. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja na cirkonima iz uzorka KAL-MG-2 i GL-2, sjenčanja polja pokazuju sve raspone mjerenja. Prikazane vrijednosti su normalizirane za vrijednosti hondrita

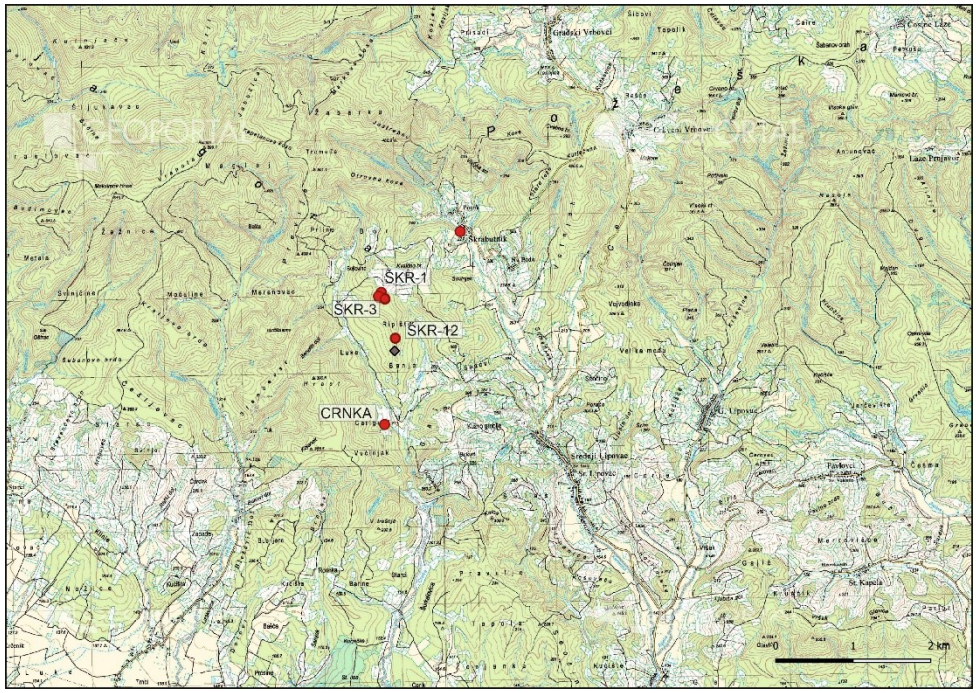
prema McDonough i Sun (1995).

4.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA VULKANOKLASTIČNIH NASLAGA SREDNJEG MIOCENA

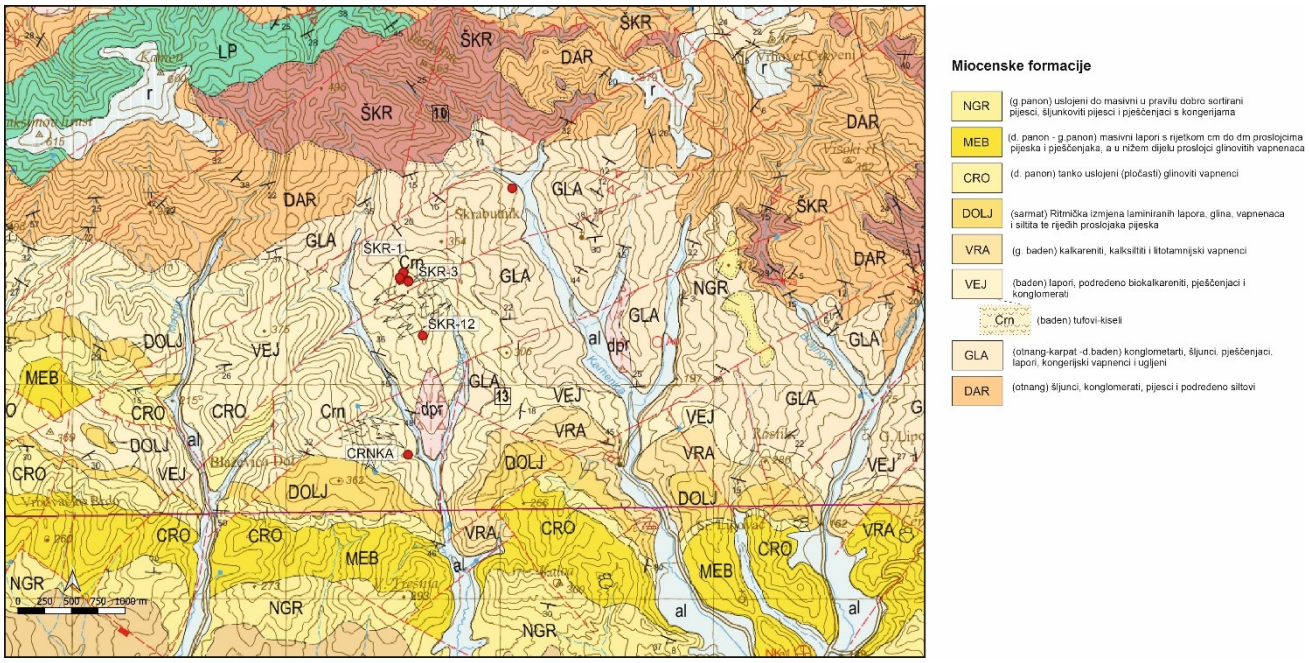
4.2.1 Rezultati terenskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

4.2.1.1. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Požeške gora

Terenska istraživanja provedena su u travnju 2021. godine, tijekom kojih su dokumentirane i preliminarno determinirane četiri lokacije, od kojih tri sadrže vulkanoklastične naslage (Slika 64). Na karti je također označen lokalitet ŠKR 12, koji je prethodno istražen i za koji su dostupni podatci o U-Pb starosti cirkona te geokemijski podatci dobiveni analizom vulkanskog stakla (Brlek i sur., 2020). Poseban naglasak stavljen je na detaljno uzorkovanje vulkanoklastičnih naslaga s lokaliteta Škrabutnik 3/21, gdje je zabilježen karakterističan litostratigrafski slijed koji uključuje podinske lapore, glavni vulkanoklastični sloj te završnu krovinu s kalkarenitom. Tijekom istraživanja izvršena je i prospekcija šire okolice s ciljem identifikacije potencijalnih novih lokaliteta i boljeg razumijevanja lateralnog kontinuiteta slojeva, osobito podinskih naslaga i vulkanoklastičnog horizonta. Unatoč provedenim pokušajima, zbog ograničene izloženosti terena i diskontinuiranosti profila, nije bilo moguće uspostaviti jasne korelacije niti potvrditi lateralno rasprostranjivanje analiziranih naslaga. Uzorci prikupljeni tijekom istraživanja pripadaju članu Crnka (Halamić i sur., 2019), koji se temelji na litološkim obilježjima zabilježenima na lokalitetu ŠKR 12 (Brlek i sur., 2020; Slika 65). Član Crnka dio je formacije Vejalnica, koja se sastoji pretežito od neuslojenih lapora s rijetkim proslojcima pijeska, biokalkarenita te lećama tufova i kaotičnih krupnozrnatih naslaga. Taložni okoliš interpretira se kao marinski, s obilježjima prijelazne zone (Halamić i sur., 2019).



Slika 64. Isječak topografska karta 1:25 000 s označenim terenskim točkama. Oznaka ŠKR-3 se odnosi na stup Škrabutnik.



Slika 65. Isječak osnovne geološke karta Republike Hrvatske 1:50 000 list Požeška gora s označenim terenskim točkama (Halamić i sur., 2019). Oznaka ŠKR-3 se odnosi na stup Škrabutnik 3 s lokaliteta SKR 3/21.

Lokalitet SKR 3/21 pokazao se kao najperspektivniji lokalitet za snimanje, definiranje i uzorkovanje vulkanoklastične sukcesije na istraživanom području Požeške gore (slika 66).

Slika 66. Panoramska fotografija istraživanih vulkanoklastičnih naslaga na lokalitetu ŠKR 3.

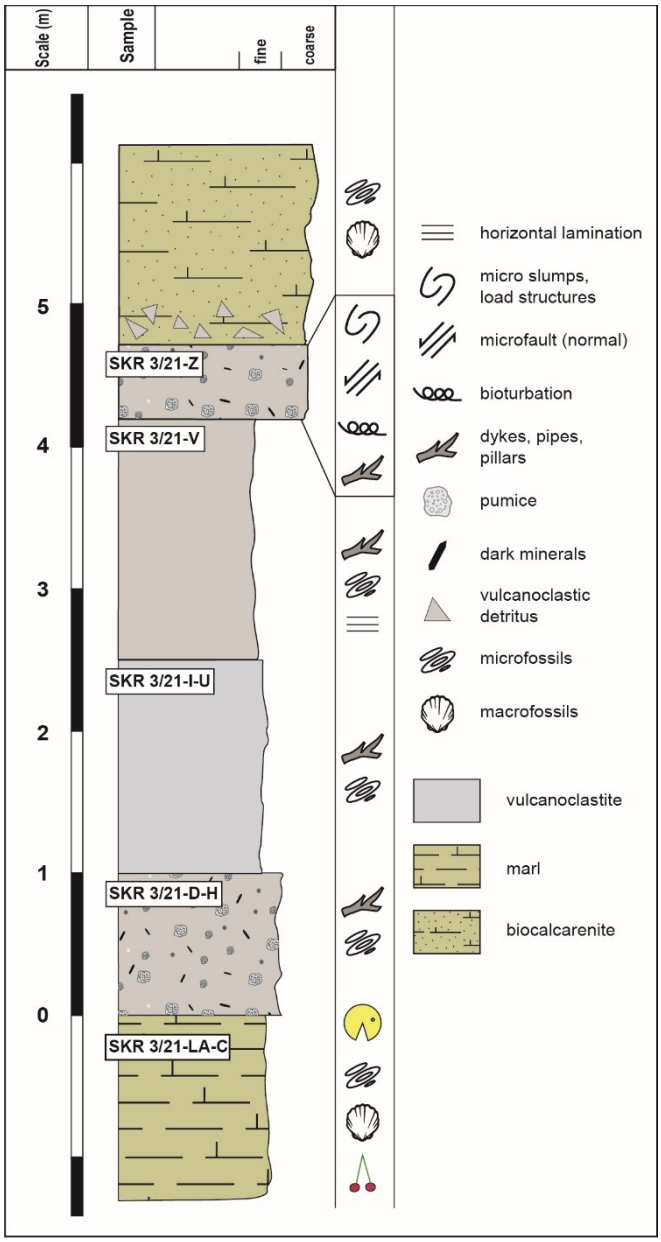
Kontakt između vulkanoklastičnog slijeda i podinskih naslaga je normalan, dok se na kontaktu s krovinskim naslagama uočavaju zone miješanja vulkanoklastita i krovinskih kalkarenita te mogući tragovi bioturbacije. Podinu čine lapori s vidljivim makrofosilima mekušaca, koji jasno pokazuju slojevitost. Na kontaktu lapora i vulkanoklastita određen je položaj sloja koji je poslužio za izračun prave debljine pojedinih dijelova vulkanoklastične sukcesije (ps: 210/30). Ukupna debljina sukcesije iznosi 4,75 m, a podijeljena je u četiri dijela na temelju veličine plovućaca, vidljivosti minerala i teksturalnih značajki. Detaljniji prikaz prikazan je na stupu s označenim nazivima uzoraka (Slika 67).

Vulkanoklastična sukcesija započinje s masivnim srednjezrnatim vulkanoklastitima s jasno vidljivim tamnim mineralima i plovućcima (SKR 3/21-D-H) (slika 68). Slijede sitnozrnati vulkanoklastiti (SKR 3/21-I-U) s planarnom laminacijom, koja u gornjim dijelovima prelazi u masivni sitnozrnati horizont. U ovom dijelu zabilježene su brojne strukture deformacije nekonsolidiranog sedimenata (soft-sediment deformation, SSD), uključujući zone miješanja, savijanja laminacija te tanke dajkove ispunjene krupnozrnatim vulkanoklastičnim materijalom (Slika 69). Ove dajkovite strukture interpretiraju se kao injekcijske strukture nastale preraspodjelom još nekonsolidiranog materijala pod utjecajem tekućinskog tlaka i kompakcije. Pojedini dijelovi pri vrhu sloja pokazuju izraženiju alteraciju.

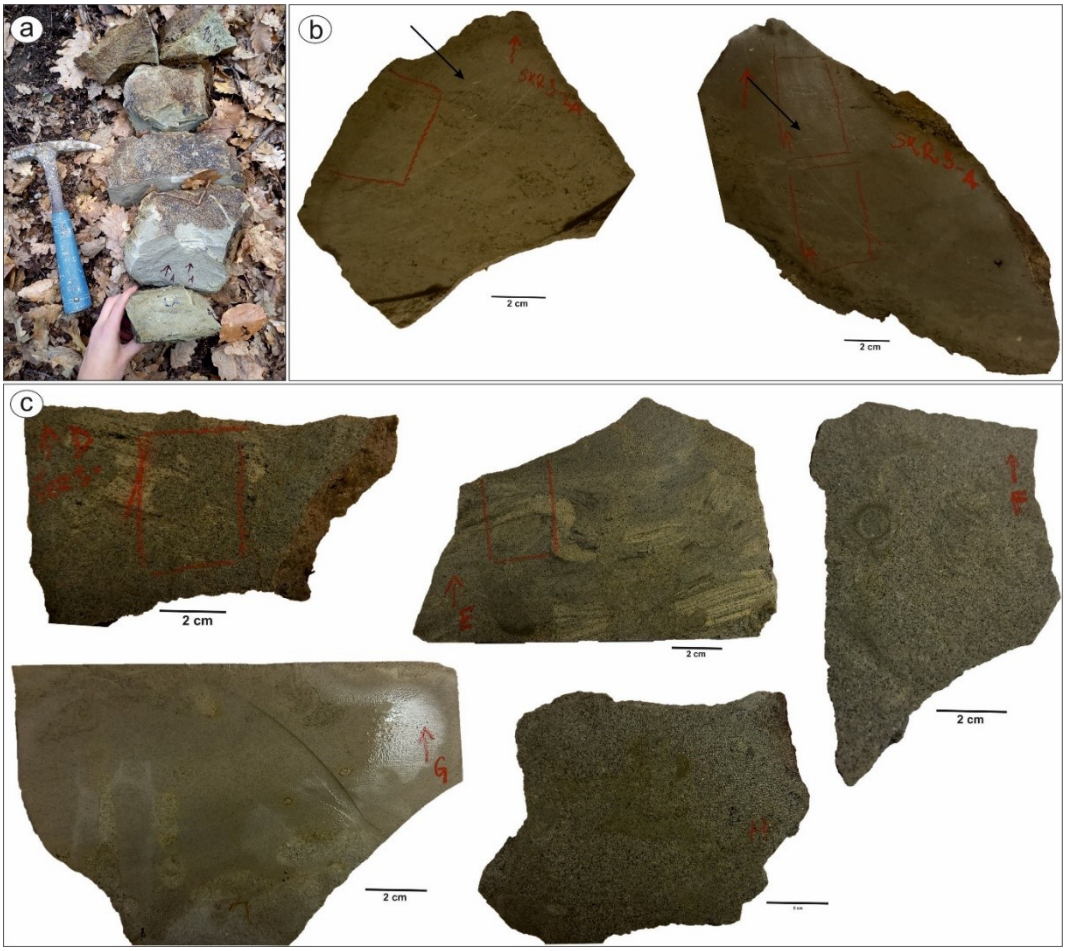
Sukcesija se nastavlja najdebljim slojem, debljine do približno 2 metra (SKR 3/21-V), koji je karakteriziran brojnim strukturama deformacije mekih sedimenata (*soft-sediment deformation features*), uključujući savijanja slojeva, plastične poremećaje i jasno izražene normalne mikrorasjede nastale uslijed kompakcije i slijeganja nekonsolidiranog materijal (Slika 70.). Litološki, sloj se sastoji od alteriranih sitnozrnatih vulkanoklastita, koji lokalno sadrže tanke dajkove ili uvlake krupnozrnatijeg vulkanoklastičnog materijala. Na terenu je vidljivo da

je ovaj horizont znatno izmijenjen; vulkanoklastični materijal je vjerojatno pomiješan s detritalnim komponentama te alteriran u minerale gline, što upućuje na postsedimentacijsku dijagenetsku izmjenu.

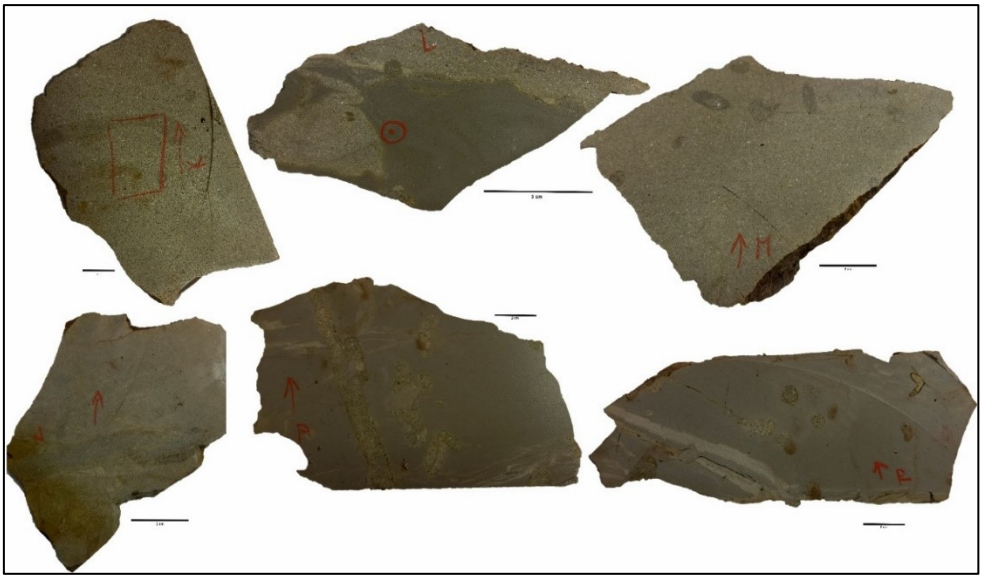
Gornji dio vulkanoklastične sukcesije je ponovno srednjezrnati vulkanoklastit s vidljivim tamnim mineralima i povremenim plovućcima (SKR 3/21-Z) (slika 71). Krovinu vulkanoklastičnih naslaga čini biokalkarenit s vidljivim fosilima mekušaca i pri dnu povremenim klastima vulkanoklastita (Slika 71).



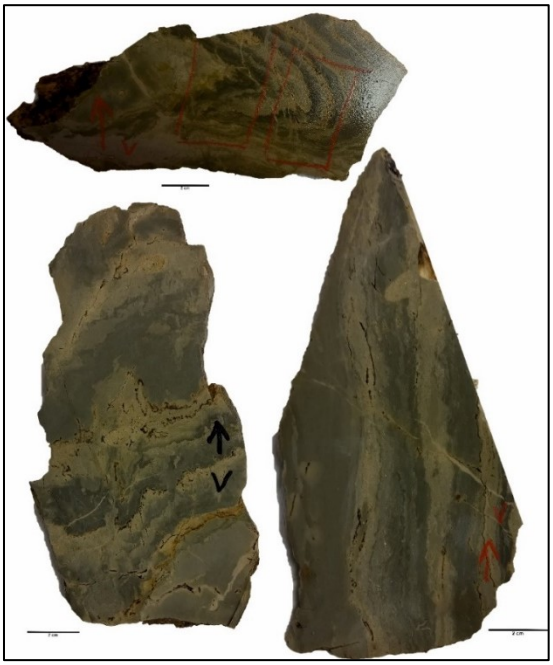
Slika 67. Shematski geološki stup lokaliteta SKR 3/21 s označenim dijelovima vulkanoklastičnih naslaga.



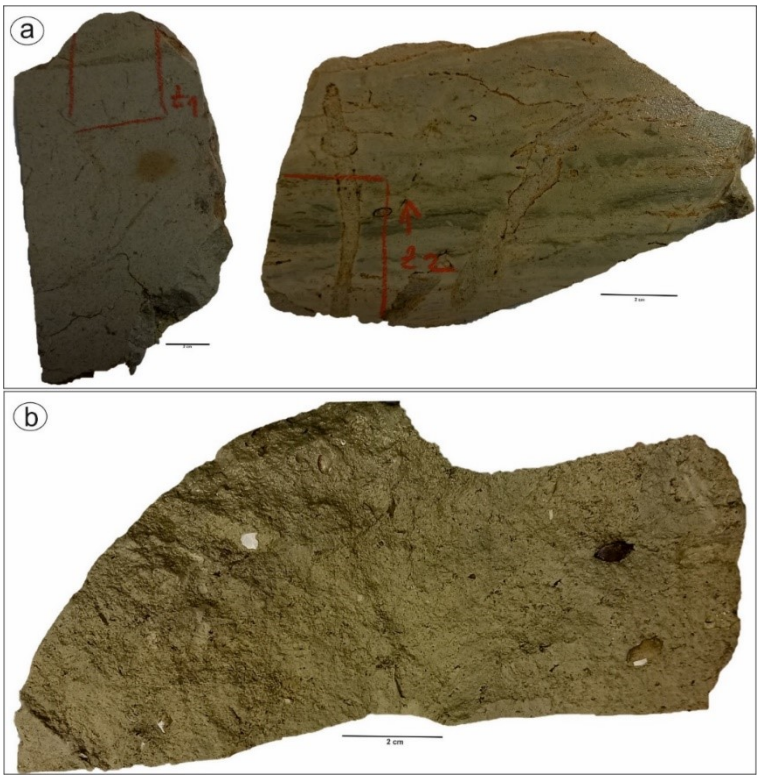
Slika 68. a) Makroskopske karakteristike uzoraka donjeg dijela sukcesije SKR 3/21 koji obuhvaćaju lapori i prvi vulkanoklastični horizont; b) Makroskopske karakteristike pločica lapora (SKR 3/21- LA i A) s naznačenim (crveni pravokutnik) područjima za izradu preparata. Sa strelicom su naznačene ljušturice koje su pomogle određivanju smjera pružanja slojeva lapora; c)Makroskopske karakteristike pločica vulkanoklastita iz prvog dijela SKR 3/21 stupa (SKR 3/21- D,E,F,G,H) s naznačenim (crveni pravokutnik) područjima za izradu preparata.



Slika 69.Pločice vulkanoklastita iz drugog dijela sukcesije (uzorci SKR 3/21 -K,L, M, N, P, R).



Slika 70. Pločice vulkanoklastita iz trećeg dijela sukcesije (SKR3721 -V).



Slika 71. a) Pločica vulkanoklastita iz četvrtog dijela sukcesije (SKR 3/21- Z) s naznačenim (crveni pravokutnik) područjima za izradu preparata; b) Uzorak krovinskih kalksiltita s vidljivim fosilnim ostatcima makrofosila (SKR 3/21- X).

4.2.1.2. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Sinjskog bazena

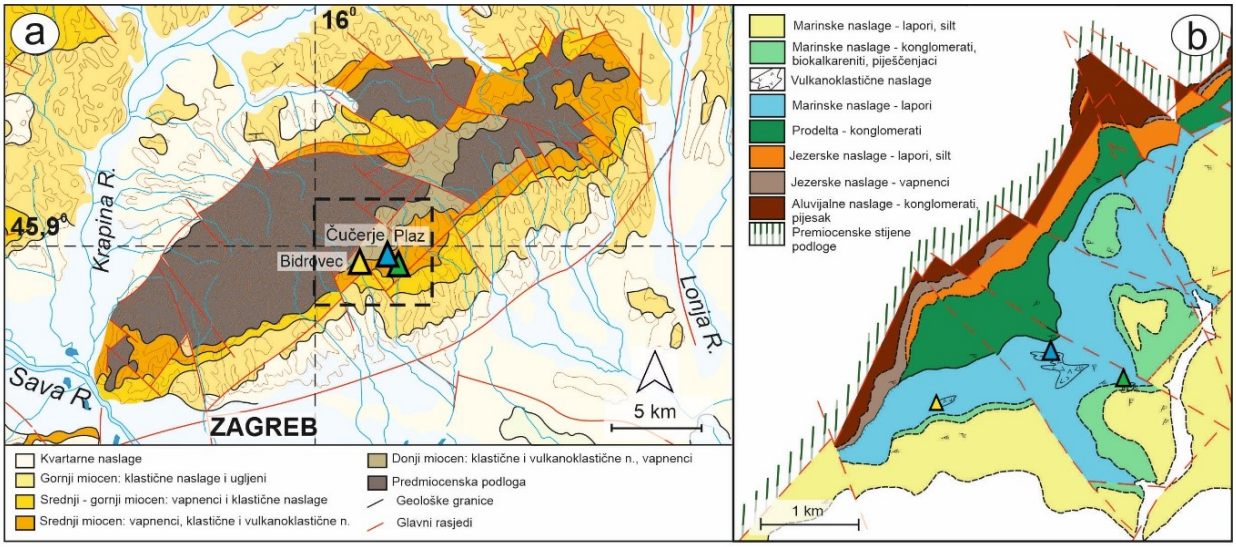
Iz Sinjskog bazena izabran je sloj vulkanoklastita interstratificiran u miocenske jezerske naslage te prethodno datiran metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na 15,43 ±0,05 milijuna godina (de Leeuw i sur., 2010). Slijed naslaga se može pratiti duž potoka Sutina na području Lučana te je preuzet

naziv LUC-1. Terenskom odredbom ustanovljeno je da postoje dva sloja jako alteriranih vulkanoklastita. Slijed započinje slojem debljine 20 cm žute nijanse s makroskopski odredivim tamnim mineralima, a granulometrijski odgovara siltu do sitnom pijesku (uzorak LUC-1.1.). Zatim slijedi sloj debljine oko 30 cm tamno sive boje, jako sitne frakcije (mulj) u kojem se ne mogu okom prepoznati minerali (uzorak LUC-1.2.). Uzorkovanje je bilo otežano zbog visokog vodostaja potoka Sutine, dok je nastavak sloja na površini prekriven debelim slojem tla te ga nije bilo moguće uzorkovati izvan korita potoka (slika 72).

Slika 72. Uzorkovanje vulkanoklastita u Sinjskom bazenu na lokalitetu Lučani u koritu potoka Sutina.

4.2.1.3. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Medvednice

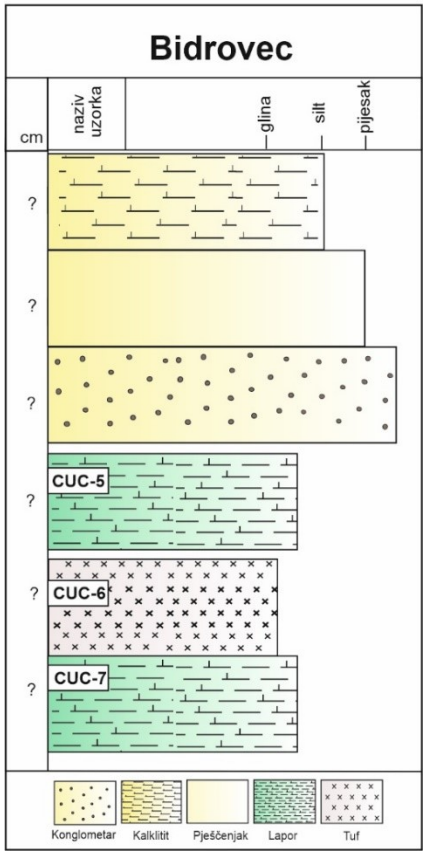
Istraživanja na području Medvednice temeljila su se na prethodnom radu (Avanić, 1997), u kojima su unutar srednjomiocenskog marinskog slijeda identificirana tri vulkanoklastična horizonta. Tijekom prvih terenskih kampanja provedenih 2020. godine detaljno su kartirana tri lokaliteta: Bidrovec, Plaz i Čučerje. Naknadno su istraživačke aktivnosti fokusirane na lokalitet Čučerje, zbog najbolje očuvanih i najdebljih vulkanoklastičnih sukcesija. Svi lokaliteti smješteni su unutar srednjomiocenskih plitkomarinskih sedimentnih jedinica Medvednice (Slika 73).



Slika 73. a) Pojednostavljena geološka karta Medvednice s lokacijama uzoraka vulkanoklastitta (modificirano po HGI, 2009). b) Litofacijesna karta naslaga srednjeg miocena na jugoistočnom dijelu Medvednice s naznačenim lokacijama vulkanoklastita (modificirano prema Avanić, 1997).

Vulkanoklastične naslage lokaliteta Bidrovec (CUC-6) područja Medvednice

Lokalitet Bidrovec nalazi se u blizinu uskog makadama koji prolazi pored kuće i padine s vinogradima, izdanak je djelomično otvoren probijanjem makadama. Na lokalitetu je pronađen sloj sitnozrnatnog vulkanoklastita bež boje bez makroskopski odredivih minerala. Terenski ga je najjednostavnije razlikovati korištenjem 10% HCl s obzirom na to da se nalazi unutar horizonta lapora. Horizont vulkanoklastita (CUC-6) bio je u oštrom kontaktu s laporima podine CUC-7, dok je kontakt s krovinom bio prekriven debelim slojem tla te je malo dalje pronađen prvi izdanak lapora krovine (CUC-5) od kojih se u nastavku makadama nastavljaju konglomerati koji postupno prelaze u pješčenjake i na kraju siltove. Točan odnos ovih krovinskih naslaga na terenu nije bilo moguće odredit. Zbog ovakvih terenskih odnosa i prekrivenosti terena nije bilo moguće odrediti točnu debljinu vulkanoklastita. Odnos naslaga je prikazan shematski (Slika 74). Izdanak je loš i prekriven vegetacijom (Slika 75) ali predstavlja jedini dostupan vulkanoklastičan materijal na ovom području. Ovi rezultati objavljeni su u Trinajstić i sur. (2023).



Slika 74. Stup lokaliteta Bidrovec (CUC-6) s naznačenim imenima horizonata, uzorak vulkanoklastita označen je oznakom CUC-6 (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023).

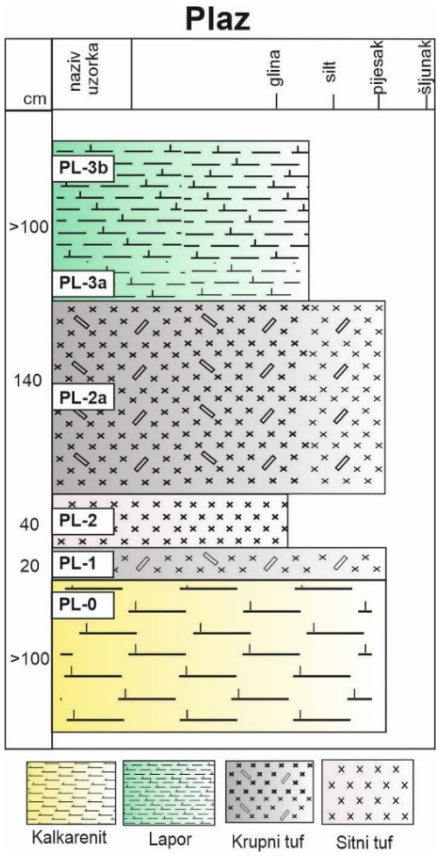
Slika 75. a) Slika mjesta uzorkovanja vulkanoklastita lokaliteta Bidorvec (CUC-6); b) Makroskopska obilježja pločice uzorka CUC-6.

Vulkanoklastične naslage lokaliteta Plaz (PL) područja Medvednice

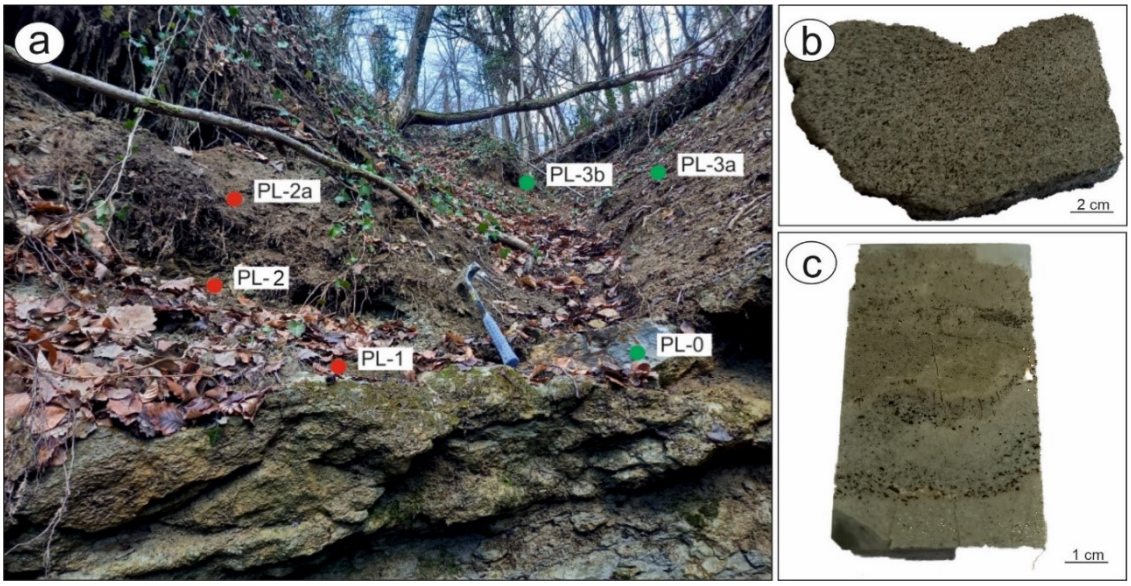
Lokalitet Plaz nalazi se uz potok i ranije je opisan u literaturi po sekvenci koja sadrži lapore i siltove interkalirane tankim proslojcima pijeska i vulkanoklastita(Avanić, 1997; Ćorić i sur., 2009; Premec Fuček i sur., 2022). Oko 20 m niže niz potok nalazi se strm usjek u kojem

izdanjuje 2 m debeli horizont vulkanoklastičnih naslaga, ranije nazvan lokalitet Čučerje (Marković i sur., 2021).

Istraživana sekvenca započinje fosilifernim kalksiltitom koji se nalazi u oštrom kontaktu s 20 cm debelim slojem krupnozrnatog vulkanoklastita (PL-1). Iznad njega se nalazi 40 cm debeo sloj sitnozrnatog vulkanoklastita (PL-2), na koji se nadovezuje 140 cm debeli, krupnozrnatiji i djelomično trošen vulkanoklastit (PL-2a) (Slike 76, 77). Vulkanoklastični horizont lako je prepoznatljiv po sivoj boji i jasno uočljivim mineralima podgrupe biotita, koji u horizontu PL-1 dosežu dimenzije do 1 mm (Slika 77). Difuzno na vršni horizont vulkanoklastičnih naslaga nastavljaju se fosiliferni lapori u kojima se može primijetiti povremeno biotit. Ovi rezultati objavljeni su u Trinajstić i sur. (2023).



Slika 76. Stup lokaliteta Plaz s naznačenim imenima uzoraka, uzorak vulkanoklastita – PL-1, PL-2, PL-2a (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023).



Slika 77.Lokalitet Plaz (PL) a) Slika mjesta uzorkovanja vulkanoklastita lokaliteta Plaz, vulkanoklastični horizonti – PL-1, PL-2, PL-2a); b) Makroskopska obilježja pločica uzorka CUC-6 (modificirano iz Trinajstić i sur., 2023).

Vulkanoklastične naslage lokaliteta Čučerje (CUC-1) područja Medvednice

Lokalitet Čučerje obuhvaća područje površine približno 500 × 200 m, unutar kojeg su zabilježene pojave vulkanoklastita. Nalazi se na zapadnim padinama Medvednice, između naselja Čučerje i Fabijanići. Zbog ograničenih uvjeta na terenu nije bilo moguće snimiti detaljan stratigrafski stup, pa je izrađen shematski prikaz temeljen na postojećim podatcima o stratigrafskom slijedu prema Avaniću (1997) (Slika 78).

Pojave vulkanoklastita prate se u kontinuitetu duž padina, a novo prikupljeni podatci o njihovoj rasprostranjenosti prikazani su na ranije izrađenoj karti (Slika 73). Zbog guste vegetacije i pokrova tla, lapori su identificirani samo kao float (trunje) i unutar krtičnjaka u blizini pojave vulkanoklastita, osim na dva lokaliteta uz cestu gdje su dokumentirani veći usjeci. Na jednom od tih lokaliteta zabilježen je kontakt između vulkanoklastita i lapora.

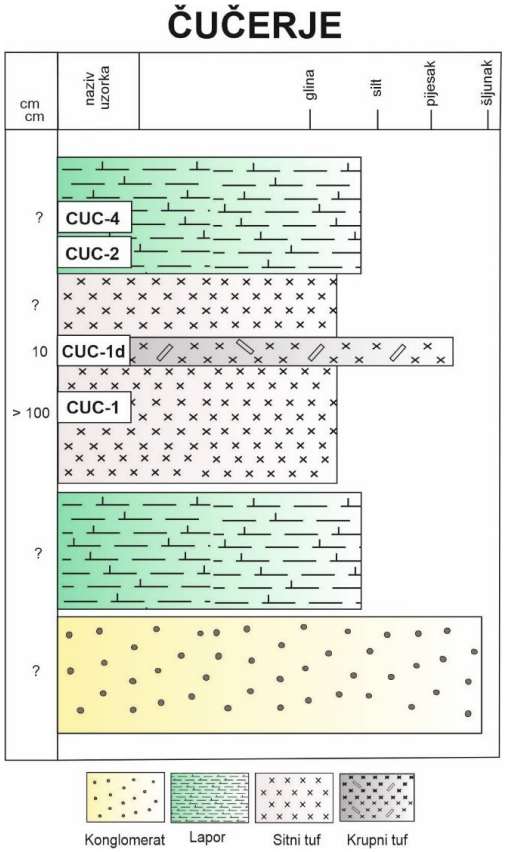
Pod pretpostavkom da nema značajnijih rasjednih pomaka, interpretira se da ti lapori pripadaju krovinskim naslagama vulkanoklastične sukcesije (uzorci CUC 1/2, 2/2, 2/3; Slika 79). Zbog nemogućnosti snimanja cjelovitog stratigrafskog stupa nije moguće precizno rekonstruirati slijed naslaga, pa su opisane pojedinačne pojave unutar vulkanoklastita.

Vulkanoklastiti su svjetlosive do bež boje, dominantno sitnozrnatog sastava, s povremenim dajkovima krupnozrnatijeg vulkanoklastičnog materijala u kojima se zapažaju tamni minerali i plovućci veličine do 0,1 mm. Takve su pojave zabilježene na najsjevernijem dijelu lokaliteta, označenom kao CUC-1.

Najjužniji dio kontinuiteta pojave vulkanoklastita nalazi se uz manji bujični potok i prethodno ga je opisao Marković (2017) kao lokalitet Čučerje 2, gdje je potvrđen isključivo

sitnozrnati litofacijes vulkanoklastita. U neposrednoj blizini tog izdanka, prilikom građevinskih radova na izgradnji privatne kuće, otvoren je novi usjek u kojem se vidi jednostavan slijed sastavljen od sitnozrnatog vulkanoklastita, sloja krupnozrnati-jeg materijala debljine oko 10 cm, te ponovnog prijelaza u sitnozrnati vulkanoklastit (Slika 80).

To je jedina dokumentirana pojava sloja krupnozrnati-jeg vulkanoklastita na ovom lokalitetu, za razliku od sjevernijeg dijela (CUC-1), gdje se krupnozrnati vulkanoklastični materijal pojavljuje isključivo unutar dajkova. Uzorci s tog mjesta označeni su kao CUC-1d.



Slika 78. Stup lokaliteta Čučerje s naznačenim imenima uzoraka, uzorak vulkanoklastita označen je s oznakama CUC-1 i CUC-1d.

Slika 79.Fotografija izdanka s lokaliteta Čučerje (ČUČ-1) s vidljivim kontaktom lapora (CUC 2/1, CUC 2/2) i vulkanoklastičnim naslagama CUC-1.

Slika 80. Fotografija južnog dijela vulkanoklastita na lokalitetu Čučerje (CUC-1) na kojem je zabilježena pojava krupnije zrnatijeg vulkanoklastita interstratificiranog između slojeva sitnijeg varijeteta (CUC-1d)

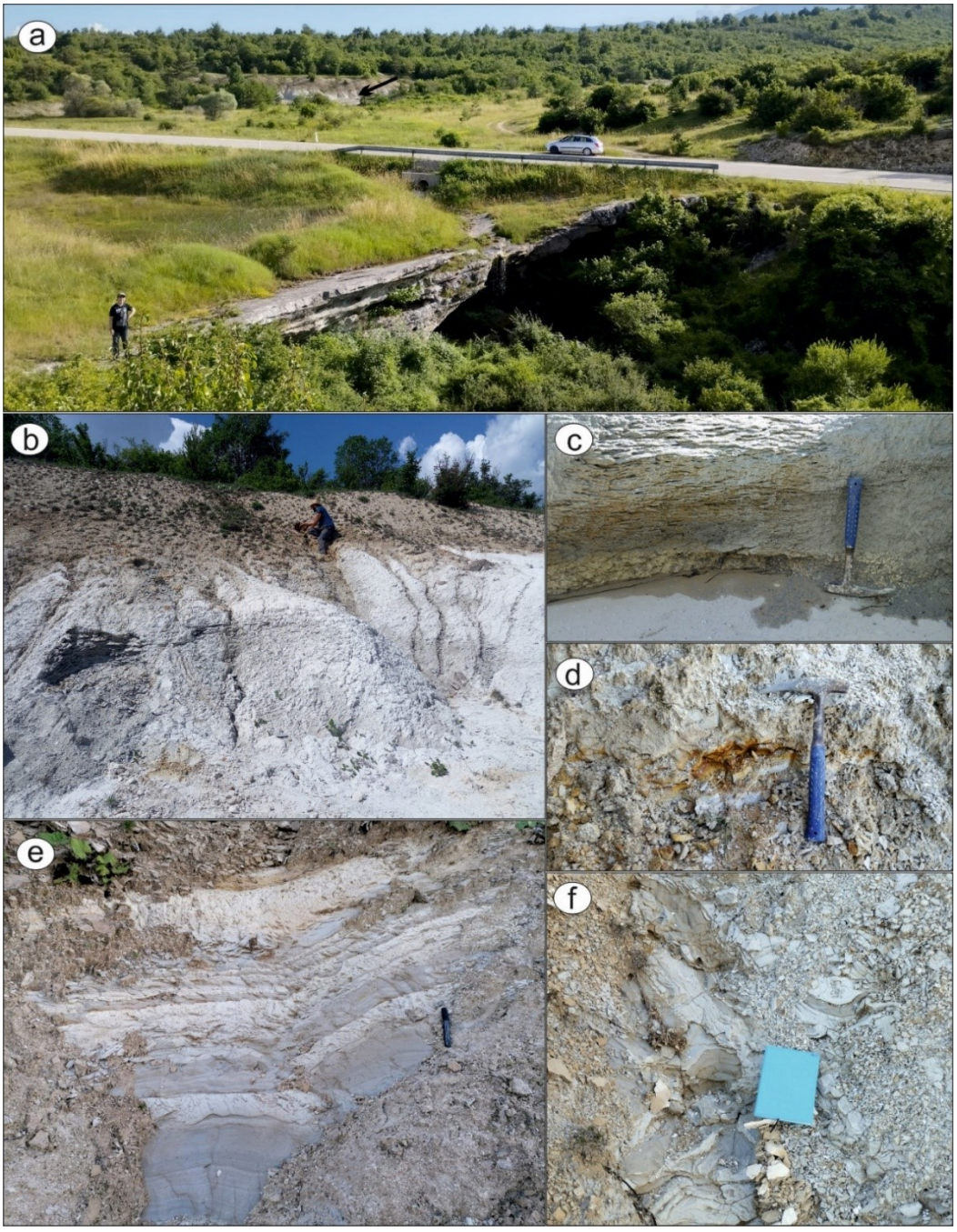
4.2.1.4. Vulkanoklastične naslage lokaliteta Beljanov dol (BD) područja Livanjskog bazena

Na području Livanjskog bazena obišlo se više lokaliteta s pojavama vulkanoklastita unutar srednjomiocenskih jezerskih karbonata. Od svih lokaliteta najjasnija sukcesija je pronađena na lokalitetu Beljanov dol (BD, Slika 81a). BD lokalitet se lateralno može pratiti 50 m, a sastoji se od vulkanoklastita debljine od 2,5 do 4 m (Slika 81b). Rezultati prikazani u ovom poglavlju objavljeni su u Brlek i sur. (2024a).

Duž terenskog profila (lateralnog rasprostiranja naslaga) promatrane su i uspoređivane pojedine sukcesije u odnosu na glavni stratigrafski profil koji je prikazan na stupu i detaljno opisan. U okviru profila prepoznato je nekoliko horizonata koji se međusobno razlikuju po teksturalnim i strukturnim obilježjima. Najdonji horizont ima oštru granicu prema podinskim jezerskim karbonatima (Slika 81c). Lako se prepoznaje na terenu po specifičnoj žutoj boji, vrlo

sitnozrnatoj teksturi i karakteristično „sapunastom“ osjećaju na dodir. Debljina ovog horizonta varira od 10 do 30 cm. Na njega se postupno nadovezuje niz nealteriranih vulkanoklastičnih horizonata sive boje. Prvi iznad žutog sloja je rastresit horizont debljine oko 1 m, u kojem su uočljive slabo izražene lamine i čestice veličine pijeska; materijal se rasipa pri uzorkovanju (BD-T1). Iznad njega slijedi litificiraniji horizont (BD-T2), s finijim klastima veličine silta i jasno izraženom laminacijom. Zatim se nalazi sitnozrnati horizont (BD-T3), u kojem su povremeno vidljive svjetlije lamine i zone s crvenkastim laminama koje su izraženije zbog boje. Lokalno su uočene željezove nodule (Slika 81d). Nad ovim slojem leži horizont debljine 20–30 cm, izgrađen od krupnijih čestica veličine pijeska (BD-T4). U njemu se na pojedinim mjestima razlikuje podhorizont BD-T4-K, u kojem se izmjenjuju sive i bijele lamine. Razlika u boji posljedica je varijacija u granulaciji – sive lamine sadrže krupnije čestice (do veličine pijeska), a bijele sitnozrnate čestice (veličine silta). Horizont završava bijelom laminom, čija debljina varira duž profila i lokalno doseže do 15 cm. Unutar BD-T4 horizonta lamine pokazuju znatne lateralne promjene: na nekim dijelovima su horizontalne, dok je drugdje vidljiva konvolutna laminacija, mikrorasjedi, pa čak i skoro vertikalno nagnute lamine koje ukazuju na meko-sedimentne deformacije (Slika 81e,f).

Krovinu vulkanoklastične sukcesije čine ponovno jezerski karbonati, svjetlobež boje, nešto tamniji od podinskih karbonata. Iako nije moguće pratiti cijelu sukcesiju podinskih karbonata, u njihovom donjem dijelu, u blizini lokaliteta, uočeni su konglomerati s klastima do 10 cm, koji postupno prelaze u sitni pijesak, a zatim u jezerske karbonate (Slika 81a).).



Slika 81. Obilježja lokalitet Beljanov dol (BD); a) panoramski pogled na lokalitet BD s vidljivim podinskim naslagama s pješčenjacima i brečo-konglomeratima, strelica pokazuje gdje se nalazi sloj sivog vulkanoklastita; b) prikaz najdebljeg djela vulkanoklastične sukcesije BD – siva boja, s vidljivim kotaktom s krovinskim naslagama bež boje; c) kontakt prvog horizonta BD-bt (žuti glinoviti) s podinskim jezerskim karbonatima; d) željezovite leće unutar BD-T3 horizonta; e) izmjena sivih i bijelih lamina u BD-T4-K horizontu, lamine su negdje skoro horizontalne; f) izmjena sivih i bijelih lamina u BD-T4-K horizontu, lamine imaju konvolutna povijanja do skroz vertikalnih laminacija (djelomično modificirano iz Brlek i sur., 2024a)..

Na ostalim lokalitetima primijećene su sličnosti, ali i razlike u usporedbi na BD sukcesiju. Na jugoistočnom dijelu Livanjskog bazena nalazi se ranije poznati i opisani lokalitet Mandek (de Leeuw i sur., 2011), u čijoj je blizini tijekom novijih terenskih radova otvoren novi izdanak, na kojem je zabilježena gotovo potpuna sukcesija — od podinskih do krovinskih naslaga. Podina vulkanoklastita na ovoj lokaciji čine jezerski karbonati, koje od prvog horizonta vulkanoklastita dijeli oštra granica. Vulkanoklastiti započinju žutim glinovitim horizontom

debljine oko 15 cm, na koji se postupno nastavlja horizont s česticama veličine pijeska (Slika 82). Nakon toga profil nije bilo moguće detaljno otvoriti, pa nisu uočeni ostali horizonti, no vidljiv je oštri kontakt s krovinskim jezerskim karbonatima. Ukupna debljina vulkanoklastičnih naslaga na ovom lokalitetu iznosi približno 5 m.

Na lokaciji Mandek ranije poznatoj iz literature pronađen je kontakt s krovinskim naslagama, ali ne i s podinskim, zbog čega nije bilo moguće pratiti cijelu sukcesiju. U istom su profilu zabilježene karbonatne žile. Zbog toga se odustalo od detaljnije obrade lokaliteta, ali su uzeti uzorci radi usporedbe geokemijskih podataka.

Iako nije bilo moguće pratiti kontinuirani slijed od podine, u blizini lokaliteta pronađen je izdanak podinskih naslaga u kojima se nalaze loše sortirani brečo-konglomerati, s karbonatnim klastima dimenzija do 1,5 m.

Slika 82. Lokalitet Mandek (MAND) donji dio vulkanoklastične sukcesije koji započinje žutim glinovitim horzontom, a nastavlja difuzno u nealterirani sivi vulkanoklastiti granulacije pijeska.

Osim lokaliteta Mandek, u smjeru jugoistoka nalazi se lokalitet TRG, koji predstavlja najduži terenski profil na kojem se vulkanoklastična sukcesija može pratiti u duljini većoj od 100 m (Slika 83a). Na tom je lokalitetu zabilježeno boranje podinskih jezerskih karbonata, što upućuje na kasniju deformaciju naslaga. Debljina vulkanoklastičnih naslaga na profilu varira od 2 do 5,5 m. Na podini se nalazi prepoznatljivi žuti glinoviti horizont s oštrom granicom prema podinskim jezerskim karbonatima. Sloj je karakterističan po žutoj boji i vrlo finom, mekanom materijalu, s prepoznatljivom „sapunastom“ teksturom na dodir. Debljina sloja varira od 10 do 20 cm, ovisno o reljefu podine. Na njega se postupno nadovezuje krupnozrnati,

pjeskoviti horizont s jasno izraženom horizontalnom laminacijom (Slika 83b). Iznad njega se nastavlja sitnozrnati horizont (do veličine zrna silta) s povremeno vidljivim bijelim klastima i pojedinim laminama crvene boje. Na ovom profilu nije prepoznat horizont koji bi odgovarao horizontu BD-T4-K s lokaliteta Beljanov dol.

U nastavku terenskog profila, prema jugu, nalazi se lokalitet Zabila (Zabila 1 i Zabila 2). Na tim lokalitetima također je primijećena varijacija u debljini vulkanoklastičnih naslaga (od 3 do 7 m), no zbog nedostatka svježih presjeka nije bilo moguće detaljno opisati sve horizonte ni potvrditi njihove korelacije s drugim lokalitetima.

Na lokalitetu Zabila 2 utvrđen je kontakt s podinom, te je prepoznat najdonji žuti glinoviti horizont debljine do 15 cm, iznad kojeg slijedi pjeskoviti horizont. Na terenu se taj sloj prepoznaje po bubrežastom trošenju decimetarskih dimenzija i blago vidljivoj horizontalnoj laminaciji (Slika 83c).

Slika 83. Lokaliteti TRG i ZAB 2 područja Livanjski bazen sa sivim vulkanoklastitima; a) Lokalitet TRG s jasno vidljivim sivim horizontom vulkanoklastita na kojem u kontaktu s podinskim naboranim jezerskim karbonatima svjetlo bež boje (pored istraživača koji je mjerilo) i krovinskim tamno bež jezerskim karbonatima; b) horizont s vidljivom laminacijom i sitnim željezovitim proslojcima i recentnim korijenjem; c) Lokalitet Zabila 2 sa sivim vulkanoklastičnim horizontom i vidljivim bubrežastim trošenjem.

U sjeverozapadnom dijelu Livanjskog bazena, u odnosu na lokalitet BD, nalazi se lokalitet Držanlije (DRZ). Na tom je lokalitetu ranijim terenskim istraživanjima zabilježen izdanak u kojem se mogao vidjeti vulkanoklastični horizont debljine oko 1,5 m, s jasno

vidljivim jezerskim karbonatima u podini i krovini. U profilu je bio prisutan i prepoznatljiv žuti glinoviti horizont.

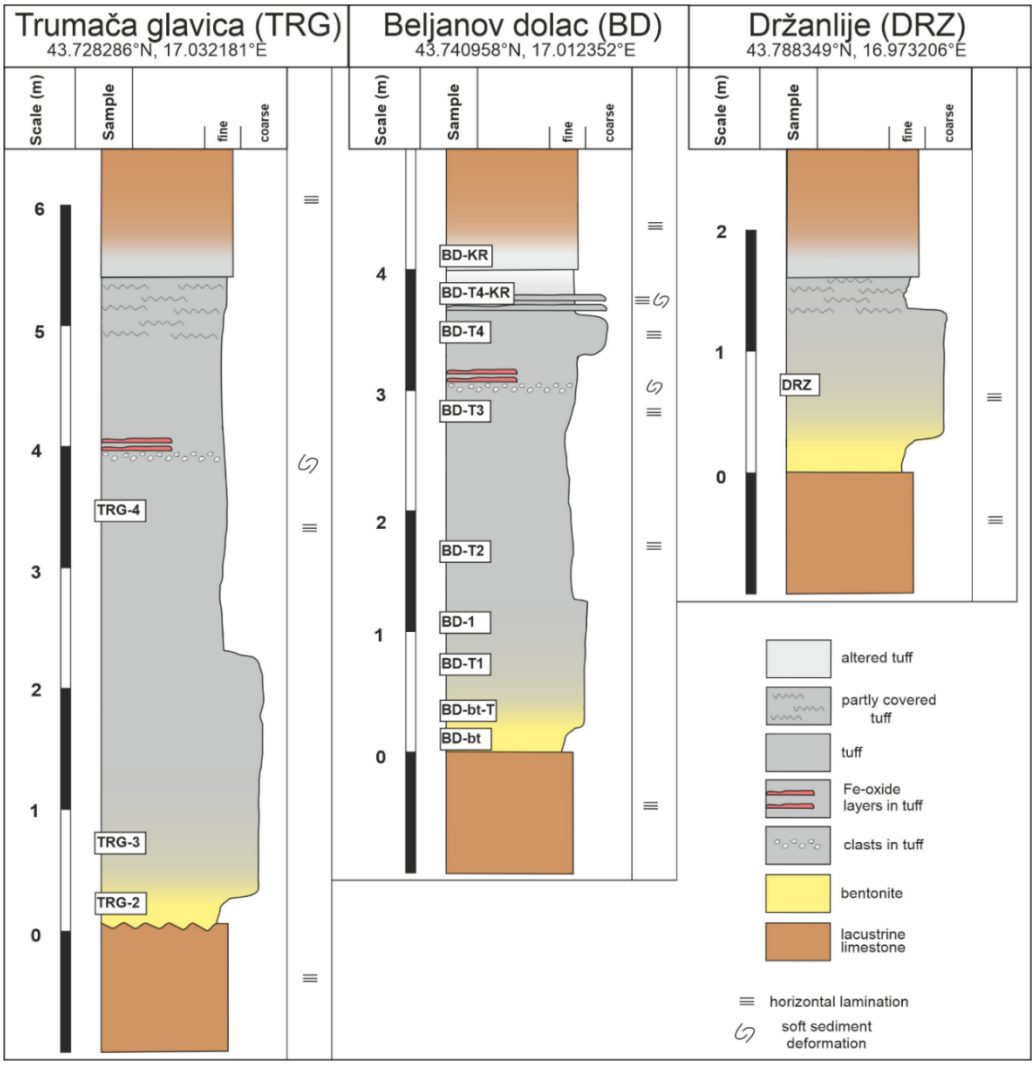
Tijekom terenskih istraživanja 2023. godine izdanak više nije bilo moguće pronaći zbog velike količine nasutog materijala. Lateralno je pronađen vulkanoklastični horizont sive boje i pjeskovite granulacije. Izdanak nije bilo moguće u potpunosti očistiti, no moguće je primijetiti da se prema krovini postupno smanjuje udio vulkanoklastičnog materijala, dok istodobno raste udio karbonatne komponente sve do potpunog prijelaza u jezerske karbonate (Slika 84). Na ovom lokalitetu nisu zabilježeni konglomerati u podini.

Slika 84. Izdanak na lokalitetu Držanlije, na slici se vidi gornji dio vulkanoklastičnog horizonta s postepenim prijelazom u jezerske karbonate.

Hipsometrijski niže, oko 300 m južno od lokaliteta Držanlije, nalazi se lokalitet Put Stupe (PS). Terenski nije bilo moguće korelirati ova dva lokaliteta, pa se ne može sa sigurnošću reći pripadaju li istom horizontu ili predstavljaju stratigrafski starije, odnosno mlađe naslage.

Na lokalitetu Put Stupe, uz makadamski put, pronađen je sloj vulkanoklastita tamnosive boje, debljine oko 30 cm, unutar uslojenih jezerskih karbonata. Cijeli horizont je homogen i dobro sortiran, sitnozrnatog sastava (do veličine čestica silta). Nisu zabilježene promjene u granulometriji ni prisutnost žutog glinovitog horizonta poput onog na ostalim lokalitetima.

Shematski prikazi stratigrafskih stupova izrađeni su za tri lokaliteta: BD, TRG i DRZ (Slika 85).



Slika 85. Stupovi tri lokaliteta s područja Livanjski bazena – TRG, BD i DRZ (stupovi su objavljeni u Brlek i sur 2024a).

4.2.2. Mikrofiziografska obilježja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

4.2.2.1. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Požeške gore

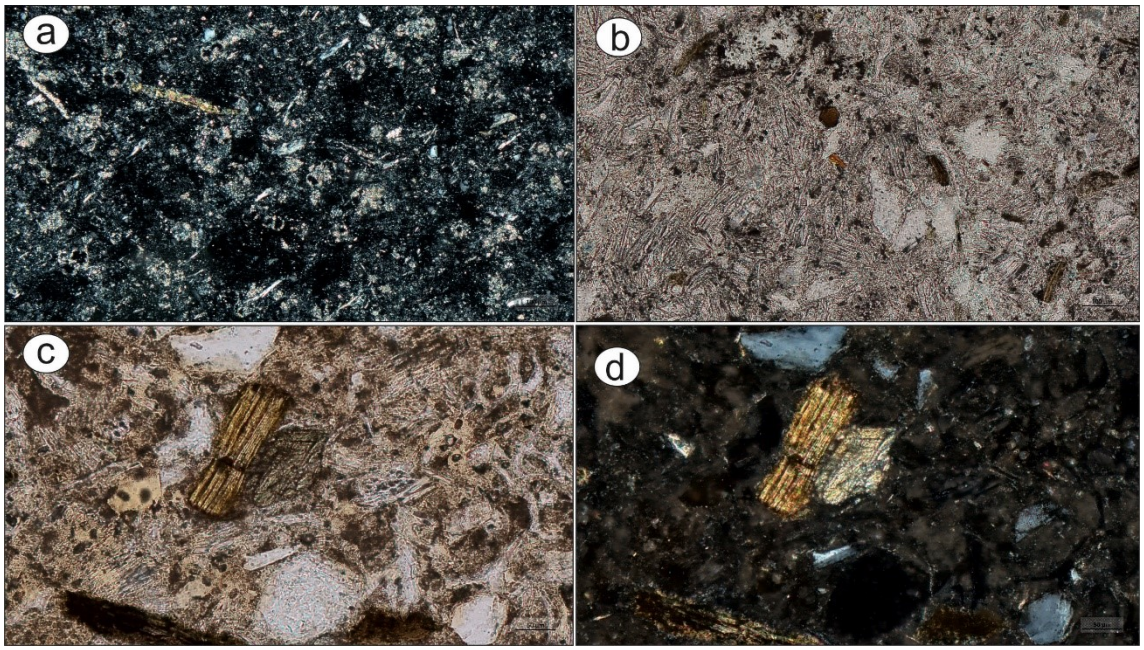
Stup Škrabutnik 3/21 počinje s laporima u kojima se jasno uočavaju fosilI (foraminifere, dijatomeje) te minerali (muskovit, biotit, kvarc, feldspati, Slika 86a,b). Od sloja SKR 3/21-LA prema sloju SKR 3/21-C primijećeno je postupno positnjavanje materijala.

Prvi vulkanoklastični horizonti, s uzorcima SKR 3/21-D do SKR 3/21-H, građeni su dominantno od juvenilne komponente, koju čine plovućci i krhotine vulkanskog stakla. Plovućci su veličine do 1,5 mm i sadrže manje od 5 vol.% mineralnih zrna. Krhotine stakla su uglavnom bezbojne i u potpunosti potamne pod ukrštenim nikolima. Uočavaju se srpasti, pločasti i plovućasti oblici.

Od magmatskih minerala najzastupljeniji su plagioklasi prizmatskog habitusa dimenzija do 0,3 mm, s jasno izraženim polisintetskim sraslačkim lamelama. Kvarc je rijedak i javlja se u subhedralnom obliku. Među feromagnezijskim mineralima dominira biotit smeđe do

žutosmeđe boje, s izraženim pleokroizmom (Slika 86c, d). Na većim listićima biotita (do 1 mm) vidljivo je povijanje, što upućuje na kristalizaciju unutar viskoznog magmatskog medija. Amfibol je rjeđi, prepoznatljiv po poprečnim presjecima s dvama sustavima kalavosti pod kutom od 124°, zelenkastom obojenju i dimenzijama do 0,1 mm (Slika 86c, d). Opaki minerali su manjih dimenzija (<0,1 mm) i javljaju se u idiomorfnom i alotriomorfnom obliku.

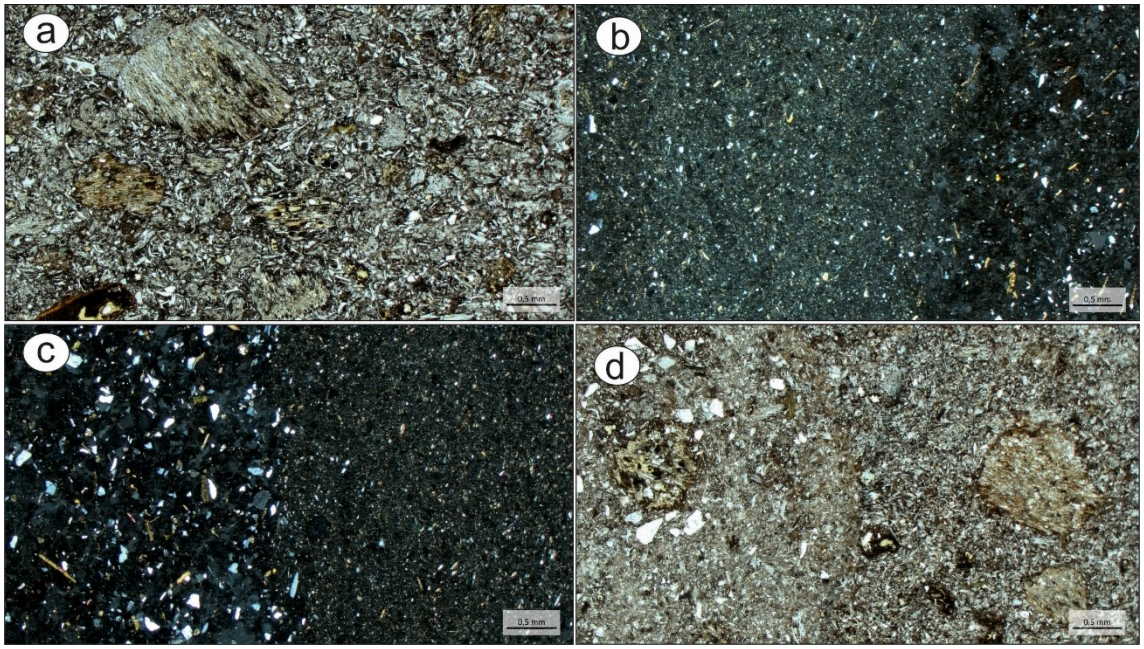
Uz juvenilnu komponentu prisutan je i detritalni materijal, među kojim se sporadično pojavljuju muskovit, zaobljena zrna kvarca, litične čestice i mikrofosili. Litične čestice potječu uglavnom iz sedimentnih stijena (lapori, pješčenjaci), dok su magmatske (kiseli intruzivi) i metamorfne zastupljene u manjoj mjeri.



Slika 86. Mikrofotografije s lokaliteta SKR 3/21 podinski lapori i prvi vulkanoklastični horizont.a) Uzorak SKR 3/21-LA lapor s vidljivom marinskom fosilnom zajednicom; b) Uzorak SKR 3/21-G vulkanoklastični horizont s vidljivom dominantno juvenilnom komponentom sastavljenom od krhotina vulkanskog stakla i magmatskih minerala (biotit smeđe boje); c,d) Uzorak SKR 3/21-G s vidljivim magmatskim mineralima biotitom i amfibolom u središtu i plagioklasima na rubu, krhotine stakla i matriks koji pokazuje blaga zamućenja zbog alteracija.

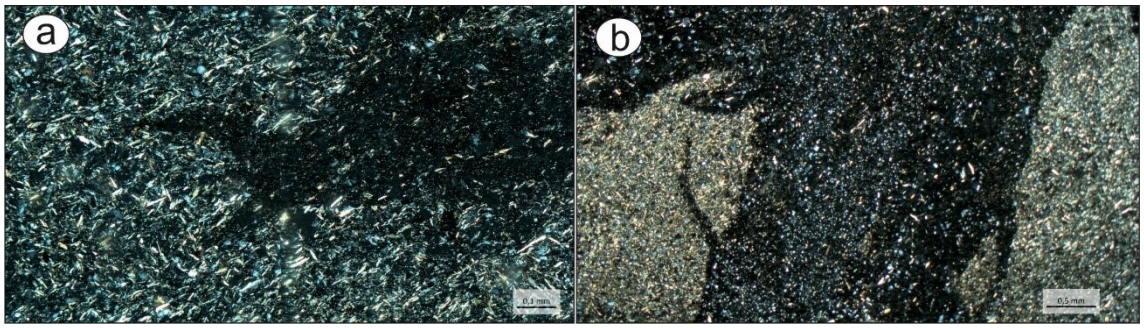
U drugom vulkanoklastičnom horizontu, koji obuhvaća uzorke SKR 3/21-I do SKR 3/21-U, prisutna je ista mineralna zajednica kao i u donjim horizontima, ali su minerali i krhotine stakla sitnijih dimenzija (Slika 87a, b). Na većim povećanjima uočava se da je matriks izgrađen od istih juvenilnih komponenti kao i u donjim slojevima, no zbog vrlo sitnih dimenzija fragmenata nije bilo moguće s potpunom sigurnošću odrediti njegov sastav, pa je zasebno klasificiran kao matriks.

Unutar horizonta lokalno se javljaju dajkovi krupnozrnatijeg materijala, u nekim slučajevima izrazito kristaloklastičnog sastava (Slike 87b, c, d). Povremeno se u uzorcima mogu vidjeti dijelovi s krupnijim česticama, uključujući plovućce promjera do 1 mm (Slika 87d).



Slika 87. Mikrofotografije s lokaliteta SKR 3/21 drugi vulkanoklastični horizont; a) Uzorak SKR 3/21-K krupniji dio s o vidljivim plovućcima, krhotinama stakla i magmatskim mineralima; b) Uzorak SKR 3/21-L s vidljivim kontaktom krupnijeg i stinijeg dijela sastavljenog dominantno od vulkanskog stakla; c) Uzorak SKR 3/21-L kontakt dajka sa sitnozrnatijom osnovnom masom horizonta; d) Uzorak SKR 3/21-M s krupnijim plovućcima do 1 mm veličline.

U trećem vulkanoklastičnom horizontu, iz kojeg je uzet uzorak SKR 3/21-V, vidljivi su dijelovi koji su značajno alterirani. Primijećeni su izraženi procesi devitrifikacije krhotina vulkanskog stakla i plovućaca (Slika 88a, b). Došlo je do miješanja dijelova u kojima je staklo gotovo potpuno devitrificirano s onima koji nisu zahvaćeni procesima alteracije..

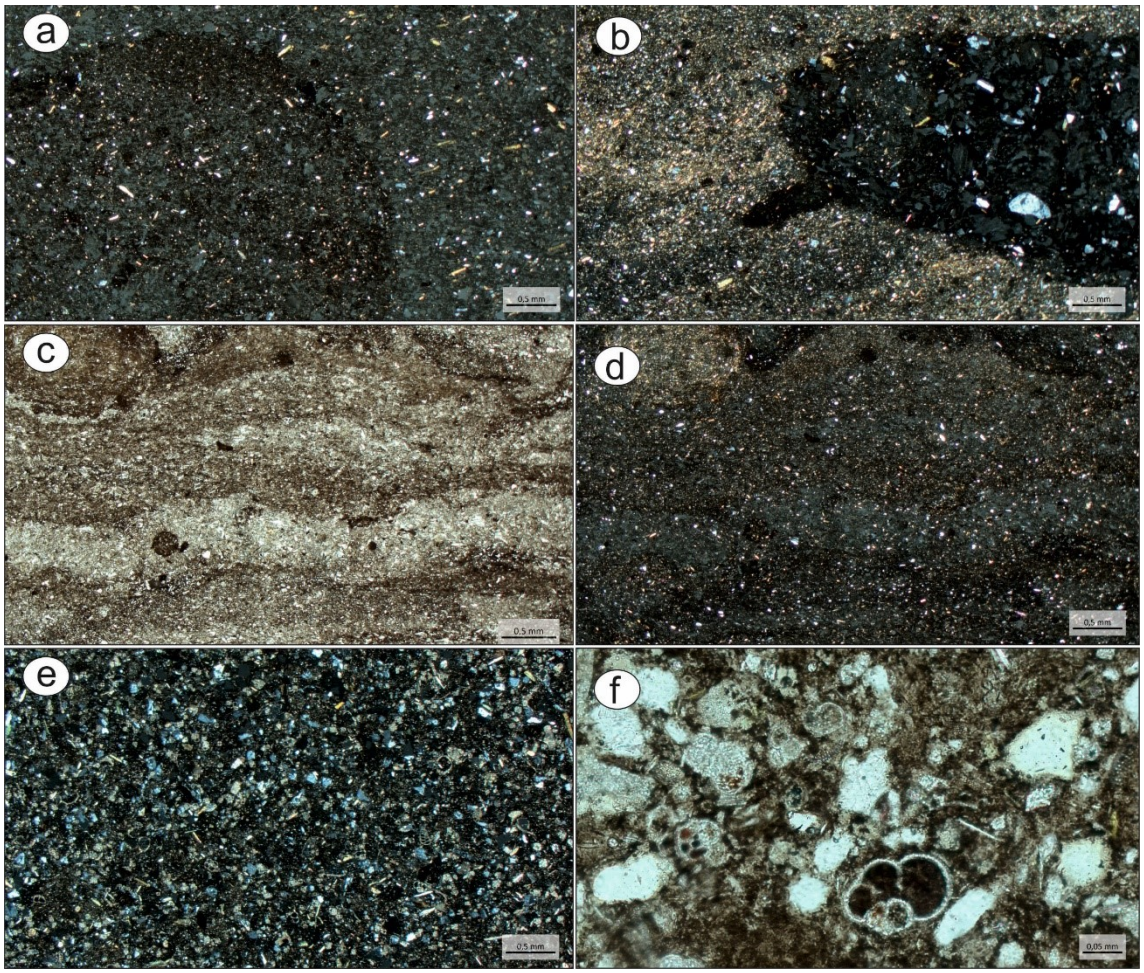


Slika 88. Mikrofotografija s lokaliteta SKR 3/21. a, b) Uzorak SKR 3/21-V s vidljivim dijelovima alteriranog vulkanoklastičnog materijala (minerali s višim interferencijskim bojama) i dijelovima s nealteriranim materijalom (dijelovi s dominantno tamnim krhotinama).

U četvrtom vulkanoklastičnom horizontu izrađena su dva petrografska preparata iz uzoraka SKR 3/21-Z1 i SKR 3/21-Z2. Donji dio horizonta čini vulkanoklastit bogat krhotinama vulkanskog stakla i siromašan mineralima, sličnog sastava kao i prethodni vulkanoklastični horizonti (Slika 89a). Prema višim dijelovima sloja postupno se razvija laminacija, pretežito horizontalna do blago valovita, a lokalno se pojavljuju vertikalni i kosi proboji (dajkovi ili bioturbacije). Ispunjeni krupnozrnatijim materijalom koji je vjerojatno istisnut iz nižih dijelova naslage (Slike 89b, c, d). U nekim od tih proboja mogu se vidjeti sitne konusne laminacije koje

bi mogle upućivati na bioturbaciju, no zbog rastresitosti horizonta teško je pouzdano odrediti njihov smjer i oblik.

U istom horizontu zabilježene su foraminifere i dijatomeje, koje su opažene i u donjim slojevima. Slijed se prema krovini nastavlja kalksiltitima bogatim fosilnom zajednicom (Slike 89e, f). Granica između vulkanoklastičnog horizonta i krovinskih slojeva je postupna, a u prijelaznim dijelovima mogu se uočiti klasti vulkanoklastita te miješanje vulkanoklastičnog i siltitnog materijala (Slika 89e).

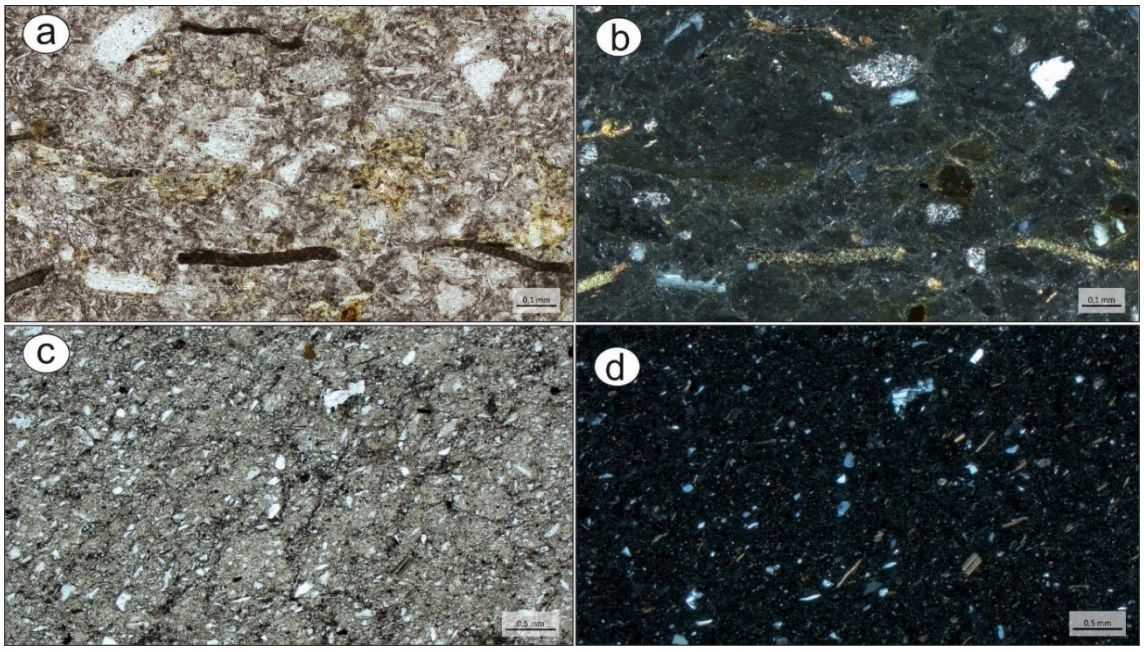


Slika 89. Mikrofotografije vulkanoklastita lokaliteta SKR 3/21. a, b) Uzorak SKR 3/21-Z1 s vidljivim juvenilnim komponentama i prodorom dajkova s krupnijim klastima u sitnije; c,d) Uzorak SKR 3/21-Z2 laminacije unutar vulkanoklastičnog horizonta; e, f) Uzorak SKR-3/21-X kalksiltit s bogatom fosilnom zajednicom, detritalnom i juvenilnom komponentom.

4.2.2.2. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Sinjskog bazena

S lokaliteta Lučani (LUC-1) analizirana su dva horizonta, LUC 1.1 i LUC 1.2. Oba uzorka su vulkanoklastiti s dominantno juvenilnom komponentom (Slika 90a–d). Od juvenilne komponente najzastupljenije su krhotine vulkanskog stakla i magmatski minerali. Značajan dio čini matriks, koji predstavlja vrlo sitnozrnatu juvenilnu komponentu sastavljenu od krhotina stakla i magmatskih minerala. Od magmatskih minerala prepoznaje se biotit, dimenzija do 0,4 mm. Na većini zrna biotita vidljivi su tragovi alteracije. Od feldspata su prepoznati plagioklasi

s karakterističnim polisintetskim sraslačkim lamelama, najvećih dimenzija do 0,1 mm. Najmanje je zastupljen kvarc, koji se pojavljuje u manjim dimenzijama i hipidiomorfnog je oblika. Krhotine stakla su srpastog oblika, a povremeno se mogu primijetiti karakteristični „Y“ oblici. Na većini krhotina vidljivi su tragovi alteracije..



Slika 90. Mikrofotografije vulkanoklastita s lokaliteta Lučani. a, b) Uzorak LUC 1.1. s vidljivim krhotinama stakla, magmatskim mineralima (biotit, feldspat, kvarc) i litičnom česticom. Matriks je djelomično alteriran i prepoznaju se dijelovi s izraženim interferencijskim bojama koji ne odgovaraju amorfnom vulkanskom staklu; c, d) Uzorak LUC 1.2. sitniji horizont vulkanoklastita s magmatskim mineralima (biotit, feldspati, kvarc).

4.2.2.3. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Medvednice

S lokaliteta Čučerje petrografski je obrađeno više uzoraka, s obzirom na široko rasprostranjenje vulkanoklastita na terenu. Uzorkovanje je provedeno na nekoliko mjesta unutar istog rasprostiranja, pri čemu je dio uzoraka prikupljen na položaju CUC-1, a dio na položaju CUC-1d.

U svim preparatima dominantno je zastupljen sitnozrnati vulkanoklastit, dok su u uzorku CUC-1 mikroskopski zabilježene i strukture koje mogu odgovarati dajkovima krupnozrnatijeg vulkanoklastita s većim udjelom minerala. Moguće je da dio tih struktura predstavlja tragove bioturbacije, no zbog nedostatka jasne stratigrafske povezanosti njihovo podrijetlo nije moguće sa sigurnošću odrediti. Na južnom dijelu rasprostiranja, na izdanku CUC-1d, pronađen je sloj krupnozrnate varijante vulkanoklastita između slojeva sitnozrnatog materijala.

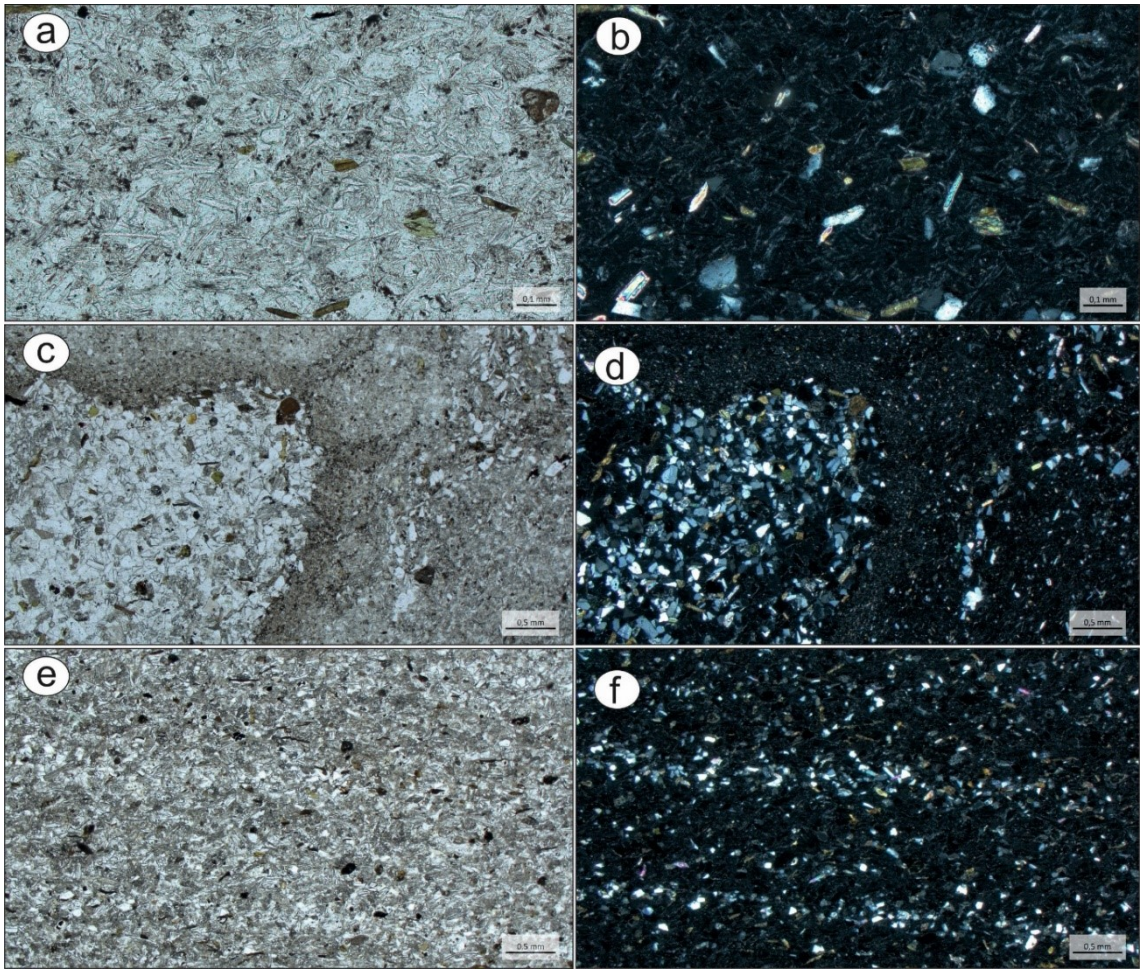
U uzorku CUC-1 prepoznate su različite teksture. Dominantno je zastupljen vulkanoklastit sastavljen od krhotina vulkanskog stakla te manjim dijelom od magmatskih minerala (Slika 91a,b). Od magmatskih minerala prisutni su biotit, feldspati te sporadično kvarc i amfibol. Biotit je svjetlosmeđe boje, a povremeno se javljaju i zeleni varijeteti, što

potencijalno upućuje na njegovu alteraciju. Od feldspata su prepoznati plagioklasi, koji se pojavljuju u hipidiomorfnom, rjeđe alotriomorfnom obliku, često s izraženim polisintetskim sraslačkim lamelama. Amfibol se javlja rijetko, kao tamnozeleni prizmatični kristali s jasno izraženim pukotinama kalavosti i interferencijskim bojama II. reda. Kvarc je prisutan sporadično, uglavnom u alotriomorfnom obliku, a povremeno i kao zaobljena zrna, što može upućivati na djelomično detritalno podrijetlo.

Uz juvenilnu, prisutna je i detritalna komponenta, čija zastupljenost varira između 10 i 15 vol. %. Od detritalnih minerala najčešći su muskovit, kvarc i epidot. Osim minerala, povremeno se javljaju i litične čestice, dominantno metamorfnog, ali i sedimentnog podrijetla (lapori i vapnenci).

U pojedinim dijelovima uzorka prepoznate su strukture koje se pojavljuju u obliku uskih kanala ispunjenih krupnozrnatijim materijalom, s jasno izraženim rubom prema sitnozrnatoj okolnoj masi (Slika 91c,d). Te strukture mogu predstavljati deformacije nastale istiskivanjem materijala kroz još nekonsolidiran sediment, iako se ne može isključiti mogućnost bioturbacije. U tim dijelovima dominiraju feldspati, kvarc, biotit, muskovit i klorit, a sporadično je pronađen i mikroklin. Budući da na terenu nije bilo moguće precizno odrediti položaj slojeva, teško je pouzdano zaključiti o prirodi ovih struktura.

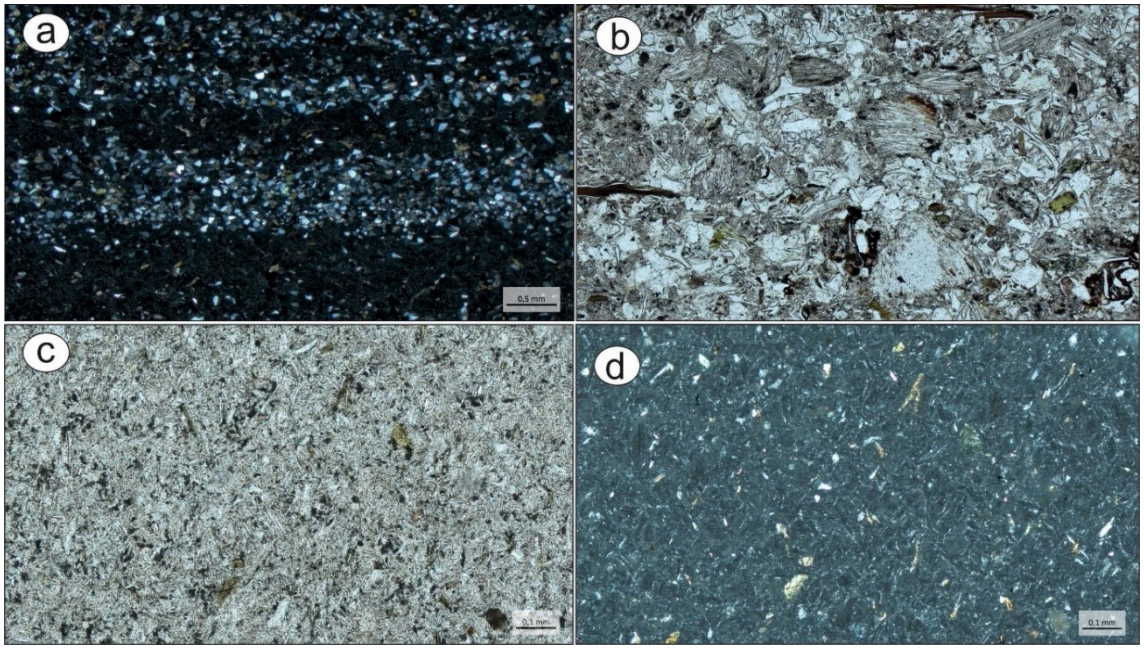
Na pojedinim dijelovima preparata uočene su i lamine koje se sastoje od slojeva bogatih krhotinama stakla u izmjeni sa slojevima bogatim mineralima (Slika 91e,f).



Slika 91.Mikrofotografije vulkanoklastita s lokaliteta Čučerje. a, b) Uzorak CUC-1 s djelom najzastupljenijeg varijeteta na lokalietu, vide se krhotine stakla i magmatski minerali, te detritalni minerali; c, d) Uzorak CUC-1 dajk/bioturbacija (dominantno izgrađen od minerala) u staklastu osnovu; e, f) Uzorak CUC-1 izmjena lamina s dominantnim mineralima i lamina s dominantnim krhotinama stakla.

Na području uzorkovanja CUC-1d prepoznata su dva varijeteta: sitnozrnati varijetet (CUC-1dF) te varijetet u kojem se unutar prevladavajućeg sitnozrnatog vulkanoklastita nalazi tanak sloj krupnozrnijeg materijala (CUC-1d). Krupnozrnati horizont petrografski je analiziran, a u cijelom preparatu uočava se izmjena lamina bogatijih krhotinama vulkanskog stakla i lamina bogatijih mineralima (Slika 92a). Od minerala dominiraju magmatski — feldspati, biotit i kvarc — dok se muskovit i epidot pojavljuju sporadično. U dijelovima s prevladavajućim krhotinama stakla mogu se vidjeti bezbojne, srpaste krhotine te manji plovućci dimenzija do 0,5 mm (Slika 92b).

U sitnozrnatom varijetetu također dominira juvenilna komponenta, prvenstveno zastupljena krhotinama vulkanskog stakla i sitnozrnatim matriksom građenim većinom od staklenog materijala, a manjim dijelom od minerala (Slika 92c,d). Od minerala su prisutni biotit, feldspati, kvarc i muskovit, čiji udio ne prelazi 10 vol. %.



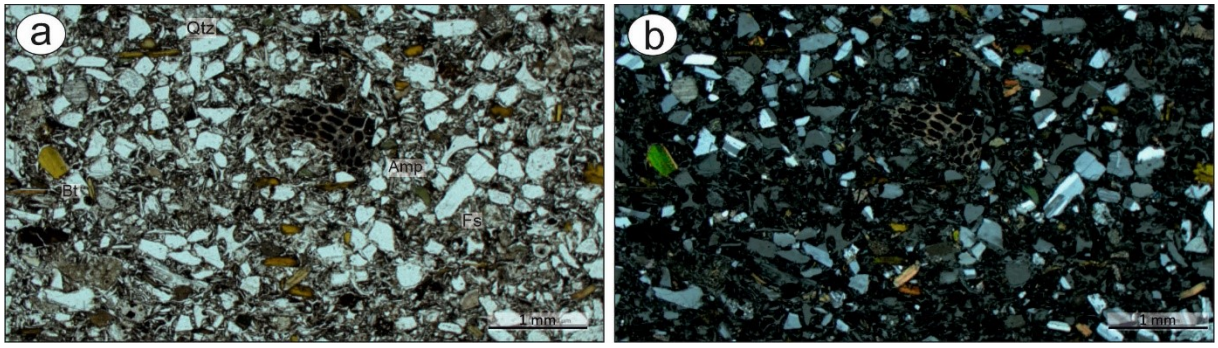
Slika 92. Mikrofotografije vulkanoklastita s lokaliteta Čučerje. a) Uzorak CUC-1d izmjena lamina bogatih mineralima i lamina bogatim krhotinama vulkanskog stakla; b)Uzorak CUC-1d lamina bogata vulkanskim staklom s prepoznatljivim plovućcima, krhotinama stakla i magmatskim mineralima; c, d) Uzorak CUC-1dF vulkanoklastit dominantno sastavljen od vulkanskog stakla.

Na lokalitetu Plaz petrografski su analizirani uzorci PL-1, PL-2 i PL-2a. Rezultati ovih analiza su djelomično objavljeni u Trinajstic i sur.(2023).

Uzorak PL-1 čini vulkanoklastit u kojem je oko 90 vol.% zastupljena juvenilna komponenta, sastavljena od krhotina vulkanskog stakla, plovućaca, magmatskih minerala i sitnozrnatog matriksa (Slika 93). Juvenilnu komponentu čini približno 35 vol.% staklastog materijala (oko 5 vol.% plovućci i oko 30 vol.% krhotine stakla), dok magmatski minerali čine oko 10 vol.%. Ostatak do 90 vol.% predstavlja sitnozrnati matriks. Preostalih oko 10 vol.% uzorka čine biogena komponenta (mikrofosili, Slika 93a) i manji udio mogućih detritalnih minerala, poput zaobljenih zrna kvarca.

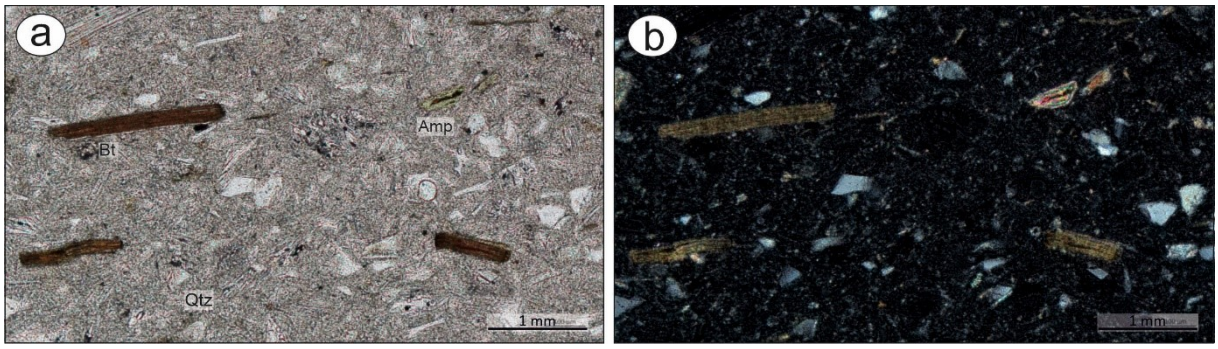
Krhotine stakla su bezbojne, sitnih dimenzija i različitih oblika — od pločastih do plovućastih s izduženim vezikulama. Većina krhotina ima uglate rubove, a na pojedinima se mogu uočiti početni znakovi alteracije po rubovima.

Uzorci PL-2 i PL-2a pokazuju sličan mineralni i teksturalni sastav, uz razliku u udjelu matriksa, koji je izraženiji u uzorku PL-2. Matriks je u svim uzorcima sitnozrnat, a sastavljen je dominantno od malih krhotina vulkanskog stakla, magmatskih minerala i povremeno mikrofosila. U uzorku PL-2a primijećen je veći udio nejuvenilne komponente, što se očituje pojavom većeg broja litičnih čestica i ostataka mikrofosila.



Slika 93. a,b) Mikrofotografije uzorka PL-1 s dominantno zastupljenom juvenilnom komponentom (preko 90 vol.%) koja se sastoji od magmatskih minerala (biotit -Bt; amfibol – Amp; kvarc-Qtz i najdominantniji feldspati-Fs) i krhotina vulkanskog stakla (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023).

Vulkanoklastit s lokaliteta Bidrovec (CUC-6) sastoji se dominantno od juvenilne komponente, koju čine plovućci (22 vol.%) i krhotine vulkanskog stakla (14 vol.%) (Slika 94). Plovućci su dimenzija od približno 100–200 μm i siromašni su mineralima (manje od 2 vol.%), među kojima je prepoznat jedino plagioklas. Krhotine vulkanskog stakla variraju po obliku — od izrazito vezikularnih plovućastih fragmenata s izduženim i tabularnim vezikulama do srpastih krhotina. Većina krhotina ima uglate rubove i bezbojne su, bez vidljivih tragova alteracije u preparatima.



Slika 94. a,b) Mikrofotografije vulkanoklastita uzorka CUC-6 s lokaliteta Bidrovec na kojem se vidi vulkanokalstiti dominantno sastavljen od vulkanskog stakla. Juvenilnom komponentnom dominiraju krhotine vulkanskog stakla a zatim magmatski minerali (biotit-Bt; amfibol – Amp; kvarc – Qtz i feldspati). Preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023.

4.2.2.4. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Livanjskog bazena

Petrografske analize s lokaliteta Beljanov dol (BD) pokazuju da su svi slojevi dominantno izgrađeni od juvenilnom komponentom, izuzev sloja BD-bt koji je alteriran u minerale glina, pa mu sastav nije bilo moguće pouzdano odrediti. U najdonjem sloju jedini sačuvani minerali su kvarc i feldspati; na feldspatima je vidljivo zamućenje (tragovi trošenja), dok je kvarc hipidiomorfan, dimenzija do približno 0,1 mm.

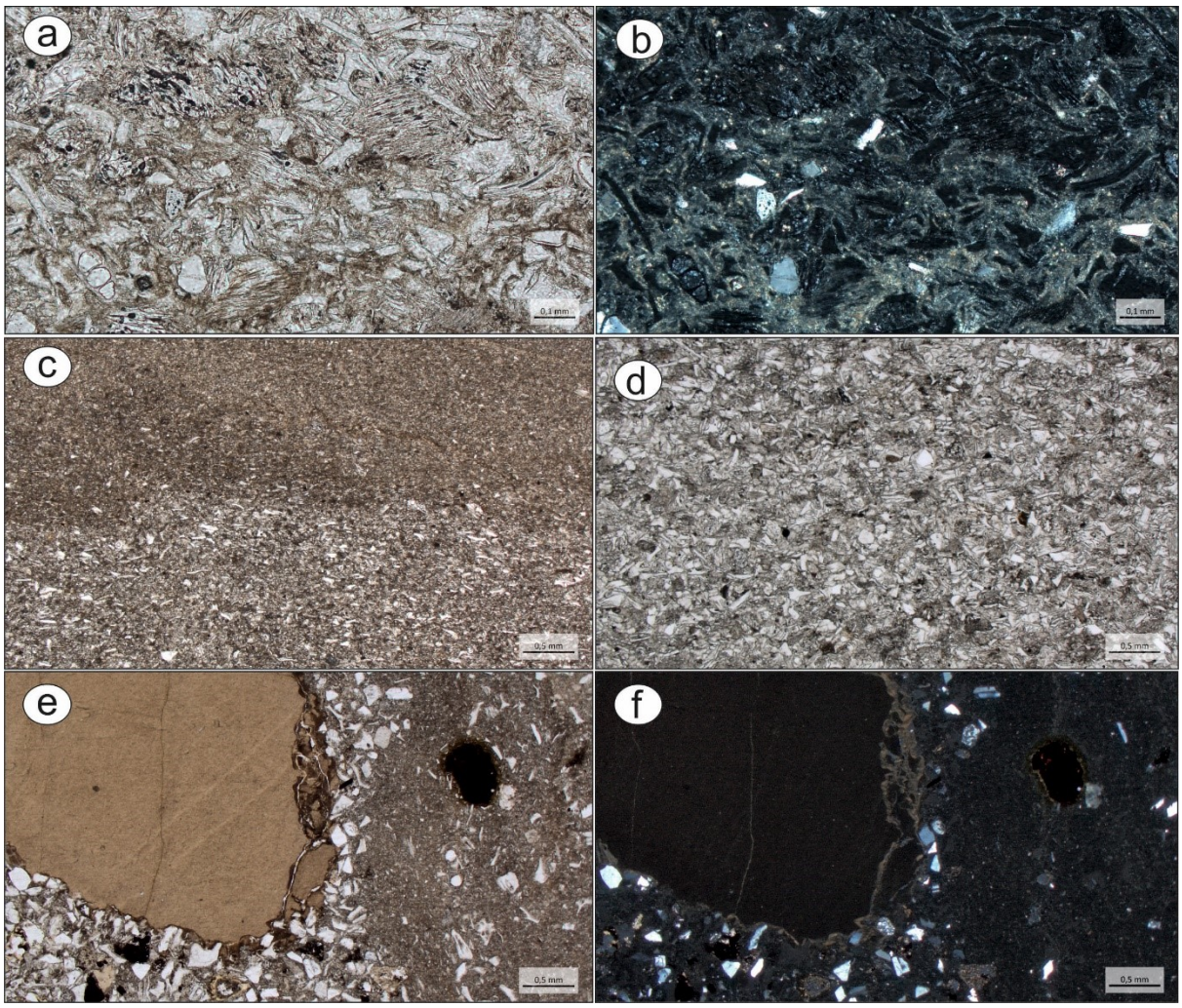
Slojevi BD-T1 i BD-1 predstavljaju jednak sloj u kojem dominira juvenilna komponenta (Slika 95a, b). U uzorku BD-1 ona doseže 99,4 vol.%. Više od 70 vol.% čine krhotine

vulkanskog stakla (uz rijetke plovućce), a manji udio otpada na magmatske minerale. Od minerala su prepoznati biotit, kvarc i feldspati; zrna su najčešće do 0,1 mm.

Sloj BD-T2 prikazuje granulacijski prijelaz od krupnozrnatijeg prema sitnornatom dijelu, što je vidljivo i u preparatu (Slika 95c). Oba dijela imaju jednak sastav: dominiraju krhotine vulkanskog stakla uz manji udio magmatskih minerala.

Uzorak BD-T3 se sastavom ne razlikuje bitno od ostalih donjih slojeva; prevladava vulkanoklastit s dominantnim udjelom krhotina vulkanskog stakla (Slika 95d). Lokalno su vidljive teksture miješanja krupnijeg i sitnijeg materijala (Slika 95e, f): krupnije leće i klasti predstavljaju dijelove obogaćene mineralima (vulkanoklastit s udjelom minerala >10 vol.%) uz povremene litične čestice, dok su sitniji dijelovi homogeni i staklom dominantni. U istom sloju uočavaju se i klasti sitnozrnatog, staklom dominantnog vulkanoklastita (Slika 95e, f).

Rezultati prikazani u ovom poglavlju djelomično su obrađeni u Brlek i sur. (2024a).



Slika 95. Mikrofotografije vulkanoklastita s lokalitet BD a,b) Uzorak BD-T1 na kojem se prepoznaju krhotine stakla, magmatski minerali i u donjem dijelu bliže horizontu BD-bt djelomične alteracije staklastog matriksa; c) Uzorak BD-T2 s vidljivim kontaktom krupnijeg i sitnijeg dijela; d) Uzorak BD-T3 homogeni dio sa zastupljenijim česticama vulkanskog stakla; e, f) Uzorak BD-T3 s klastom vitroklastičnog tufa unutar djela u kojem se nalaze miješani dijelovi krupnozrnatijeg vulkanoklastita s dominantnim dijelovima bogatijima mineralima i dijelovima sastavljenih skoro u potpunosti od krhotina stakla.

4.2.3. Rezultati modalne analize vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

4.2.3.1. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Požeške gore

Detaljna analiza teške mineralne frakcije (63-125 μm) napravljena je na šest uzoraka s lokaliteta Škrabutnik kako bi se odredio udio glavnih i akcesornih minerala u teškoj frakciji s obzirom na dominantno zastupljena vulkanska stakla u petrografskim preparatima.

Napravljene su analize lapora iz podine vulkanoklastita (SKR 3/21-LA) i horizonta u krovini vulkanoklastita (SKR 3/21-X). U tri analizirana uzoraka vulkanoklastita (SKR 3/21-D, SKR 3/21-F, SKR 3/21-H) iz prvog horizonta najzastupljeniji je mineral amfibol tamno zelene boje s izraženim pleokroizmom i interferencijskim bojama djelomično prekrivenim vlastitom. Na pregledanim mineralima nisu vidljivi značajni tragovi trošenja (U2-E2, Ando i sur., 2012.). Osim amfibola najzastupljeniji je mineral cirkon kod kojeg dominiraju izdužene idiomorfne forme. Apatit se može pronaći u svim uzorcima i dio minerala je idiomorfne forme s tragovima korozije dok je dio jako trošen. U svim uzorcima su pronađena i zrna piroksena svjetlo zelene boje s karakterističnim zubičastim trošenjem te manji broj bezbojnih zrna. Uz ove minerale koji se zbog izostanka trošenja pripisuju vulkanogenoj asocijaciji u svim uzorcima pronađen je mineral epidot, alotriomorfnog habitusa s vidljivom korozijom po rubovima (C2, Andò i sur., 2012). Uz ove dominatne minerale pronađeno je nekoliko turmalina, idomorfne forme, smeđe boje s izraženim pleokroizmom do bezbojne, mineral rutil i nešto klorita. Od neprozirnih teških minerala dominiraju opaki minerali i biotiti. Opaki minerali su uglavnom idomorfne forme, a s reflektiranim svjetlom se jasno uočava sivo-crna boja i metaličan sjaj. Mineral biotit je svjetlo smeđe boje, na listićima se ne vide tragovi trošenja, uglavnom su zaobljeni. Dio minerala biotita je zaostao i u lakoj mineralnoj frakciji.

U uzorku SKR 3/21-V iz drugog horizonta primjećena je značajna razlika u mineralnom sastavu prozirnih teških minerala gdje su uz amfibole jednako zastupljeni i epidoti. Uz njih se može pronaći nekoliko zrna turmalina i klorita te je zabilježeno je nekoliko prozirnih granata.

U uzorcima podine i krovine uočava se drugačiji mineralni sastav nego u horizontima vulkanoklastita. Opaki minerali su najzastupljeniji u uzorku SKR 3/21-LA s 28%, dok je od prozirnih teških minerala najzastupljeniji granat s jednakim postotkom u ukupnom udjelu. Od ostalih minerala dominiraju epidot, apatit i turmalin, a u manjem udjelu se može pronaći cirkon i rutil.

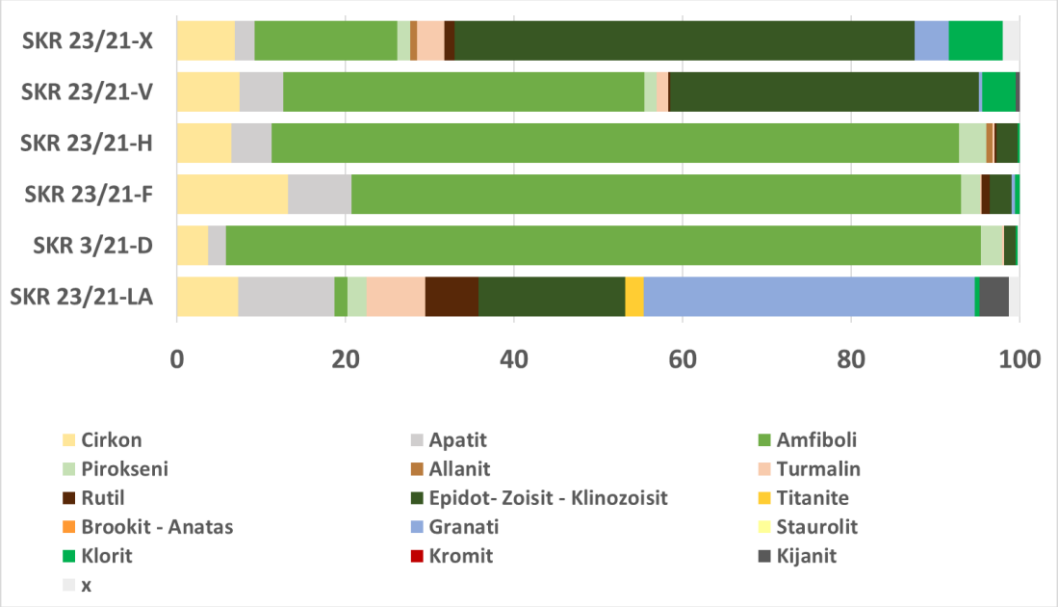
Uzorak krovine SKR 3/21-X razlikuje se po udjelu epidota sa skoro 50%, nakon čega su u manjoj mjeri zastupljeni amfiboli, cirkoni i granati.

Modalni sastav teške mineralne frakcije prikazan je u tablici 24 i na slici 96. Laka mineralna frakcija (63-125 μm) pokazuje manje razlike unutar uzorka vulkanoklastita, najzastupljenije su krhotine vulkanskog stakla koje su bezbojne, uglaste dominantno pločastog oblika ili plovućastog. Uz njih dominiraju plagioklasi, kvarc i u manjoj mjeri sanidin.

U horizontu SKR 3/21-LA dominiraju litične čestice, kvarc i plagioklasi te se može pronaći poneka krhotina vulkanskog stakla. U lakoj frakciji uzorka SKR 3/21-X se uz litične čestice i kvarc može naći i veliki broj krhotina vulkanskog stakla.

Tablica 24. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima iz stupa SKR 3/21.

	SKR 3/21-LA	SKR 3/21-D	SKR 3/21-F	SKR 3/21-H	SKR 3/21-V	SKR 3/21-X
Opaki (%) **Biotit (%)**	28 0	17 1	12 0	13 3	6 10	
THM (%)	72	82	88	84	84	



Slika 96. Relativna modalna zastupljenost (%) prozirnih minerala u frakciji teških minerala (THM) u odabranim uzorcima s lokaliteta Škrabutnik.

4.2.3.2. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Medvednice

S područja Medvednice napravljene su detaljne analize teške mineralne frakcije (63-125 μm) na dva uzorka s lokaliteta Čučerje (CUC-1 i CUC-1d), te po jedan uzoraka s lokaliteta Plaz (PL-1) i Bidrovec (CUC-6).

O oba uzorka s lokaliteta Čučerje, najdominantniji mineral je amfibol, pri čemu većina zrna pokazuje značajne znakove trošenja (E2, Andò i sur., 2012.). Ti znakovi uključuju

zaobljene rubove zrna, mikropukotine, abrazivne površine te djelomičnu, vidljivu promjenu boje, koja se očituje kao lagano zamućenje. Nakon amfibola, zastupljeni su opaki minerali, među kojima su najdominantniji minerali idiomorfne forme koji pod reflektiranim svjetlom pokazuju metalni sjaj i tamnosivu boju. Listići biotita su svjetlosmeđe boje s vidljivim tragovima trošenja. Mineral cirkon prisutan je u idiomorfnoj formi, s izduženim prizmatičnim zrnima. Apatiti su prizmatični i pokazuju tragove trošenja na rubovima. U uzorcima je pronađeno i mnogo epidota, prepoznatljivih po alotrimorfnim zrnima blago zelene boje s intenzivnim interferencijskim bojama. Osim epidota, može se pronaći i granat, koji je bezbojan i alotrimorfne forme. U uzorku CUC-1 pronađen je i glaukofan. U lakoj mineralnoj frakciji dominiraju krhotine vulkanskog stakla koje su bezbojne, uglaste, povremeno s vidljivim zaobljenim formama nastalim od mjehurića. Uz staklo prevladavaju zrna plagioklasa i kvarca, dok manji udio čine litične čestice.

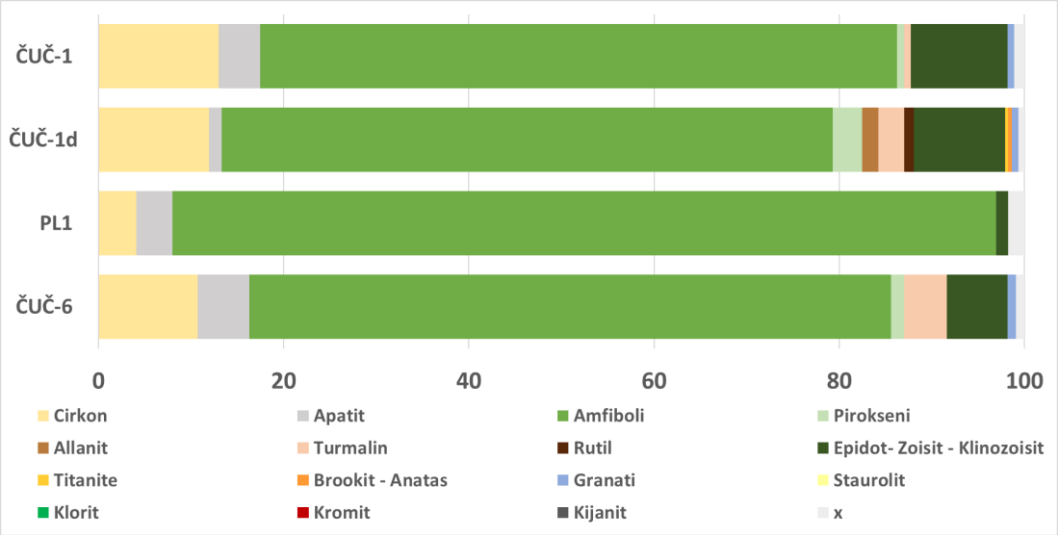
U uzorku s lokaliteta Plaz (PL-1) dominira mineral amfibol zelene boje s izraženim pleokroizmom i interferencijskim bojama koje su prekrivene vlastitim bojama. Na većini mineralnih zrna mogu se vidjeti tragovi trošenja (D2, Ando i sur. 2012). Osim amfibola mogu se pronaći opaka mineralna zrna uglavnom idomorfne forme, te cirkoni i apatiti koji su manjih dimenzija, a karakteriziraju ih idomorfne forme.

S lokaliteta Bidrovec analiziran je uzorak CUC-6 u kojem su najzastupljeniji (s jednakim udjelom u teškoj mineralnoj frakciji) biotiti i amfiboli. Biotiti su svjetlo smeđe boje, bez tragova trošenja s izraženim idomorfnim oblicima listića. Amfiboli su zelene boje, s izraženim pleokroizmom i sa slabim tragovima trošenja (E2, Ando i sur., 2012). Cirkoni su zastupljeni s malim zrnima, često polomljenim, dok idiomorfna zrna imaju prizmatske forme.

Odnosi podataka modalne analize prozirnih teških minerala svih uzoraka Medvednice su prikazani u Tablici 25. i na Slici 97. Podatci za uzorke PL-1 i CUC-6 prikazani u ovom poglavlju objavljeni su u Trinajstić i sur. (2023).

Tablica 25. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima CUC-1, CUC-1d, CUC-6 i PL-1 s područja Medvednice.

	CUC-6	PL-1	CUC-1	CUC-1d
Opaki (%) **Biotit (%)**	6 45	3 1	16 8	20 9
THM (%)	49	96	76	71



Slika 97. Relativna modalna zastupljenost (%) prozirnih minerala u frakciji teških minerala (THM) u odabranim uzorcima s lokaliteta Čučerje, Plaz i Bidrovec.

4.2.3.3. Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Livanjskog bazena

Detaljna analiza teške mineralne frakcije (63-125 μm) napravljena je na 8 uzoraka s lokaliteta BD kako bi se odredili glavni i akcesorni minerali s obzirom na uniformni sastav glavnih minerala utvrđenih u petrografskim preparatima. U svim analiziranim uzorcima određen je jednak mineralni sastav osim u uzorku BD-T3, gdje se pojavljuje nekoliko piroksena. Najzastupljeniji su opaki minerali (75%), koji su dominantno idiomorfni Fe-Ti oksidi prepoznatljivi po metalnom sjaju (promatranom pod reflektiranim svjetlom). Osim njih od opakih minerala zastupljeni su crveni minerali, alotriomorfnog habitusa. Pronađeno je nekoliko minerala biotita i nekoliko litičnih fragmenata. Ostalo su zastupljeni prozirni teški minerali (27%). Najzastupljeniji prozirni teški mineral je cirkon, koji je dominantno idiomorfne izdužene forme. Na nekim mineralima cirkona primijećeno je da su kristali obrubljeni sa staklom. Samo manji dio minerala cirkona pokazuje tragove korozije (C1 do C2, Andò i sur., 2012). Pronađeni apatiti su uglavnom trošeni, izdužene prizmatske forme. Allanit se prepoznaje po svjetlo do tamno smeđoj boji, jakom pleokroizmu i snažnim interferencijskim bojama II. reda. Minerali allanita se prepoznaju i po školjkastom lomu. Pronađeno je nekoliko zrna epidota, bezbojnog granata i rutila, svi s alotrimorfnim habitusom i vidljivom korozijom po rubu (C2). Osim njih pronađen je i turmalin koji se pojavljuje u idiomorfnoj formi prizmatskog habitusa, smeđe boje i prepoznatljivog pleokroizma od skoro bezbojno do smeđe boje.

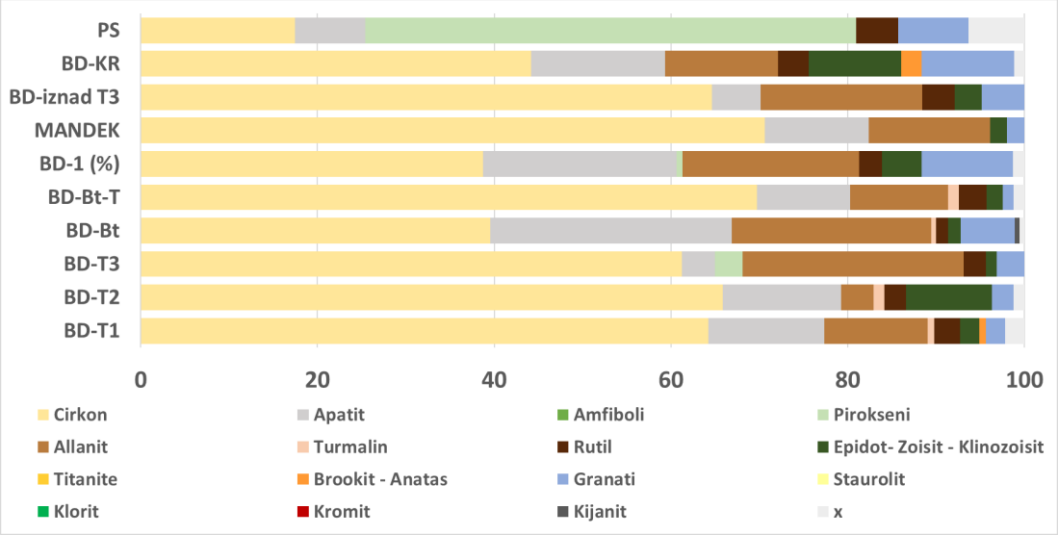
Laka mineralna frakcija (63-125 μm) pokazuje manje razlike unutar uzorka iz BD sekvence. Kvarc i izmijenjene krhotine vulkanskog stakla najzastupljenije su u najdonjem BD-Bt horizontu. Kvarc i litične čestice su u većem broju pronađene u BD-T3 horizontu u usporedbi s ostalim horizontima. Sve pregledane krhotine stakla su bezbojne, uglate, dominantno

pločastog oblika ili s vidljivim rubovima vezikula. U uzorcima je pronađeno nekoliko smeđih krhotina vulkanskog stakla.

Rezultati modalne analize prikazani su u Tablici 26 i na Slici 98.. Rezultati prikazani u ovom poglavlju objavljeni su u Brlek i sur. (2024a).

Tablica 26. Udio (%) teške mineralne frakcije s područja Livanjskog bazena.

	BD.T1	BD-T2	BD-T3	BD-bt	BD-Bt-T	BD-1	MANDEK	BD-iznad T3	BD-KR	PS
Opaki (%)	77	66	80	74	71	76	82	68	79	44
Biotit (%)	0	1	0	0	0	0	0	1	1	24
THM (%)	23	34	19	26	29	24	18	31	20	31



Slika 98. Relativna modalna zastupljenost (%) prozirnih minerala u frakciji teških minerala (THM) u odabranim uzorcima s lokaliteta Beljanov dolac, Mandek i Put Stupe.

4.2.4. Rezultati geokemijskih istraživanja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

4.2.4.1. Geokemijska obilježja vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena područja Požeške gore i Medvednice na temelju cjelostijenskih analiza

Na uzorcima s područja Požeške gore s lokaliteta Škrabutnika – SKR 3/21 (SKR 3/21-H, SKR 3/21-Z1) – te s područja Medvednice lokalitet Čučerje (CUC-1, CUC-1d) provedene su analize kemijskog sastava cijele stijene na po dva uzorka s svakog lokaliteta. Rezultati analiza prikazani su u tablici 27. U tablici su prikazani podatci prije normalizacije na bezvodnu osnovu kako bi se vidio gubitak žarenjem (LOI). U nastavku teksta i na prikazanim dijagramima korištene su vrijednosti normalizirane na bezvodnu osnovu.

Tablica 27. Rezultati cjelostijenske kemijske analize odabranih uzoraka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-Z i SKR 3/21-H) i Čučerje (CUC-1, CUC-1d).

	SKR - 3/21 - Z1	SKR - 3/21- H	CUC-1d	CUC-1
SiO_2 (%)	69.32	64.07	67.99	67.6
Al_2O_3(%)	13.67	15.7	13.18	13.52
Fe_2O_3(%)	2.04	3.24	2.61	2.66
MgO (%)	0.49	1.32	1.08	1.01
CaO (%)	1.57	2.72	1.72	1.39
Na_2O (%)	2.17	2.41	2.19	2.1
K_2O (%)	4.15	3.17	1.89	2.09
TiO_2 (%)	0.21	0.36	0.25	0.23
P_2O_5 (%)	0.06	0.07	0.05	0.04
MnO (%)	0.05	0.05	0.05	0.03
Cr_2O_3 (%)	<0.002	<0.002	0.009	0.003
Na_2O+ K_2O	**6.32**	**5.58**	**4.08**	**4.19**
LOI (%)	6.1	6.7	8.8	9.2
Sum (%)	**99.83**	**99.81**	**99.819**	**99.873**

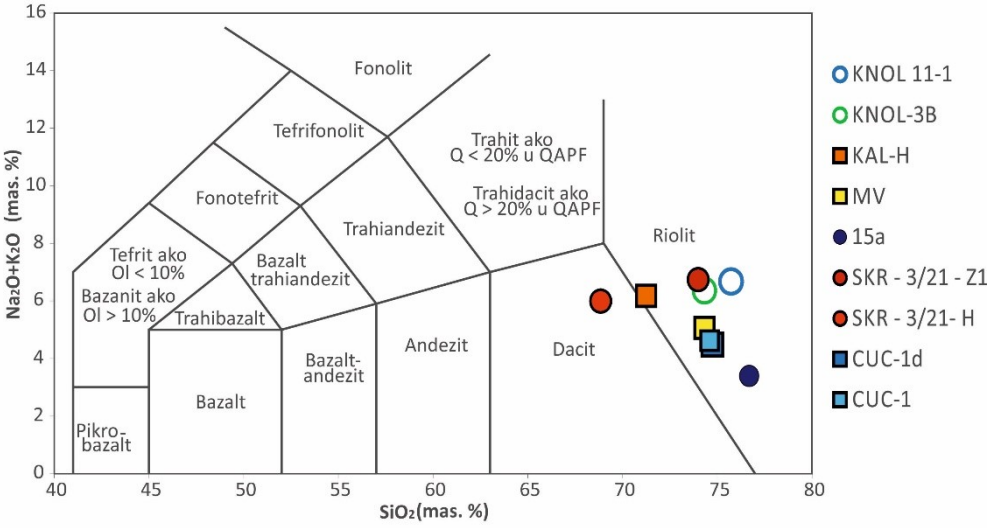
(ppm)

Ba	777	718	528	595
Be	2	5	2	3
Co	3	7.1	4.7	3.4
Cs	6.4	4.3	4.4	4.5
Ga	14.7	15.9	13.9	14.8
Hf	4.6	6.2	4.8	4.2
Nb	14.3	15.5	12.9	13.7
Rb	150.1	112.5	85.5	90.9
Sn	3	3	4	4
Sr	121.2	188.6	135	114.2
Ta	1.3	1.2	1.2	1.3
Th	19.3	16.3	16.4	18.5
U	5.4	4.2	4.2	4.8
V	25	29	18	19
W	2.5	1.7	1.9	1.8
Zr	154.5	231.1	166	142.3
Y	20.9	16.5	20.3	20.7
Cu	4.7	4.5	8.7	5.3
Pb	3.9	8.5	9.4	6.4
Zn	17	28	30	22
Ni	8	16	19.4	10.2

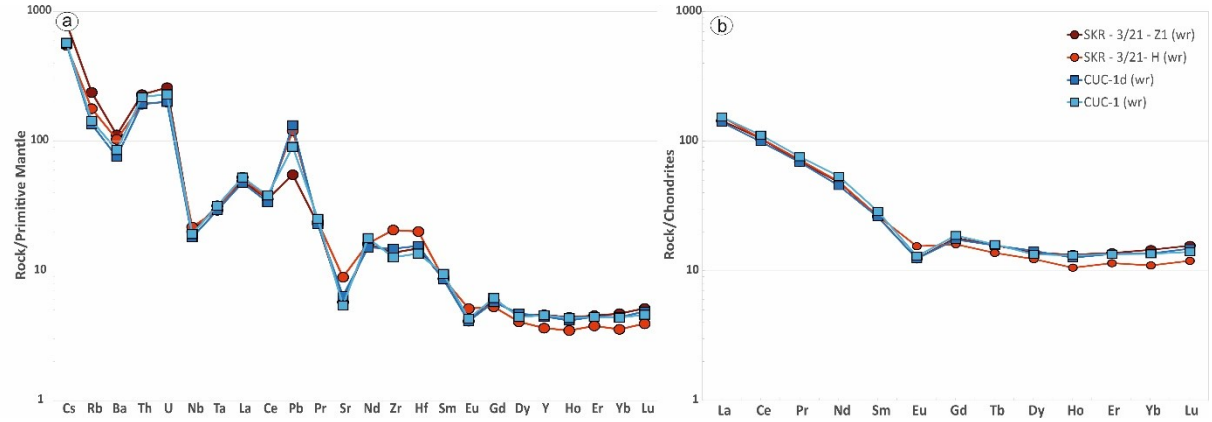
(ppm)

La	33.7	36.1	32.8	36
Ce	63.4	63.6	60	67.5
Pr	6.35	6.58	6.31	6.95
Nd	21.8	22	20.5	24.2
Sm	3.84	3.89	3.81	4.21
Eu	0.69	0.86	0.69	0.72
Gd	3.53	3.15	3.42	3.68
Tb	0.56	0.49	0.56	0.57
Dy	3.34	2.99	3.47	3.25
Ho	0.72	0.57	0.68	0.71
Er	2.17	1.81	2.13	2.12
Tm	0.35	0.26	0.33	0.3
Yb	2.31	1.75	2.17	2.15
Lu	0.38	0.29	0.36	0.34

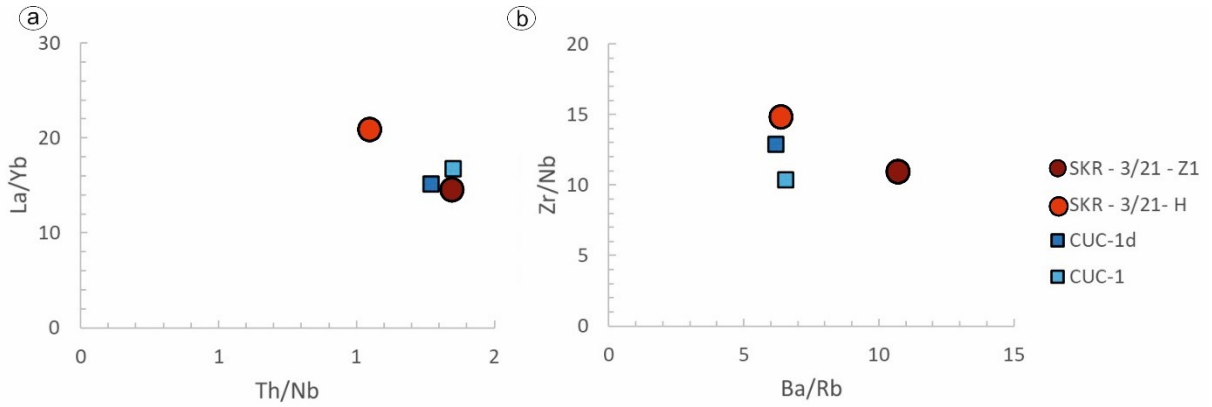
Na temelju klasifikacijskih dijagrama za magmatske stijene, svi uzorci svrstavaju se u litološku kategoriju riolita prema kemijskom sastavu cijele stijene. Osim uzorka SKR 3/21-H (Slika 99). Usporedbom uzoraka s lokaliteta SKR 3/21 uočljive su razlike u udjelima glavnih i elemenata u tragovima. Uzorak SKR 3/21-H u odnosu na SKR 3/21-Z1 pokazuje niži udio SiO_2 i K_2O, te viši udio Al_2O_3, FeO_t, MgO i CaO. U uzorcima s lokaliteta Čučerje (CUC-1 i CUC-1d) nisu zabilježene značajnije razlike, a prema većini glavnih i elemenata u tragovima podudaraju se s uzorkom SKR 3/21-Z1. Najveće razlike vidljive su u sadržaju MgO, koji iznosi 0,52 mas. % u uzorku SKR 3/21-Z1, 1,42 mas. % u uzorku SKR 3/21-H, te 1,11–1,19 mas. % u uzorcima s Čučerja. Kod K_2O vrijednosti, uzorci iz Čučerja imaju znatno niže koncentracije (2,08–2,30 mas. %) u usporedbi s uzorcima iz Škrabutnika (3,40–4,43 mas. %). Geokemija elemenata u tragovima kod svih uzoraka obilježena je obogaćenjem Cs, Rb, Th, U i Pb, te osiromašenjem Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na multielementnim dijagramima normaliziranima na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989; Slika 100). Uzorak SKR 3/21-Z1 pokazuje niži sadržaj Pb u odnosu na ostale, dok uzorak SKR 3/21-H, unatoč općem podudaranju u trendovima, pokazuje povišene vrijednosti Zr i Hf, kao i blago snižene koncentracije HREE (Slika 101a, b). Na temelju geokemijskih karakteristika cijele stijene, uzorci s lokaliteta Čučerje pokazuju visok stupanj međusobne korelacije. Uzorci sa Škrabutnika, iako dijele slične geokemijske trendove, pokazuju određene razlike koje bi se mogle pripisati različitoj prirodi uzorkovanog materijala – uzorak SKR 3/21-Z1 sadrži više vitroklastične komponente, dok je SKR 3/21-H bogatiji kristaloklastima i predstavlja dominantno materijal primarnog vulkanoklastita. Unatoč uočenim razlikama, svi uzorci pokazuju konzistentne geokemijske trendove, što ukazuje na njihovu moguću pripadnost istom vulkanskom događaju ili pak različitim erupcijama iz izvorišta s istim geokemijskim obilježjima.



Slika 99. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazane cjelostijenske analize za uzorke SKR 3/21-Z1, SKR 3/21-H, CUC-1d i CUC-1 te ranije opisani uzorci donjeg miocena sa šireg područja Kalnika i Hrvatskog zagorja za usporedbu - KNOL 11-1, KNOL-3B, KAL-H, MV, 15a (Le Bas i sur., 1986).



Slika 100. a) Dijagram normaliziranih vrijednosti elemenata u tragovima na primitivni plašt cjelostijenskih uzoraka s područja Škrabutnika-SKR 3/21-Z1, SKR 3/21-H i Čučerja -CUC-1, CUC-1d (Sun i McDonough, 1989).b) Dijagram normaliziranih vrijednosti elemenata rijetkih zemalja na hondrit cjelostijenskih uzoraka s područja Škrabutnika-SKR 3/21-Z1, SKR 3/21-H i Čučerja -CUC-1, CUC-1d (McDonough i Sun, 1995).



Slika 101. Omjeri elemenata za cjelostijenske analize uzoraka SKR 3/21 -Z1, SKR 3/21-H, CUC-1, CUC-1d.

4.2.4.2. Geokemijska obilježja vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

Udio glavnih elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla dobiven je analizama napravljenima na elektronskoj mikrosondi. Analizirani su uzorci s Požeške gore s lokaliteta Škrabutnik po različitim horizontima, Sinjskog bazena s lokaliteta Lučani, Medvednice s lokaliteta Čučerje, Plaz i Bidrovec, Livanjskog bazena s lokaliteta Beljanov dolac, Držanlije, Put Stupe i Mandek i uzorci dobiveni od kolege Samuel Rybára i njegovog tima s lokaliteta Kuchyňa iz Slovačke. Primjer dobivenih podataka za odabrane uzorke s lokaliteta Škrabutnik i Medvednica su prikazani u Tablici 28. s naznačenim prosječnim vrijednostima i standardnom devijacijom podataka unutar uzorka. U Tablici 29. prikazani su rezultati dobiveni na pojedinačnim krhotinama stakla uzoraka CUC-6 i podatci analiziranih inkluzija stakla u mineralu ilmenitu uzorka CUC-6. Ostali podatci su prikazani u Prilogu 5. Za grafičke prikaze i daljnje opise koristene su normalizirane vrijednosti na 100% bezvodno. Rezultati geokemijskih analiza za uzorke s lokaliteta Plaz (PL) i Bidrovec (CUC-6) objavljeni su u Trinajstić i sur (2023), a podatci za uzorke Livanjskog bazena (BD) objavljeni su u Brlek i sur. (2024a)

Tablica 28. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za odabrane uzorke s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H)i Čučerje (CUC-1d) određen elektronskom mikrosondom (EPMA).

SKR 3/21-H

%	SKR_3\ 21_H-1	SKR_3\ 21_H-2	SKR_3\ 21_H-3	SKR_3\ 21_H-4	SKR_3\ 21_H-5	SKR_3\ 21_H-6	SKR_3\ 21_H-8	SKR_3\ 21_H-9	SKR_3\ 21_H-11	SKR_3\ 21_H-12	SKR_3\ 21_H-13	SKR_3\ 21_H-14	SKR_3\ 21_H-15	SKR_3\ 21_H-16	SKR_3\ 21_H-17	SKR_3\ 21_H-18	SKR_3\2 1_H-19	SKR_3\ 21_H-20	average	*stan. dev*
Na2O	3.15	3.14	3.09	2.65	3.38	2.99	3.16	3.27	3.06	3.04	3.19	3.21	3.05	2.86	2.44	3.15	3.01	2.25	**3.01**	***0.29***
K2O	3.87	4.07	3.98	4.33	4.29	4.09	4.46	3.87	4.28	4.16	4.33	3.88	4.14	4.05	4.05	4.58	3.89	4.52	**4.16**	***0.23***
FeO	1.06	0.95	1.08	1.00	0.78	0.76	0.79	0.95	0.74	1.02	0.93	1.12	1.08	1.15	1.00	0.79	1.12	0.73	**0.95**	***0.15***
SiO2	71.78	71.99	72.13	73.16	72.12	71.97	72.02	71.31	72.52	72.84	71.67	71.66	72.30	71.42	71.93	72.33	71.74	72.56	**72.08**	***0.48***
TiO2	0.04	0.07	0.08	0.08	0.01	0.05	0.05	0.05	0.03	0.11	0.00	0.03	0.08	0.04	0.10	0.02	0.08	0.02	**0.05**	***0.03***
MgO	0.05	0.09	0.04	0.04	0.00	0.10	0.01	0.07	0.05	0.06	0.05	0.07	0.04	0.08	0.07	0.02	0.07	0.04	**0.05**	***0.03***
CaO	0.96	0.97	0.97	1.00	0.73	0.83	0.72	0.92	0.79	1.00	0.79	0.99	0.95	0.96	1.01	0.70	1.05	0.70	**0.89**	***0.12***
MnO	0.05	0.04	0.00	0.09	0.07	0.07	0.04	0.04	0.09	0.04	0.02	0.00	0.08	0.00	0.04	0.03	0.04	0.01	**0.04**	***0.03***
Al2O3	11.79	11.9	11.92	11.86	11.96	11.94	12.01	11.55	11.85	11.93	11.94	12	11.84	11.58	11.92	12.03	12.05	11.91	**11.89**	***0.14***
P2O5	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	**0.01**	***0.01***
Total	**92.75**	**93.23**	**93.29**	**94.22**	**93.34**	**92.80**	**93.26**	**92.03**	**93.42**	**94.20**	**92.92**	**92.95**	**93.57**	**92.17**	**92.57**	**93.67**	**93.06**	**92.73**	**93.12**	***0.59***

CUC-1d

%	CUC_1 d_A-1	CUC_1 d_A-2	CUC_1 d_A-3	CUC_1 d_A-4	CUC_1 d_A-5	CUC_1 d_A-7	CUC_1 d_A-8	CUC_1 d_A-9	CUC_1 d_A-10	CUC_1 d_A-11	CUC_1 d_A-12	CUC_1 d_A-13	CUC_1 d_A-16	CUC_1 d_A-17	CUC_1 d_A-18	CUC_1 d_A-19	average	stan. dev.
Na2O	3.80	3.69	3.56	3.52	3.73	3.34	3.56	3.52	3.58	3.46	3.54	3.34	3.36	3.61	3.45	3.68	**3.49**	**0.16**
K2O	2.67	2.74	2.54	2.56	2.83	2.45	2.57	2.69	2.52	3.12	2.72	2.04	3.06	2.91	2.74	2.82	**2.76**	**0.35**
FeO	1.02	1.00	1.01	0.77	0.99	0.95	1.07	0.99	0.80	0.81	1.11	1.04	0.91	0.78	1.00	1.10	**0.95**	**0.13**
SiO2	70.84	71.90	71.80	72.24	70.82	72.20	70.76	71.45	71.39	72.20	71.77	71.97	72.28	71.91	71.10	71.70	**72.06**	**0.69**
TiO2	0.09	0.07	0.08	0.05	0.10	0.07	0.05	0.11	0.01	0.02	0.10	0.10	0.06	0.02	0.03	0.03	**0.06**	**0.03**
MgO	0.04	0.04	0.09	0.10	0.04	0.07	0.09	0.07	0.05	0.02	0.05	0.06	0.00	0.03	0.06	0.08	**0.06**	**0.03**
CaO	0.95	0.95	0.96	0.77	0.93	0.99	0.93	1.00	0.77	0.82	1.01	0.95	0.87	0.70	1.00	0.97	**0.91**	**0.11**
MnO	0.03	0.07	0.06	0.00	0.09	0.04	0.08	0.08	0.00	0.03	0.06	0.01	0.04	0.08	0.06	0.06	**0.05**	**0.03**
Al2O3	11.71	11.85	12.19	11.63	11.87	12.03	11.73	11.61	11.68	11.70	11.77	11.98	11.72	11.94	11.59	11.95	**11.82**	**0.18**
P2O5	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	**0.01**	**0.01**
Total	**91.17**	**92.32**	**92.3**	**91.64**	**91.39**	**92.15**	**90.84**	**91.55**	**90.8**	**92.21**	**92.13**	**91.52**	**92.3**	**92**	**91.03**	**92.41**	**92.19**	**0.972**

Tablica 29.. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za uzorak s lokaliteta Bidrovec (CUC-6) i geokemijski sastav inkluzija stakla u ilmenitu iz uzorka s lokaliteta Bidrovec određen elektronskom mikrosondom (EPMA).

CUC-6

%	CUC_6_22-2	CUC_6_22-3	CUC_6_22-4	CUC_6_22-5	CUC_6_22-6	CUC_6_22-7	CUC_6_22-8	CUC_6_22-9	CUC_6_22-10	CUC_6_22-11	CUC_6_22-12	CUC_6_22-13	CUC_6_22-14	CUC_6_22-15	CUC_6_22-16	CUC_6_22-17	CUC_6_22-18	CUC_6_22-19	CUC_6_22-20	CUC_6_22-21	average	stan. dev.
Na2O	3.53	3.32	3.44	3.15	3.48	3.27	3.21	3.42	3.43	3.29	3.64	1.39	3.43	3.45	3.42	3.58	3.46	2.90	3.41	3.44	**3.28**	**0.47**
K2O	3.48	3.34	3.55	3.32	3.84	3.40	3.40	3.54	3.65	3.60	3.54	3.56	3.69	3.47	3.76	3.68	3.80	3.09	3.60	3.68	**3.55**	**0.18**
FeO	1.08	1.04	1.16	0.92	0.87	0.89	0.84	0.78	1.04	0.95	0.96	0.89	1.17	1.07	0.99	0.99	0.84	1.18	1.34	0.71	**0.99**	**0.15**
SiO2	72.05	72.26	73.16	72.74	73.19	72.23	71.61	72.48	73.00	72.54	72.48	73.31	72.19	72.20	72.97	72.62	72.92	70.85	70.71	72.50	**72.40**	**0.70**
TiO2	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.00	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.02	0.09	0.02	0.07	0.06	0.08	0.11	0.01	**0.05**	**0.03**
MgO	0.06	0.05	0.04	0.05	0.01	0.06	0.00	0.04	0.06	0.06	0.06	0.02	0.05	0.08	0.04	0.05	0.01	0.08	0.14	0.05	**0.05**	**0.03**
CaO	0.97	0.99	1.02	0.83	0.86	0.87	0.86	0.73	0.95	1.00	0.93	0.83	0.96	1.01	0.82	1.03	0.91	1.01	1.28	0.83	**0.93**	**0.12**
MnO	0.00	0.02	0.06	0.09	0.00	0.09	0.01	0.03	0.09	0.10	0.00	0.04	0.00	0.08	0.14	0.05	0.07	0.11	0.07	0.03	**0.05**	**0.04**
Al2O3	11.67	11.92	11.90	11.74	12.16	11.95	11.82	11.68	11.90	11.85	11.93	11.99	11.92	12.03	11.91	11.90	11.99	11.78	12.83	11.92	**11.94**	**0.24**
P2O5	0.06	0.00	0.06	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.06	0.04	0.00	0.03	0.04	**0.02**	**0.02**
Total	**92.96**	**93.02**	**94.50**	**92.89**	**94.45**	**92.79**	**91.80**	**92.75**	**94.17**	**93.49**	**93.59**	**92.09**	**93.45**	**93.49**	**94.07**	**94.03**	**94.10**	**91.08**	**93.52**	**93.21**	**93.27**	**0.89**

CUC-6 inkluzije stakla u ilmenitu

%	CUC-6-inc-1	CUC-6-inc-2	CUC-6-inc-3	CUC-6-inc-7	CUC-6-inc-12	CUC-6-inc-13	average	stan.dev
Na2O	3.30	3.18	3.76	3.14	2.54	3.25	**3.20**	**0.39**
K2O	3.91	4.03	4.62	3.71	3.03	4.19	**3.92**	**0.53**
FeO	1.13	1.04	1.75	1.40	1.17	1.45	**1.32**	**0.26**
SiO2	73.08	70.78	71.01	73.70	71.89	74.55	**72.50**	**1.52**
TiO2	0.04	0.10	0.92	0.09	0.06	1.10	**0.39**	**0.49**
MgO	0.05	0.12	0.35	0.09	0.05	0.03	**0.11**	**0.12**
CaO	0.81	1.16	1.14	1.16	0.90	0.57	**0.96**	**0.24**
MnO	0.02	0.04	0.01	0.07	0.06	0.09	**0.05**	**0.03**
Al2O3	11.74	12.49	13.17	12.19	11.61	11.95	**12.19**	**0.57**
P2O5	0.01	0.01	0.10	0.04	0.00	0.01	**0.03**	**0.04**
Total	94.10	92.95	96.84	95.59	91.32	97.19	**94.67**	**2.30**

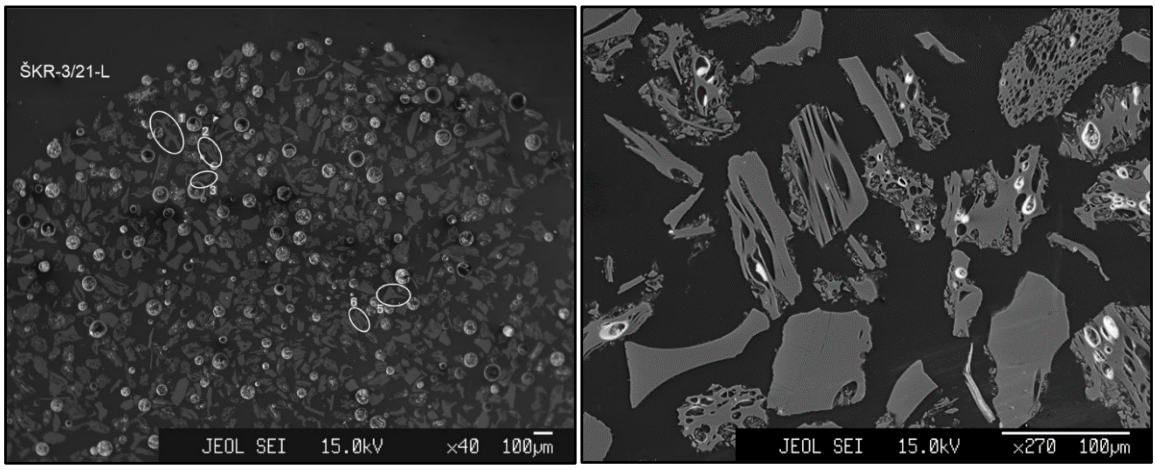
Elementi u tragovima napravljeni su na istim preparatima kao i analize glavnih elemenata. Odabir uzoraka na kojima će se napraviti analize koristeći LA-ICP-MS napravljen je nakon obrade podataka glavnih elemenata. Analizirani su uzorci sa svih lokaliteta na minimalno pet krhotina vulkanskog stakla. Podatci za odabrane uzorke s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H) i Čučerje (CUD-1d) te svi rezultati s lokaliteta Bidrovec (CUC-6) su prikazani u Tablici 30. Podatci ostalih analiziranih uzoraka su prikazani u Prilogu 6.

Tablica 30. Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-1d) i Bidrovec (CUC-6).

	SKR 3/21-H						CUC-1d							CUC-6					
ppm	NP-4-1	NP-4-2	NP-4-3	NP-4-4	NP-4-5	ppm	NP11-1	NP11-2	NP11-3	NP11-4	NP11-5	NP11-6	ppm	Cuc-6-1	Cuc-6-2	Cuc-6-4	Cuc-6-5	Cuc-6-6	Cuc-6-7
Cs	8.16	4.52	7.92	4.46	5.52	Cs	6.68	6.47	7.23	5.46	5.63	8.1	Cs	4.78	6.19	5.69	8.93	6.28	6.85
Rb	171.7	107.4	165.8	94.35	123.7	Rb	153.1	143.1	109.7	123.2	125.7	166.9	Rb	109.7	132.4	118.9	187.4	133.8	141.9
Ba	908	611.5	531.3	499.2	732.1	Ba	877	806	601.2	777.7	720	615.2	Ba	692.9	779.4	762.7	644.4	788.1	819.2
Th	18.39	15.49	16.8	12.72	15.08	Th	18	15.83	14.83	15.33	13.8	16.46	Th	14.36	16.49	15.8	25.35	17.13	17.03
U	6.25	3.63	6.51	3.5	4.44	U	5.59	5.25	5.31	4.71	4.63	6.45	U	4.02	5.1	4.32	8.78	5.18	5.65
Nb	14	9.64	12.95	10.44	12.39	Nb	14.73	13.05	40.33	12.27	11.05	13.2	Nb	11.06	13.56	13.07	17.36	13.88	14.05
Ta	1.471	1.3	1.508	0.947	1.148	Ta	1.319	1.243	3.31	1.176	1.2	1.482	Ta	1.088	1.196	1.37	2.09	1.395	1.424
La	22.64	28.6	18.34	22.15	31.77	La	35.88	30.85	16.28	29.89	18.12	16.93	La	28.2	31	31.84	24.41	31.74	22.74
Ce	43.97	50.54	35.21	37.9	54.91	Ce	65.68	54	31	52.25	34.54	33.42	Ce	47.88	54.45	49.61	46.2	55.67	40.61
Pb	30.34	20.29	27.38	19.95	22.86	Pb	29.63	23.81	21.74	20.88	20.74	28.17	Pb	17.67	22.79	21.55	39.9	24.75	26.81
Pr	4.7	5.43	3.83	4.18	5.4	Pr	6.2	5.34	3.23	5.24	3.75	3.6	Pr	4.94	5.4	4.83	5.37	5.64	4.12
Sr	65.37	73.36	44.98	55.37	81.05	Sr	92.26	82.86	62	89.8	65.61	49.04	Sr	75.23	83.87	79.09	67.29	83.87	73.23
Nd	16.15	15.2	13.23	13.76	17.27	Nd	19.68	17.41	11.74	16.58	13.33	12.19	Nd	14.56	17.26	16.7	17.83	17.8	14.9
Sm	3.04	2.25	2.72	2.4	2.99	Sm	3.38	3.07	2.61	2.61	2.27	2.89	Sm	3.12	3	3.3	4.53	3.32	2.69
Zr	66.19	55.03	56.59	52.55	67.68	Zr	72.04	65.08	56.89	65.93	55.25	55.23	Zr	63.28	70.18	72.41	82.68	73.36	69.76
Hf	2.86	2.37	2.63	1.77	2.43	Hf	2.57	2.66	2.24	2.33	1.79	2.36	Hf	2.71	2.71	3.18	3.66	2.56	2.53
Eu	0.39	0.58	0.313	0.393	0.469	Eu	0.53	0.445	0.343	0.497	0.385	0.344	Eu	0.601	0.531	0.409	0.44	0.508	0.514
Gd	2.94	1.94	2.53	2.21	2.39	Gd	2.73	2.54	2.05	2.03	1.86	2.28	Gd	2.13	2.51	2.45	4.08	2.71	2.42
Dy	3.02	1.26	2.84	1.76	1.98	Dy	2.64	2.45	2.65	2.27	2.28	2.41	Dy	1.9	2.3	2.27	3.86	2.66	2.7
Y	19.16	12.83	18.29	11.71	13.62	Y	15.91	14.45	15.26	14.13	14.71	16.7	Y	13.75	14.92	15.49	26.65	16.79	17.09
Ho	0.575	0.57	0.609	0.362	0.442	Ho	0.477	0.419	0.537	0.458	0.5	0.551	Ho	0.433	0.457	0.456	0.9	0.494	0.59
Er	2.17	1.61	2.01	1.192	1.421	Er	1.68	1.393	1.47	1.324	1.67	1.87	Er	1.5	1.466	1.4	3.05	1.54	1.73
Tm	0.282	0.2	0.261	0.184	0.251	Tm	0.238	0.237	0.22	0.223	0.228	0.242	Tm	0.242	0.241	0.183	0.386	0.303	0.343
Yb	2.38	2.25	2.26	1.34	1.71	Yb	2.02	1.58	1.84	1.86	1.79	1.97	Yb	1.55	1.92	2.41	2.73	1.91	1.91
Lu	0.345	0.28	0.301	0.204	0.212	Lu	0.298	0.279	0.269	0.251	0.322	0.3	Lu	0.211	0.248	0.327	0.578	0.299	0.332
Ca	6218	5789	5360	6003	7218	Ca	7576	6861	5718	7361	6289	5360	Ca						
Sc	5.64	4.66	5.22	4.64	4.64	Sc	4.37	4.11	4.51	4.12	3.77	5.05	Sc						
Cr	2.28	3.89	2.08	5.16	2.15	Cr	2.29	2.46	5.2	3.06	6.38	2.36	Cr						
Co	0.152	0.34	0.187	0.588	0.471	Co	2.38	0.407	0.442	0.317	0.362	0.226	Co						
Tb	0.544	0.305	0.484	0.334	0.325	Tb	0.43	0.334	0.387	0.355	0.443	0.392	Tb	0.302	0.356	0.335	0.613	0.453	0.354
Li	8.37	11.81	13.42	36.15	22.76	Li	3.39	6.2	21.4	14.2	12.02	8.79	Li	9.54	10.68	9.95	9.82	10.44	10.49

Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Požeške gore

S lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21) analizirano je 207 krhotina vulkanskog stakla na elektronskoj mikrosondi te su dobiveni podatci za glavne i sporedne elemente. Primjer analiziranih krhotina prikazan je na slici s elektronske mikrosonde napravljenoj uz pomoć detektora sekundarnih elektrona (SE) gdje se može vidjeti morfologija krhotina analiziranih stakla (dio analiziranih krhotina je zaokružen bijelim krugovima na Slici 102.)



Slika 102. EPMA SE slike a) Uzorak SKR 3/21- L na kojoj su naznačene neke od analiziranih krhotina vulkanskog stakla; b) detalj krhotina vulkanskog stakla iz uzorka SKR3/21-Z1.

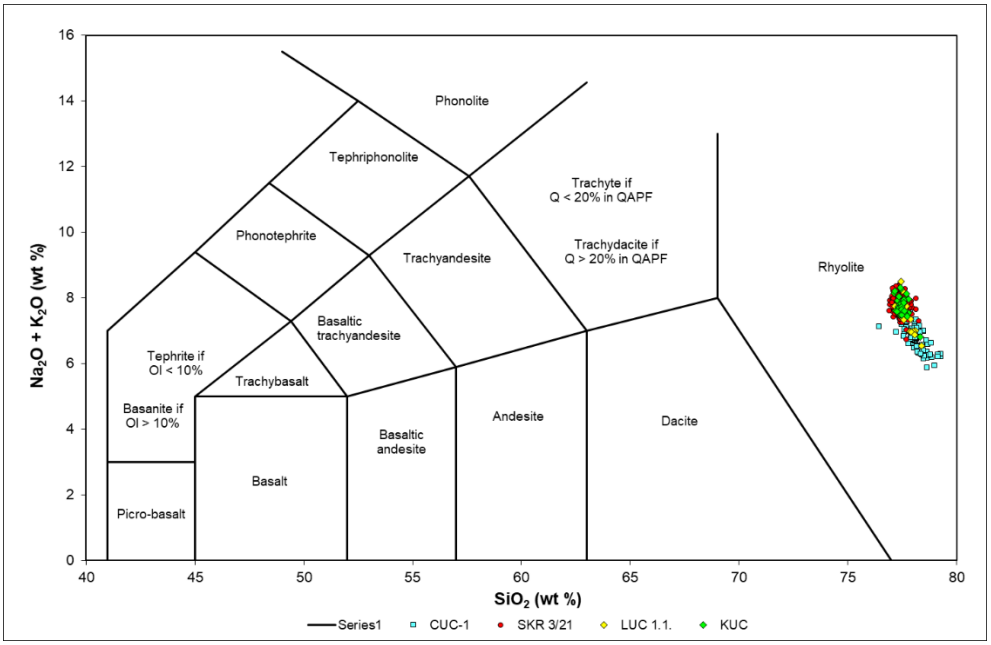
Iz prvog vulkanoklastičnog horizonta analizirani su uzorci SKR 3/21-D, SKR 3/21-F, SKR 3/21-G, SKR 3/21-H. Iz drugog vulkanoklastičnog horizonta analizirana su dva uzorka SKR 3/21-L, SKR 3/21-P, iz trećeg analiziran je uzorak SKR 3/21 – V i iz četvrtog uzorak SKR 3/21-Z1. Analize uzoraka iz svih horizonata su napravljene kako bi se horizonti mogli međusobno usporediti i ustanoviti radi li se o materijalu iz istog vulkanskog događaja s obzirom na to da terenski nije ustanovljen prekid sedimentacije između pojedinih vulkanoklastičnih horizonata istraživane sukcesije.

Sve analizirane krhotine imaju sumu težinskog udjela glavnih i sporednih elemenata koji su analizirani preko 92 mas. % s prosjekom od 93,43 mas. %, što ukazuje da krhotine stakla nisu prošle značajne alteracijske/dijagenetske procese zbog čega se mogu koristiti za daljnje interpretacije. Sve daljnje interpretacije odnose se na podatke izračunate na 100% bezvodno.

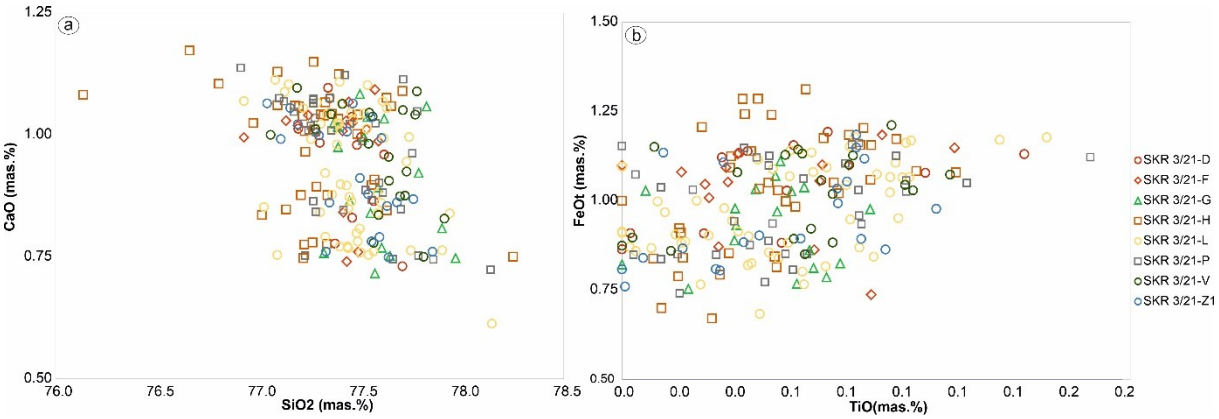
Analizirane krhotine iz svih uzoraka su riolitnog sastava s udjelom SiO_2 između 76,14 i 77,44 mas. % (prosječna vrijednost 77,44 mas. %), $Na_2O + K_2O$ između 6,73 – 8,36 mas. % (prosječna vrijednost 7,76 tež %) i Al_2O_3 s prosječnom vrijednosti 12,68 mas. %.

Rezultati mjerenja prikazani su u TAS dijagram (ukupne alkalije nasuprot silicija) na koji se unose kemijski podatci o zbroju Na_2O i K_2O (ukupne alkalije) na ordinatu i podatci o SiO_2 na apscisu (slika 103). Ovo je tip dijagrama s dvije varijable koji se najčešće koristi za vulkanske stijene, zato se baš on često koristi za podatke dobivene iz vulkanskog stakla.

Između dobivenih vrijednostih svih analiziranih krhotina nisu primijećene značajne razlike između pojedinih horizonata na temelju glavnih ni sporednih elemenata (Slika 104 a,b).



Slika 103. Dijagram ukupnih alkalija nasuprot težinskog udjela silicijevog oksida s nomenklaturom magmatskih efuzivnih stijena po Le Bas i sur.,(1986.), s naznačenim vrijednostima dobivenima na krhotinama vulkanskog stakla u uzorcima vulkanoklastičnih naslaga s područja Požeške gore (ŠKR 3/21), Medvednice (CUC-1), Sinjskog bazena (LUC 1.1.) i Slovačke (KUC).



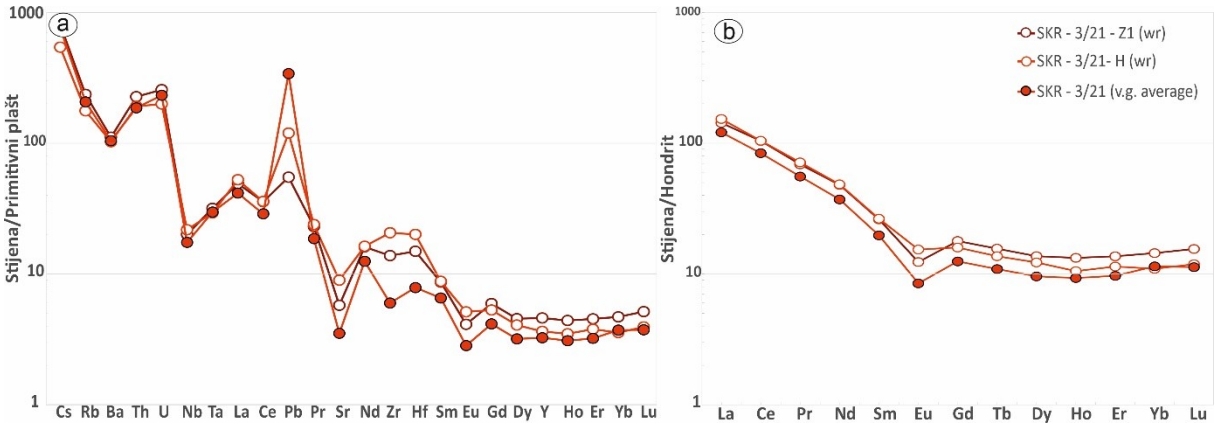
Slika 104. Dijagrami CaO - SiO_2 i FeO_t – TiO_2 s vrijednostima dobivenima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla uzoraka s područja Požeške gore (ŠKR 3/21).

Geokemijska analiza elemenata u tragovima napravljena je na krhotinama vulkanskog stakla iz tri vulkanoklastična horizonta. Iz prvog horizonta napravljena je na uzorcima: SKR 3/21-D, SKR 3/21-F, SKR 3/21-G, SKR 3/21-H. Na svakom uzorku je napravljeno četiri do šest mjerenja na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla. Iz drugog horizonta napravljena su mjerenja na uzorcima: SKR 3/21-L, SKR 3/21-P, s po 12 mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla za svaki uzorak. Napravljena su i mjerenja na četvrtom vulkanoklastičnom horizontu na uzorku SKR 3/21-Z1 na kojem je napravljeno sedam mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla. Ukupno je na svim uzorcima s lokaliteta SKR 3/21 napravljeno 50 mjerenja na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla.

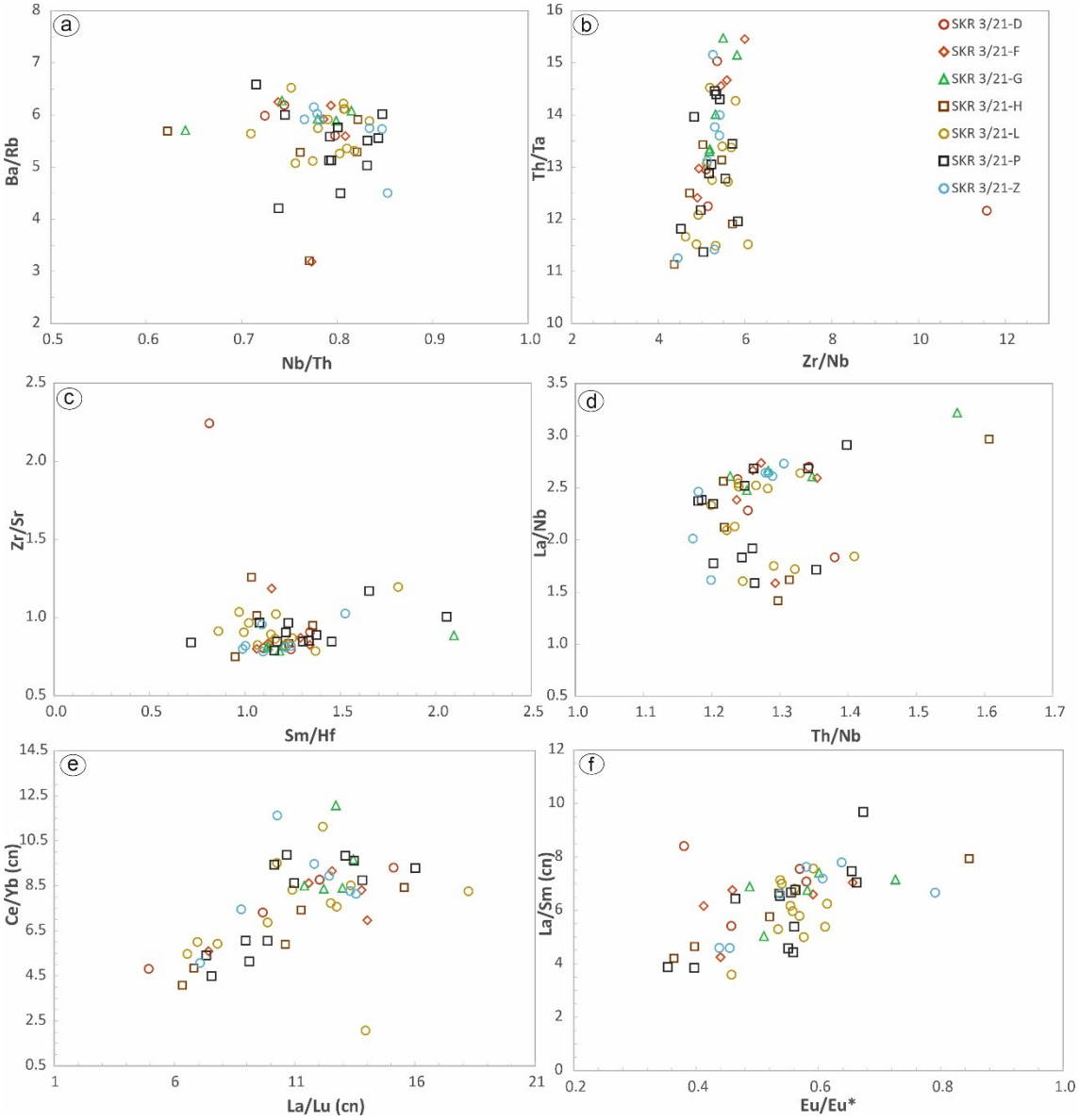
Svi analizirani uzorci pokazuju iste geokemijske trendove elemenata u tragovima., poput obogaćenja Cs, Rb, Th, U i Pb te osiromašenja Nb, Sr i Eu u odnose na liniju trenda na multielementnom dijagramu normaliziranih vrijednosti na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989, Slika 105a). Vrijednosti LREE naspram HREE su znatno veće što se vidi na liniji trenda na REE dijagramu normaliziranih vrijednosti na hondrit (McDonough i Sun, 1991, Slika 105b).

Uspoređujući prosječne vrijednosti svih mjerenja na krhotinama vulkanskog stakla i cjelostijenske analize moguće je uočiti razlike u vrijednostima Pb koje su znatno povišene kod vulkanskog stakla naspram cjelostijenske analize, dok su vrijednosti Nd, Zr, Hf i REE niže nego kod vrijednosti cjelostijenske analize (Slika 105a, b).

Između pojedinačnih mjerenja na krhotinama stakla iz različitih horizonata nije moguće primijetiti razlike u elementima u tragovima što je prikazano na dijagramima omjera elemenata u tragovima kako bi se izbjegle razlike u ukupnim vrijednostima potencijalno nastale zbog metode mjerenja. Na dijagramima se vidi da se stakla iz različitih uzoraka geokemijski podudaraju i nije ih moguće razlikovati na temelju geokemije elemenata u tragovima (Slika 106 a-f).



Slika 105. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21). a) Dijagram elemenata u tragovima prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz svih uzoraka s lokaliteta SKR 3/21 - oznaka SKR -3/21 (v.g.average) i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (SKR-3/21-Z1 i SKR 3/21-H) iz dva vulkanoklastična horizonta. Sve vrijednosti su normalizirane na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989); b) Dijagram elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz svih uzoraka s lokaliteta SKR 3/21 - oznaka SKR -3/21 (v.g.average) i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (SKR-3/21-Z1 i SKR 3/21-H) iz dva vulkanoklastična horizonta. Sve vrijednosti su normalizirane na hondrit (McDonough i Sun, 1995).



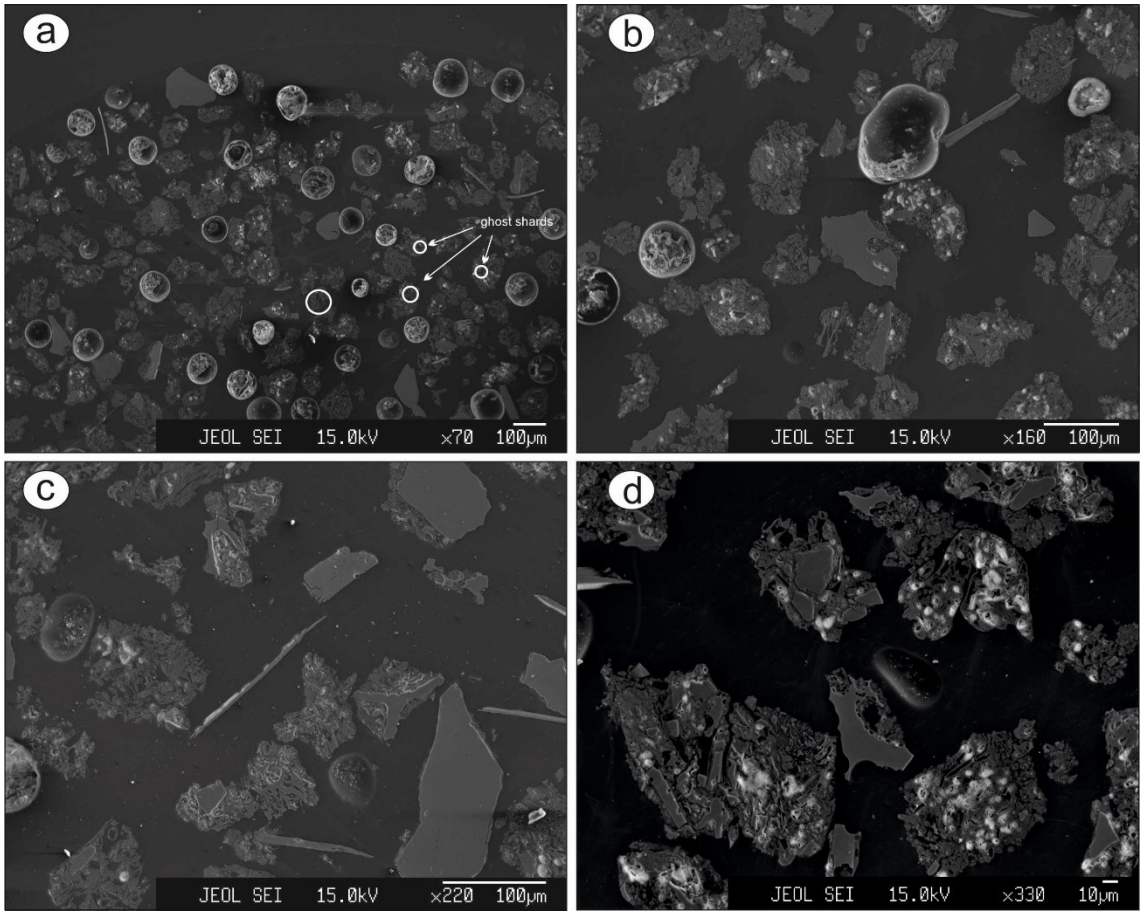
Slika 106. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21). a- d) omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla iz uzoraka s više vulkanoklastičnih horizonata; e-f) Omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla normalizirani na hondrit ((McDonough i Sun, 1995).

Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Sinjskog bazena, Medvednice i Slovačke (Kuchyňa)

Na području Sinjskog bazena s lokaliteta Lučani pripremljeni su uzorci LUC 1.1. i LUC 1.2. za geokemijske analize krhotina vulkanskog stakla. Prilikom priprema uzorka primijećeno je da je veliki dio uzorka glinovit te da je mali dio čestica krupniji od 32 μm, odnosno 63 μm.

Nakon izrade preparata i jedan i drugi uzorak su pregledani na elektronskoj mikrosondi te se uz slike nastale korištenjem sekundarno raspršenih elektrona utvrdilo da u uzorku LUC 1.2. nije moguće pronaći svježe krhotine stakla zadovoljavajuće veličine (> 10 μm), na kojima bi se mogla provesti analiza glavnih elemenata (Slika 107a). U uzorku LUC 1.1. je jednako tako veliki dio materijala s klastima u kojima se prepoznaju „*ghost shards*“, oblici krhotina koji su

u potpunosti alterirani ali je zadržan izvorni oblik stakla (Slike107a-d). No, osim alteriranih krhotina u uzorku LUC 1.1. pronađene su veće krhotine koje u svom središnjem dijelu krhotine nisu imale vidljive tragove trošenja, Takve su takve krhotine odabrane za daljnje analize (Slike 107b-d). Zbog ovih razloga potrebno je pripaziti prilikom interpretacije dobivenih podataka, posebno mobilnih elemenata.



Slika 107. EPMA (SE) slika uzoraka s lokaliteta Lučani. a) LUC.1.2 uzorak s vidljivim alteriranim krhotinama vulkanskog stakla i naznačenim (bijelim krugovima i strelicama) oblicima stakla koji su ostali nakon alteracije; b,c,d) Uzorak LUC 1.1. s vidljivim alteriranim krhotinama stakla i "ghost shards" i u središtu svake slike.

Iz uzorka LUC 1.1. analizirano je 19 krhotina stakla, i sve krhotine imaju sumu okdisa glavnih elemenata preko 92 mas. % te su uzete za daljnje interpretacije. Svi dalje korišteni podatci su normalizirani na 100% bezvodno.

Krhotine stakla su riolitnog sastava s prosječnom vrijednosti SiO_2 od 77,71 tež %, Na_2O+K_2O od 7,38 tež % i Al_2O_3 12,67 mas. % (Slika 103)

Između pojedinih krhotina unutar uzorka nema značajnih razlika na temelju udjela glavnih i sporednih elemenata (Slika 107 a,b).

Na području Medvednice s lokaliteta Čučerje, koji predstavlja najstariji stratigrafski horizont s vulkanoklastitima, za analizu je odabrano više uzoraka s obzirom na veličinu terenskog rasprostranjivanja horizonta. Analizirani su uzorci CUC-1 i CUC-1d, s time da je na oba

lokaliteta zasebno analiziran dio sa sitnozrnatijem varijetetima (oznake na dijagramima – *fine*) i krupnozrnatijim varijetetima (oznake na dijagramima *coarse*). Također analizirani su i uzorci s lokaliteta CUC-1dF koji predstavlja najjužniji dio horizonta.

Ukupno je analizirano 83 krhotina stakla, od čega se ukupni težinski udio glavnih elemenata kreće od 90,1 do 95,19 mas. %. Vrijednosti ispod 92 mas. % obično ukazuju na mogućnost da je dio krhotina alteriran, ali su sve krhotine uzete za daljnje interpretacije s obzirom na to da nisu uočene značajne razlike na temelju ukupnog masenog udjela analiziranih oksida elemenata. Na SE slikama moguće je primijetiti da je dio krhotina bez vidljivih tragova alteracije, ali se na djelu krhotina mogu uočiti alteracijski produkti po rubovima krhotina (Slike 108. a i b). Svi dalje korišteni podatci su normalizirani na 100% bezvodno.

Uspoređujući vrijednosti dobivene na krhotinama stakla iz svih uzoraka nisu uočene značajne razlike između pojedinih uzoraka, te se može zaključiti da svi uzorci na temelju geokemije glavnih i sporednih elemenata pripadaju jednakom izvoru (Slika 109., a, b).

Sve krhotine stakla su riolitnog sastava s prosječnim udjelom SiO_2 od 78,17 mas.%, K_2O+Na_2O od 6,78 mas. % i Al_2O_3 od 12,83 mas. % (Slika 103).

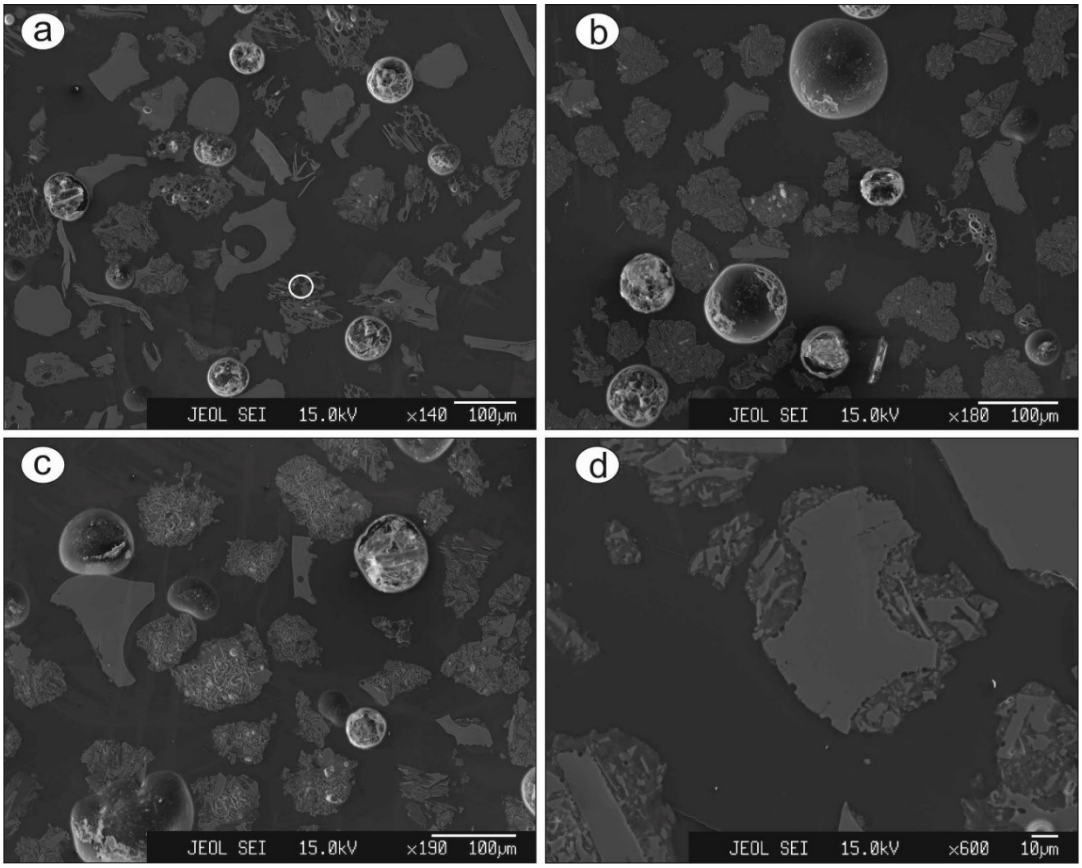
Dobiveni uzorak iz Slovačke (Kuchyňa) imao je dijelove koji su bili krupniji (do veličine pijeska= i sitnije dijelove, te su zasebno pripremljena dva uzorka za daljnje analize kako bi se uočile moguće razlike. Analizirani su uzorci KUC (*fine*) - sitnozrnati i KUC (*coarse*) – krupnijezrnati.

Na napravljenim SE slikama na elektronskoj mikrosondi primijećeno je da su uzorci djelomično alterirani, odnosno da postoje agregati sastavljeni od glinovitog matriksa i sitnih krhotina stakla (Slika 108. c). Neke pojedinačne veće krhotine stakla su po rubovima pokazivale tragove trošenja, dok su se na nekima mogle vidjeti nakupine agregata glina i sitnih krhotina stakla (Slika 108. d). S obzirom na to da je bilo dovoljno velikih krhotina stakla prilikom analize pokušalo se odabrati krhotine na kojima nisu bili vidljivi tragovi trošenja, te se odabirao središnji dio krhotine kako bi se izbjegle alteracije po rubovima.

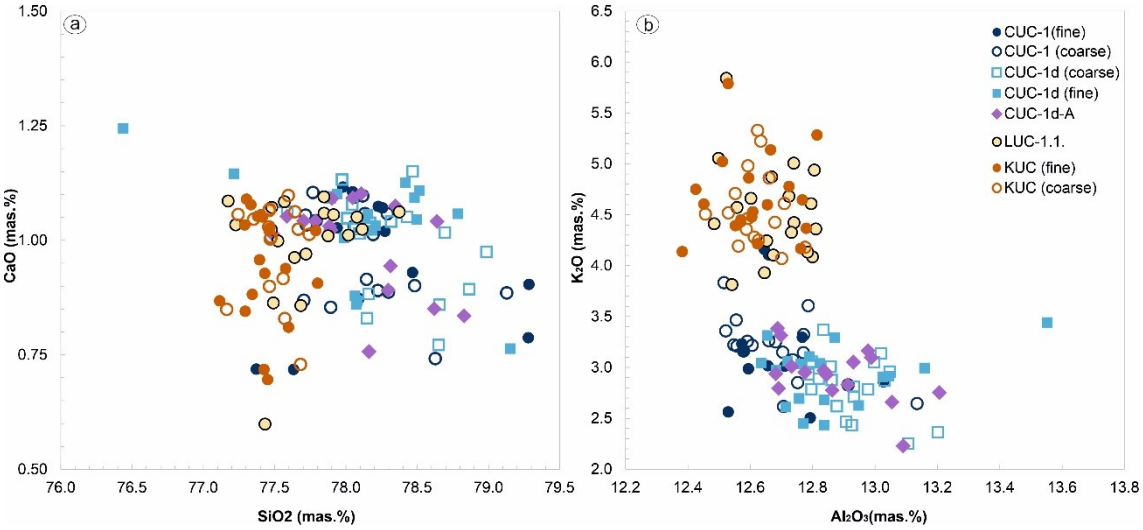
Ukupno su analizirane 34 krhotina stakla, u analizima je ukupni maseni udio glavnih elemenata bio veći od 92 mas. %, te su su sve krhotine uzete za daljnje interpretacije. Svi dalje korišteni podatci su normalizirani na 100% bezvodno.

Sve krhotine stakla su riolitnog sastava s prosječnim udjelom SiO_2 od 77,47 mas.%, K_2O+Na_2O od 7,75 mas. % i Al_2O_3 od 12,61 mas. % (Slika 109).

Između uzoraka nisu primijećene geokemijske razlike na temelju glavnih i sporednih elemenata, što upućuje da krupnijezrnatiji i sitnozrnatiji dijelovi nisu povezani s različitim vulkanskim događajima, te da je izvorište materijala jednako (Slika 109a,b).



Slika 108. EPMA (SE) slika uzoraka s lokaliteta Čučerje i Kuchyňa. a) CUC-1d (coarse) uzorak s vidljivim krhotinama stakla bez alteracijskih produkata na rubu i krhotine s vidljivim alteracijama po rubovima krhotina stakla; b) CUC-1d (fine) uzorak s krhotinama stakla s rubovima na kojima vide trošenja; c) KUC (coarse) uzorak na kojem se vide veće krhotine stakla nealterirane i agregati s brojnim sitnim krhotina u matriksu potencijalno alteriranom u gline; d) KUC (coarse) uzorak s krhotinom stakla koja po rubovima ima vidljive tragove trošenja te nakupljanje agregate potencijalno glina i sitnih krhotina stakla.



Slika 109. Harkerovi dijagrami oksida CaO u odnosu na SiO_2 (a) i K_2O u odnosu na Al_2O_3 (b) za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta Čučerje, Lučani i Kuchyňa. Simboli označavaju pojedine lokalitete: plavi – Čučerje, bež – Lučani, narančaste – Kuchyňa. Dijagrami prikazuju preklapanje kemijskih podataka između lokaliteta, uz uočenu razliku u sadržaju K_2O.

Geokemija elemenata u tragovima stakla iz uzoraka s lokaliteta Lučani (Sinjski bazen), Medvednica i Kuchyňa napravljena je na šest uzoraka. S lokaliteta Lučani analiziran je samo

jedan uzorak LUC 1.1. koji nažalost zbog već navedenih razloga i jako trošenih krhotina vulkanskog stakla, nije bilo moguće analizirati na više od tri krhotine stakla. Laserska zraka koja se koristi kod LA-ICP-MS za analize krhotina vulkanskog stakla promjera je 30 μm što je s obzirom na male dimenzije jako trošenih krhotina stakla, rizično za korištenje pri daljnjim interpretacijama. Od tri analizirana uzorka, na dva su dobivena mjerenja koja je bilo moguće koristiti za daljnju obradu, dok su iz trećeg uzorka korišteni samo podatci za pojedine elemente.

S Medvednice su analizirani uzorci s lokaliteta Čučerje. Analizirana su tri uzorka – CUC-1, CUC-1d i CUC-1dA – prikupljena na različitim položajima unutar istog rasprostiranja vulkanoklastita, kako bi se utvrdile eventualne razlike u sastavu duž lateralnog kontinuiteta naslage. Ukupno je analizirano 17 krhotina vulkanskog stakla.

S lokaliteta Kuchyňa iz Slovačke analizirana su dva uzorka KUC (fine) i KUC (coarse). Ukupno je analizirano deset krhotina vulkanskog stakla.

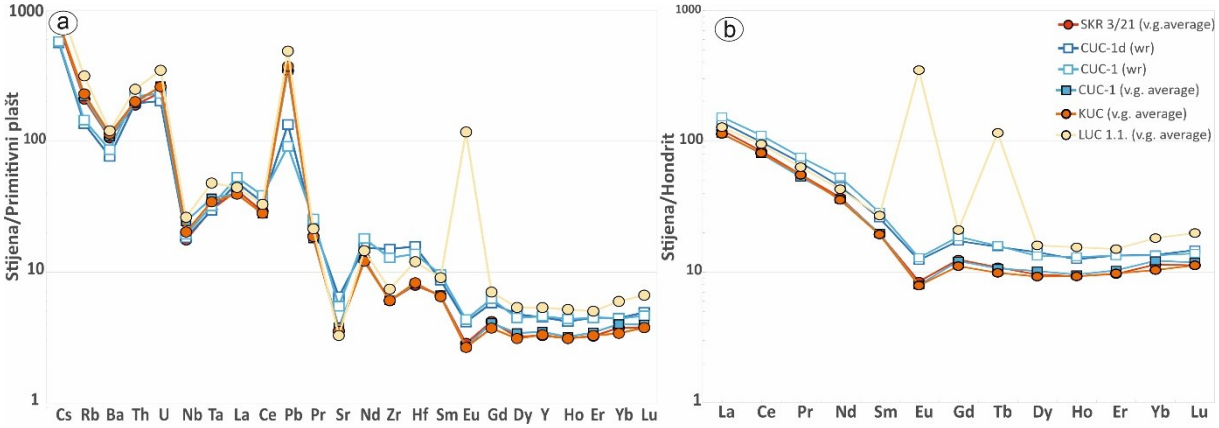
Analizirani uzorci pokazuju iste geokemijske trendove obogaćenja Cs, Rb, Th, U i Pb te osiromašenja Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na multielementnom dijagramu normaliziranih vrijednosti na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989, Slika 110a). Vrijednosti LREE naspram HREE su znatno veće što se vidi na liniji trenda na REE dijagramu normaliziranih vrijednosti na hondrit (McDonough i Sun, 1991, Slika 110b).

Uzorak koji odstupa od vrijednosti je LUC-1.1. gdje se vidi razlika u značajnom obogaćenju Eu i Tb, te povišene vrijednosti Hf, Sm i HREE naspram uzoraka s ostalih lokaliteta s vulkanoklastičnim naslagama srednjeg miocena (Slika 110a, b).

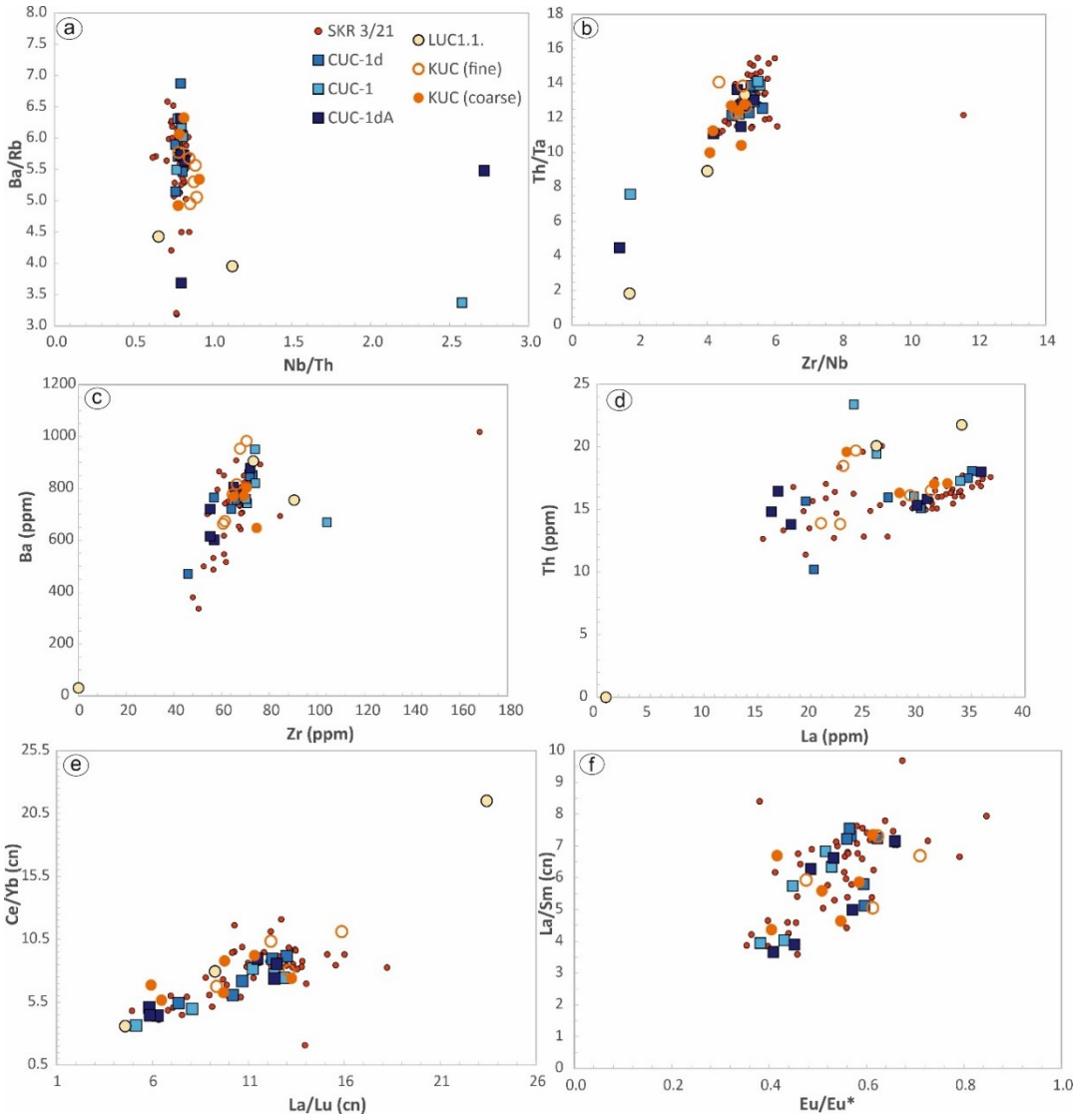
S lokaliteta Čučerje bilo je moguće usporediti analize na krhotinama stakla i cjelostijenske analize te su primijećeni slični trendovi s razlikama u nižim vrijednostima Pb, te višim vrijednostima Zr, Hf, MREE i HREE kod cjelostijenskih uzoraka u odnosu na krhotine vulkanskog stakla (Slika 110 a, b).

Između pojedinačnih mjerenja na krhotinama stakla s pojedinih lokaliteta nije bilo moguće primijetiti razlike u elementima u tragovima. Uzorci s lokaliteta Čučerje CUC-1, CUC-1d i CUC-1dA ne pokazuju geokemijske razlike između uzoraka na temelju elemenata u tragovima. Uzorci s lokaliteta Kuchyňa (Slovačka) koji su se odvojili na temelju granulometrije nije moguće geokemijski razlikovati. Odnosi između pojedinih uzoraka i krhotina stakla prikazani su na dijagramima omjera elemenata, pojedinačnih vrijednosti elemenata i omjera normaliziranih elemenata (Slika 111a-f).

Uzorci su uspoređeni međusobno te su uspoređeni s podatcima s lokaliteta Škrabutnik. Dobiveni podatci pokazuju da su uzorci sa svih lokaliteta korelativni (Slika 111a-f).



Slika 110. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Lučani, Čučerje, Kuchyňa i Škrabutnik. a) Dijagram elemenata u tragovima prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz svih uzoraka s pojedinih lokaliteta oznakama u zagrad v.g. avaerage i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (CUC-1 i CUC-1d), s oznakama u zagradi wr. Sve vrijednosti su normalizirane na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989); b) Dijagram elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz uzoraka s pojedinih lokaliteta, s oznakama u zagradi v.g. avaerage i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (CUC-1 i CUC-1d) s oznakama u zagradi wr. Sve vrijednosti su normalizirane na hondrit (McDonough i Sun, 1995).



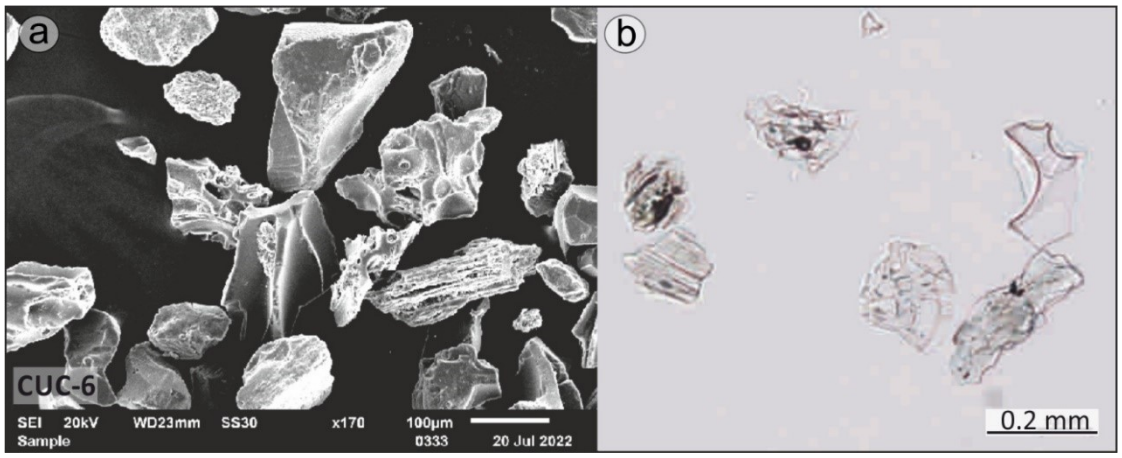
Slika 111. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Škrabutnik, Čučerje, Lučani i Kuchyňa. a- b) omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla; c-d) Odnos elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog; e-f)Omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla normalizirani na hondrit ((McDonough i Sun, 1995).

Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Medvednice

S područja Medvednice analizirani su i uzorci s lokaliteta Bidrovec i Plaz.

Na lokalitetu Bidrovec provedena je analiza krhotina vulkanskog stakla iz uzorka CUC-6, a dodatno je analizirana i prisutnost staklastih inkluzija unutar minerala ilmenita. Cilj analize bio je usporediti geokemijski sastav samostalnih krhotina stakla s geokemijskim sastavom staklastih inkluzija u ilmenitu. Zbog malih dimenzija inkluzija, nije bilo moguće analizirati njihov sastav elemenata u tragovima metodom LA-ICP-MS, budući da je veličina laserske zrake veća od dimenzija inkluzija. Stoga je na staklastim inkluzijama analiziran isključivo sadržaj glavnih elemenata pomoću elektronske mikrosonde. Ukupno je analizirano 20 krhotina stakla i šest staklastih inkluzija u ilmenitu.

Većina analiziranih stakala vulkanoklastita s lokaliteta Bidrovec na pregledu optičkim i elektronskim mikroskopom izgleda svježe (Slika 112).



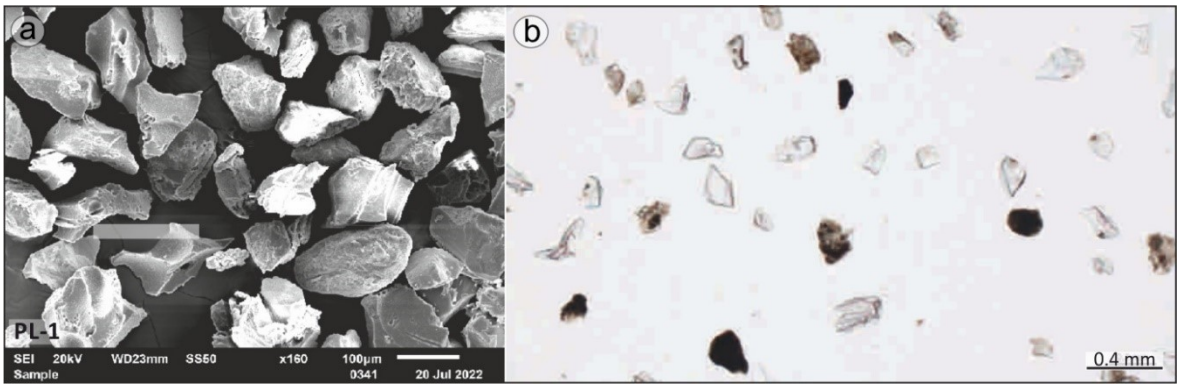
Slika 112.Krhotine vulkanskog stakla snimljene elektronskim mikroskopom (a) i optičkim mikroskopom (b) iz uzoraka CUC-6 (preuzeto iz Trinajstić i sur. (2023)..

Rezultati analiza mikrosondom dali su ukupni maseni udio mjerenja glavnih elemenata veći od 93 mas.%, što je za riolitna stakla udio koji ukazuju da stakla nisu značajno alterirana. Za interpretaciju sastava glavnih elemenata vulkanskog stakla, podatci su normalizirani na 100% bezvodno. Glavni elementi u vulkanskom staklu pokazuju homogeni sastav (Slika 114) i pripadaju riolitima, s prosječnim sadržajem SiO_2 od 78 mas.% te prosječnim ukupnim udjelom alkalija od 7,5 mas.% (Slika 114). Analizirane taljevinske inkluzije u ilmenitu imaju nešto drugačiji sastav od krhotina stakla, s prosječnim sadržajem SiO_2 od 76,6 mas.% i ukupnim alkalijama od 7,5 mas.%, no i dalje pripadaju riolitima (Slika 115; Tablica 29) Neke inkluzije s nižim sadržajem SiO_2 pokazuju nešto više vrijednosti K_2O, Al_2O_3 i TiO_2 (u mas.%).

Geokemija elemenata u tragovima napravljena je na 6 krhotina stakla. Karakteristike geokemije na svim krhotinama je obogaćenjem Cs, Rb, Th, U i Pb te osiromašenjem Nb, Sr i Eu u odnosu na trend liniju na dijagramu normaliziranom na primitivni plašt (Sun i

McDonough, 1989; Slika 115a). Uzorci su također obogaćeni na lakim elementima rijetkih zemalja (LREE) u usporedbi s teškim elementima rijetkih zemalja (HREE) na dijagramu normaliziranom na hondrit (McDonough i Sun, 1995; Slika 115b), s prosječnim omjerima La/Lu(cn)=9,91 i Ce/Yb(cn)=6,44. Uzorci pokazuju jako osiromašenje srednje teških elemenata rijetkih zemalja (MREE) u odnosu na LREE (La/Sm(cn)=5,46), uz manje izraženo osiromašenje MREE u odnosu na HREE (Gd/Yb(cn)=1,06) (Slika 115). Vrijednosti Eu/Eu* pokazuju širok raspon, od 0,312 do 0,711, no taj trend nije usporediv s ostalim elementima. Jedan uzorak vulkanskog stakla pokazuje znatnije odstupanje u geokemiji elemenata u tragovima, s najnižim Eu/Eu* te znatno višim koncentracijama Y, Cs, Rb, Th, U, Nb, Ta, Zr, Hf, MREE i HREE (prikazano na dijagramima Y-Th i Eu/Eu* – La/Nb; Slika 116).

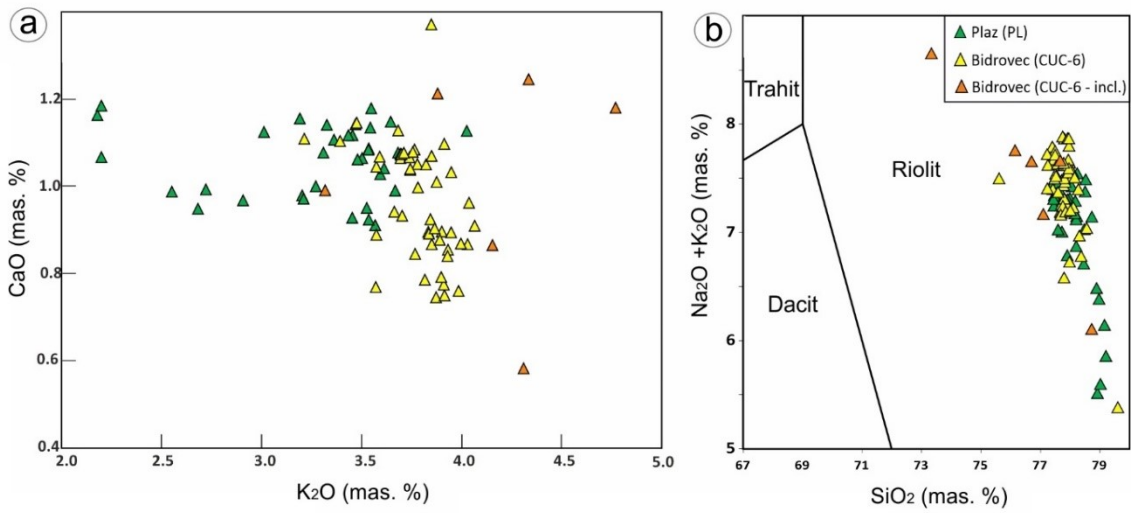
S lokaliteta **Plaz** provedene su geokemijske analize vulkanskog stakla na krupnozrnatim (PL-1) i sitnozrnatim (PL-2) tufovima, prema definiciji White i Houghton, (2006.). Ukupno je analizirano 35 krhotina stakla za glavne elemente, i devet krhotina za elemente u tragovima. Rezultati analiza ne pokazuju značajne razlike u sastavu između ova dva uzorka. Većina analiziranih stakala djeluje svježe, s analitičkim zbrojevima većim od 91 mas.%. Isto je potvrđeno pregledom krhotina stakla elektronskim i optičkim mikroskopom (Slika 113).



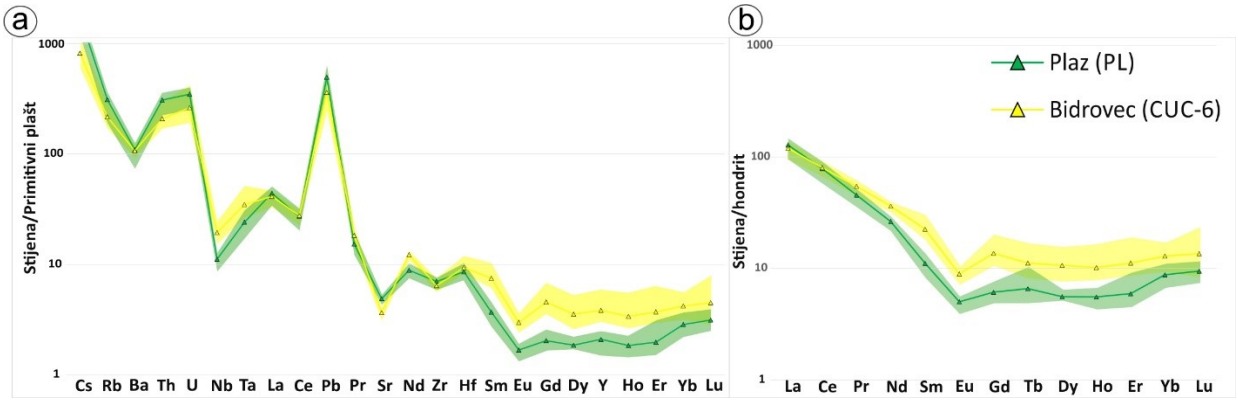
Slika 113. Krhotine vulkanskog stakla snimljene elektronskim mikroskopom (a) i optičkim mikroskopom (b) iz uzoraka PL-1 (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023).

Staklo je riolitnog sastava, s prosječnim sadržajem SiO_2 od približno 78,2 mas.% i prosječnim ukupnim udjelom alkalija od 7 mas.%, ali s izraženom varijabilnošću u tim vrijednostima (od 5,51 do 7,42 mas.%), što se posebno očituje u sadržaju K_2O koji varira od 2,18 do 4,03 mas.% (Slika 114; Prilog 5). Geokemija elemenata u tragovima u vulkanskom staklu obilježena je obogaćenjem na Cs, Rb, Th, U i Pb te osiromašenjem na Nb, Sr i Eu u odnosu na liniju trenda na dijagramu normaliziranom na primitivni plašt (Slika 115a). Također je prisutno obogaćenje lakim elementima rijetkih zemalja (LREE), uz relativno osiromašenje u srednjim i teškim elementima rijetkih zemalja (MREE i HREE), s vrijednostima La/Lu(cn)=13,65 i La/Sm(cn)=11,77 (Slike 115b, 116).U usporedbi s uzorkom Bidrovec

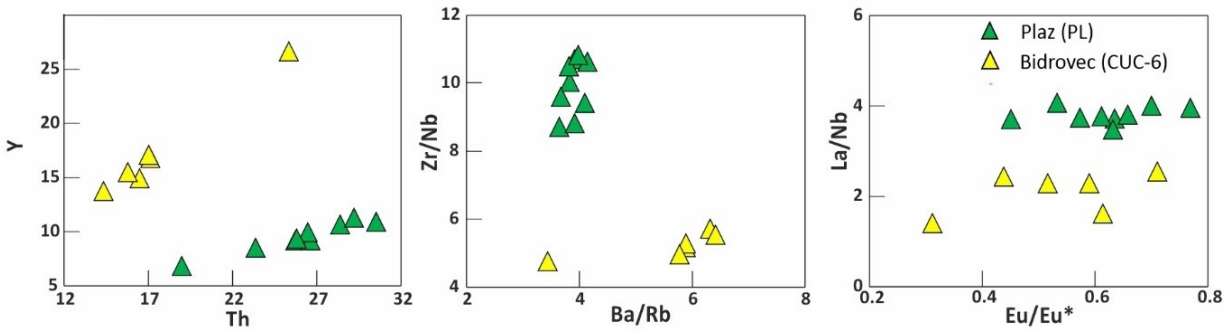
(CUC-6), uzorci s lokaliteta Plaz pokazuju više vrijednosti omjera Th/Nb, La/Nb i Zr/Nb, te niže vrijednosti Ba/Rb (Slika 116).



Slika 114. Dijagrami za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta Plaz i Bidrovec: (a) dijagram oksida CaO u odnosu na K_2O, (b) klasifikacijski TAS dijagram (Total Alkali–Silica, prema Le Bas et al., 1986). Simboli označavaju lokalitete: zeleni – Plaz, žuti – Bidrovec. Podaci pokazuju preklapanje kemijskog sastava između lokaliteta, uz nešto viši sadržaj K_2O u staklima s lokaliteta Bidrovec, dok sve analizirane krhotine na TAS dijagramu pripadaju području riolitnog sastava (modificirano iz Trinajstić i sur. 2023)



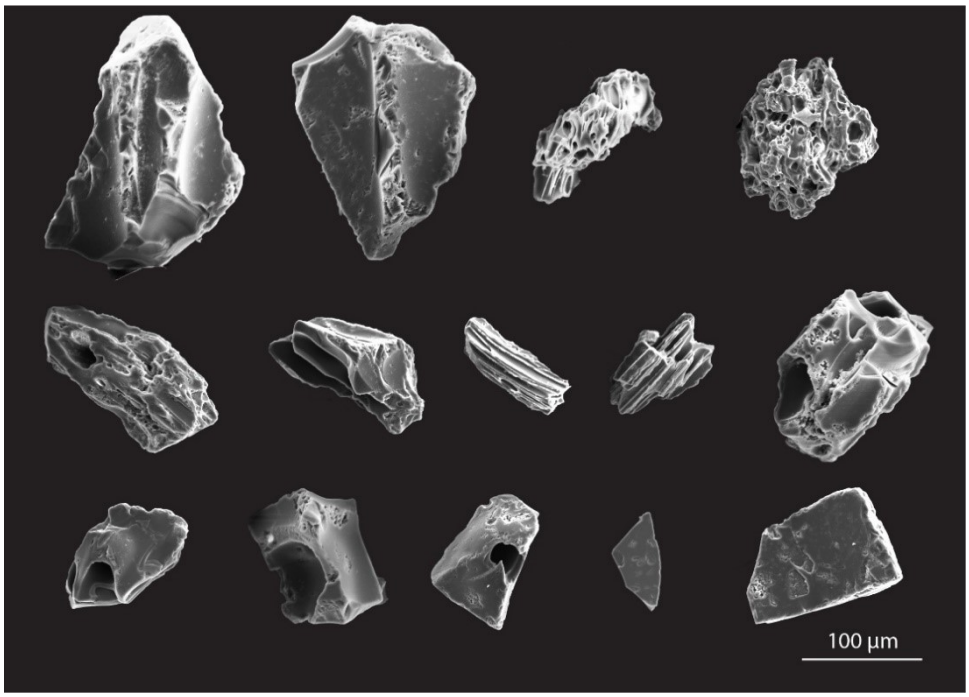
Slika 115. (A) Geokemija elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina stakla pokazuje jasne razlike između uzoraka Bidrovec (CUC-6) i Plaz (PL-1). Prikazan je prosječni sastav za svaki uzorak (linije), dok polja iste boje označuju raspon svih pojedinačnih analiza. Normalizacija prema Sun i McDonough (1989). (B) Varijacije elemenata rijetkih zemalja (REE) normalizirane na hondrit prikazuju prosječne vrijednosti za krhotine stakla iz uzoraka Plaz i Bidrovec. Trendovi pokazuju razlike u sastavu između uzoraka. Normalizacija prema McDonough i Sun (1995). Modificirano iz Trinajstić i sur. (2023).



Slika 116. Odabrani dijagrami elemenata u tragovima za pojedinačne krhotine stakla iz ovog istraživanja, koji prikazuju razlike između lokaliteta Plaz i Bidrovec (modificirano iz Trinajstić i sur., 2023)..

Vulkanoklastične naslage srednjeg miocena područja Livanjskog bazena

Geokemijske analize vulkanskog stakla provedene su na tri uzorka s lokaliteta Beljanov dol (BD-T1, BD-1 i BD-T3) te na po jednom uzorku s lokaliteta Mandek (MAND), Put Stupe (PS) i Držanlije (DRZ). Većina analiziranih staklenih zrna relativno je svježa (slika 117) i pokazuje zbroj oksida veći od 91 mas. % za glavne i sporedne elemente.

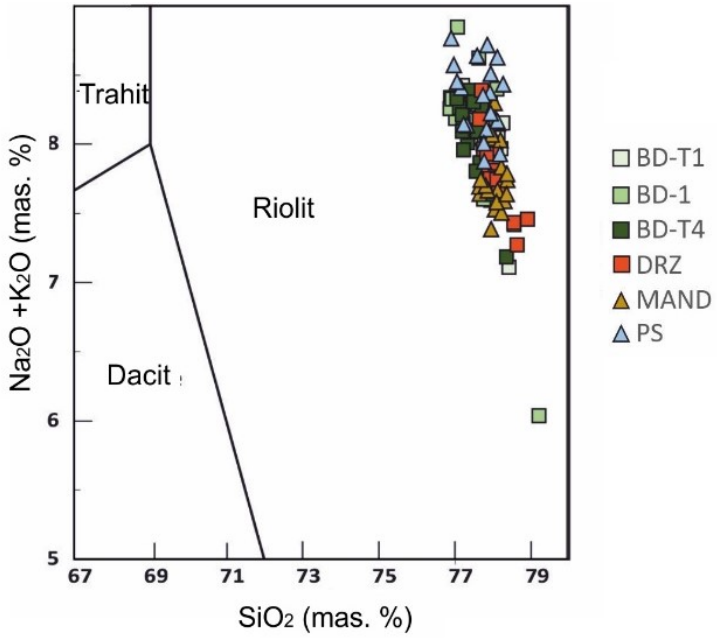


Slika 117.Krhotine vulkanskog stakla iz uzorka BD s područja Livanjskog bazena slikane elektronskim mikroskopom (preuzeto iz Brlek i sur 2024a)..

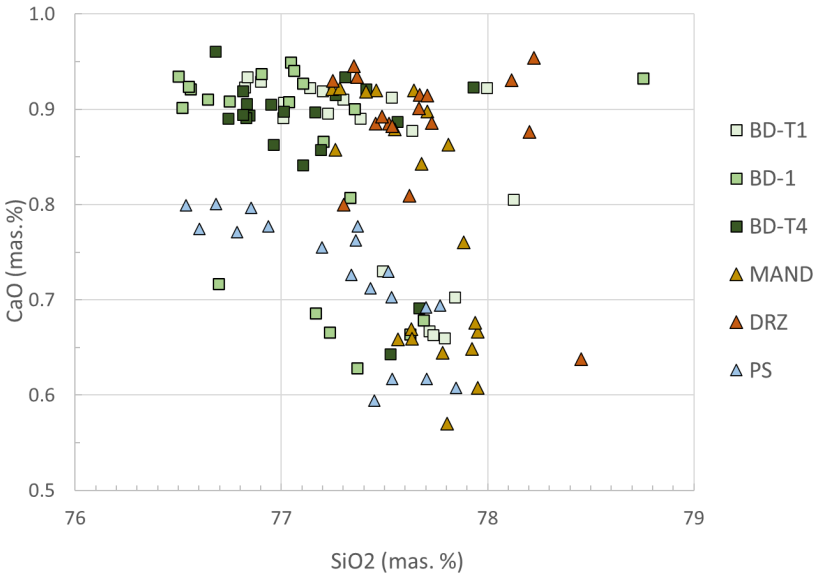
Sve krhotine stakla imaju riolitni sastav, sa sadržajem SiO_2 većim od 76 mas. % i ukupnim udjelom alkalija ($Na_2O + K_2O$) između 6,48 i 8,85 mas. % (Slika 118). Jedina značajna razlika među analiziranim uzorcima odnosi se na sadržaj CaO. U uzorku PS, sva vulkanska stakla imaju relativno homogen sastav, s rasponom CaO od 0,6 do 0,8 mas. %, dok BD, MAND i DRZ pokazuju varijacije u sadržaju CaO među pojedinačnim zrnima stakla. Sva tri BD uzorka pokazuju isti raspon sastava krhotina stakla, pri čemu se izdvajaju dvije moguće grupe na temelju sadržaja CaO. Grupa 1 ima viši sadržaj CaO, u rasponu od 0,72 do 0,95 mas. % (prosječno 0,90 mas. %), dok grupa 2 ima niže vrijednosti, od 0,63 do 0,70 mas. % (prosječno 0,67 mas. %, Slika 119). Sastav staklenih zrna iz uzorka DRZ usporediv je s BD uzorcima, pri čemu većina DRZ stakla pripada grupi 1, a samo jedno zrno pokazuje sastav sličan grupi 2. Uzorak MAND sadrži stakla čiji sastav odgovara objema grupama (Sl. 119). Geokemija elemenata u tragovima vulkanskog stakla svih uzoraka pokazuje obogaćenje na Cs, Rb, Th, U i Pb te osiromašenje na Nb, Sr i Eu u odnosu na referentnu krivulju na dijagramu normaliziranom na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989), kao i obogaćenje lakih

elemenata rijetkih zemalja (LREE) u odnosu na hondritske vrijednosti (McDonough i Sun, 1995). Uzorci s lokaliteta BD (BD-T1, BD-1 i BD-T3) i Držanlije (DRZ) imaju sličnu geokemiju krhotina stakla te će se analizirati zajedno, dok će uzorci MAND i PS biti obrađeni zasebno. Uzorci BD i DRZ imaju homogen sastav, obilježen osiromašenjem srednje teških elemenata rijetkih zemalja (MREE) u odnosu na LREE (prosječan La/Sm(cn) = 4,30) te osiromašenjem teških rijetkih zemnih elemenata (HREE) u odnosu na LREE (prosječan La/Yb = 7,74), uz negativnu europijevu anomaliju (prosječan Eu/Eu* = 0,37). Uzorak PS sadrži krhotine vulkanskog stakla homogenog sastava, s umjerenim osiromašenjem MREE u odnosu na LREE (prosječan La/Sm(cn) = 3,25) i HREE u odnosu na LREE (prosječan La/Yb = 5,39). Ima umjerenu negativnu europijevu anomaliju (prosječan Eu/Eu* = 0,31) i viši sadržaj Zr (prosječno 133 ppm).

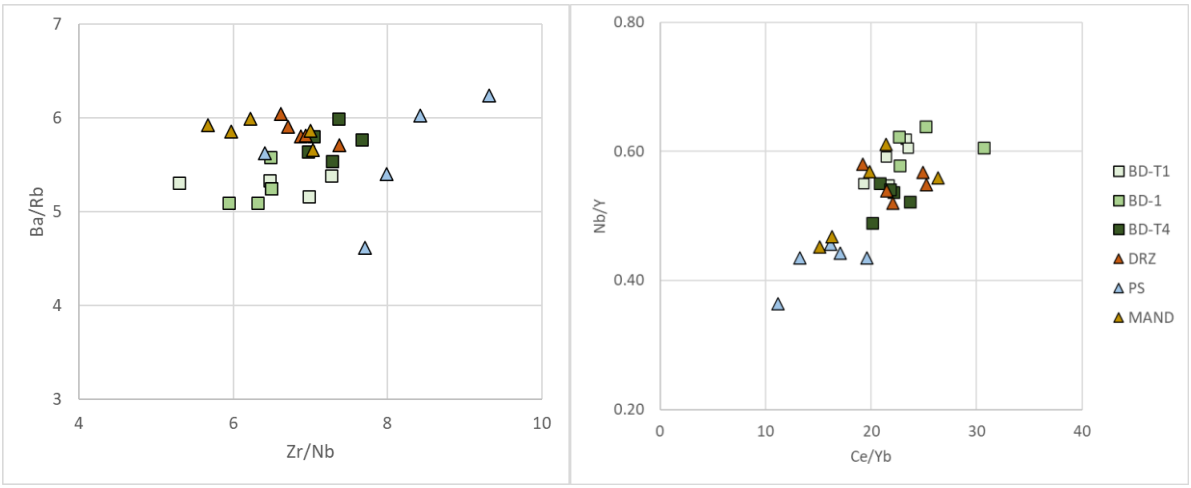
Uzorak MAND pokazuje heterogeniji sastav elemenata u tragovima, s time da 3 od 5 analiziranih zrna pokazuju sličnosti s BD-DRZ grupom (Slika 120; Prilog 6.). Općenito, stakla iz MAND uzorka također pokazuju blago osiromašenje MREE u odnosu na LREE (La/Sm(cn) = 2,61–5,91) i HREE u odnosu na LREE (La/Yb = 4,82–9,06), uz negativnu europijevu anomaliju (Eu/Eu* = 0,25–0,39).



Slika 118. Klasifikacijski TAS dijagram (Total Alkali–Silica, prema Le Bas i sur., 1986) za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla s lokaliteta područja Livanjski bazen. Dijagram prikazuje raspored analiziranih stakala prema sadržaju ukupnih alkalija i SiO_2, pri čemu se podaci različitih lokaliteta preklapaju, a sve krhotina pripadaju području riolitnog sastava (modificirano iz Brlek i sur., 2024a).



Slika 119. Dijagram oksida CaO u odnosu na SiO_2 za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz uzoraka s lokaliteta područja Livanjskog bazena. Podaci pokazuju postojanje dviju geokemijskih skupina prema sadržaju CaO, s granicom oko 0,8 mas. % CaO, pri čemu se uzorci s lokaliteta Put Stupe (PS) jasno izdvajaju od ostalih (modificirano iz Brlek i sur. 2024a)



Slika 120. Odabrani dijagrami omjera elemenata u tragovima za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz uzoraka s lokaliteta područja Livanjskog bazena: (a) Ba/Rb u odnosu na Zr/Nb i (b) Nb/Y u odnosu na Ce/Y. Dijagrami pokazuju jasno izdvajanje uzoraka s lokaliteta Put Stupe (PS) u odnosu na ostale lokalitete.

4.2.4.3. Geokemijska obilježja minerala vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena područja Medvednice, Požeške gore, Sinjskog bazena, Livanjskog bazena i Slovačke

Analize kemijskog sastava napravljene su na mineralima iz izdvojene frakcije 63-125 μm, koje su korištene i za kemijske analize vulkanskog stakla. Analizirani su minerali iz uzoraka s Medvednice (PL-1, CUC-6, CUC-1), Požeške gore (stup SKR 3/21), Sinjskog bazena (LUC 1.1. i LUC 1.2), Livanjskog bazena (BD-1) i Slovačke (KUC). Analizirani su plagioklasi, biotiti, amfiboli i pirokseni. Dobiveni podatci prikazani su u Prilogu 7.

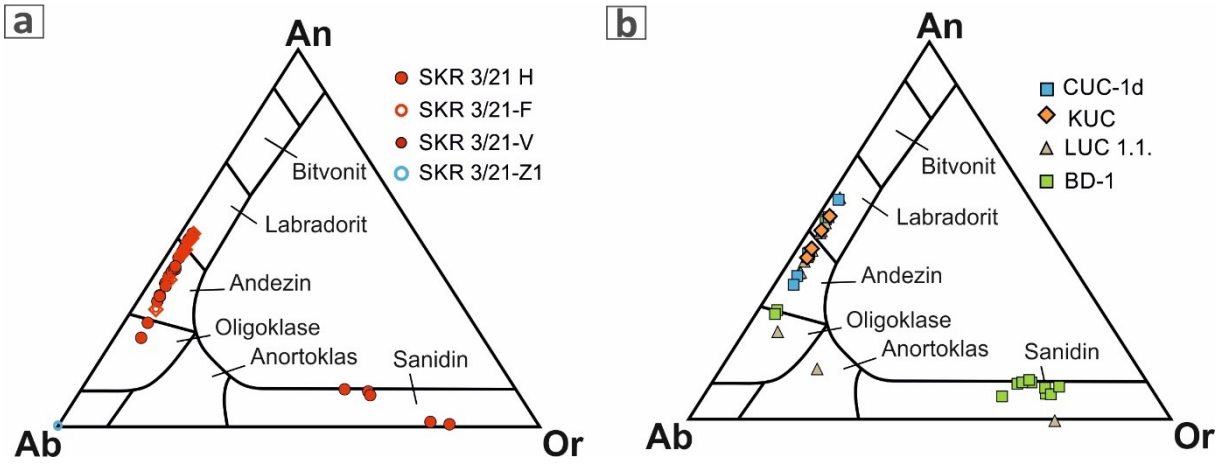
Ukupno je analizirano 79 feldspata (SKR 3/21 43; CUC-1 6; LUC 1.1. 14; KUC 4, BD 12). Strukturna formula feldspata izračunata je na bazi osam atoma kisika, a njihova klasifikacija provedena je prema udjelima anortitne, albitne i ortoklasne komponente. U Tablici 31. prikazani su po jedan primjer dobivenih podataka o feldspatima iz svakog uzorka, njihova strukturna formula i udio anortitne, albitne i ortoklasne komponente.

U svim analiziranim uzorcima feldspati se projiciraju u područje oligoklasanog do labradoritnog sastava, s najvećom koncentracijom analiza u andezinskog području, dok su u manjem broju zastupljeni i sanidini (Slika 121a). Feldspati sa stupa Škrabutnik međusobno se preklapaju po sastavu, osim što je u uzorku SKR 3/21-Z zabilježen jedan feldspat albitnog sastava, dok je u uzorku SKR 3/21-H utvrđeno pet sanidina. U uzorku LUC 1.1. pronađeni su po jedan oligoklas i anortoklas. eldspati iz uzorka BD-1 (Livanjskog bazena) pokazuju različit sastav – većina analiziranih kristala (9 od 13) odgovara sanidinu, dok preostali pripadaju oligoklasnom, andezinskom i labradoritnom području sastava.

Nazivi unutar serije plagioklasa (npr. *oligoklas*, *andezinsko područje*, *labradorit*) korišteni su isključivo deskriptivno, u skladu s tradicionalnom nomenklaturom, dok se klasifikacija temelji na molarnim udjelima krajnjih članova An–Ab–Or.

Tablica 31. Kemijski sastav feldspata iz uzoraka područja Medvednice (CUC-1d) Požeške gore (SKR-3/21), Sinjskog bazena (LUC 1.1.), Slovačke (KUC) I Livanjskog bazena (BD-1).

wt%	BD-1	SKR 3/21-H-3	CUC-1d-4	KUC-1	LUC 1.1-4
SiO_2	73.38	57.88	56.41	55.38	57.41
TiO_2	0.09	0.00	0.02	0.00	0.01
Al_2O_3	12.23	26.43	27.11	28.48	26.91
FeO	1.08	0.11	0.23	0.22	0.22
CaO	0.86	8.01	8.96	10.25	8.53
Na_2O	1.03	6.56	5.80	5.21	6.01
K_2O	4.37	0.45	0.35	0.30	0.40
Total	**93.10**	**99.43**	**98.88**	**99.84**	**99.48**
Strukturna formula na temelju 8O					
Si	3.31	2.61	2.55	2.50	2.59
Al	0.65	1.41	1.44	1.52	1.43
Fe(ii)	0.04	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.04	0.39	0.43	0.50	0.41
Na	0.09	0.57	0.51	0.46	0.53
K	0.25	0.03	0.02	0.02	0.02
TOTAL	**4.39**	**5.01**	**4.96**	**5.00**	**5.00**
An mol%	45.08	45.08	45.08	51.16	42.91
Ab mol%	52.81	52.81	52.81	47.06	54.71
Or mol%	2.12	2.12	2.12	1.78	2.38



Slika 121. Trokomponentni Ab–An–Or dijagram analiziranih feldspata: (a) feldspati iz uzorka stupa Škrabutnik, (b) feldspati s područja Medvednice (CUC-1), Slovačke (KUC), Lučana (LUC 1.1.) i Livanjskog bazena (BD-1). Dijagram prikazuje raspon sastava feldspata izražen u molarnim udjelima krajnjih članova albita (Ab), anortita (An) i ortoklasa (Or). Feldspati se pretežno projiciraju u područje oligoklasnog do labradoritnog sastava, dok su u uzorcima iz Livanjskog bazena prisutni i feldspati s većim udjelom ortoklasne komponente.

Geokemijskim analizama ukupno je ispitano 66 zrna biotita. Na Medvednici su provedena mjerenja na trima lokalitetima: na Plazu (PL-1) su analizirana dva minerala, na Bidrovcu (CUC-6) devet, a na Čučerju (CUC-1d) deset. Na Požeškoj gori obavljeno je osamnaest mjerenja na četiri uzorka unutar stupa Škrabutnik (SKR 3/21-F, SKR 3/21-H, SKR 3/21-V, SKR 3/21-Z1), dok je na lokalitetu Lučani provedeno dvadeset i pet mjerenja u dva horizonta (LUC 1.1. i LUC 1.2.). Na lokalitetu iz Slovačke (KUC) napravljene su dvije analize. Strukturne formule biotita

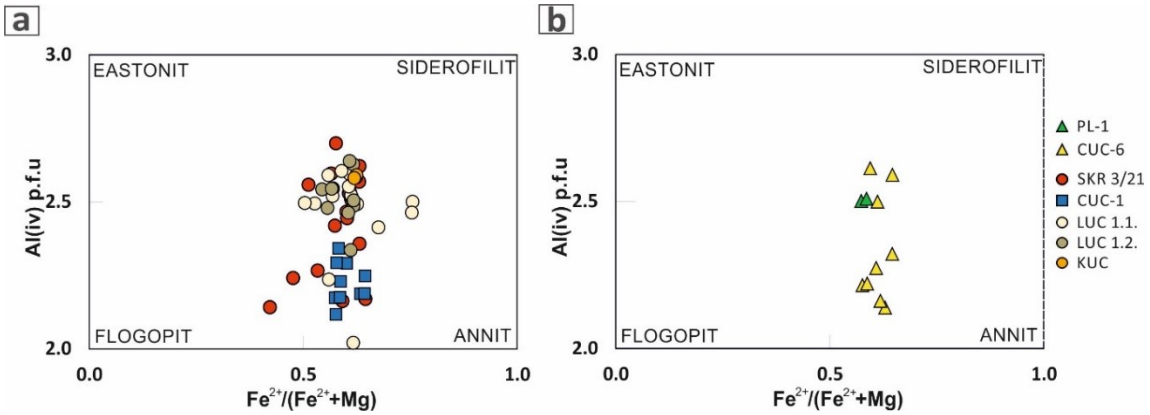
izračunate su na bazi 22 kisika. Reprezentativni primjeri podataka biotita sa svih lokaliteta prikazani su u Tablici 32., dok se cjelokupni podatci nalaze u Prilogu 7. Odnosi među pojedinim mineralima biotita prikazani su u klasifikacijskim dijagramima na Slikama 122. i 123.

Tablica 32. Kemijski sastav reprezentativih biotita iz uzorke s Medvednice (PL-1, CUC-6, CUC-1d) Požeške gore (SKR-3/21), Sinjskog bazena (LUC 1.1.)i Slovačke (KUC).

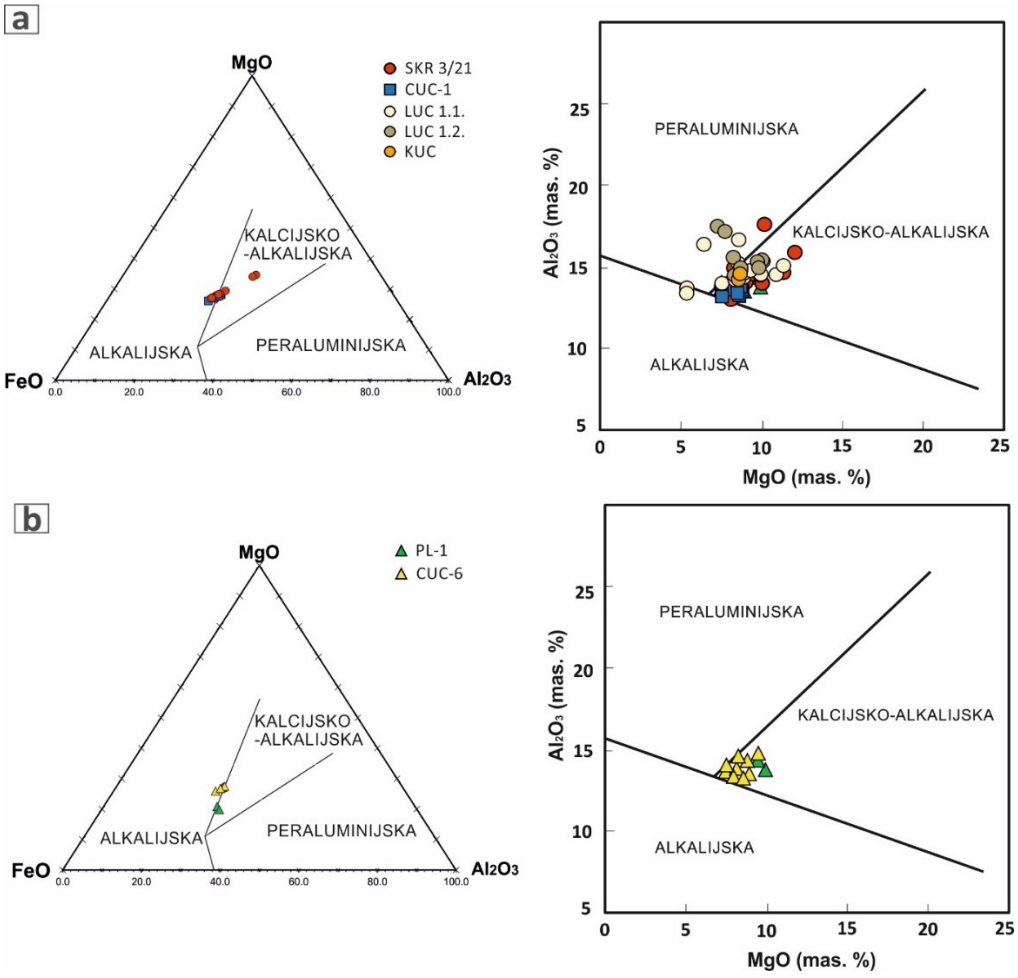
wt%	PL-1-1	CUC-6-1	CUC-6-5	SKR-3/21F-4	CUC-1d-5	LUC 1.1.-4	KUC-2
SiO_2	34.87	35.36	34.98	35.83	37.00	35.46	35.14
TiO_2	3.77	4.31	3.66	4.02	3.46	5.06	4.30
Al_2O_3	13.76	14.77	14.60	14.04	13.17	13.38	14.57
Cr_2O_3	0.00	0.07	0.01	0.02	0.04	0.00	0.02
FeO	24.02	25.03	27.16	24.28	24.31	29.37	25.18
MnO	0.30	0.19	0.27	0.27	0.35	0.34	0.25
MgO	9.94	9.50	8.26	9.03	7.56	5.37	8.68
CaO	0.94	0.05	0.01	0.05	0.15	0.02	0.05
Na_2O	0.41	0.54	0.40	0.47	0.07	0.62	0.44
K_2O	8.03	8.17	8.34	8.32	8.38	8.00	8.36
P_2O_5	0.50	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00
F	0.21	0.11	0.09	0.12	0.13	0.31	0.15
Cl	0.37	0.16	0.23	0.22	0.29	0.24	0.23
TOTAL	**97.12**	**98.27**	**98.02**	**96.66**	**94.92**	**98.20**	**97.36**
Strukturna formula na temelju 22O							
Si	5.38	5.39	5.41	5.54	5.81	5.54	5.42
Al (iv)	2.50	2.61	2.59	2.46	2.19	2.46	2.58
T	**7.89**	**8.00**	**8.00**	**8.00**	**8.00**	**8.00**	**8.00**
Al (vi)	0.00	0.04	0.07	0.09	0.25	0.00	0.07
Ti	0.44	0.49	0.43	0.47	0.41	0.59	0.50
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe(iii)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	3.10	3.19	3.51	3.14	3.19	3.84	3.25
Mn	0.04	0.02	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03
Mg	2.29	2.16	1.90	2.08	1.77	1.25	2.00
M	**5.87**	**5.91**	**5.95**	**5.82**	**5.68**	**5.73**	**5.85**
Ca	0.16	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01
Na	0.12	0.16	0.12	0.14	0.02	0.19	0.13
K	1.58	1.59	1.64	1.64	1.68	1.59	1.65
I	**1.86**	**1.76**	**1.77**	**1.79**	**1.73**	**1.79**	**1.79**

Biotiti iz analiziranih uzoraka prema klasifikaciji po Deer i sur (1992.), pripradaju annitu odnosno Fe-obogaćenom, Mg- siromašnom trioktraedrijskom biotitu, osim dva analizirana biotita iz uzorka SKR 3/21-V koji imaju niže vrijednosti $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ zbog čega su bliže flogopitu. Svi uzorci pokazuju visok udio FeO_t, iznad 20 mas. % i visok udio TiO_2 u prosjeku iznad 4 mas.%, osim u uzorku SKR 3/21-V. Od analizirana 4 biotita iz uzorka SKR 3/21-V dva imaju FeOt 15,69 i 16,52 mas. %, ti biotiti imaju i udio TiO_2 jako nizak ispod 2 mas. %, to su ujedno biotiti koji se i u klasifikacijskom dijagramu približavaju flogopitu. U svim biotitima iz uzorka CUC-1d primjećene su malo niže vrijednosti Al_2O_3 s vrijednostima od 13,17 do 13,79 mas. %, koje prate malo više vrijednosti SiO2 od 35,9 do 37,8 mas. %, zbog čega su i niže vrijednosti Al (iv) između 2,12 i 2,34, što izdvaja biotite tog uzorka od ostalih (Slika 122). Na

temelju klasifikacijskih dijagrama vidi se da biotiti većinski pripadaju biotitima karakterističnim za kalcijsko-alkalijske magme (Slika 123), na granici s alkalijskim magmama, osim nekoliko biotita s lokaliteta Lučani s povišenim vrijednostima Al_2O_3 koji prelaze prema magmama s peraluminijskim karakterom (Slika 123a).



Slika 122. Klasifikacija biotita prema Deer i sur. (1992.) za analizirane uzorke:a) CUC-1d, KUC, LUC 1.1. i LUC 1.2. te sa stupa Škrabutnik – SKR 3/21 i za uzorke s Medvednice pod b) PL-1 i CUC-6..



Slika 123 Klasifikacija biotita prema Abdel-Rahman (1994.) Na dijagramima su prikazani analizirani uzorci: CUC-1d, KUC, LUC 1.1 i LUC 1.2 te stup Škrabutnik – SKR 3/21 (pod a) i uzorci s Medvednice – PL-1 i CUC-6 (pod b). Za oba skupa uzoraka prikazani su trokomponentni MgO–FeO_{tot}–Al_2O_3 dijagram i Al_2O_3–MgO dijagram za diskriminaciju biotita.

Mineral amfibol analiziran je u uzorcima PL-1, CUC-6 i SKR 3/21-H iz frakcije čestica 63 –125 μm, koja je korištena i za analize krhotina vulkanskog stakla. Ukupno je analizirano 32 amfibola u PL-1, 11 u CUC-6 i 20 u SKR 3/21-H, pri čemu je iz uzorka SKR 3/21-H pet analiza isključeno zbog suma oksida ispod 97%, što ukazuje na nepouzdane rezultate. Podatci o tri analizirana amfibola iz svakog uzorka prikazani su u Tablici 33., dok su ostali podatci prikazani u Prilogu 7. Strukturna formula amfibola izračunata je korištenjem Excel predloška AMPHIBOLE CALCULATION SHEET v1.2 (Preston i Still, 2001) te pratećeg softvera Gabbrosoft (2012) normaliziranog na 23 atoma kisika. Za izračun broja kationa korišteno je ukupno 13 kationa na strukturnim pozicijama T, C, B i A.

Tablica 33 Kemijski sastav reprezentativnih amfibola iz uzoraka s područja Medvednice (PL-1, CUC-6) i Požeške gore (SKR 3/21-H).

wt%	PL-1-1	PL-1-2	PL-1-3	CUC-6-1	CUC-6-2	CUC-6-3	SKR 3/21-H-18	SKR 3/21-H-19	SKR 3/21-H-20
SiO_2	43.66	44.19	42.28	43.16	42.76	43.94	45.16	45.40	45.10
TiO_2	2.06	1.54	2.47	2.12	2.97	1.67	1.49	1.57	1.59
Al_2O_3	9.10	9.34	10.68	10.19	10.82	9.61	8.45	8.68	8.45
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	20.46	20.62	19.30	18.41	16.34	20.12	19.67	18.18	20.74
MnO	0.47	0.42	0.35	0.45	0.25	0.38	0.45	0.28	0.52
MgO	9.87	10.30	10.53	11.26	12.33	10.55	11.45	12.62	11.19
CaO	11.32	11.00	11.20	10.69	10.72	10.65	10.69	10.81	10.76
Na_2O	1.55	1.55	1.89	2.03	2.01	1.76	1.62	1.65	1.55
K_2O	0.94	0.73	0.94	0.66	0.49	0.60	0.54	0.50	0.57
F	0.02	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.01	0.11	0.11
Cl	0.26	0.22	0.17	0.06	0.04	0.08	0.09	0.06	0.08
TOTAL	**99.7**	**100.0**	**99.9**	**99.1**	**98.8**	**99.4**	**99.6**	**99.9**	**100.7**
Strukturna formula na temelju 23O									
Si	6.44	6.43	6.19	6.28	6.18	6.39	6.51	6.48	6.46
Al (iv)	1.56	1.57	1.81	1.72	1.82	1.61	1.44	1.46	1.43
∑ T	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	7.95	7.94	7.89
Al (vi)	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00
Ti	0.23	0.17	0.27	0.23	0.32	0.18	0.16	0.17	0.17
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.89	1.19	1.02	1.20	1.19	1.28	1.36	1.39	1.47
Fe(ii)	1.64	1.32	1.34	1.04	0.78	1.16	1.01	0.78	1.02
Mn	0.06	0.05	0.04	0.06	0.03	0.05	0.06	0.03	0.06
Mg	2.17	2.24	2.30	2.44	2.65	2.29	2.46	2.69	2.39
C	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.05	5.06	5.11
Ca	1.79	1.72	1.76	1.67	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65
Na	0.21	0.28	0.24	0.33	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35
B	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na	0.23	0.15	0.29	0.24	0.22	0.16	0.10	0.11	0.08
K	0.18	0.14	0.18	0.12	0.09	0.11	0.10	0.09	0.10
A	0.41	0.29	0.47	0.36	0.31	0.27	0.20	0.20	0.19

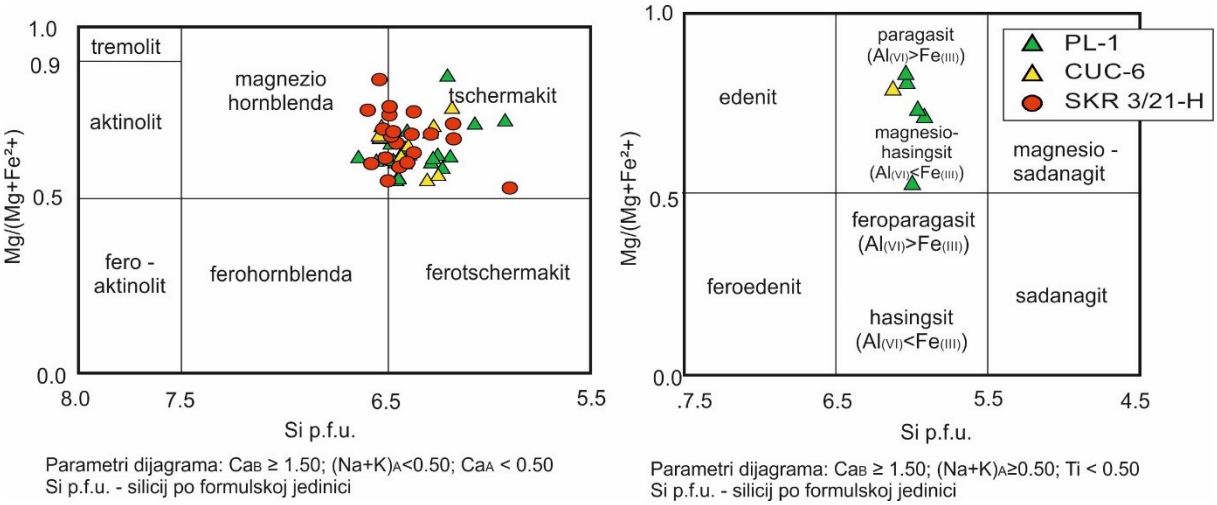
Klasifikacija amfibola napravljena je na temelju klasifikacija po Leake i sur., (1997.). Prema kriterijima ovisnima o ispunjenosti pozicije B, svi analizirani amfiboli su kalcijski, odnosno $(Ca+Na)_B > 1$, $Na_B < 0,5$.

Većina analiziranih amfibola klasificirana je prema podjeli s vrijednostima $(Na+K)_A < 0,5$, osim pet amfibola iz uzorka PL-1 i jednog iz uzorka CUC-6, koji su klasificirani u skupinu amfibola s $(Na+K)_A > 0,5$. Analizirani amfiboli iz uzorka PL-1 većinom pripadaju tipu tschermakit (23 od 32) (Slika 124). Sadržaj tetraedrijskog silicija kreće se između 6,07 i 6,48, a udio tetraedrijskog aluminija između 1,47 i 1,93. U strukturi su prisutni značajni kationi Na+ i K+ s vrijednostima (Na+K) na poziciji A u rasponu od 0,29 do 0,5. Na poziciji B, prosječne vrijednosti su $Na_B = 0,25$ i $Ca_B = 1,75$. Četiri amfibola klasificirana su kao magneziohornblende s prosječnim sadržajem tetraedrijskog silicija od 6,56 i aluminija 1,44, a zbroj $(Na+K)_A$ iznosi u prosjeku 0,29. Indeks magnezičnosti [$Mg\# = Mg/(Mg + Fe^{2+})$] je umjereno visok do visok, u rasponu od 56 do 87%, što je karakteristično za magnezijem bogate amfibole. Amfiboli s $(Na+K)_A > 0,5$ iz uzorka klasificirani su u skupinu paragasita/magneziohastingsita. Na temelju vrijednosti Al(VI), koje se kreću između 0,08 i 0,21 i niže su od Fe(III) (0,78–1,18), svi pripadaju skupini magneziohastingsita. Vrijednosti Mg variraju od 1,82 do 3, dok su vrijednosti Fe(II) u rasponu od 0,59 do 1,62. Indeks magnezičnosti je visok, s vrijednostima uglavnom iznad 70%, osim za jedan uzorak gdje iznosi 53%.

Amfiboli iz uzorka CUC-6 s lokaliteta Bidrovec klasificirani su kao tschermakit (7/11), magneziohornblenda (3/11) te jedan primjerak pripada magneziohastingsitu. U tschermakitima je udio tetraedrijskog silicija u rasponu od 6,18 do 6,43, dok se udio tetraedrijskog aluminija kreće između 1,57 i 1,82. Vrijednosti velikih kationa na A-mjestu iznose između 0,24 i 0,36, a prosječna vrijednost kalcija na B-mjestu (Ca_B) iznosi 1,66. Indeks magnezičnosti (Mg#) kreće se od 56 do 77 %. Amfiboli klasificirani kao magneziohornblenda imaju prosječnu vrijednost tetraedrijskog silicija od 6,53, čime se nalaze na granici između područja tschermakita i magneziohornblende. Vrijednosti alkalnih kationa na A-mjestu su nešto niže, s prosjekom od 0,13, dok je prosječna vrijednost Ca_B 1,62. Indeks magnezičnosti u ovom slučaju je visok, s prosječnom vrijednošću od 70 %. Jedan amfibol iz uzorka CUC-6 pripada skupini alkalnih kalcijskih amfibola s vrijednostima $(Na+K)_A > 0,5$, što ukazuje na povišen sadržaj natrija i kalija u strukturi. Na temelju nižih vrijednosti Al(VI) u odnosu na Fe(III), ovaj amfibol je klasificiran kao magneziohastingsit.

U uzorku SKR 3/21-H analizirano je ukupno 20 amfibola, od čega je pet klasificirano kao magneziohornblenda, a 15 kao tschermakit. Većina analiziranih jedinki nalazi se u blizini granice polja ovih kalcijskih amfibola na klasifikacijskom dijagramu, pri čemu su kemijske

varijacije unutar uskih raspona. Tetraedrijski Si svih amfibola varira od 5,89 do 6,59 atoma po formulskoj jedinici, dok je udio Al nešto niži u magneziohornblendi (prosjek 1,41 apfu) u odnosu na tschermakit (prosjek 1,61 apfu). Vrijednosti zbroja $(Na+K)_A$ za sve analizirane amfibole kreću se od 0,09 do 0,42 apfu. Indeks magnezičnosti (Mg#) prosječno iznosi 71 % za magneziohornblendu te 67 % za tschermakit. Ovi rezultati ukazuju na relativno homogenu populaciju kalcijskih amfibola, s blagim pomakom prema većem udjelu Mg u magneziohornblendi u odnosu na tschermakit. U uzorku SKR 3/21 pronađen je i jedan piroksen, ali je za potrebe usporedbe i interpretacija potrebno analizirati veći broj minerala, za što je potrebno izdvojiti minerale na temelju gustoće kako bi se mogla dobiti.



Slika 124. Klasifikacijski dijagrami amfibola iz uzoraka PL-1, CUC-6 i SKR 3/21-H s područja Medvednice i Požeške gore (prema Leake i sur., 1997). Na dijagramu su prikazani podatci kemijskih analiza pojedinačnih zrna amfibola, prema kojima je izvršena njihova klasifikacija u skladu sa standardnom nomenklaturom amfibola.

4.2.4.4.Izotopni sastav vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

Na krhotinama vulkanskog stakla napravljene su izotopne analize na četiri uzoraka s područja Škrabutnika (SKR 3/21-H) i Medvednice. S Medvednice su analizirani uzorci s lokaliteta Čučerje (CUC-1d), Plaz (PL-1) i Bidrovec (CUC-6).

Za daljnju obradu izračunate su inicijalne vrijednosti izotopnih omjera, pri čemu su za izračun korištene koncentracije elemenata u tragovima izmjerene na pojedinačnim krhotinama stakla. Inicijalne vrijednosti izotopa Pb i Sr prikazane su u Tablici 34, dok su vrijednosti izotopa Hf i Nd za uzorak SKR 3/21-H prikazane u Tablici 35. Vrijednosti izotopa Nd za uzorke CUC-1d, PL-1 i CUC-6 dane su u Tablici 36. Na tim uzorcima nije bilo moguće odrediti izotope Hf zbog nedostatne količine materijala.

Tablica 34. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri olova (Pb) i stroncija (Sr) određeni na otopini više krhotina vulkanskog stakla za uzorke s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H), Čučerje (CUC-1d), Plaz (PL) i Bidrovec (CUC-6).

Uzorak	Starost (milijuna godina)	206/204Pb M	207/204Pb M	208/204Pb M	206/204PB IN	207/204PB IN	208/204PB IN	87/86 SR M	87/86 SR IN
SKR 3/21-H									
NP-4-1	15.3245	18.9246	15.6115	38.7319	18.8931	15.6100	38.7014	0.7086	0.7069
NP-4-2	15.3245	18.9246	15.6115	38.7319	18.8972	15.6102	38.6935	0.7086	0.7077
NP-4-3	15.3245	18.9246	15.6115	38.7319	18.8882	15.6098	38.7010	0.7086	0.7063
NP-4-4	15.3245	18.9246	15.6115	38.7319	18.8978	15.6102	38.6998	0.7086	0.7075
NP-4-5	15.3245	18.9246	15.6115	38.7319	18.8949	15.6101	38.6987	0.7086	0.7076
CUC-1d									
NP5-1	15.3245	18.9414	15.6261	38.7880	18.9074	15.6245	38.7520	0.7096	0.7087
NP5-2	15.3245	18.9414	15.6261	38.7880	18.9069	15.6245	38.7494	0.7096	0.7086
NP5-3	15.3245	18.9414	15.6261	38.7880	18.9155	15.6249	38.7573	0.7096	0.7090
NP5-5	15.3245	18.9414	15.6261	38.7880	18.9084	15.6245	38.7541	0.7096	0.7086
NP5-6	15.3245	18.9414	15.6261	38.7880	18.9064	15.6244	38.7560	0.7096	0.7081
NP5-7	15.3245	18.9414	15.6261	38.7880	18.9081	15.6245	38.7535	0.7096	0.7086
PL									
PL1-2	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8198	15.6278	38.7741	0.7079	0.7066
PL1-3	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8216	15.6279	38.7774	0.7079	0.7065
PL1-4	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8209	15.6278	38.7766	0.7079	0.7067
PL-2-1	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8199	15.6278	38.7740	0.7079	0.7071
PL-2-2	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8256	15.6281	38.7810	0.7079	0.7067
PL-2-4	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8192	15.6278	38.7744	0.7079	0.7068
PL-2-5	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8217	15.6279	38.7780	0.7079	0.7068
PL-2-6	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8221	15.6279	38.7761	0.7079	0.7068
PL-2-7	14.9370	18.8525	15.6293	38.8129	18.8220	15.6279	38.7736	0.7079	0.7068
CUC-6									
Cuc-6-1	14.8350	18.9276	15.6138	38.7425	18.8939	15.6122	38.7030	0.7091	0.7083
Cuc-6-2	14.8350	18.9276	15.6138	38.7425	18.8945	15.6123	38.7073	0.7091	0.7082
Cuc-6-4	14.8350	18.9276	15.6138	38.7425	18.8979	15.6124	38.7068	0.7091	0.7082
Cuc-6-5	14.8350	18.9276	15.6138	38.7425	18.8950	15.6123	38.7116	0.7091	0.7074
Cuc-6-6	14.8350	18.9276	15.6138	38.7425	18.8966	15.6124	38.7088	0.7091	0.7082
Cuc-6-7	14.8350	18.9276	15.6138	38.7425	18.8964	15.6124	38.7116	0.7091	0.7080

Tablica 35. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri hafnija (Hf) i neodimija (Nd) na otopini više krhotina vulkanskog stakla te izračunati εHf(t) i εNd(t) za uzorak SKR 3/21-H s lokaliteta Škrabutnik.

Uzorak	Starost (milijuna godina)	176/177 Hf m	±2s	176/177Hf in	eHf(t)	2SE in eHf	143/144Nd M	2SE	143/144ND IN	eNd(t)	2SE in eNd
SKR 3/21-H											
NP-4-1	15.3245	0.282728	0.000013	0.282723	-1.84348	0.472536	0.512457	0.000005	0.512446	-3.21544	0.10146
NP-4-2	15.3245	0.282728	0.000013	0.282723	-1.83975	0.472536	0.512457	0.000005	0.512448	-3.16812	0.10146
NP-4-3	15.3245	0.282728	0.000013	0.282723	-1.83421	0.472536	0.512457	0.000005	0.512444	-3.23587	0.10146
NP-4-4	15.3245	0.282728	0.000013	0.282723	-1.83541	0.472536	0.512457	0.000005	0.512446	-3.19918	0.10146
NP-4-5	15.3245	0.282728	0.000013	0.282724	-1.7934	0.472536	0.512457	0.000005	0.512446	-3.19767	0.10146

Tablica 36. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri neodimija (Nd) na otopini više krhotina vulkanskog stakla te izračunati εNd(t) za uzorke s Medvednice (CUC-1d, PL i CUC-6).

Uzorak	Starost (milijuna godina)	143/144Nd M	2SE	143/144ND IN	eNd(t)	2SE in eNd
CUC-1d						
NP5-1	15.3245	0.512442	0.000006	0.512432	-3.47499	0.108855
NP5-2	15.3245	0.512442	0.000006	0.512433	-3.45591	0.108855
NP5-3	15.3245	0.512442	0.000006	0.512432	-3.4801	0.108855
NP5-5	15.3245	0.512442	0.000006	0.512431	-3.50231	0.108855
NP5-6	15.3245	0.512442	0.000006	0.512431	-3.49997	0.108855
NP5-7	15.3245	0.512442	0.000006	0.512433	-3.46699	0.108855
PL						
PL1-2	14.937	0.512449	0.000006	0.512441	-3.32108	0.10802
PL1-3	14.937	0.512449	0.000006	0.512442	-3.299	0.10802
PL1-4	14.937	0.512449	0.000006	0.512439	-3.35467	0.10802
PL-2-1	14.937	0.512449	0.000006	0.512441	-3.31404	0.10802
PL-2-2	14.937	0.512449	0.000006	0.51244	-3.32504	0.10802
PL-2-4	14.937	0.512449	0.000006	0.51244	-3.3274	0.10802
PL-2-5	14.937	0.512449	0.000006	0.512443	-3.27713	0.10802
PL-2-6	14.937	0.512449	0.000006	0.512441	-3.31697	0.10802
CUC-6						
Cuc-6-1	14.835	0.512455	0.000006	0.512443	-3.28256	0.112437
Cuc-6-2	14.835	0.512455	0.000006	0.512445	-3.23645	0.112437
Cuc-6-4	14.835	0.512455	0.000006	0.512444	-3.26356	0.112437
Cuc-6-5	14.835	0.512455	0.000006	0.51244	-3.32788	0.112437
Cuc-6-6	14.835	0.512455	0.000006	0.512444	-3.25092	0.112437
Cuc-6-7	14.835	0.512455	0.000006	0.512445	-3.24411	0.112437

Na dijagramima su prikazane inicijalne vrijednosti više izotopnih omjera, budući da je izotopni sastav određivan na otopinama koje sadrže više krhotina vulkanskog stakla, a ne na pojedinačnim krhotinama. Radi usporedbe dobivenih podataka, izračunate su inicijalne vrijednosti za više izotopnih sustava. Za izračun inicijalnih vrijednosti korištene su U–Pb starosti cirkona dobivene u ovom istraživanju. Rezultati prikazani u ovom poglavlju za uzorke PL-1 i CUC-6 objavljeni su u Trinajstić i sur. (2023).

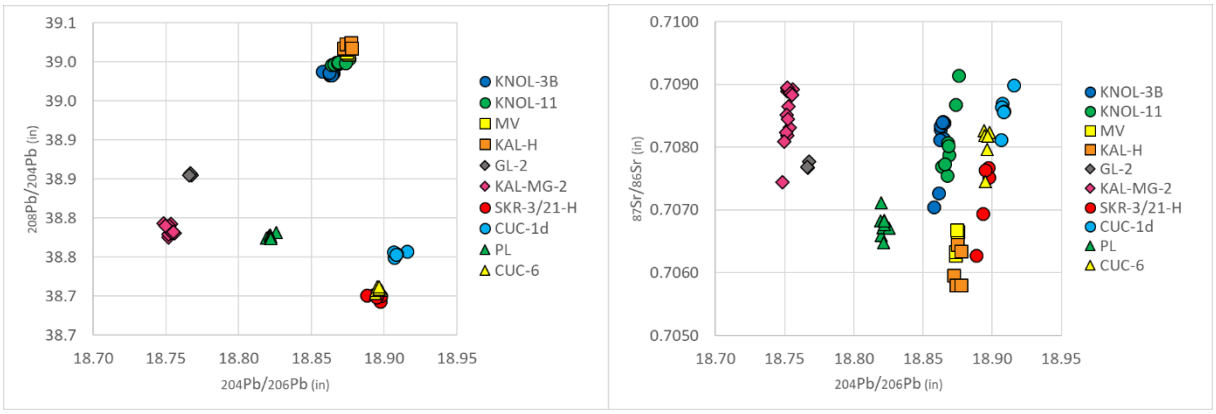
Vrijednosti inicijalnih omjera izotopa $^{87}Sr/^{86}Sr_{(in)}$ pokazuju najveće raspone: 0,706271-0,707671(SKR 3/21-H), 0,708122 – 0,708986 (CUC-1d), 0,706473 – 0,707111 (PL-1), i 0,707450 – 0,708259 (CUC-6). Ovi rasponi vrijednosti su očekivani s obzirom na to da i vrijednosti elemenata Rb i Sr u samim krhotinama stakla pokazuju veće raspone, a korištene su prilikom izračuna inicijalnih vrijednosti.

Vrijednosti inicijalnih omjera izotopa olova, $^{208}Pb/^{204}Pb_{(in)}$, ≈38,699 (SKR 3/21-H), ≈38,754 (CUC-1d), ≈38,7776 (PL-1) i ≈38,708 (CUC-6). Vrijednosti $^{207}Pb/^{204}Pb_{(in)}$, ≈15,610(SKR 3/21-

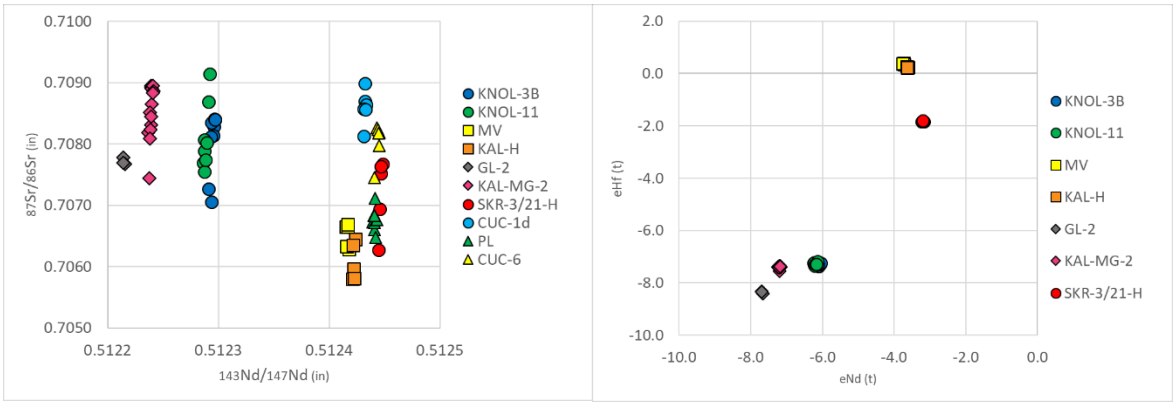
H), ≈15,625 (CUC-1d), ≈15,628 (PL-1) i ≈15,612 (CUC-6) i vrijednosti $^{206}Pb/^{204}Pb_{(in)}$, ≈18,894 (SKR 3/21-H), ≈18,909 (CUC-1d), ≈18,821 (PL-1) i ≈18,896 (CUC-6).

Vrijednosti inicijalnijih omjera izotopa neodimija, $^{143}Nd/^{144}Nd_{(in)}$: 0,512444 - 0,512448 (SKR 3/21-H), 0,512431 - 0,512433 (CUC-1d), 0,512439 - 0,512443 (PL-1), 0,512440 - 0,512445 (CUC-6). Analize izotopa hafnija napravljene su samo na uzorku SKR 3/21-H, a izračunati inicijalni omjeri izotopa $^{176}Hf/^{177}Hf(in)$ su 0,282723.

Izračunate inicijalne vrijednosti odnosa omjera izotopa Pb i Sr, te Sr i Nd su prikazane u dijagramu (Slike 125, 126). Vrijednosti odnosa izotopa Hf i Nd prikazani kao εHft i εNd, odnosno vrijednostima kojima se uspoređuju dobivene vrijednosti u uzorku u odnosu na standard (Slika 126).



Slika 125. Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa. Za izračun su uzimane vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačne krhotine stakla na uzorcima s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H) i Medvednice (CUC-1d, PL, CUC-6) te su uspoređeni s uzorcima donjomiocenskig vulkanoklastita sa šireg područja Kalnika (KNOL-3B, KNOL-11, MV, KAL-H, KAL-MG-2) i Sinjskog bazena (GL-2).



Slika 126. a) Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa. Za izračun su uzimane vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačn e krhotine stakla na uzorcima s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H) i Medvednice (CUC-1d, PL, CUC-6) te su uspoređeni s uzorcima donjomiocenskig vulkanoklastita sa šireg područja Kalnika (KNOL-3B, KNOL-11, MV, KAL-H, KAL-MG-2) i Sinjskog bazena (GL-2); b) Odnosi izračunatih εNd(t) i εHf(t) prikazani su za uzorak SKR 3/21-H i donjomiocenske vulkanoklastite.

4.2.5. Rezultati petrološko-geokronološke analize cirkona vulkanoklastičnih nasloga srednjeg miocena

4.2.5.1. Rezultati izotopnih mjerenja cirkona vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena (TIMS)

Područja Požeške gore, Medvednice – Čučerje, Sinjskog bazen i Slovačke - Kuchyňa

Korištenjem CA-ID-TIMS metode napravljeno je 13 analiza cirkona iz uzorka SKR 3/21-H, šest analiza cirkona iz uzorka CUC-1d, i devet analiza cirkona iz uzorka LUC 1.2. i šest analiza cirkona iz uzorka KUC. Izračunate $^{206}Pb/^{238}U$ starosti cirkona korigirane su (Th korekcija) koristeći radiogeni ^{208}Pb i Th/U= 3,5000. Svi podatci su prikazani u Tablici 37.

Tablica 37. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz uzoraka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H), Medvednica (CUC-1d), Sinjski bazen (LUC-1) i Slovačka (KUC).

	Composition				Isotopic Ratios							Dates (Ma)						
Fractio	Th/U [a]	Pb* (pg) [b]	Pbc (pg) [c]	Pb*/Pbc [d]	$^{206}Pb/^{204}Pb$ [e]	$^{206}Pb/^{238}U$ [f]	±2σ %	$^{207}Pb/^{235}U$ [f]	±2σ %	$^{207}Pb/^{206}Pb$ [f]	±2σ %	$^{206}Pb/^{238}U$ [g,h]	±2σ abs	$^{207}Pb/^{235}U$ [h]	±2σ abs	$^{207}Pb/^{206}Pb$ [h]	±2σ abs	Corr. coef.
SKR 3/21 H																		
z1	0.56	1.12	0.14	8	484	0.0023716	0.11	0.0153	1.1	0.04681	1	15.361	0.019	15.42	0.17	38	25	0.502
z2	0.46	1.32	0.14	10	604	0.0023844	0.11	0.01541	0.93	0.04688	0.86	15.447	0.018	15.52	0.14	42	20	0.683
z3	0.71	0.636	0.23	3	179	0.0024443	0.22	0.01586	2.5	0.0471	2.4	15.824	0.036	15.98	0.39	52	57	0.437
z4	0.55	0.888	0.2	5	287	0.0023623	0.17	0.01516	2	0.04657	1.9	15.302	0.027	15.28	0.31	26	46	0.667
z5	0.45	2.27	0.22	10	637	0.0023646	0.099	0.01524	0.75	0.04677	0.7	15.32	0.017	15.36	0.11	36	17	0.602
z8	0.63	1.65	0.19	8	513	0.0023667	0.088	0.01512	0.79	0.04634	0.75	15.328	0.017	15.23	0.12	14	18	0.438
z9	0.55	2.67	0.26	10	636	0.0023941	0.086	0.01543	0.73	0.04676	0.69	15.507	0.016	15.55	0.11	36	16	0.535
z10	0.72	0.528	0.13	4	245	0.0023674	0.17	0.01496	2.3	0.0459	2.2	15.329	0.029	15.08	0.34	-11	53	0.489
z11	0.49	2.28	0.68	3	221	0.0023743	0.17	0.01523	2.1	0.04653	2.1	15.381	0.027	15.34	0.32	24	50	0.435
z12	0.51	1.13	0.15	8	472	0.0023683	0.089	0.01535	0.79	0.04704	0.76	15.342	0.016	15.47	0.12	50	18	0.371
z14	0.53	1.18	0.13	9	561	0.002368	0.1	0.01498	2.1	0.0459	2	15.34	0.018	15.1	0.32	-9	49	0.759
z15	0.5	1.67	0.14	12	733	0.0023664	0.12	0.01505	1.2	0.04615	1.1	15.33	0.02	15.17	0.18	4	28	0.72
z17	0.48	1.32	0.12	11	684	0.0023649	0.11	0.01516	1	0.04653	0.94	15.321	0.019	15.28	0.15	24	23	0.629
CUC-1d																		
z3	0.56	1.09	0.15	7	447	0.0023656	0.11	0.01508	1.1	0.04627	1.1	15.323	0.019	15.2	0.17	11	26	0.608
z5	0.62	0.743	0.2	4	235	0.0023712	0.17	0.01535	1.8	0.04698	1.8	15.357	0.028	15.47	0.28	47	42	0.465
z6	0.45	1.12	0.15	7	468	0.0023648	0.096	0.01519	0.88	0.04661	0.84	15.321	0.017	15.31	0.13	28	20	0.487
z7	0.53	0.409	0.2	2	141	0.0023632	0.26	0.01493	3.3	0.0458	3.2	15.308	0.041	15.04	0.49	-13	77	0.408
z12	0.65	1.01	0.17	6	367	0.0023655	0.12	0.01504	1.2	0.04613	1.2	15.32	0.021	15.16	0.18	3	28	0.501
z13	0.51	1.69	0.17	10	602	0.002367	0.092	0.01535	0.8	0.04705	0.76	15.334	0.017	15.47	0.12	51	18	0.492
KUC																		
z2	0.53	3.68	0.29	13	782	0.0023641	0.075	0.01508	0.81	0.04628	0.78	15.314	0.015	15.2	0.12	11	19	0.512
z3	0.47	1.59	0.19	8	523	0.002365	0.098	0.01509	0.89	0.04631	0.85	15.322	0.017	15.21	0.13	13	20	0.495
z4	0.51	1.21	0.19	6	400	0.0023781	0.1	0.01529	0.97	0.04664	0.93	15.405	0.018	15.4	0.15	30	22	0.413
z5	0.54	0.819	0.2	4	258	0.0023678	0.13	0.01509	1.7	0.04623	1.7	15.338	0.023	15.2	0.26	8	41	0.31
z9	0.56	2.18	0.35	6	383	0.0024116	0.1	0.01543	0.95	0.04642	0.92	15.619	0.019	15.55	0.15	19	22	0.377
z10	0.56	4.72	0.38	13	762	0.0023664	0.075	0.01504	1.4	0.0461	1.4	15.328	0.015	15.15	0.21	2	33	0.601
LUC12																		
z2	0.42	6.11	0.23	26	1643	0.0024043	0.067	0.01535	0.7	0.04633	0.66	15.576	0.013	15.47	0.11	14	16	0.544
z5	0.5	4.09	0.16	26	1594	0.0023752	0.067	0.015232	0.37	0.04653	0.33	15.387	0.014	15.35	0.057	24.2	8	0.666
z7	0.51	1.08	0.16	7	421	0.0023657	0.1	0.01517	1	0.04653	0.96	15.326	0.018	15.29	0.15	24	23	0.447
z9	0.56	1.89	0.18	11	649	0.002396	0.1	0.01523	1.5	0.04612	1.5	15.519	0.019	15.35	0.23	3	36	0.664
z10	0.57	0.675	0.14	5	309	0.0024448	0.14	0.01552	1.4	0.04606	1.4	15.832	0.024	15.64	0.22	0	33	0.414
z11	0.5	0.496	0.12	4	261	0.0023683	0.17	0.01505	2.1	0.0461	2	15.342	0.028	15.16	0.32	2	49	0.524
z12	0.54	0.952	0.19	5	324	0.002367	0.13	0.01524	1.3	0.04671	1.3	15.333	0.022	15.35	0.2	33	30	0.429
z14	0.53	2.44	0.23	11	656	0.0023814	0.11	0.01516	1	0.04619	0.93	15.426	0.019	15.28	0.15	6	22	0.808
z15	0.71	2.59	0.3	9	514	0.0024057	0.086	0.01549	0.8	0.04671	0.76	15.576	0.018	15.6	0.12	33	18	0.462

Iz uzorka SKR 3/21-H pojedinačna mjerenja na cirkonima dala su vrijednosti od 15,302 ± 0,27 do 15,447 ± 0,018 milijuna godina. Izračunata je ponderirana srednja vrijednost starosti (WMA) na osam najmlađih cirkona i iznosi 15,3286 ± 0,0068/0,013/0,021 milijuna godina s

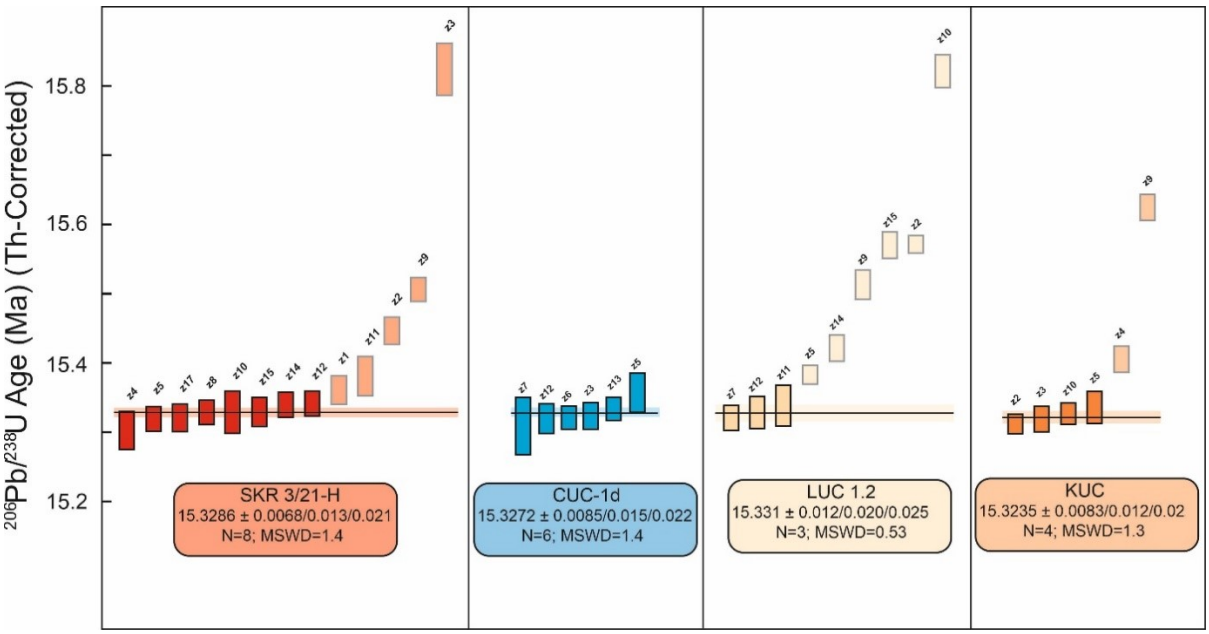
greškama koji su dobiveni iz laboratorija, a odnose se na unutarnju grešku laboratorijsku, grešku povezanu sa standardima i grešku povezanu s konstantnom raspada. Izračunati srednji kvadrat mjerenja odstupanja (MWSD) iznosi 1,4 za sve cirkone koji su korišteni za određivanje starosti. S obzirom na to da su vrijednosti MSWD-a iznad 1, raspršenje podataka je veće od predviđenog analitičkim nesigurnostima.

Iz uzorka CUC-1d napravljene su analize na šest cirkona na kojima su dobivene srednje miocenske starosti. Vrijednosti $^{206}Pb/^{238}U$ starosti kreću se od 15,308 ± 0,041 do 15,357 ± 0,028 milijuna godina. Izračunata WMA na šest cirkona iznosi 15,3272 ± 0,0085/0,0150/0,022 milijuna godina s vrijednosti MSWD= 1,4.

Analiziranih devet cirkona iz uzorak LUC 1.2. pokazuje veće vrijednosti $^{206}Pb/^{238}U$ starosti od 15,326 ± 0,018 do 15,832 ± 0,024 milijuna godina. Izračunata je WMA na tri najmlađa cirkona i iznosi 15,331 ± 0,012/0,020/0,025 milijuna godina s vrijednosti MSWD= 0,53.

Iz uzroka KUC napravljene su analize na šest cirkona od kojih se dobivene vrijednosti izračunatih $^{206}Pb/^{238}U$ starost kreću od 15,314 ± 0,015 do 15,619 ± 0,019 milijuna godina. Izračunata $^{206}Pb/^{238}U$ WMA starost na četiri najmlađa cirkona iznosi 15,3235 ± 0,0083/0,012/ 0,20 milijuna godina s vrijednosti MSWD=1,3.

Dobivene vrijednosti su prikazane u Tablici 37. i na Slici 127.



Slika 127. $^{206}Pb/^{238}U$ izračunate starosti cirkona s Th korekcijom za uzorka s područja Požeške gore (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-1d), Sinjskog bazena (LUC 1.2.) i Slovačke (KUC). Tamnijim bojama su naznačeni vrijednosti polja s dvije standardne devijacije analitičke greške i izračunata vrijednost unutarnje greške s naznačenim poljem uz liniju izračunate WMD vrijednosti, a svjetlijim poljima vrijednosti koje nisu uzete u obzir za izračunavanje WMD starosti.

Područje Medvednice – Plaz i Bidrovec

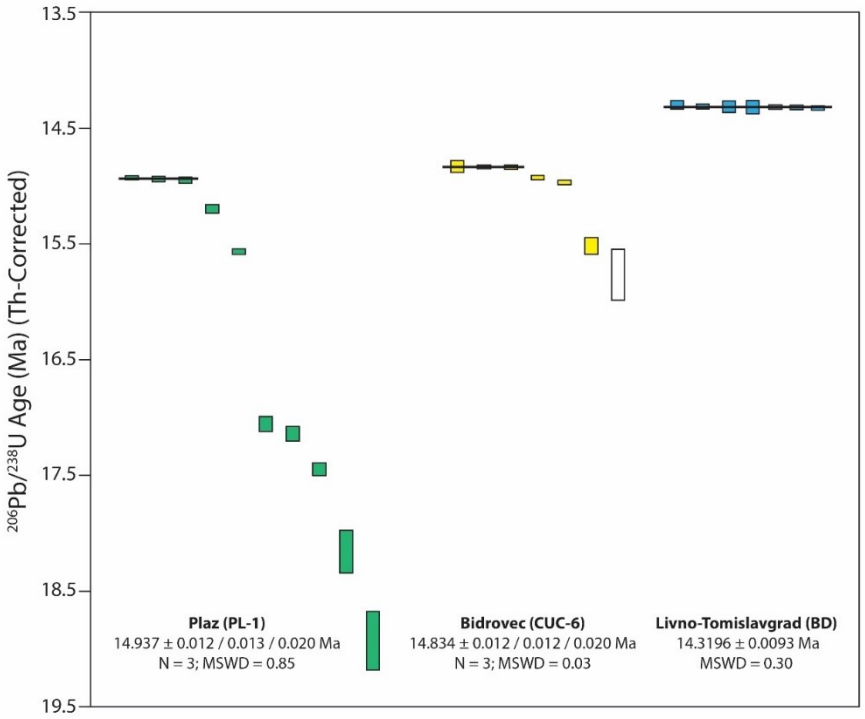
S područja Medvednica na lokalitetima Plaz i Bidrovec analizirano je deset cirkona iz uzorka PL-1 i sedam cirkona iz uzorka CUC-6. Podatci dobiveni analizama i izračunate starosti su prikazane u Tablici 38. Podatci prikazani u ovom poglavlju za uzorke PL-1 i CUC.6 objavljeni su u Trinajstić i sur. (2023).

Tablica 38. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz uzoraka s područja Medvednice s lokaliteta Bidrovec (CUC-6) i Plaz (PL-1).

Composition					Isotopic Ratios							Dates (Ma)						
Fraction	Th/U [a]	Pb* (pg) [b]	Pbc (pg) [c]	Pb*/Pbc [d]	206Pb/204Pb [e]	206Pb/238U [f]	±2σ %	207Pb/235U [f]	±2σ %	207Pb/206Pb [f]	±2σ %	206Pb/238U [g,h]	±2σ abs	207Pb/235U [h]	±2σ abs	207Pb/206Pb [h]	±2σ abs	Corr. coef.
CUC-6																		
Z1	0.64	3.987	1.56	2.551	166.1516	0.0022895	0.33	0.0150699	4.246	0.04776	4.248	14.831	0.05	15.188	0.64	86.338	100.73	0.033
Z2	0.75	2.581	0.27	9.566	534.1784	0.00229092	0.093	0.0146379	1.023	0.046362	1.012	14.837	0.019	14.755	0.15	15.408	24.334	0.160
Z3	0.53	1.726	0.22	7.937	471.3618	0.00231058	0.102	0.0148734	1.139	0.046707	1.131	14.97	0.018	14.991	0.17	33.194	27.111	0.117
Z4	0.76	5.083	0.19	26.67	1453.947	0.00229056	0.052	0.0146468	0.451	0.046397	0.441	14.834	0.016	14.764	0.066	17.245	10.63	0.224
Z5	0.55	1.865	0.24	7.614	450.8903	0.002304	0.113	0.014837	1.318	0.046726	1.298	14.927	0.019	14.955	0.196	34.162	31.107	0.209
Z6	0.74	0.255	0.45	0.565	47.51245	0.00243541	1.404	0.0186854	13.73	0.055671	13.64	15.766	0.22	18.798	2.557	438.25	303.67	0.113
Z8	0.43	0.291	0.16	1.767	120.8774	0.00239524	0.462	0.0152639	6.366	0.046239	6.227	15.518	0.071	15.382	0.972	9.0236	149.84	0.335
PL-1																		
z2	0.53	1.555	0.22	7.17	422.3504	0.00230563	0.14	0.0145737	1.848	0.045864	1.778	14.938	0.023	14.691	0.269	-10.6	42.954	0.5228
z4	0.53	0.395	0.47	0.833	63.75689	0.00280697	1.027	0.0165902	15.17	0.042885	14.37	18.162	0.185	16.707	2.514	-175.38	358.44	0.7902
z5	0.71	0.537	0.91	0.591	49.29035	0.00292728	1.332	0.0202961	14.53	0.050309	14.43	18.93	0.251	20.402	2.934	208.24	334.65	0.1167
z7	0.53	1.029	0.48	2.125	138.5785	0.00263483	0.369	0.0167553	4.541	0.046142	4.483	17.055	0.063	16.872	0.76	3.9462	107.99	0.1949
z8	0.54	0.456	0.18	2.468	155.6674	0.00264816	0.362	0.0167055	5.037	0.045773	4.761	17.141	0.062	16.822	0.84	-15.416	115.09	0.7788
z9	0.74	2.602	0.23	11.53	642.1085	0.00230534	0.078	0.0147998	0.855	0.046581	0.848	14.93	0.017	14.917	0.127	26.744	20.363	0.1269
z10	0.39	1.686	0.31	5.403	354.1748	0.00230667	0.159	0.0147748	2.135	0.046476	2.117	14.949	0.025	14.892	0.316	21.312	50.822	0.1531
z11	0.65	1.262	0.18	6.883	399.0011	0.00240386	0.127	0.01556	1.486	0.046967	1.46	15.566	0.023	15.678	0.231	46.486	34.897	0.2411
z12	0.62	0.511	0.2	2.588	161.9444	0.00269617	0.312	0.0169304	4.086	0.045563	4.042	17.447	0.055	17.047	0.691	-26.539	97.931	0.1767
Z13	0.61	1.394	0.37	3.745	226.7267	0.00234606	0.215	0.015163	2.557	0.046897	2.533	15.196	0.034	15.281	0.388	42.89	60.565	0.1543

Izračunate $^{206}Pb/^{238}U$ starosti za uzorak PL-1 se kreću od 14,938 ± 0,023 do 18,930 ± 0,251 milijuna godina. Izračunata $^{206}Pb/^{238}U$ WMA starost na tri najmlađa cirkona iznosi 14,930 ± 0,012/0,013/0,020 milijuna godina s vrijednosti MSWD= 0,85 (Slika 128).

Za uzorak CUC-6 (s lokaliteta Bidrovec) izračunate $^{206}Pb/^{238}U$ starosti se kreću od 14,831 ± 0,050 do 15,766 ± 0,220 milijuna godina. Izračunata $^{206}Pb/^{238}U$ WMA starost na tri najmlađa cirkona iznosi 14,834 ± 0,012/0,012/0,020 milijuna godina s vrijednosti MSWD= 0,03.



Slika 128. $^{206}Pb/^{238}U$ izračunate starosti cirkona s Th korekcijom za uzorka s područja Medvednice (PL-1 i CUC-6) i Livanjskog bazena (BD). Tamnijim bojama su naznačeni vrijednosti polja s dve standardne devijacije analitičke greške i Izračunata vrijednost unutarnje greške s naznačenim poljem uz liniju izračunate WMD vrijednosti, a svjetlijim poljima vrijednoste koje nisu uzete u obzir za izračunavanje WMD starosti (modificirano iz Trinajstic i sur., 2023).

Područje Livanjskog bazena

S područja Livanjskog bazena analiziran je uzorak BD-1 metodom CA-ID-TIMS na cirkonima. Podatci dobiveni analizama i izračunate vrijednosti prikazane su u Tablici 36. analizirano je sedam cirkona te se izračunate $^{206}Pb/^{238}U$ starosti kreću od 14,301 ± 0,038 do 14,327 ± 0,018 milijuna godina. Izračunata $^{206}Pb/^{238}U$ WMA starost na sedam cirkona iznosi 14,3196 ± 0,0093/0,011/ 0,19 milijuna godina s vrijednosti MSWD=0,30 (slika 129). Rezultati prikazani u ovom poglavlju za uzorak BD objavljeni su u Brlek i sur. (2024a).

Tablica 39. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz uzoraka s BD-1 (Livanjski bazen).

Composition							Isotopic Ratios						
Fraction	U mass (pg)	Th/U [d]	Pb* (pg) [e]	Pbc (pg) [f]	Pb*/Pbc [g]	$Th/U_{(magma)}$ [h]	$^{206}Pb/^{204}Pb$ [i]	$^{206}Pb/^{238}U$ [j]	±2σ %	$^{207}Pb/^{235}U$ [j]	±2σ %	$^{207}Pb/^{206}Pb$ [j]	±2σ %
z2	206.30	0.56	0.48	0.25	1.90	3.11	130	0.002210	0.397	0.015077	7.61	0.049505	7.36
z17	873.41	0.61	2.07	0.20	10.18	3.40	609	0.002210	0.105	0.014334	1.62	0.047056	1.58
z34	529.85	0.54	1.23	0.18	6.99	3.00	432	0.002209	0.120	0.014440	2.10	0.047428	2.04
z35	309.09	0.73	0.75	0.35	2.14	4.04	139	0.002209	0.343	0.014595	6.87	0.047930	6.68
z42-43	318.06	0.54	0.74	0.18	4.12	2.89	262	0.002207	0.249	0.014427	4.15	0.047429	3.99
z61-62	2212.35	0.46	5.03	0.22	22.40	2.55	1372	0.002211	0.087	0.014273	1.02	0.046838	1.00
z65	635.28	0.51	1.46	0.14	10.57	2.85	648	0.002210	0.093	0.014465	1.44	0.047496	1.39

	Dates (Ma)									
	$^{206}Pb/^{238}U$ [a]	±2σ abs	$^{206}Pb/^{238}U$	±2σ abs	$^{207}Pb/^{235}U$ [b]	±2σ abs	$^{207}Pb/^{206}Pb$ [b]	±2σ abs	Corr. coef.	% disc. [c]
z2	14.319	0.057	14.230	0.056	15.195	1.147	170.756	171.926	0.632	91.67
z17	14.322	0.020	14.232	0.015	14.451	0.233	51.029	37.765	0.430	72.11
z34	14.315	0.022	14.225	0.017	14.557	0.303	69.783	48.452	0.522	79.61
z35	14.316	0.050	14.227	0.049	14.712	1.003	94.758	158.137	0.573	84.99
z42-43	14.301	0.038	14.213	0.035	14.545	0.600	69.804	94.871	0.683	79.64
z61-62	14.327	0.018	14.238	0.012	14.390	0.145	39.924	23.877	0.267	64.34
z65	14.319	0.019	14.230	0.013	14.582	0.208	73.181	33.048	0.510	80.56

4.2.5.2. Rezultati izotopnih mjerenja cirkona vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena (MC-ICP-MS)

Korištenjem masenog spektrometra s induktivno spregnutom plazmom uz multikolektor napravljene su analize na mineralima cirkona koji su ranije datirani na uzorcima SKR 3/21-H, CUC-1d, LUC 1.2, KUC, PL-1, CUC-6 i BD. Dobivena mjerenja i inicijalne vrijednosti temeljene na starosti pojedinih cirkona prikazane su u Tablici 40. Iz uzorka SKR 3/21- H napravljeno je sedam mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,282674 do 0,282749, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od –3,6 do -1.

Iz uzorka CUC-1d napravljena su pet mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,282637 do 0,282695, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -4,9 do -2,9.

Iz uzorka LUC-1.2 napravljena su četiri mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,282651 do 0,282704, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -4,4 do -2,5.

Iz uzorka KUC napravljena su tri mjerenja te su vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od 0,282674 do 0,282701, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -3,6 do -2,6.

Iz uzorka PL-1 napravljeno je devet mjerenja, no tri mjerenja nisu uzeta u obzir zbog velikih odstupanja preko 0,00010. Vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od šest mjerenja kreću se od 0,28267 do 0,28281, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -3,7 do 0,1.

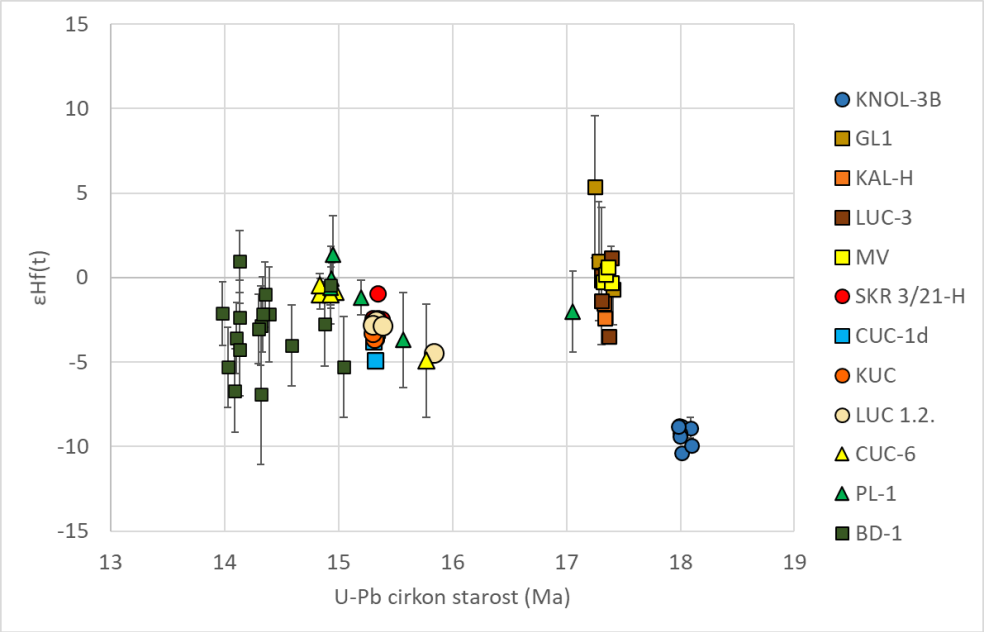
Iz uzorka CUC-6 napravljeno je šest mjerenja ali jedno mjerenje nije uzeto u obzir zbog velikih odstupanja preko 0,00010. Vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ od pet mjerenja kreću se od 0,28264 do 0,28278, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -4,9 do 0,5.

Iz uzorka BD-1 napravljeno je 20 mjerenja te su sva mjerenja s velikim odstupanjima, ali su sva mjerenja uzeta u obzir zbog sličnosti dobivenih rezultata. Dobiveni vrijednosti $^{176}Hf/^{177}Hf$ se kreću od 0,282581 do 0,282803, odnosno izračunate vrijednosti εHf(t) od -6,7 do -0,4.

Sve vrijednosti εHf(t) su prikazane na dijagram sa starostima i naznačenim odstupanjima (Slika 129).

Tablica 40. Rezultati Lu–Hf izotopske analize cirkona iz srednjomiocenskih vulkanoklastita. Prikazane su CA-ID-TIMS U–Pb starosti, izmjereni i izračunati $^{176}Hf/^{177}Hf$ omjeri, te εHf(t) vrijednosti s pripadajućim nesigurnostima (±2σ), izračunate prema CHUR modelu.

Uzorak	Starost (milijuna godina)	Oznaka cirkona	$^{176}Hf/^{177}Hf_m$	$^{176}Lu/^{177}Hf$	$^{176}Hf/^{177}Hf_t$	εHf(t)	±2σ
SKR 3/21-H	15.3	Z11	0.742190	0.001587	0.282706	-2.47	0.14
	15.3	Z12	0.742358	0.001392	0.282708	-2.40	0.11
	15.3	Z10	0.742499	0.002274	0.282673	-3.61	0.21
	15.3	Z14	0.742330	0.001803	0.282748	-0.95	0.11
	15.3	Z15	0.742313	0.001554	0.282703	-2.58	0.11
	15.3	Z17	0.742335	0.001493	0.282707	-2.43	0.11
	15.3	Z12	0.742458	0.001464	0.282708	-2.40	0.14
CUC-1d	15.3	Z3	0.742163	0.002142	0.282681	-3.32	0.18
	15.3	Z6	0.742226	0.001747	0.282695	-2.86	0.21
	15.3	Z7	0.742107	0.002462	0.282668	-3.79	0.32
	15.3	Z12	0.742283	0.002406	0.282636	-4.92	0.21
	15.3	Z13	0.742254	0.001913	0.282688	-3.07	0.14
KUC	15.3	Z2	0.742302	0.001593	0.282674	-3.60	0.07
	15.3	Z11	0.742327	0.001676	0.282701	-2.65	0.25
	15.3	Z12	0.742295	0.002098	0.282682	-3.29	0.21
LUC 1.2.	15.3	Z7	0.742627	0.001853	0.282703	-2.54	0.14
	15.3	Z3	0.742335	0.001734	0.282697	-2.79	0.14
	15.3	Z5	0.742398	0.002046	0.282695	-2.83	0.21
	15.3	Z10	0.742334	0.003510	0.282650	-4.43	0.21
CUC-6	14.837	Z2	0.28276	0.0013	0.28275	-1.0	0.9
	14.97	Z3	0.28277	0.0009	0.28275	-0.8	0.4
	14.834	Z4	0.28278	0.0024	0.28276	-0.5	0.7
	14.927	Z5	0.28276	0.0013	0.28275	-1.0	0.6
	15.77	Z6	0.28265	0.0023	0.28264	-4.9	3.4
	15.518	Z8	0.28280	0.0036	0.28278	0.3	9.8
PL-1	14.938	Z2	0.28279	0.0013	0.28277	-0.1	0.9
	18.16	Z4	0.28271	0.0021	0.28269	-2.8	13.4
	18.93	Z5	0.28303	0.0042	0.28301	8.5	26.4
	17.055	Z7	0.28273	0.0019	0.28272	-2.0	2.4
	14.93	Z9	0.28277	0.0013	0.28276	-0.6	1.2
	14.949	Z10	0.28283	0.0018	0.28281	1.4	2.3
	15.566	Z11	0.28269	0.0030	0.28267	-3.7	2.8
	17.447	Z12	0.28268	0.0011	0.28266	-3.9	4.4
	15.196	Z13	0.28276	0.0011	0.28274	-1.2	1.0
BD-1	14.352	7	0.28275	0.00240	0.28275	-1.0	1.9
	14.878	24	0.28270	0.00290	0.28270	-2.8	2.5
	13.979	10	0.28272	0.00163	0.28272	-2.1	1.9
	14.316	4	0.28270	0.00173	0.28270	-2.8	2.3
	14.294	23	0.28269	0.00166	0.28269	-3.1	2.0
	14	13	0.28269	0.00283	0.28269	-3.1	2.3
	14.389	12	0.28272	0.00321	0.28272	-2.2	2.8
	14.33	14	0.28272	0.00216	0.28271	-2.2	2.2
	14.103	5	0.28267	0.00173	0.28267	-3.6	2.1
	14.13	17	0.28280	0.00130	0.28280	1.0	1.8
	14	21	0.28274	0.00275	0.28274	-1.2	2.2
	14.317	3	0.28258	0.00466	0.28258	-6.9	4.2
	14.587	8	0.28266	0.00251	0.28266	-4.0	2.4
	14.132	11	0.28266	0.00415	0.28266	-4.3	2.7
	14	22	0.28277	0.00103	0.28277	-0.4	1.9
	14.13	16	0.28271	0.00236	0.28271	-2.4	2.2
	14.93	1	0.28276	0.00333	0.28276	-0.4	2.3
	14.025	19	0.28263	0.00244	0.28263	-5.3	2.4
	14.088	20	0.28259	0.00251	0.28259	-6.7	2.5
	15.043	15	0.28263	0.00292	0.28263	-5.3	3.0



Slika 129. Dijagram odnosa εHf(t) i $^{206}Pb/^{238}U$ starosti cirkona za uzorke SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC, LUC 1.2, PL-1, CUC-6 i BD-1, te već ranije spomenuti donjomiocenski uzorci KNOL-3B, GL-1, KAL-H, LUC-2 i MV za usporedbu.

4.2.4.3. Geokemijski sastav cirkona vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena (LA-MC-ICP-MS)

Na mineralu cirkonu provedena su geokemijska mjerenjaka kako bi se odredio i međusobno usporedio elementni sastav. Analizirani su cirkoni iz uzoraka s područja Požeške gore (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-1d), Sinjskog bazena (LUC 1.2), Slovačke (KUC) i Livanjskog bazena (BD-1). Podatci dobiveni analizama su prikazani u Prilogu 8., osim dijela podataka za uzorak SKR 3/21-H koji su prikazani u Tablici 41.

Tablica 41. Geokemijski podatci za odabrane elemente cirkona iz uzorka SKR 3/21-H.

SKR 3/21-H

ppm	Y	Zr	Nb	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Th	U
SKR3_5	7306.0	480893.2	23.42	14.5	25.3	6.1	134.9	45.9	588.7	227.9	1166.8	246.1	2397.2	499.7	7856.6	3458.9	2901.2
SKR3_6	824.5	460654.9	0.93	2.6	3.7	1.3	18.5	5.7	72.3	26.8	132.1	27.9	268.1	58.3	8586.1	66.5	122.9
SKR3_7	1343.8	452794.7	2.53	2.2	4.3	0.9	25.3	8.4	109.9	43.1	221.6	48.6	467.3	101.9	9606.4	226.4	504.1
SKR3_8	1052.8	477740.9	2.53	3.6	6.3	1.1	28.8	7.9	95.3	34.0	162.6	33.6	307.5	64.9	11381.2	390.7	624.6
SKR3_10	1008.5	466595.5	4.22	0.8	2.0	0.5	13.4	5.0	70.7	30.9	172.3	39.3	404.1	91.4	9782.7	196.8	491.7
SKR3_11	2201.5	480391.4	3.70	4.2	8.0	1.8	47.3	15.3	183.2	71.1	351.7	75.9	703.7	149.5	8856.5	349.1	634.5
SKR3_12	1261.6	459893.0	4.27	2.0	3.4	0.6	20.3	7.3	97.5	40.1	209.9	45.7	441.1	97.4	10491.3	320.9	639.8
SKR3_13	1552.7	491573.1	6.55	2.2	4.1	0.7	22.4	8.9	117.7	47.7	269.0	58.6	593.2	131.4	11549.7	333.2	825.3
SKR3_14	1242.8	481249.5	6.18	0.9	2.0	0.5	14.6	5.9	88.2	38.2	214.2	49.4	509.0	115.1	10933.7	263.5	691.9
SKR3_15	1088.5	452304.1	2.00	1.2	3.0	0.6	18.1	6.4	83.7	33.3	181.3	40.5	404.4	94.6	10505.1	237.5	519.0
SKR3_16	846.2	427221.0	1.72	1.0	2.2	0.4	13.1	5.0	65.9	26.1	140.5	31.7	317.5	72.9	10133.4	166.5	390.9
SKR3_17	1125.8	494332.6	2.64	0.9	2.8	0.5	16.3	6.7	84.7	34.0	186.3	39.3	407.9	86.8	9380.6	130.9	335.4
SKR3_18	870.6	508769.2	2.27	0.6	1.1	0.2	11.3	4.3	62.1	25.6	147.8	34.2	365.1	80.2	11133.1	136.4	430.0
SKR3_19	1223.3	466818.8	5.56	0.8	2.5	0.5	16.1	6.4	87.9	38.0	207.2	47.9	475.8	108.1	10522.1	304.9	698.6
SKR3_20	1009.0	459570.5	2.14	1.2	2.8	0.6	16.2	5.8	77.9	31.3	168.0	37.4	363.7	81.6	9782.3	163.2	368.1
SKR3_21	1965.9	458939.3	16.50	1.1	3.9	0.6	28.8	11.5	159.3	61.8	323.5	69.3	662.1	139.6	10790.4	1090.7	1954.0
SKR3_22	1143.7	483573.0	3.24	1.22	2.7	0.5	17.7	6.5	87.0	36.2	192.9	42.9	420.2	92.7	11711.4	211.1	490.2
SKR3_23	1576.1	459419.6	2.41	3.44	5.8	2.4	30.9	10.1	127.3	49.5	250.2	54.0	522.6	114.6	7735.7	170.0	261.4
SKR3_24	1500.1	495390.7	2.88	1.94	3.4	1.3	19.2	7.1	103.5	45.3	248.7	55.2	526.0	120.5	8323.6	153.9	295.7
SKR3_25	2203.3	505451.7	5.86	4.14	7.4	1.4	40.9	14.2	182.0	73.0	368.6	80.3	755.6	156.3	10463.7	504.9	912.5
SKR3_26	751.4	507597.5	2.20	0.79	1.8	0.5	12.4	4.1	55.5	23.3	123.3	29.2	300.9	65.8	11294.4	123.5	355.6
SKR3_27	2740.1	490002.4	9.53	6.38	9.8	1.7	50.9	18.4	236.0	92.2	450.4	95.1	912.0	194.6	10700.7	1122.2	1408.2
SKR3_28	1679.3	462683.1	3.08	2.70	5.3	1.0	30.8	10.8	135.0	54.6	277.3	59.9	569.9	122.2	10456.5	302.6	692.9
SKR3_29	1043.4	444529.2	4.66	0.68	1.9	0.5	12.7	5.2	72.4	31.6	176.7	40.6	406.0	93.8	9674.6	178.7	482.8
SKR3_30	1359.3	449448.9	1.96	2.21	4.4	1.0	24.1	8.5	108.9	43.6	218.8	47.3	449.1	100.6	10446.8	285.8	533.9
SKR3_31	728.7	456655.7	2.77	0.60	1.5	0.3	10.6	3.9	54.9	22.5	120.5	27.3	273.1	61.4	10751.3	235.3	548.9

Za daljnju obradu korišteni su podatci o mjerenjima na kojima je ranije napravljena selekcija na temelju elemenata koji su ukazivali na kontaminaciju drugim mineralnim inkluzijama. Isključeni su cirkoni koji su pokazivali povišene vrijednosti P (> 1000 ppm), Ti (> 15 ppm), Ca (> 10 ppm), Al (> 15 ppm), te cirkoni s vrijednostima Zr ispod 350000 ppm-a.

Iz uzorka SKR 3/21-H korišteno je 23 cirkona, CUC-1d ukupno 55 cirkona, KUC ukupno 31 cirkon, LUC 1.2 ukupno 32 i BD-1 ukupno 49 cirkona.

Između cirkona u pojedinim uzorcima nisu primijećene značajne razlike, ali se kod uzoraka CUC-1d i SKR 3/21-H može primijetiti da postoji više cirkona koji odstupaju od prosječne vrijednosti nego kod ostalih uzoraka.

Na dijagramima odnosa elemenata Hf naspram Nb i Tb naspram Ta, te omjera elemenata Eu/Eu* naspram Th/U i Sm/Nd naspram Tb/Ta mogu se vidjeti preklapanja uzoraka SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC i LUC 1.2., dok su mjerenja na cirkonima iz uzorka BD-1 djelomično preklapaju ali i djelomično odvajaju od ostalih uzoraka (Slike 130,131) .

Vrijednosti Hf se kod uzoraka SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC i LUC 1.2 kreću iznad 8000 ppm do 12000 ppm, dok se kod uzorka BD-1 najzastupljenije vrijednosti od 7000 do 10000 ppm. Kod vrijednosti Ta i Tb je primijećeno da se mjerenja na cirkonima iz uzoraka SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC i LUC 1.2 preklapaju, dok se kod uzorka BD-1 odvajaju na dvije skupine i tek se djelomično preklapaju s ostalim uzorcima. Dvije skupine kod uzorka BD-1 se razlikuju u tome da jedna skupina pokazuje manja raspršenja u vrijednostima Tb od 5 do 30 ppm s Ta iznad 2 ppm-a, dok druga skupina ima veća raspršenja s vrijednostima Tb od 10 do 70 ppm-a i vrijednostima Ta do 2 ppm-a. Ove dvije grupe nisu primijećene na drugim uzorcima (Slika 130). Osim toga i grupu s višim Ta vrijednostima prate i niže vrijednosti Eu kod mjerenja na cirkonima u BD-1 uzorku. I na prikazanim omjerima elemenata mogu se vidjeti preklapanja uzoraka SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC i LUC 1.2, dok se cirkoni iz uzoraka BD-1 odvajaju od ostalih (Slika 131).

Na normaliziranim dijagramima RE elemenata mogu se jasno vidjeti preklapanja uzoraka SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC i LUC 1.2 i pojedinačnih mjerenja predstavljenim poljima i srednjim vrijednostima (Slika 133a). Vidljiva razlika je u većim rasponima pojedinačnih vrijednosti kod uzorka CUC-1d, što je bilo vidljivo i kod ostalih elemenata. Uzorak BD-1 iako s istim trendovima koji su zapaženi kod ostalih uzoraka, ima više normalizirane vrijednosti i srednje vrijednosti svih mjerenja i raspona pojedinačnih mjerenja (Slika 132).

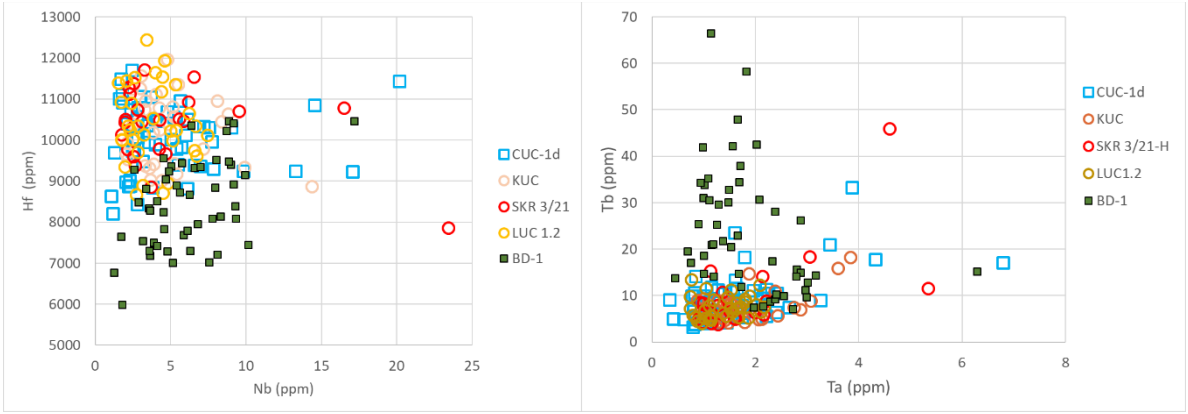
Temperature kristalizacije cirkona za uzorke SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC i LUC 1.2 procijenjene su prema *Ti-in-zircon* termometru (Watson i sur., 2006), te su izračunate i

vrijednosti uz korekciju prema Schiller i Finger (2019.) predviđeno za granitoidne stijene koje sadrže ilmenit bez rutila i imaju kvarc (aktivitet TiO_2=0,5 i SiO_2=1).

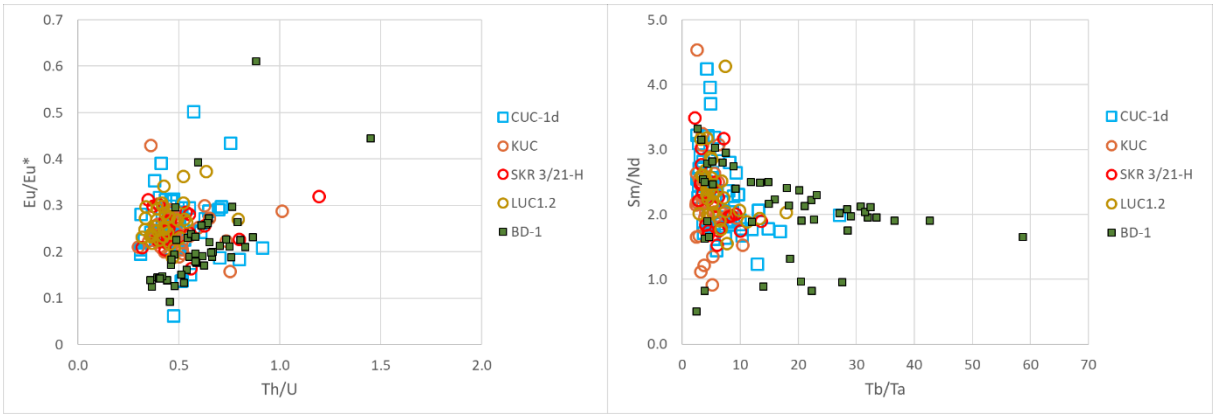
Dobivene temperature su sljedeće:

- CUC-1d:
    - prosječna temperatura 676°C, minimalna 634°C, maksimalna 704°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 733°C, minimalna 686°C, maksimalna 764°C (Schiller i Finger, 2019)**
- KUC:
    - prosječna temperatura 687°C, minimalna 632°C, maksimalna 742°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 745°C, minimalna 683°C, maksimalna 807°C (Schiller i Finger, 2019)**
- CUC-1d:
    - prosječna temperatura 676°C, minimalna 634°C, maksimalna 704°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 733°C, minimalna 686°C, maksimalna 764°C (Schiller i Finger, 2019)**
- KUC:
    - prosječna temperatura 687°C, minimalna 632°C, maksimalna 742°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 745°C, minimalna 683°C, maksimalna 807°C (Schiller i Finger., 2019)**
- SKR 3/21-H:
    - prosječna temperatura 700°C, minimalna 654°C, maksimalna 753°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 760°C, minimalna 708°C, maksimalna 819°C (Schiller i Finger, 2019)**
- LUC 1.2.:
    - prosječna temperatura 671°C, minimalna 625°C, maksimalna 716°C (Watson i sur., 2006)
    - **prosječna temperatura 727°C, minimalna 676°C, maksimalna 778°C (Schiller i Finger, 2019)**

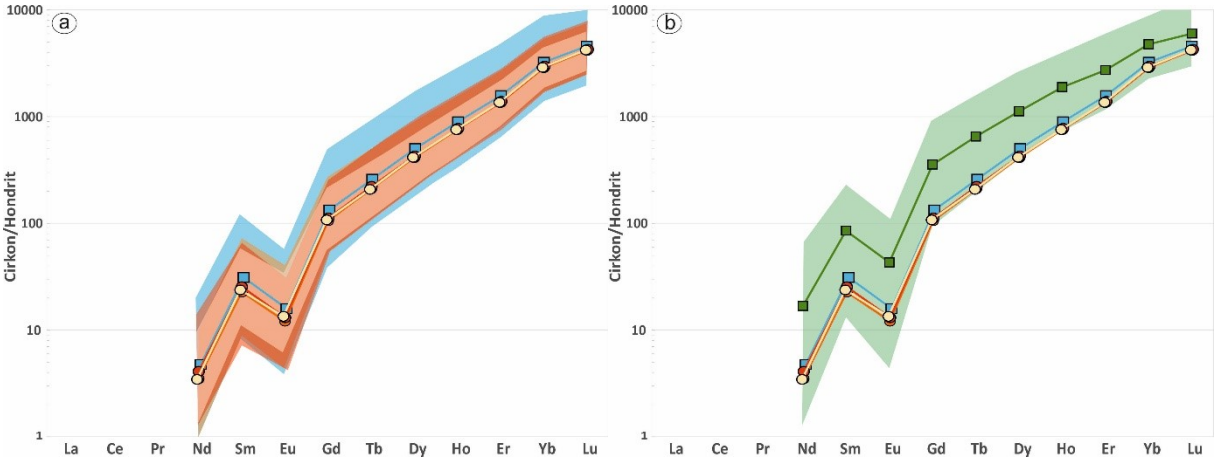
Ove temperature uz korištene korekcije predstavljaju procijenjene uvjete kristalizacije cirkona, uz pretpostavku da su sadržaji titana u ravnoteži s ilmenitom u trenutku formiranja cirkona.



Slika 130. Odnos elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu za uzorke CUC-1d, KUC, SKR 3/21-H, LUC 1.2 i BD-1.



Slika 131. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu za uzorke CUC-1d, KUC, SKR 3/21-H, LUC 1.2, BD-1.



Slika 132. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja na cirkonima; a) Za uzorke SKR 3/21-H, CUC-1d, LUC 1.2 i KUC sjenčana polja pokazuju sve raspone mjerenja, a linije njihove srednje vrijednosti; b) Uzorak BD-1 sjenčana polja pokazuju sve raspone mjerenja, a linija srednju vrijednost. Uz to su prikazane i ostale linije srednjih vrijednosti uzoraka srednjeg miocena za usporedbu. Prikazane vrijednosti su normalizirane za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995).

5. DISKUSIJA

Provedena istraživanja lokaliteta donjeg i srednjeg miocena obuhvatila su terenski rad, prilikom kojeg su uzorkovane vulkanoklastične naslage, petrografsku i geokemijsku karakterizaciju stijena, krhotina vulkanskog stakla i magmatskih minerala te petrološko-geokronološke analize cirkona, kao što je prikazano u prethodnom poglavlju. Dobiveni rezultati objedinjeni su u dvije tematske cjeline – vulkanoklastiti donjeg miocena i vulkanoklastiti srednjeg miocena – što omogućuje njihovu sustavnu interpretaciju i usporedbu s postojećim istraživanjima unutar alpsko-mediteranske regije.

Diskusija je strukturirana tako da se u prvom dijelu analiziraju proksimalni ignimbriti i distalni vulkanoklastiti donjeg miocena s naglaskom na tefrostratigrafiju i petrogenezu, dok se u drugom dijelu razmatraju srednjomiocenski lokaliteti kroz različite mehanizme taloženja, stratigrafske korelacije i magmatske evolucije.

Takav pristup omogućuje integriranu interpretaciju dobivenih podataka i doprinosi boljem razumijevanju dinamike eksplozivnog vulkanizma Karpatsko-panonske regije te prostornog dosega i očuvanosti eruptivnih produkata.

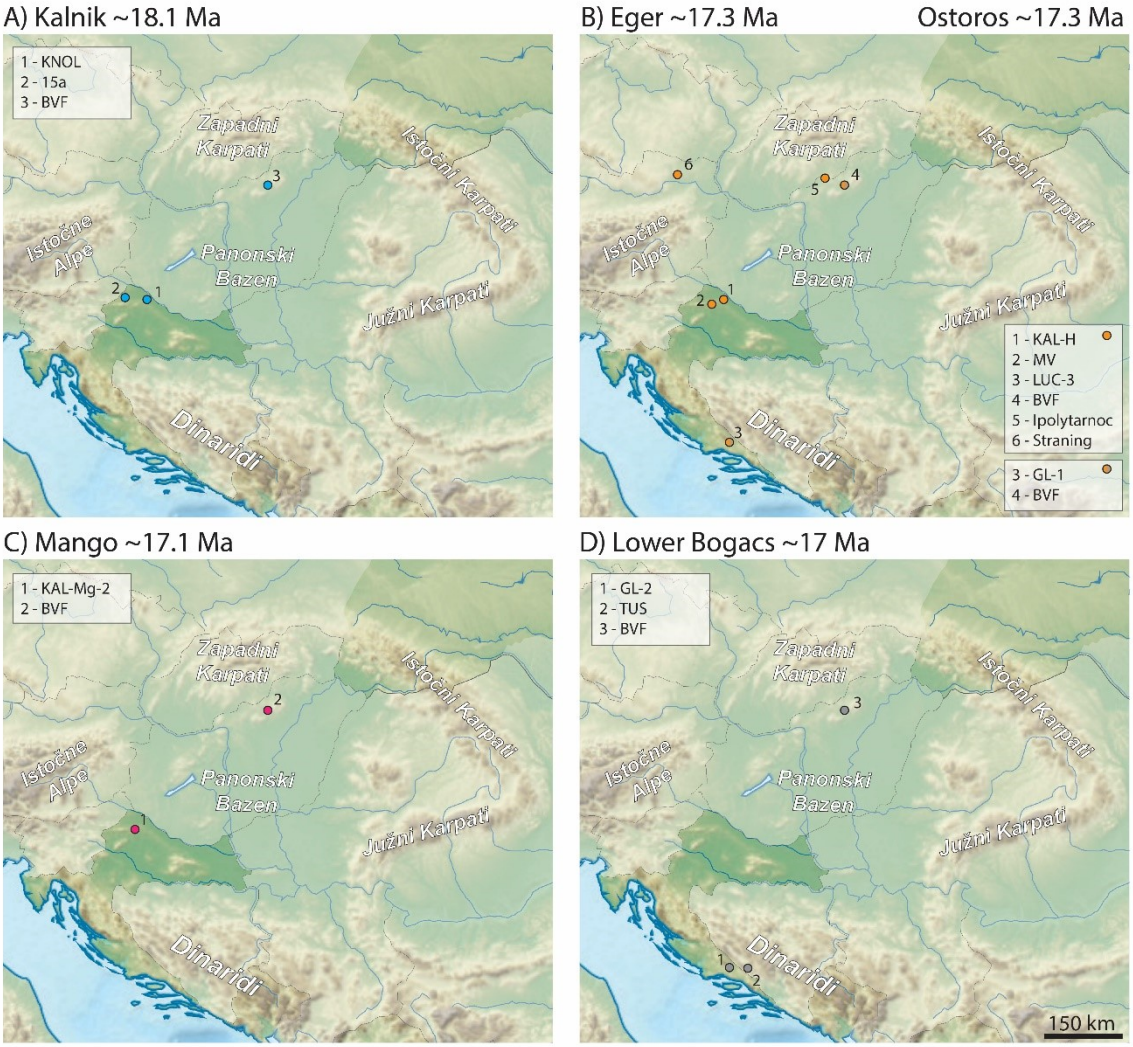
5.2. DONJI MIOCEN

Detaljnom interpretacijom novih podataka dobivenih iz ignimbrita i distalnih vulkanoklastita donjeg miocena s područja Kalnika, šire zone Kalnika, Bazena Hrvatskog zagorja te Sinjskog i Livanjskog bazena nastojat će se uspostaviti usporedba između pojedinih lokaliteta na temelju njihovih petrografskih značajki, geokemijskog sastava cijele stijene, vulkanskog stakla i minerala te U–Pb starosti cirkona. Integracija tih podataka omogućit će pouzdaniju interpretaciju magmatske geneze te pridonijeti izradi detaljnijeg modela evolucije magmatskih sustava tijekom donjeg miocena u okviru Karpatsko-panonske regije. Diskusija i interpretacija rezultata za lokalitete donjeg miocena iz poglavlja 4.1.1., 4.1.2. 4.1.4 (potpoglavlje 4.1.4.2., 4.1.4.3.), 4.1.5. (potpoglavlje 4.1.5.2.; 4.1.5.2.) objavljene su u radovima Brlek i sur. (2023) i Brlek i sur (2024b), a u ovom poglavlju su prikazane u skladu s tim radom.

Na širem području Kalnika izdvojena su četiri glavna lokaliteta s vulkanoklastičnim naslagama (KNOL, KAL-MG, KAL-H i MV), no unatoč provednim terenskim i laboratorijskim analizama, međusobni stratigrafski odnosi tih lokaliteta, kao i njihovi kontakti s podinom i/ili krovinom, zasad se ne mogu pouzdano utvrditi. Razlog tomu ponajprije leži u prisutnosti debelog sloja tla koji prekriva značajan dio izdanaka i onemogućuje preciznu terensku korelaciju. Iznimku predstavlja lokalitet KAL-MG, na kojem su terenskim opažanjima

jasno uočena dva odvojena dijela izdanka, razdvojena zonom intenzivnog trošenja, što upućuje na kompleksniju unutarnju građu i potencijalno višefazni razvoj naslaga.

Distalni vulkanoklastiti taloženi na području Sinjskog (LUC-3, GL-1, GL-2) i Livanjskog bazena (TUS) nisu zabilježeni u kontinuiranoj sukcesiji nego kao zasebni lokaliteti na kojima je moguće jedino korištenje geokronologije i geokemije za međusobnu usporedbu i korelaciju s proksimalnim lokalitetima. Na Slici 133. prikazane su karte šireg područja KPR-a s oznakama istraživanih lokaliteta, grupiranih u prikazima na temelju dobivenih starosti s potencijalno korelativnim lokalitetima u regiji.



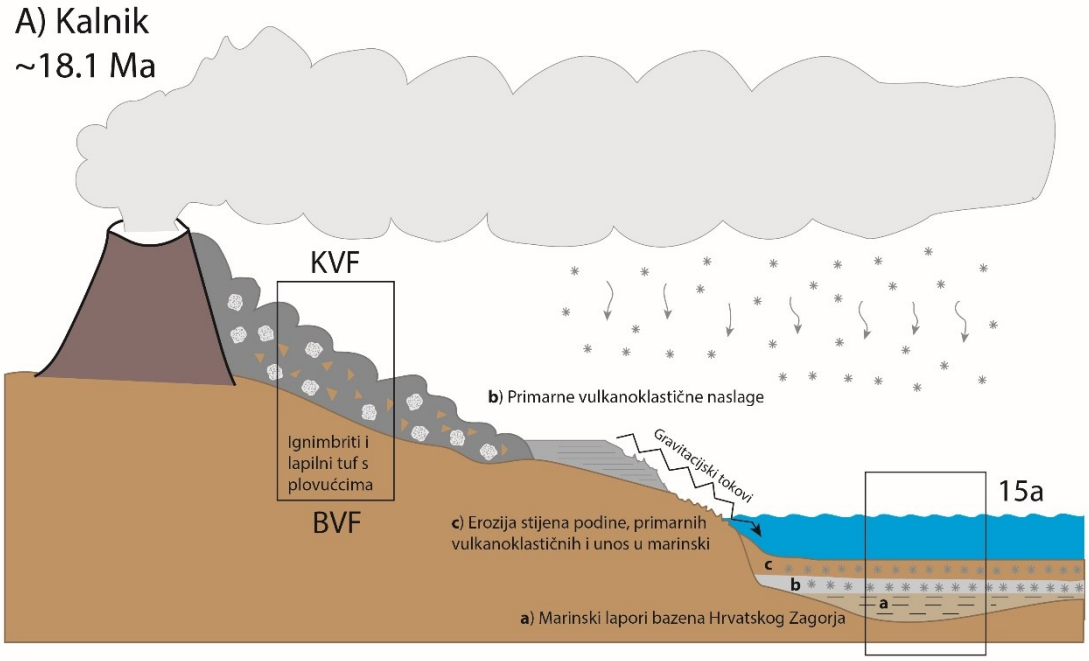
Slika 133. Karte istraživanih lokaliteta podijeljene prema dobivenim starostima i potencijalno korelativnim lokalitetima u regiji: A) Erupcija Kalnik (≈18,1 milijuna godina), B) Erupcije Eger i Ostoros (≈17,3 milijuna godina), C) Erupcija Mangó (≈17,1 milijuna godina), D) Erupcija Lower Bogacz (≈17 milijuna godina) s lokalitetima na Kalniku, BVF-u i Sinjskom i Livanjskom bazenu.

5.2.5. Tefrostratigrafija i petrogeneza ≈ 18,1 milijuna godina stare erupcije (Kalnik erupcija)

Najbolje očuvana vulkanoklastična sukcesija na području Kalnika je dokumentirana na lokalitetu KNOL debljine oko 10 metara. Iako orijentacija slojeva na terenu nije precizno

određena, na temelju litofacijesa izrađen je pretpostavljeni vulkanološko - sedimentološki stup. Najdonji horizont, označen kao KNOL 2-3B, predstavlja masivni vulkanoklastit debljine približno 2 m, koji je siromašan mineralima i u kojem su zabilježeni plovućci veličine do 10 cm u staklastom matriksu. Litične čestice unutar naslaga su veličine do 5 cm. Krhotine stakla u ovom sloju imaju tipični y-oblik, srpastu teksturu i obilje mjehurića, što ukazuje na porijeklo iz eksplozivne erupcije koja je mogla proizvesti gusti piroklastični tok iz kojeg se taložio ignimbrit (Branney i Kokelaar, 2002). Masivna struktura i nedostatak unutarnje slojevitosti potkrepljuju hipotezu da je ignimbrit nastao uslijed taloženja iz visokoenergetskog toka, vjerojatno kolapsom eruptivnog stupca (Fisher i Schmincke, 1984). Neposredno iznad naslaga ignimbrita nalazi se laminirani horizont s akrecijskim lapilima, što upućuje na interakciju piroklastičnog materijala s vlagom iz zraka. Ovaj sloj pokazuje gradaciju prema vrhu, prelazeći u fini sitnozrnati pepeo taložen iz zraka ili energetski vrlo slab piroklastični tok. Slijedi složenija sekvenca laminiranih vulkanoklastičnih naslaga, u kojima je povremeno uočena kosa slojevitost, što potencijalno ukazuje na taloženje iz manje gustog piroklastičnog toka poznatog kao „*surge*“. Unutar ove sekvence nalazi se masivni sloj od oko 40 cm debljine, sastavljen pretežno od čestica veličine pijeska, petrogafski jednakog sastava kao i ostali horizonti s dominatnim juvenilnim česticama krhotina stakla i minerala. Razlika od ostalih horizonata je u mineraloškom sastavu teške mineralne frakcije. Ovaj sloj može predstavljati pretaloženi vulkanoklastit, analogan vulkanogenim turbiditima opisanima kod Fisher i Schmincke (1984) ali nastao redepozicijom u subaeralnim uvjetima, vjerojatno u obliku lahara. Alternativno, može se raditi o slabije intenzivnom piroklastičnom toku druge eruptivne faze s dominacijom krupnijih čestica. Nakon toga slijedi još oko 50 cm laminiranih naslaga, što opet upućuje na taloženje iz manje gustog toka ili padomiz zraka. Na ovu jedinicu nadovezuje se sloj grublje tekstur, u kojem laminirani bazalni dio postupno prelazi u masivni sloj bogat plovućcima. Ova promjena bi označavala novu eruptivnu fazu, gdje laminirani sloj može predstavljati početak piroklastičnog toka, a masivni gornji dio glavni val toka s većim sadržajem krupnijeg vulkanskog materijala. Detaljnija modalna analiza teških minerala otkrila je razlike između horizonta KNOL 3B, KNOL 4 i horizonata KNOL 8 i KNOL 11, s povećanim udjelom piroksena, amfibola, epidota i granata, što može ukazivati na promjenu u magmatskom izvorištu tijekom erupcije ili na različite eruptivne događaje koji su unijeli različite količine detritalnog materijala. Sveukupno, sukcesija s lokaliteta KNOL odražava složenu vulkanoklastičnu sekvencu s potencijalnim višefaznim eruptivnim aktivnostima, te uz moguću fazu pretaloživanja i ponavljanje eruptivnih faza. Ovakav slijed naslaga svjedoči o dinamičnoj vulkanskoj aktivnosti s izmjenama naslaga nastalih piroklastičnim tokovima i padom pepela iz

zraka (Slika 134). U konačnici, KNOL predstavlja proksimalnu vulkanoklastičnu sukcesiju minimalne debljine 10 metara.



Slika 134. Shematski prikaz predloženog mehanizam taloženja s naznačenim istraživanim lokalitetima erupcije Kalnik (označenim okvirima KVF, 15a) i korelativnim lokalitetima BVF-a; Naslage 15a lokaliteta: a) taloženje marinskih naslaga Bazena Hrvatskog Zagorja; b) taloženje primarnih vulaknoklastičnih naslaga – piroklastični tokovi i tufovi; c) pretaloživanje vulkanoklastičnih naslaga u marinski okoliš Bazena Hrvatskog zagorja.

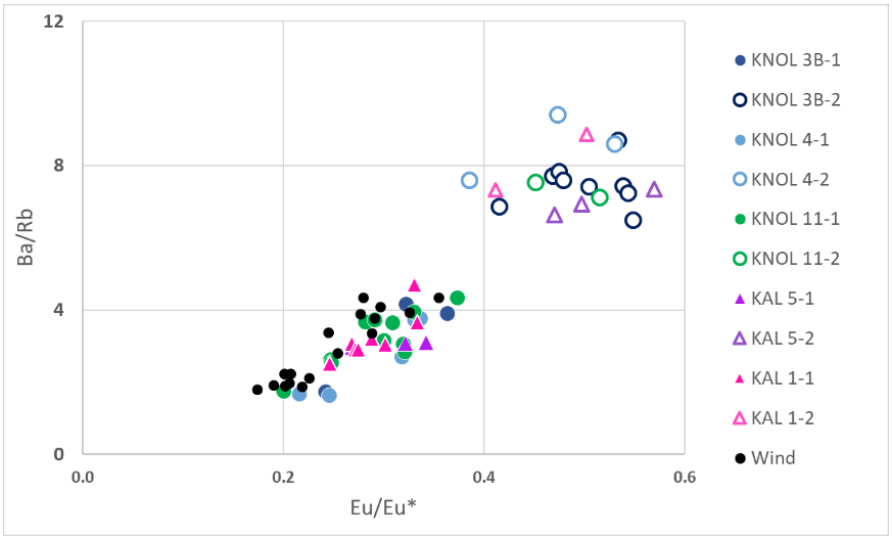
LA-ICP-MS datiranje cirkona iz uzoraka s KNOL lokaliteta ukazuje da se na ovom lokalitetu nalaze najstariji istraživani vulkanoklastiti. Izračunate starosti KNOL-3B iznose 17,958 ± 0,060 milijuna godina, a za uzorak KNOL -11 18,064 ± 0,067 milijuna godina. Korelativna starost unutar greške određena je metodom LA-ICP-MS na cirkonima iz uzorka vulkanoklastita 15a iz Bazena Hrvatskog zagorja sa starošću od 17,968 ± 0,078 milijuna godina. Detaljnije su analizirani CA-ID-TIMS metodom samo cirkoni iz uzorka KNOL-3B te je dobivena visoko-precizna starost od 18,0890 ± 0,022 milijuna godina. S obzirom na to da na uzorku KNOL 11 nije napravljena TIMS analiza, a dobiveni se vrijednosti LA-ICP-MS starosti preklapaju unutar pogreške s uzorkom KNOL 3B, nije moguće sa sigurnošću reći koji je stariji a koji mlađi horizont, niti predstavljaju li možda oba horizonta jedan erupcijski događaj.

Na uzorku 15a zbog izraženih procesa alteracije krhotina vulkanskog stakla u gline nije bilo moguće provesti pouzdane geokemijske analize stakla. Međutim, na temelju podataka cjelostijenske geokemije, s naglaskom na elemente u tragovima, te izračunate U–Pb starosti minerala cirkona, horizont 15a korelira se s KNOL ignimbritom. Takvu korelaciju podupire i činjenica da LA-ICP-MS analiza cirkona pokazuje prisutnost samo jedne starosne populacije unutar granica metode, što ukazuje na vulkanoklastični materijal nastao tijekom jedne erupcije.

Terenska opažanja pokazuju sukcesiju naslaga, pri čemu krupnozrnatiji sloj prelazi u sitnozrnatiji. Modalna analiza teške mineralne frakcije otkriva značajan udio detritalnih minerala, osobito granata, što ukazuje na miješanje vulkanoklastičnog materijala s klastičnim sedimentom.

Okoliš taloženja na lokalitetu 15a prethodno je opisan kao plitkomorski (Avanić, 2012), a novi podatci sugeriraju da je u takvom okolišu došlo do taloženja sekundarnog vulkanoklastita u kojem se miješaju detritalni i vulkanoklastični sastojci. Na temelju geokemijskih i geokronoloških podataka te mineralnog sastava može se zaključiti da vulkanoklastični materijal potječe iz iste erupcije koja je oblikovala KNOL vulkansku sukcesiju. Plitkomorski okoliš upućuje na relativno brzu pretaloživanje primarnog tufa, uz istovremeni donos klastičnog materijala s okolnog kopna fluvijalnim ili gravitacijskim tokovima (Slika 134).

Na lokalitetu KAL koji je ranije opisivan u literaturi, a nalazi se 1 km udaljen od lokaliteta KNOL, u literaturi je dobivena CA-ID-TIMS $^{206}Pb/^{238}U$ starost cirkona od 18,06 ± 0,023 milijuna godina i $^{40}Ar/^{39}Ar$ starost sanidina od 18,14 ± 0,38 Milijuna godina i 18,25 ± 0,38 milijuna godina (Brlek i sur., 2020), što ga čini korelativnim s uzorcima lokaliteta KNOL. Osim starosti, na korelativnost upućuje i geokemija vulkanskog stakla gdje se i kod uzoraka KAL uočavaju karakteristična obilježja kao kod uzoraka s lokaliteta KNOL: odvajanje sastava krhotina vulkanskog stakla na dvije grupe na temelju udjela CaO, te posebno vidljivo u udjelu elemenata u tragovima pri čemu je jedna grupa karakterizirana Eu/Eu* > 0,38, Ba/Rb > 6, odnosno većim vrijednostima Ba, Sr, Eu i LREE koncentracijama te višem omjeru La/Nb od druge grupe, dok druga grupa ima veće vrijednosti Rb, Cs, U, Th, Nb i HREE. Ove dvije grupe se u potpunosti podudaraju s dobivenim podatcima (Slika 135).



Slika 135. Dijagram Ba/Rb nasuprot Eu/Eu za pojedinačna mjerenja provedena na krhotinama vulkanskog stakla u uzorcima KNOL 3B, KNOL 4, KNOL 11 te uzorcima iz literatura KAL 5, KAL 1, Wind (Brlek i sur., 2023; Karátson i sur., 2022.). Na dijagramima je vidljivo okupljanje vrijednosti u dvije grupe stakala iz uzorka KNOL i KAL.*

Na području Karpatsko-panonske regije donjmiocenski do srednjomiocenski vulkanoklastiti najdetaljnije su opisani na vulkanskom području BVF-a na sjeveru Mađarske (Karátson i sur., 2022; Hencz i sur., 2021; Lukács i sur., 2018; Hencz i sur., 2023). Potencijalno korelativni ignimbriti analizirani su metodama koje su se pokazale najučinkovitijima za korelaciju i razlikovanje donjomiocenskog vulkanizma. Stoga će se metodama geokronologije i geokemijskih analiza na vulkanskom staklu i/ili mineralima, uspoređivati literaturni podatci s podatcima ovog istraživanja kako bi se točnije definirala tefrostratigrafija proksimalnih i distalnih vulkanoklastita.

U literaturi je poznat potencijalno korelativni vulkanoklastit Csv-2, koji je zabilježen u bušotini na području BVF-a te je datiran metodom LA-ICP-MS na mineralu cirkonu, na temelju čega mu je određena $^{206}Pb/^{238}U$ starost od 18,2 ± 0,3 milijuna godina (Lukács i sur., 2018). Detaljnije analize TIMS metodom na mineralu cirkonu na istom uzorku dale su $^{206}Pb/^{238}U$ starost od 18,0989 ± 0,22 milijuna godina (Brlek i sur., 2023). Usporedba srednjih vrijednosti (weighted mean) i najmlađih pojedinačnih starosti cirkona uzoraka Csv-2, KNOL i KAL pokazuje preklapanje unutar nesigurnosti, što upućuje da su masivni ignimbriti mogli nastati iz iste erupcije ili iz nekoliko odvojenih eruptivnih događaja u razdoblju od nekoliko desetaka tisuća godina. Novi podatci LA-ICP-MS datiranja cirkona iz uzorka 15a (Bazen Hrvatskog zagorja) također se preklapaju unutar nesigurnosti s KNOL-3B, Csv-2 i KAL, iako s nižom preciznošću, što podržava interpretaciju regionalno opsežne donjomiocenske erupcije od približno 18,1 milijuna godina. Podatci o Wind ignimbritu iz BVF-a s U-Pb cirkon starosti od 18,21 ± 0,19 milijuna godina i sanidin $^{40}Ar/^{39}Ar$ starosti od 18,057 ± 0,018/0,045 milijuna godina također se podudaraju s ostalim podatcima unutar nesigurnosti (Karátson i sur., 2022; Brlek i sur., 2023). Nominalne razlike između tumačenja rezultata geokronologije visoke preciznosti razmatranih KVF i BVF uzoraka padaju unutar maksimalnog intervala od 42 ± 13/28 tisuća godina (bez/s razmatranjem nesigurnosti konstante raspada), što potvrđuje nastanak vulkanoklastita unutar vrlo uskog vremenskog okvira.

Osim što pokazuju slične spektre starosti cirkona, prosječne vrijednosti izotopa Hf uzoraka Csv-2 i KNOL-3B također se preklapaju unutar nesigurnosti, kao i s KAL-1 prosječnim εHft vrijedostima između -8,00 i -9,3 εHf (Brlek i sur., 2023). Uzorci KNOL-3B i Csv-2 pokazuju sličan raspon pojedinačnih vrijednosti εHft cirkona od –10,37 ± 0,25 do –8,74 ± 0,21, odnosno od –10,48 ± 0,36 do –8,24 ± 0,29 (Brlek i sur., 2023). Sastav Nd-Hf izotopa vulkanskog stakla KAL-1 (εHft –7,34 ± 0,13, εNdt –6,06 ± 0,077) i KNOL-3B (εHft –7,30 ± 0,11, εNdt –6,09 ± 0,096) preklapa se unutar nesigurnosti (Brlek i sur., 2023, Slika 136.). Promatran pojedinačno, izotopni sastav Sr, Nd, Hf i Pb skupnih uzoraka stakla preklapa se s prethodno objavljenim

podatcima za mlađi magmatizma KPR-a (16,5 do < 1 milijuna godina; npr. Seghedi i sur., 2004; Harangi i sur., 2007) ili neposredne blizine KPR-a (Anczkiewicz i Anczkiewicz, 2016). Za izotope Sr postoji velika varijabilnost zbog razlika u sadržaju Rb i Sr u pojedinačnim krhotinama stakla. Izotopni sastav uzoraka iz ovog istraživanja pokazuje odstupanje od glavnog Nd-Sr trenda definiranog Karpatsko-panonskim vulkanizmom, što se može pripisati relativno velikim nesigurnostima u uzorcima starosti 18,1 milijuna godina ili utjecaju različitih izvorišta s nižim $^{87}Sr/^{86}Sr$ za dane $^{143}Nd/^{144}Nd$, slično kao u 11–12 milijuna godina starim bazaltnim andezitima iz Pieninya (Anczkiewicz i Anczkiewicz, 2016; Slika 137). Dobra korelacija εNdt i εHft u istraživanim uzorcima upućuje na mogućnost da je Rb-Sr sustav bio podložniji alteraciji. U nedostatku literaturnih podataka usporedili su se dobiveni podatci s podatcima Nd-Hf izotopnih podataka na cjelostijenskim uzorcima KPR ignimbrita i magmatskog tijela Pohorje, te podatcima iz Harangi i Lenkey (2007); Poli i sur. (2020); Seghedi i sur.(2004) s prosječnim vrijednostima inicijalnog εHf cirkona istih jedinica analizirani u Fodor i sur. (2008) i Lukács i sur. (2018). U Nd-Hf dijagrama, uzorci se nalaze na liniji εNd-εHf koja povezuje uzorke Pieninya. Ova linija dijagonalna je na glavni terestrički trend (Vervoort i sur., 2011) i indikativna je za regionalni Nd-Hf sastav plašta (Slika 137). Varijacije na liniji mogu ukazivati na različite izotopne sastave kore (ili plašta), odnosno njihove varijacije za magmatska ognjišta iz kojih su nastali analizirani vulkanoklastiti.

Na početku evolucije KPR-a tijekom donjeg miocena, debela kora termalno je sazrijela zbog dugotrajnih magmatskih intruzija (>1 Myr; Lukács i sur., 2018). Nastavkom ekstenzije prostora, vruća i debela kora i istanjivanje litosfernog plašta (povezano s izdizanjem astenosfere) dovelo je do smanjenju pritiska na ranije metasomatizirani litosferni plašt. Generalno prihvaćeni model jest taj da je došlo do nakupljanja bazičnih taljevina iz plašta ispod debele kore, te miješanja s taljevinama iz donje kore u MASH zoni u donjoj kori (zona u kojoj se odvijaju taljenje, asimilacija, nakupljanje i homogenizacija,Hammerli i Kemp, 2021; Jacob i sur., 2021; Moyen i sur., 2021). Erupcija Kalnik starosti 18,1 milijuna godina ima zabilježen snažan izotopni signal koji upućuje na utjecaj kore (negativniji εHf_t i εNd_t), pri čemu je magma mogla nastati miješanjem taljevina gornjeg plašta s taljevinama iz metasedimentne donje kore, kako je ranije predloženo za donje miocenske vulkanoklastite BVF-a (Harangi i Lenkey, 2007; Harangi i sur., 2007) uz moguću asimilaciju materijala srednje kore. Ove opcije upućuju na potencijalno kompleksniji razvoj magmatskog sustava KPR-a nego što se ranije znalo.

Posebnost u kompozicijskoj bimodalnosti sustava temeljenoj na krhotinama vulkanskog stakla nije prvi put zabilježena kod erupcije Kalnik nego je već ranije primijećena na plovućcima ignimbrita Harsány (U-Pb starosti 14,358 ± 0,015 milijuna godina), gdje su

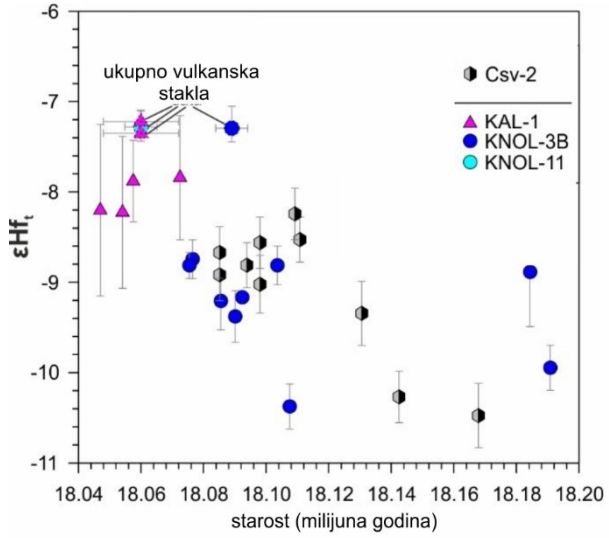
zabilježeni A i B tipovi plovućaca koji se razlikuju na temelju geokemijskog sastava, tj. udjelu CaO i odnosu LREE/HREE, Eu anomaliji i omjeru La/Nb. Ovo svojstvo kod ignimbrita Harsány interpretirana je kao bimodalnost zbog postojanja dviju odvojenih leća riolitne taljevine u vršnom dijelu magmatskog ognjišta (Lukács i sur., 2009). Smatra se da rioliti siromašni mineralima, kao što je većina plovućaca iz donjomiocenskih ignimbrita KPR-a, predstavljaju riolitne taljevine izdvojene iz mineralima bogate zone (MASH) pa stoga često mogu imati kompozicijske razlike unutar same erupcije (Bachmann i Bergantz, 2008.; Wilson i Charlier, 2016.). Objašnjava se da kemijska varijabilnost oodražava zonaciju sastava magmatskog ognjišta čiji sastav se promijenio sukcesijom erupcije (Hildreth i Wilson, 2007; Chamberlain i sur., 2015). Druga mogućnost je da razlike u sastavu predstavljaju paralelno ili u etapno pražnjenje više odvojenih magmatskih ognjišta u jednoj erupciji (Shane i sur., 2007; George F. Cooper i sur., 2016). Takve taljevine mogu nastati u jednoj zoni miješanja ili iz više magmatskih sistema i izvora (Swallow i sur., 2019; Wilson i sur., 2021). Izostanak krhotina stakla u ignimbritu Kalnik sa sastavom koji se nalazi između ove dvije grupe, upućuje da je izvor bio iz dvije odvojene leće taljevine koja su se spojile prilikom jedne erupcije (Slika 138). Zbog značajnih razlika u udjelu HREE ne čini se moguće interpretacija da su magme prošle različite frakcionacijske puteve iz jedne magme. Jedini mineral koji bi mogao značajno kontrolirati udio HREE je cirkon, ali trendovi kemijskih obilježja cirkona ukazuju da su obje taljevine prošle isti stupanj frakcijske kristalizacije. Osim toga, temperature kristalizacije cirkona čije srednje vrijednosti su za KNOL 3B u prosjeku 760°C i za KNOL 11 736°C, ukazuju na niže temperature koje govore potencijalno o ognjištu s već značajno diferenciranom magmom blizu površine i sličnim uvjetima nastanka. No te vrijednosti temperature treba tumačiti s oprezom. Titanij u cirkonu termometar (*Ti-in-zircon termometar)* može pokazivati nesigurnosti, osobito ako aktivitet TiO_2 i SiO_2 nisu dobro definirani, zbog čega su na izračunatim vrijednostima korištene korekcije (Schiller i Finger, 2019).

Zbog alteriranosti stakla iz bušotine Csv-2 ne postoje podatci koji bi se mogli usporediti s analiziranima s lokaliteta KNOL. Međutim, sastav riolitnog ignimbrita Wind prema sadržaju glavnih elementa i elementa u tragovima izmjerenih na pojedinim krhotinama vulkanskog stakla podudara se s grupom 1 iz istraživanog lokaliteta KNOL i s literaturnim podatcima za uzork KAL (Brlek i sur., 2020; Hencz i sur., 2023). Na temelju tumačenja visokopreciznih U-Pb geokronoloških podataka, ne možemo isključiti da su masivni riolitski ignimbriti Csv-2 (i Wind), KNOL-3B i KAL-1 mogli nastati tijekom npr. eruptivne epohe (ili čak razdoblje unutar uskog intervala od 40 tisuća godina) odvojenim događajima erupcije,prema Fisher i Schmincke (1984).

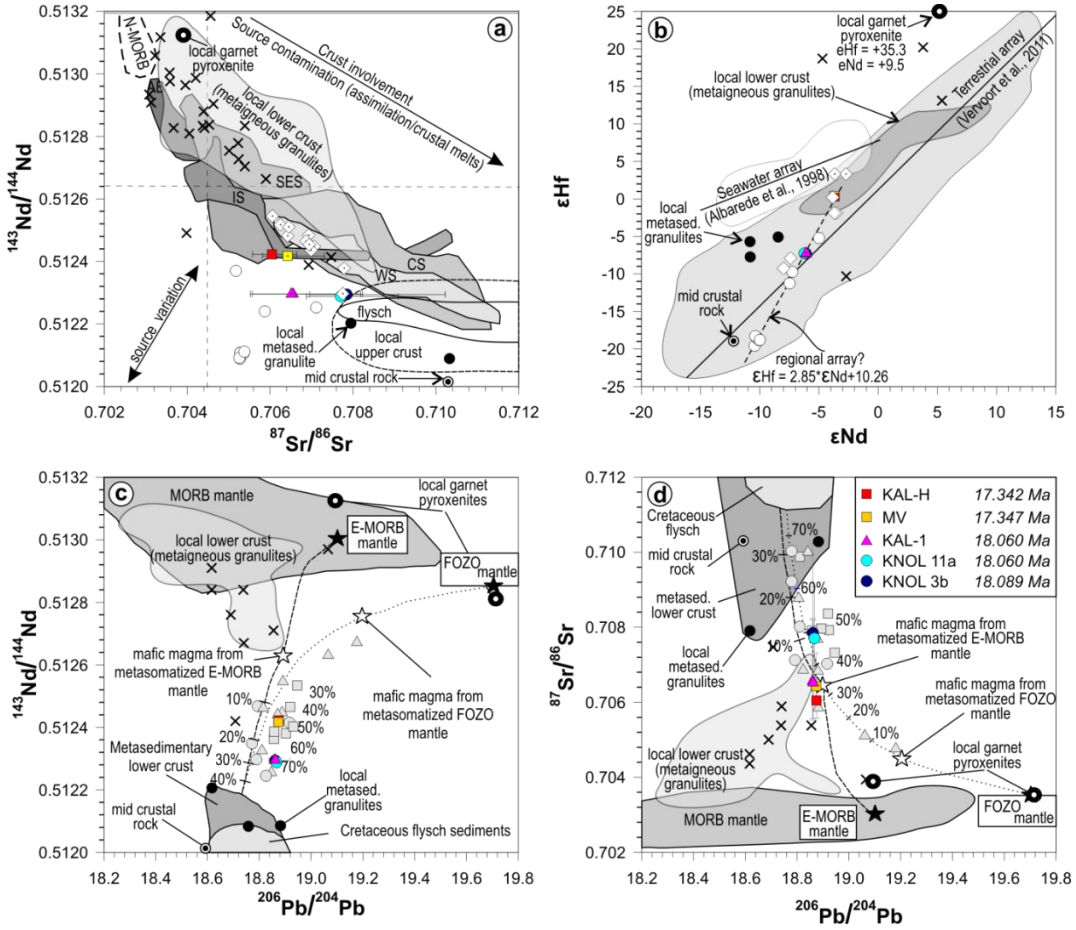
Primjeri velikih kiselih erupcija, poput onih vulkanske zone Taupo (Gravley i sur., 2016; Wilson i Charlier, 2009) ili starijeg vulkanskog centra Tauranga (Prentice i sur., 2022), pokazuju da superveliki magmatski sustavi mogu proizvesti geokronološki nerazlučive, geokemijski djelomično preklapajuće, ali stratigrafski odvojene ignimbrite. Sličnu situaciju pokazuje i Mangakino vulkanski centar u zoni Taupo (Cooper i sur., 2014; Cooper i sur., 2016).

Masivni ignimbriti BVF-a i KVF-a starosti 18,1 milijuna godina pokazuju sličnosti u Nd-Hf-Pb izotopima i geokemijskim potpisima vulkanskog stakla, što upućuje na zajednički magmatski sustav ili izvorište. Stratificirani ignimbriti (npr. KNOL-4, KNOL-11 i KAL-5) povezani s masivnim ignimbritima KNOL 3B i KAL 1 mogli su nastati odvojenim erupcijama, ali dijele zajednički magmatski izvor temeljen na sličnim geokemijskim, izotopskim i geokronološkim podatcima. Istovremeno, ne može se isključiti i nastanak u okviru jedne erupcije.

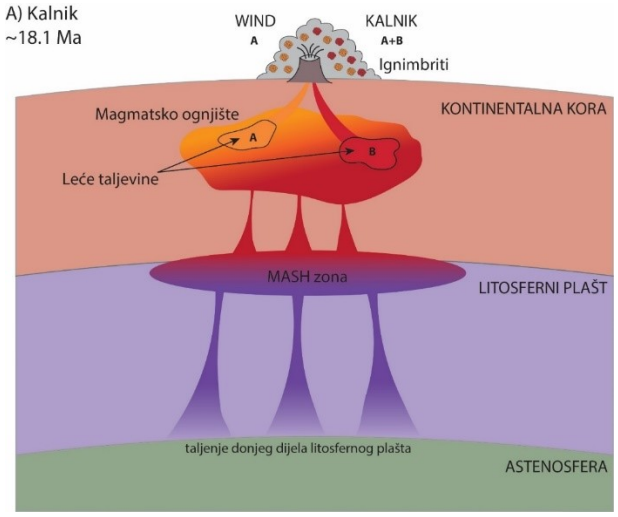
Zaključno, na temelju preklapajućih izotopskih sastava cirkona (KNOL-3B, KAL-1, Csv-2) i vulkanskog stakla (KNOL-3B i KAL-1), te geokemijskih karakteristika stakla (KNOL-3B, KAL-1 i Wind), sva četiri masivna riolitska ignimbrita iz BVF-a (sjeverna Mađarska) i KVF (sjeverna Hrvatska) smatraju se visoko korelativnima i vjerojatno su nastala u istoj donjomiocenskoj KPR erupciji, nazvanoj erupcija Kalnik. Izvorište erupcije nalazilo se u blizini lokaliteta BVF i Kalnika, što potvrđuje podjednaki promjer plovućaca u ignimbritima i sugerira podjednaku udaljenost od vulkanskog centra.



Slika 136. Inicijalne εHf vrijednosti u odnosu na starost cirkona i vulkanskog stakla iz uzoraka KNOL 3B i KNOL 11, uspoređene s uzorcima KAL-1 i Csv-2. Vertikalne linije predstavljaju nesigurnost mjerenja εHf vrijednosti (modificirano iz Brlek i sur., 2023)



Slika 137. Dijagrami izotopnih sastava Sr–Nd–Hf–Pb analiziranih uzoraka vulkanskog stakla u usporedbi s regionalnim i globalnim referentnim vrijednostima, preuzeto iz Brlek i sur. (2023): a) Dijagram prikazuje odnos $^{87}Sr/^{86}Sr$ u odnosu na εNd inicijalne vrijednosti, uz prikazane glavne geokemijske trendove i polja vulkanskih stijena KPR-a pri čemu se analizirani uzorci nalaze u području s izraženijim utjecajem kontinentalne kore.;b) Odnos $^{206}Pb/^{204}Pb$ i $^{207}Pb/^{204}Pb$ prikazuje položaj analiziranih uzoraka u odnosu na raspon vrijednosti izotopnih omjera olova u morskim vodama („seawater array") i u kontinentalnim stijenama i plaštu („terrestrial array"), te njihov položaj u odnosu na regionalni trend vulkanizma.; c) Odnos εHf i εNd inicijalnih vrijednosti pokazuje konzistentan trend između lokalne donje kore (metagranulitni sastav) i plašta s naznačenim udjelimakontaminacije plaštne magme korom; d) Dijagram prikazuje odnos $^{208}Pb/^{204}Pb$ naspram $^{206}Pb/^{204}Pb$ analiziranih uzoraka i referentnih izotopnih komponenti pri čemu su analizirani uzorci prikazani duž trenda između kore i plašta.



Slika 138. Predloženi petrogenetski model erupcije Kalnik (~18,1 Ma) s dvjema geokemijski različitim lećama taljevina (A i B) koje se spajaju prije erupcije. Ignimbriti odražavaju miješanje obiju taljevina (Kalnik, A+B) i izoliranu erupciju jedne od njih (Wind, A).

5.2.6. Tefrostratigrafija i petrogeneza ≈ 17,3 – 17 milijuna godina starih erupcija

EGNa širem području Kalnika, kao i u Sinjskom i Livanjskom bazenu, prisutni su ignimbriti i vulkanoklastiti mlađih vulkanskih erupcija donjeg miocena, što odražava period kontinuirane vulkanske aktivnosti. Na Kalniku su evidentirani proksimalni izdanci ignimbrita, dok se u Sinjskom i Livanjskom bazenu nalaze distalni vulkanoklastiti kiselih erupcija. Iako su ti horizonti prostorno i stratigrafski raspršeni, ne postoji jasna sukcesija koja bi povezivala te erupcije niti omogućavala njihovo praćenje kroz kontinuitet naslaga. Također, na Kalniku nije zabilježen očit stratigrafski kontinuitet s ranijom erupcijom starom ≈ 18,1 milijuna godina. Pouzdano vremensko određivanje i korelacija ovih raspršenih naslaga mogu se ostvariti jedino kombinacijom U–Pb geokronologije na cirkonu i geokemijskih karakteristika vulkanskog stakla, čime se omogućuje povezivanje proksimalnih i distalnih vulkanoklastita unutar regionalnog konteksta. Osim međusobnog povezivanja, ovi podatci se mogu korelirati i s poznatim eksplozivnim erupcijama Karpatsko-panonske regije, što dodatno unaprjeđuje tefrostratigrafsku i petrogenetsku interpretaciju vulkanske aktivnosti u regiji.

Na širem području Kalnika riolitski masivni ignimbriti pojavljuju se na izdvojenim lokacijama: KAL-H i MV, dok su na KAL-MG lokalitetu zabilježena dva izdanka ignimbrita – KAL-MG-1 i KAL-MG-2.

Ignimbriti su uglavnom masivni, bez primjetnih razlika na izdancima. Jedine varijacije u teksturi i stratigrafskim odnosima uočene su u zoni između ignimbrita KAL-MG-1 i KAL-MG-2, koja potencijalno predstavlja primarni kontakt između tih ignimbrita, iako nije isključeno da su razlike djelomično rezultat naknadnog trošenja duž njihova međuslojnog kontakta. Zbog toga su na samom kontaktu uzorkovani detaljnije odabrani uzorci (KAL-MG-1c, KAL-MG-1d, KAL-MG-1e) kako bi se što bolje istražile eventualne primarne strukture.

Bilježenje jasnog slijeda taloženja vulkanoklastičnih naslaga otežano je zbog izostanka kvalitetnih izdanaka koji bi omogućili cjelovitu rekonstrukciju sukcesije, intenzivnog trošenja koje može prikriti primarne teksture (Németh i Palmer, 2019), te tektonskih pokreta koji su u geološkoj prošlosti doveli do fragmentacije, izdizanja i zalijeganja terena, značajno mijenjajući primarne odnose.

S obzirom na nedostatak jasnih kontakata na terenu, osnovna stratigrafska podjela ignimbrita definirana je primarno na temelju geokronoloških i geokemijskih podataka. Osim ignimbrita, rezultati ove vulkanske aktivnosti evidentirani su i u distalnim naslagama Sinjskog i Livanjskog bazena, gdje su uspoređivani uzorci vulkanoklastita LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Ova korelacija omogućuje širu regionalnu interpretaciju taloženja, unatoč ograničenjima u očuvanju primarnih struktura na terenu.

Dosadašnja istraživanja BVF-a, najvećeg i najbolje istraženog vulkanskog kompleksa kiselih vulkanoklastita donjeg miocena u Mađarskoj, postupno su usmjeravala razvoj različitih stratigrafskih podjela. Inicijalno se primjenjivala osnovna litostratigrafska podjela, dopunjena paleomagnetskim podatcima (Szakács i sur., 1998), nakon čega je uvedena kronostratigrafska podjela temeljena na U-Pb geokronologiji (Lukács i sur., 2018).

Kasnija istraživanja formalizirala su definiciju litostratigrafskih jedinica, pri čemu su pojedini vulkanoklastični horizonti objedinjeni u jasno terenski prepoznatljive cjeline (Lukács i sur., 2022), dok najnoviji radovi integriraju litostratigrafske i geokemijske podatke vulkanskog stakla radi detaljnije karakterizacije kompleksa (Hencz i sur., 2023).

Za usporedbu će se koristiti U–Pb datacije cirkona, zajedno s analizom mineralnog sastava vulkanoklastičnih stijena, litostratigrafskim podjelama iz prethodnih studija te geokemijskim i izotopnim značajkama krhotina vulkanskog stakla. Ovaj integrirani pristup omogućit će detaljniju interpretaciju stratigrafskih odnosa, izvora materijala i geodinamsko okruženja istraživanih vulkanoklastičnih jedinica.

Rezultati visokoprecizne U–Pb geokronologije na cirkonu iz uzoraka KAL-MG-2, KAL-H, MV, LUC-3, GL-1 i GL-2 međusobno su uspoređeni. Na uzorcima KAL-H i MV nije bilo moguće izračunati statistički značajne srednje starosti, pa se u daljnjoj interpretaciji koriste starosti najmlađih cirkona: KAL-H 17,327 ± 0,0014 milijuna godina i MV 17,324 ± 0,0024 milijuna godina, što je pristup sličan onome primijenjenom na miocenskim tufovima usporedivim s astrokronološkim starostima (Wotzlaw i sur., 2014). Za uzorke GL-2 izračunata srednja vrijednost na sedam najmlađih cirkona iznosi 16,9567 ± 0,0074 milijuna godina, dok za uzorak GL-1 na četiri najmlađa cirkona iznosi 17,295 ± 0,036 milijuna godina. Za uzorak KAL-MG-2 na četiri najmlađa cirkona starost iznosi 17,08 milijuna godina. Na temelju dobivenih podataka i onih poznatih iz literature, točnije iz podjele napravljene u Mađarskoj na temelju U-Pb datacija, rezultati dobiveni za ≈ 17,3 milijuna godina staru grupu uzoraka, odnosno za uzorke KAL-H, MV, LUC-3 i GL-1, oni se mogu usporediti s jedinicom Eger koja je nedavno datirana visokopreciznom geokronologijom pri čemu je dobivena starost najmlađeg cirkona 17,302 ± 0,022/0,023/0,030 (Brlek i sur., 2023). Kao i u slučaju s ostalim uzorcima, i ovi podatci pokazuju raspršenje starosti te ih nije moguće koristiti za točno definiranje jesu li sve vulkanoklastične naslage nastale prilikom jednog erupcijskog događaja ili su derivirane odvojenim erupcijama bliskih starosti.

Uzorci GL-2 i KAL-MG-2, na temelju geokronoloških podataka, ne podudaraju se po starosti, što potencijalno govori da se radi o starosno dva različita događaja. Uspoređujući s ignimbritskim jedinicama Mađarske, uzorak KAL-MG-2 se starosno podudara s ignimbritskom

jedinicom Mangó s rasponom U-Pb starosti cirkona između 17,128 ± 0,027 i 17,055 ± 0,024 milijuna godina. Za uzorak GL-2 moguća je starosna usporedba s ignimbritskom jedinicom Mangó, ali i s jedinicom Bogács koja pokazuje raspon U-Pb starosti između 16,923 ± 0,041 i 16,816 ± 0,059 milijuna godina.

Geokemija glavnih i elemenata u tragovima na krhotinama vulkanskog stakla za uzorke starosne grupe ≈ 17,3 do 17 milijuna godina najbolji je alat za tumačenje jesu li ove široko rasprostranjene naslage produkt jedne ili više erupcija.

Uspoređujući uzorke sa šireg područja Kalnika (MV, KAL-H, KAL-MG-1, KAL-MG-2) s ignimbritima i vulkanoklastitima s područja KPR-a, uočava se korelacija na temelju glavnih elemenata po riolitom sastavu (SiO_2 > 75 mas. %; K_2O+Na_2O >4 mas. %), te udjela CaO i FeOt (Slika 139). Uzorci se međusobno preklapaju kao i s literaturnim podatcima o erupciji Eger s područja BVF-a (Brlek i sur., 2023; Hencz i sur., 2023) i s područja Ipolytarnóc-a (Brlek i sur., 2023). Izdvajanje analiziranih uzoraka i erupcije Eger vidljivo je na temelju odnosa elemenata u tragovima, koji su se pokazali diskriminativnijima za kisele erupcije donjeg miocena u odnosu na glavne elemente, gdje postoji znatno preklapanje između različitih erupcijskih događaja. Na dijagramu odnosa glavnih elemenata i omjera elemenata u tragovima je prikazana usporedba analiziranih podataka s podatcima s područja Mađarske, koji obuhvaćaju sve erupcije donjeg miocena osim erupcije Kalnik (Wind) (Slika 139,140).

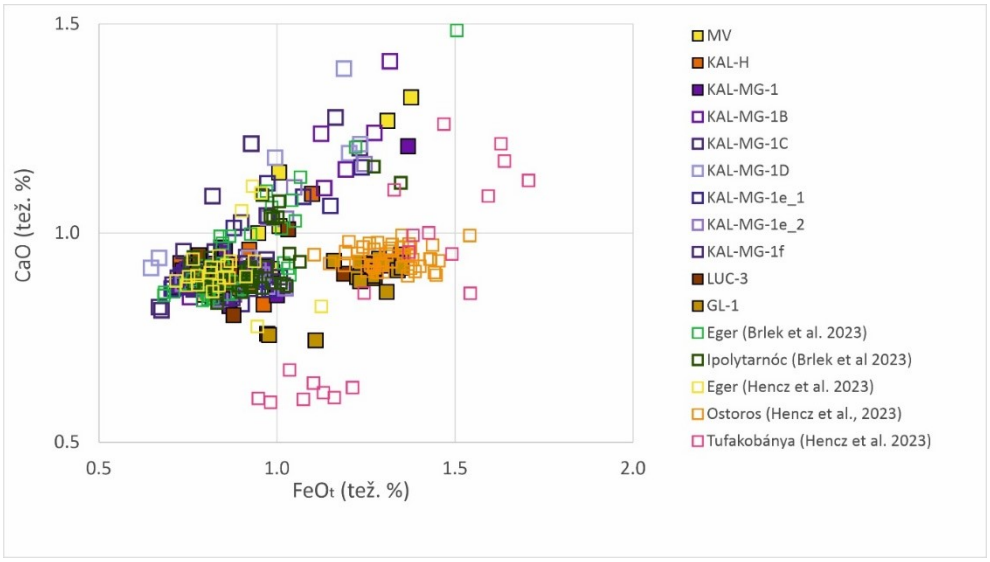
Djelomično je utvrđeno preklapanje mjerenja iz trošne zone između ignimbrita KAL-MG-1 i KAL-MG-2 s podatcima iz oba uzorka, kao i s literaturnim podatcima za erupciju Eger i mlađu Mangó (Kisgyőr), što vjerojatno odražava miješanje vulkanoklastičnog materijala uslijed trošenja na kontaktu između dvaju ignimbrita.

Preklapanje u sastavu glavnih elemenata i elemenata u tragovima između masivnih riolitnih ignimbrita starosti ≈ 17,3 milijuna godina rasprostranjenim na S i JZ dijelu KPR-a (IP i EG-1, Lukács i sur., 2021. i Eger-Ipolytarnóc prema Karátson i sur., 2022. iz sjeverne Mađarske, kao i MV i KAL-H iz KVF-a), kao i ≈ 17,3 milijuna godina piroklastičnih naslaga Sinjskog bazena (LUC-3; slike 139. i 140.), sugerira da su te stijene visoko korelativne i da su nastale iz zajedničkog KPR magmatskog izvora tijekom jedne velike erupcije koju nazivamo erupcija Eger.

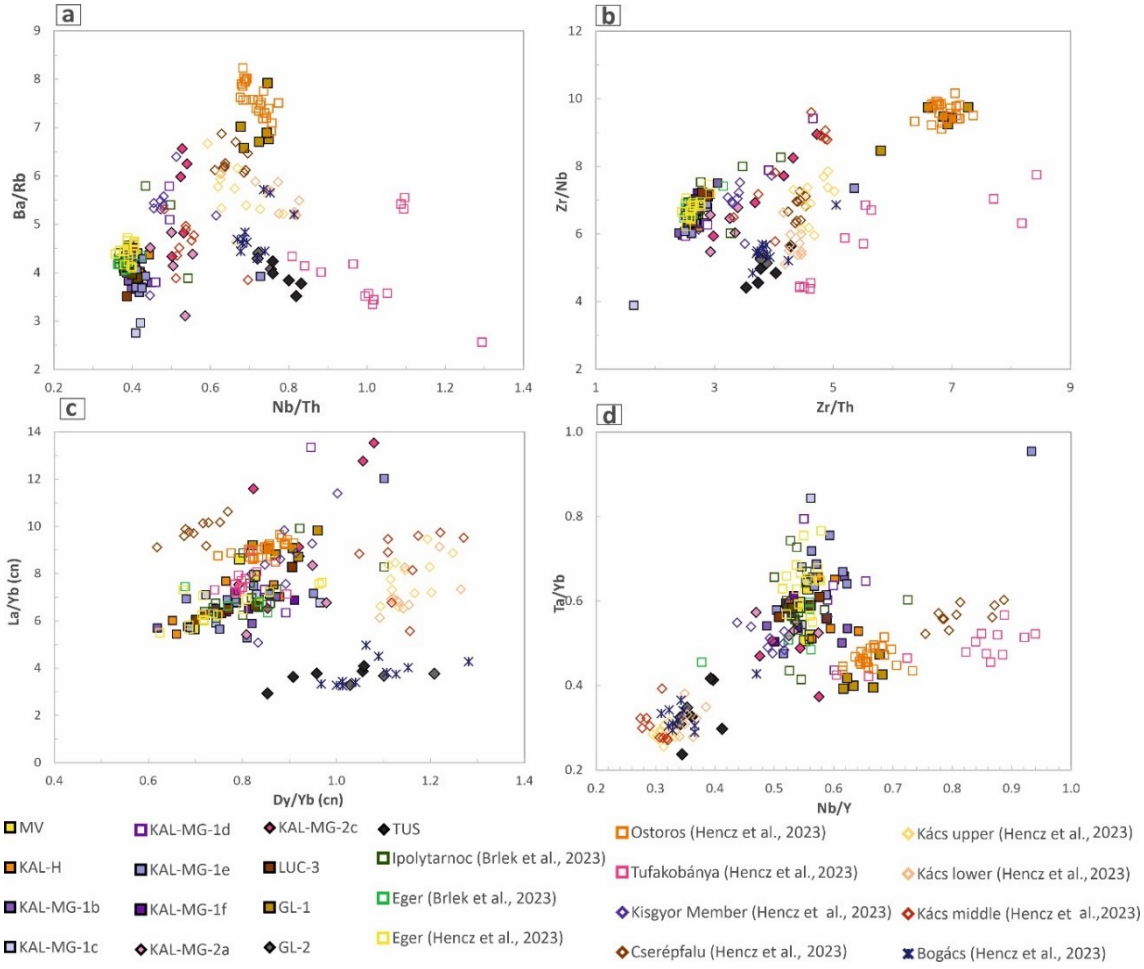
Razlika u nižim vrijednostima MREE vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga Eger naspram erupcije Kalnik (≈ 18,1 milijuna godina) može biti povezana s frakcionacijom amfibola (Davidson i sur., 2007) ili apatita (Bea, 1996), dok niže vrijednosti omjera Nb/Ta praćene s višim vrijednostima omjera Zr/Sm upućuju na parcijalno taljenje nisko magnezijskog amfibolita (Foley i sur., 2002), ili vjerovatnije frakcionaciju hornblende (Smithies i sur., 2019).

Pojava amfibola u teškoj frakciji uzorka KAL-MG-1, uz ranije opisane sporadične pojave amfibola u ignimbrit Egeru (Poka i sur., 1998; Lukács i sur., 2021) dodatno potvrđuju ovu geokemijsku specifičnost i potencijalnu petrogenetsku interpretaciju. Ovo bi moglo objasniti sličnost naših uzoraka ≈ 17,3 milijuna godina grupe i ignimbrit Eger s mlađim, srednje miocenskim ≈ 14,88 milijuna godina starim, ignimbritom Demjén povezanim s BVF-om (Lukács i sur., 2018).Ignimbrit Demjén je po sastavu dacit-riodacit te sadrži u svom sastavu amfibole i na temelju podataka geokemije elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama stakla omjeri Nb/Ta kreću se u rasponu od 6,83 do 7,63, slično kao vrijednosti ≈ 17,3 milijuna godina starosne grupe, dok se vrijednosti omjera Zr/Sm značajno razlikuju i kreću se između 42,86 - 48,84 što je interpretirano kao rezultat kasne faze frakcionacije amfibola (Harangi i sur., 2005).

Uzorak GL-1 razlikuje se od ostalih ≈ 17,3 milijuna godina starih uzoraka i po sastavu glavnih elemenata (više FeO i TiO_2) i po sastavu elemenata u tragovima, pogotovo u većem udjelu Ba, Nb, Zr, Hf i REE naspram ostalih uzoraka. Uspoređujući s erupcijama zabilježenima na području BVF, na temelju glavnih elemenata posebice udjela FeOt i elemenata u tragovima, moguće je korelirati ove naslage u Sinjskom bazenu s novo opisanim članom Ostoros (BVF) koji se sastoji od sukcesije debljine preko 10 m, predstavljeno dvama ignimbritima s plovućcima (Hencz i sur., 2023). Iako ovaj ignimbrit nije datiran, stratigrafski se nalazi izravno na ignimbrit Egeru što govori da se radi o nešto mlađoj erupciji. Istraživani izdanak GL-1 na području Sinjskog bazena nije moguće stratigrafski usporediti s LUC-3 horizontom koji je korelativan serupcijom Eger, ali je na temelju razlike u geokronologiji ostavljena mogućnost razlike u starostima i potencijalne mogućnosti da je GL-1 povezan s mlađom erupcijom. Na temelju opisa Ostoros člana glavni dio horizonta ne sadrži kvarc, što ga razlikuje od uzoraka analiziranih u ovom radu u kojem je zabilježeno manje od 2% kvarca. S obzirom na to da član Ostoros sadrži više horizonata u kojima možda postoji mineral kvarc, te s obzirom na mogućnost da na lokalitetu GL-1 postoje dijelovi koji ne sadrže kvarc, ovaj faktor nije uzet u obzir. Na temelju geokemije napravljene na krhotinama vulkanskog stakla moguće je korelirati GL-1 vulkanoklastit iz Sinjskog bazena s Ostoros članom na sjeveru Mađarske, te definirati starost erupcije koja je proizvela navedene vulkanoklastične naslage na starost GL-1 uzorka.



Slika 139. Usporedba sadržaja Cao naspram FeOt za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1, LUC-3 i GL-1 i vulkanoklastita iz Mađarske(Brlek i sur., 2023.; Hencz i sur., 2023.).



Slika 140. Dijagrami odabranih omjera elemenata u tragovima na pojedinačnim mjerenjima krhotina vulkanskog stakla u analiziranim uzorcima MV, KAL-H, KAL-MG-1, KAL-MG-2, LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS u usporedbi s podatcima vulkanoklastita Mađarske (Brlek i sur., 2023; Hencz i sru., 2023). Modificirano iz Brlek i sur. (2024b).

Geokemijske karakteristike glavnih i elemenata u tragovima krhotina vulkanskog stakla za uzorke strarosne grupe ≈ 17 milijuna godina, odnosno uzorke GL-2 i KAL-MG-2, potvrdila je

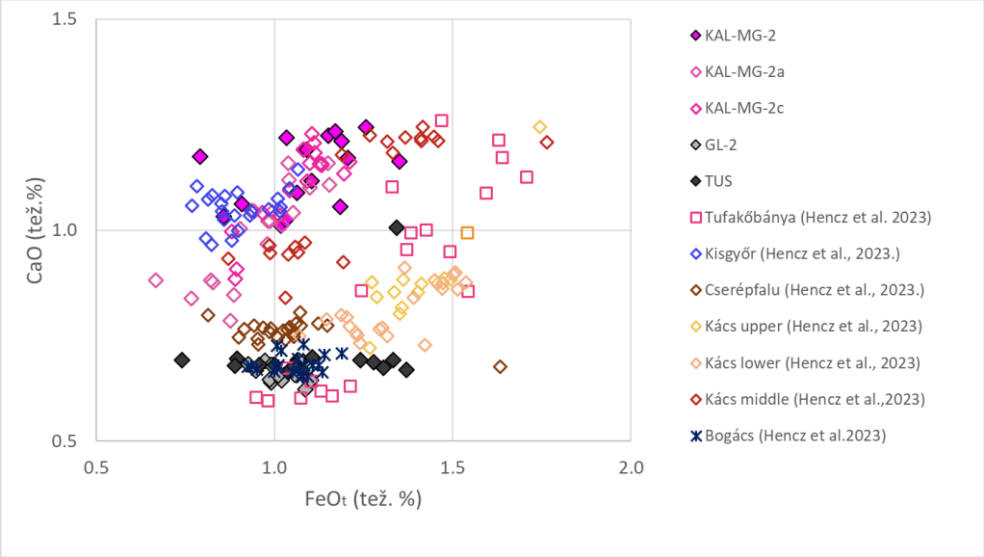
diskriminaciju koja je uočena na temelju dobivenih visokopreciznih U-Pb starosti cirkona, tj. sugeriraju da dva horizonta nisu proizvedena istom erupcijom.

Ignimbrit KAL-MG-2 moguće je korelirati s ignimbritom Mangó odnosno detaljnije opisanom sukcesijom nazvanom u literaturi i Kisgyőr (Slika 141 i 14.; Hencz i sur., 2023).

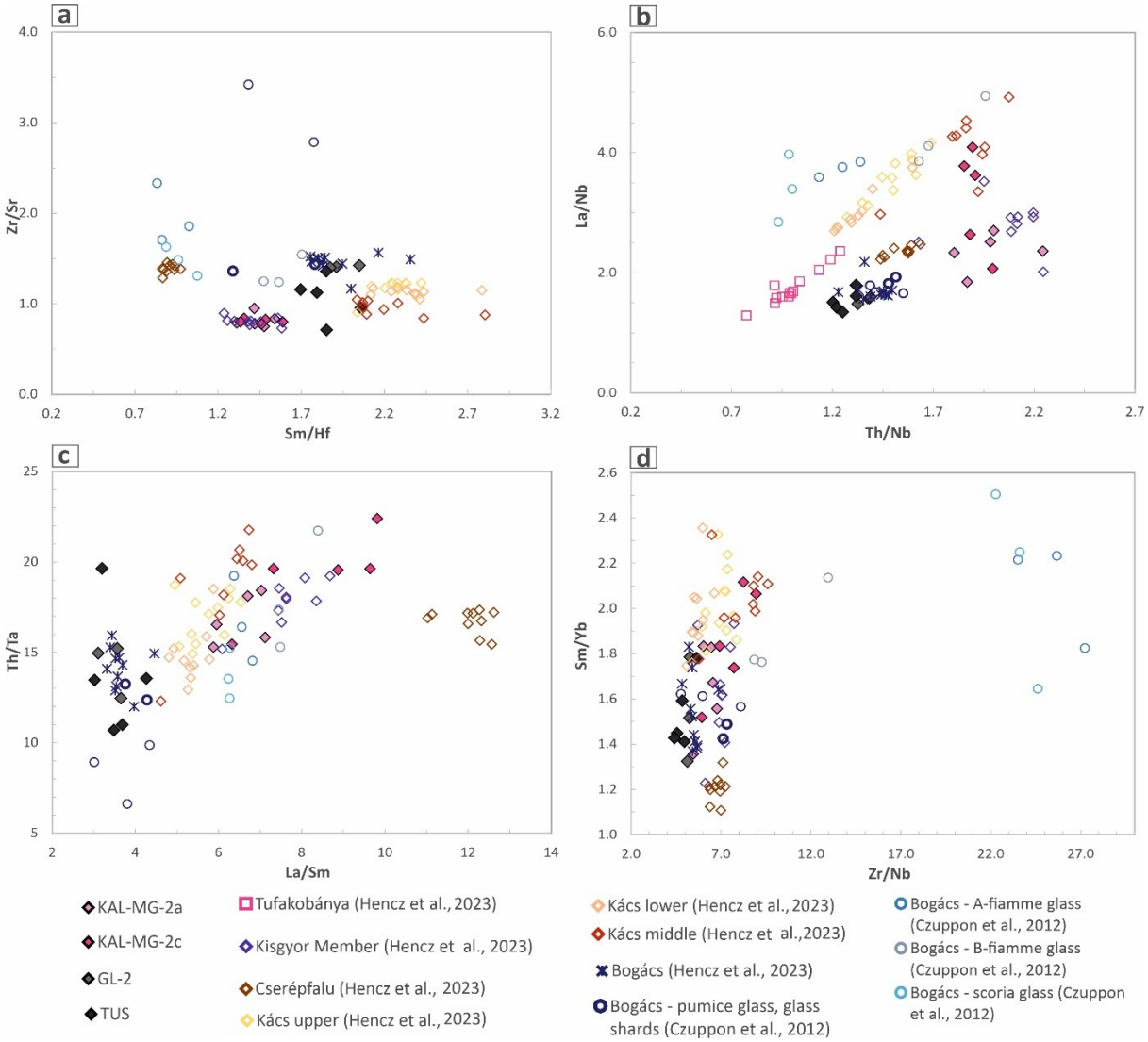
Uspoređujući podatke glavnih i elemenata u tragovima dobivene na krhotinama vulkanskog stakla, uzorak GL-2 moguće je korelirati s uzorkom TUS iz Livanjskog bazena, te ga uspoređivati unutar ove starosne grupe. Ova dva vulkanoklastita karakteriziraju geokemijske vrijednosti sličnije produktima erupcije Kalnik u odnosu na produkte erupcije Eger. Posebno se mogu istaknuti niske vrijednosti LREE, više vrijednosti MREE i HREE te niske vrijednosti Zr i visoke vrijednosti Sm. Na temelju navedenog i omjera elemenata u tragovima moguće je uočiti razliku u odnosu na geokemijskog sastava ignimbrita KAL-MG-2, kod kojeg se posebno ističe visok udio La i više vrijednosti Eu anomalije (prosječna vrijednost 0,48), te niske vrijednosti HREE.

Uspoređujući s literaturnim podatcima, najdetaljnijim opisom koji kombinira stratigrafske pozicije i geokemiju na krhotinama vulkanskog stakla moguće je korelirati uzroke TUS i GL-2 s članom Bogács BVF-a iz Mađarske (Slika 141, Slika 142; Hencz i sur., 2023). Zbog vulkano-stratigrafske i sastavne kompleksnosti vulkanoklastičnih naslaga sukcesije Bogács, geokemijski sastav uzoraka TUS i GL-2 uspoređen je s podatcima geokemije na krhotinama stakla dobivenim iz plovućaca donjeg (Czuppon i sur., 2012; Hencz i sur., 2023) i gornjeg (Czuppon i sur., 2012) dijela donjeg ignimbrita Bogács te iz *fiamma* (A i B tip) iz gornjeg dijela donjeg ignimbrita Bogács, kao i sa staklima iz *scorie* gornje ignimbritske jedinice, kako bi se moglo ustanoviti s kojim djelom sukcesije se uzorci aanalizirani u ovom radu geokemijski podudaraju (Slika 142.; Czuppon i sur., 2012.; Hencz i sur., 2023.). Ovi podatci pokazuju da se geokemijski sastav uzoraka TUS i GL-2 najviše podudara sa sastavom stakala plovućaca riolitnog sastava iz donjeg (djelomično i gornjeg) dijela donjeg ignimbrita sukcesije Bogács, te se ne podudara s geokemijskim (kao niti mineraloškim) podatcima dobivenima iz stakala *fiamma* A i B tipa iz gornjeg dijela donjeg ignimbritskog horizonta niti sa staklima *scorie* gornjeg ignimbritskog horizonta (Slika 142). Gornji ignimbritski horizont je prema Szakács i sur. (1998) odvojen od donjeg ignimbritskog horizonta erozijskim nekonformitetom, što upućuje na to da su donji i gornji ignimbrit nastali dvjema odvojenim erupcijama. U prilog toj tezi ukazuje i nepodudaranje CA-ID-TIMS starosti cirkona gornjeg ignimbrita Bogács i GL-2 tj. TUS horizonata, pri čemu je gornji ignimbrit Bogács mlađi od distalnih vulkanoklastičnih horizonata Sinjskog i Livanjskog bazena. Valja napomenuti i da donji ignimbrit Bogács dosad nije radiometrijski datiran, te da ne postoje literaturni podatci o sastavu elemenata u tragovima

vulkanskog stakla iz plovućaca gornjeg ignimbrita Bogács, iako se čini da se već sastav glavnih elemenata riolitnih plovućaca gornjeg ignimbrita razlikuje (kao i mineralogija) od sastava vulkanskog stakla riolitnih plovućaca iz donjeg ignimbrita (Czuppon i sur., 2012). Stoga, na temelju dostupnih podataka interpretira se da su TUS i GL-2 horizonti Livanjskog i Sinjskog bazena korelativni s donjim ignimbrit Bogácsom BVF-a, imajući u vidu mogućnost da je i donji ignimbritski horizont potencijalno vulkano-stratigrafski kompleksniji (kao što je i cijela Bogács sukcesija kompleksna) nego što ukazuju trenutačne spoznaje (npr. Lukács i sur., 2022), te da je moguće najdonji litofacijes donjeg ignimbrita s plovućcima i bez *fiamma* nastao prilikom odvojene (starije) erupcije (ili odvojene starije faze iste erupcije) od litofacijesa gornjeg dijela donjeg ignimbrita sa zabilježenim stiješnjenim plovućcima i *fiammama*.



Slika 141. Odnos oksida CaO i FeOt elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta KAL-MG-2, GL-2 i TUS i usporedba s podtacima dobivenima na vulkanoklastitima iz Mađarske (Brlek i sur., 2023; Hencz i sur., 2023).

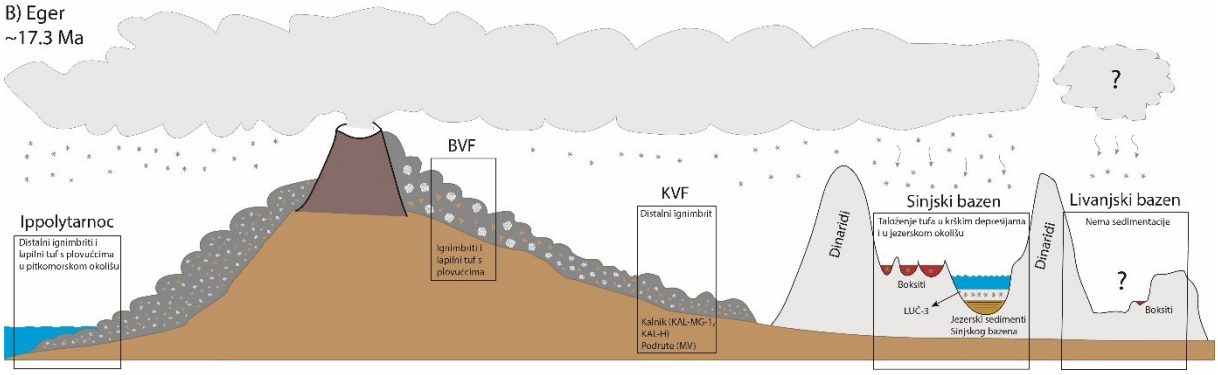


Slika 142. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima KAL-MG-2, GL-2 i TUS u usporedbi s podatcima vulkanoklastita Mađarske potencijalno korelativnih na temelju U-Pb cirkon starosti ili stratigrafske pozicije (Brlek i sur., 2023; Hencz i sur., 2023; Czuppon i sur., 2012). Modificirano iz Brlek i sur. (2024b).

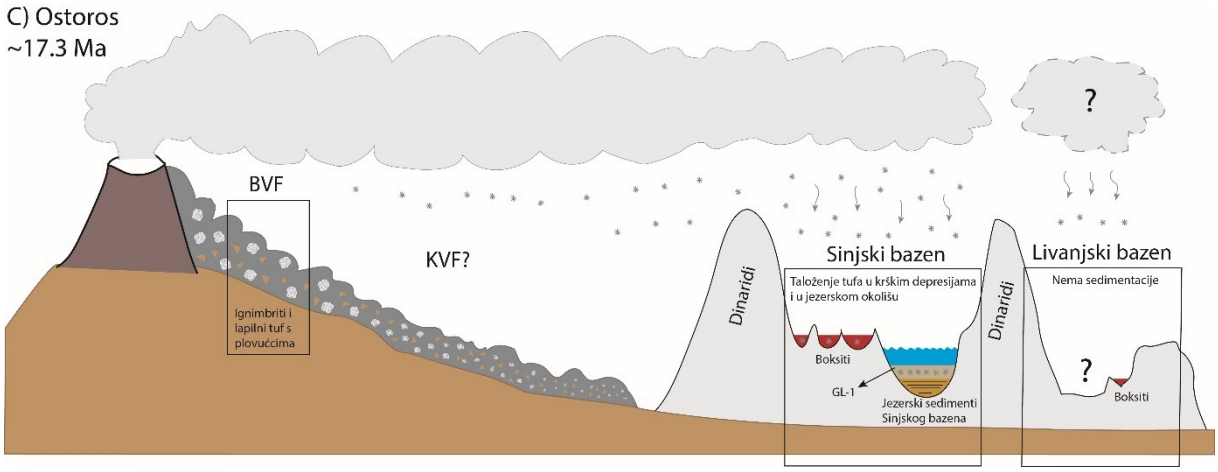
Taloženje iz zraka odnosno vulkanskog oblaka piroklastičnih naslaga proizvedenih dvjema KPR erupcijama starim ≈17,3 milijuna godina (LUC-3 i GL-1) te KPR erupcijom starom ≈17 milijuna godina (GL-2 i TUS) u Dinaridski jezerski sustav potvrđuje prethodne interpretacije, koje su sugerirale da su troposferski istočni pasati prenosili vulkanski pepeo stotinama kilometara jugozapadno od svog izvorišta u KPR-u (Lukács i sur., 2018; Badurina i sur., 2021). Ova mogućnost je dodatno potvrđena i rekonstrukcijama o eksplozivnosti Erupcije Eger > 7 (VEI) što bi dodatno otvorilo mogućnost transporta vulkanskog pepela dimenzija manjih od 2 mm na udaljenosti veće od 200 km (Karátson i sur., 2022).

Podatci prikupljeni terenskim i laboratorijskim istraživanjima omogućili su djelomičnu interpretaciju taložnih okoliša erupcija donjeg miocena. Erupcija Eger dokumentirana je kao debele ignimbritske naslage na području BVF-a, te kao masivni, sitnozrnati ignimbriti u kopnenom okolišu Kalnika i u plitkom prijelaznom okolišu Ipolytarnóca, te kao tuf u distalnom

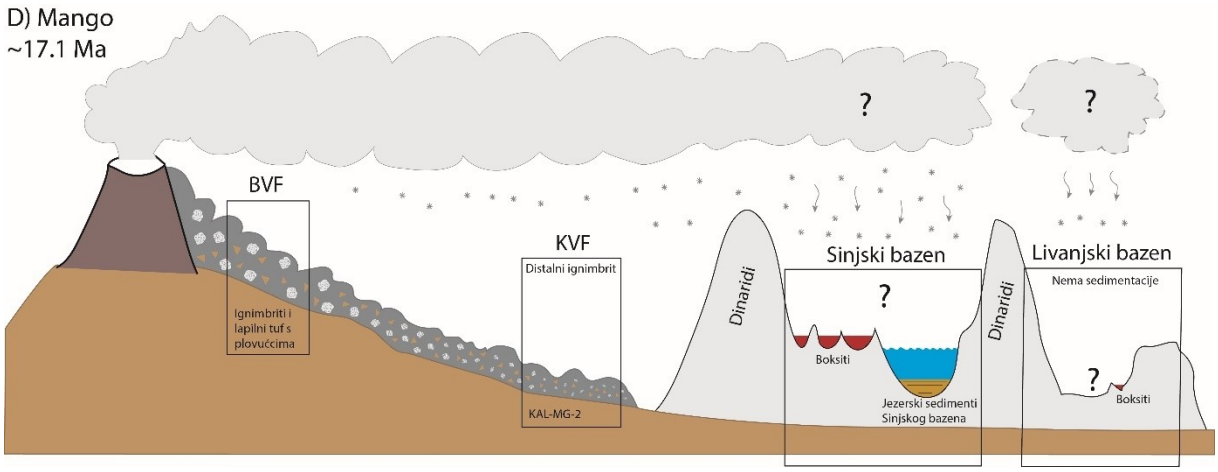
dijelu Sinjskog bazena (Slika 143.). Erupcija Ostoros potvrđena je na području BVF-a te u tufovima Sinjskog bazena, dok njezini tragovi nisu zabilježeni na području Kalnika (Slika 144). Velika ignimbritska erupcija Mangó, poznata s područja BVF-a, prepoznata je i u kopnenim okolišima Kalnika kao masivni ignimbrit, no s manjim česticama u odnosu na Eger (Slika 145). Ovo može ukazivati na manju eksplozivnost erupcije Mangó, manje piroklastičnog materijala, ili pak na veću udaljenost Kalnika od izvorišta. Erupcija Bogács, koja se sastoji od više eruptivnih faza, od kojih je prva najstarija, zabilježena je u obliku tufa u jezerskim naslagama Sinjskog bazena te u močvarnim naslagama i ugljenima Livanjskog bazena (Slika 146.). Na području Kalnika do sada nisu identificirani vulkanoklastiti vezani uz ovu erupciju.



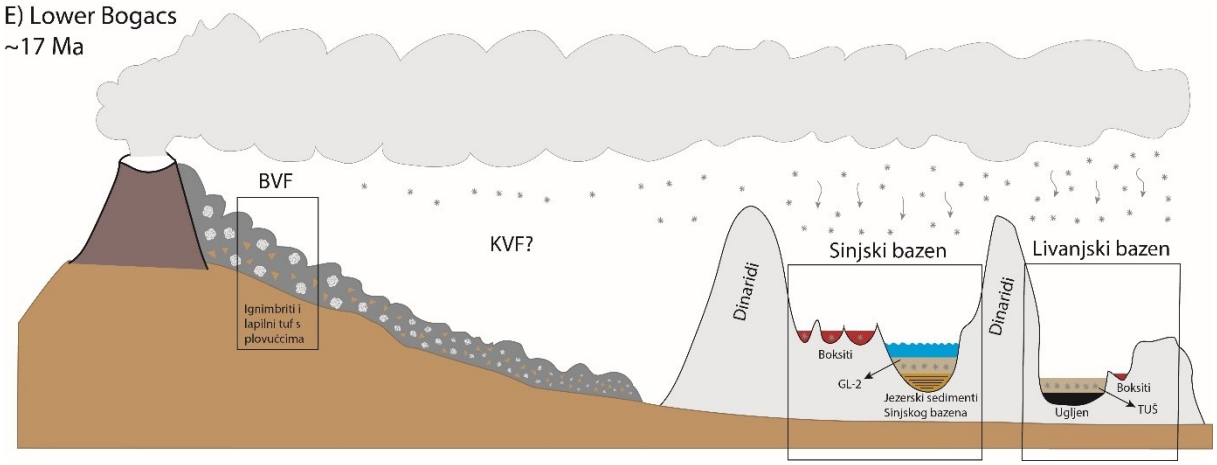
Slika 143. Predloženi model različitih taložnih okoliša erupcije Eger, taloženje vulkanoklastičnog materijala piroklastičnim tokovima na području BVF, KVF i Ippolytarnoca te taloženje vulkanoklastičnog materijala iz piroklastičnog oblaka na području Sinjskog bazena.



Slika 144. Predloženi model taložnih okoliša erupcije Ostoros s naznačenim vulkanokalstičnim materijalom piroklastičng toka na BVF-u i vulkanoklastičnog materijala taloženog iz piroklastičnog oblaka na području Sinjskog bazena (GL-1 uzorak).

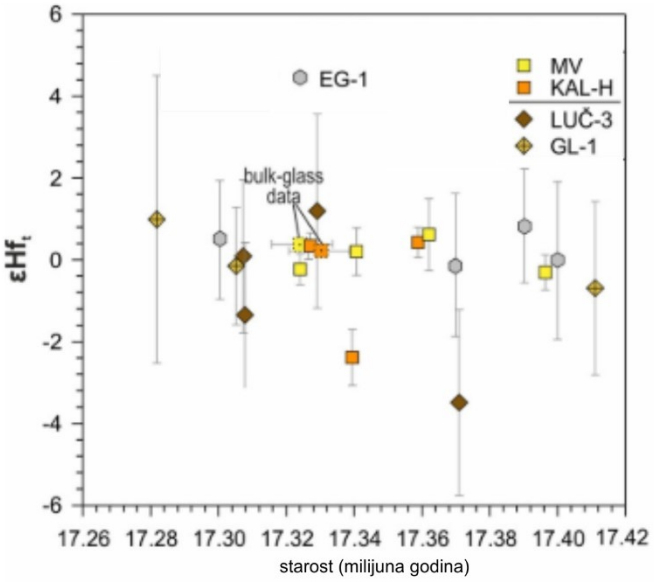


Slika 145.Predloženi model taložnih okoliša erupcije Mangó s naznačenim vulkanokalstičnim materijalom piroklastičng toka na BVF-u i KVF-u



Slika 146. Predloženi model taložnih okoliša erupcije Lower Bogács s naznačenim vulkanokalstičnim materijalom piroklastičng toka na BVF-u i vulkanoklastičnog materijala taloženog iz piroklastičnog oblaka na području Sinjskog bazena (GL-1) i Livanjskog bazena (TUS)..

Sličan izotopni sastav cirkona i vulkanskog stakla vulkanoklastičnih horizonata starosti ≈ 17,3 milijuna godina s prostora KPR-a i Dinarskog jezerskog sustava upućuje na zajednički magmatski izvor. Vrijednosti εHf(t) cirkona za sve analizirane uzorke te navedene starosne skupine (GL-1, LUC-3, KAL-H i MV) preklapaju se unutar nesigurnosti (Slika 147.). Dodatno, Nd-Hf izotopni sastav krhotina vulkanskog stakla pokazuje preklapanje između ignimbrita MV (εHf(t) 0,38 ± 0,23; εNd(t) –3,74 ± 0,093) i KAL-H (εHf(t) 0,24 ± 0,14; εNd(t) –3,63 ± 0,085). Dobiveni izotopni podatci podudaraju se i s izotopnim sastavom Hf cirkona ignimbrita Eger iz Mađarske (Slika 147., Brlek i sur., 2023.).



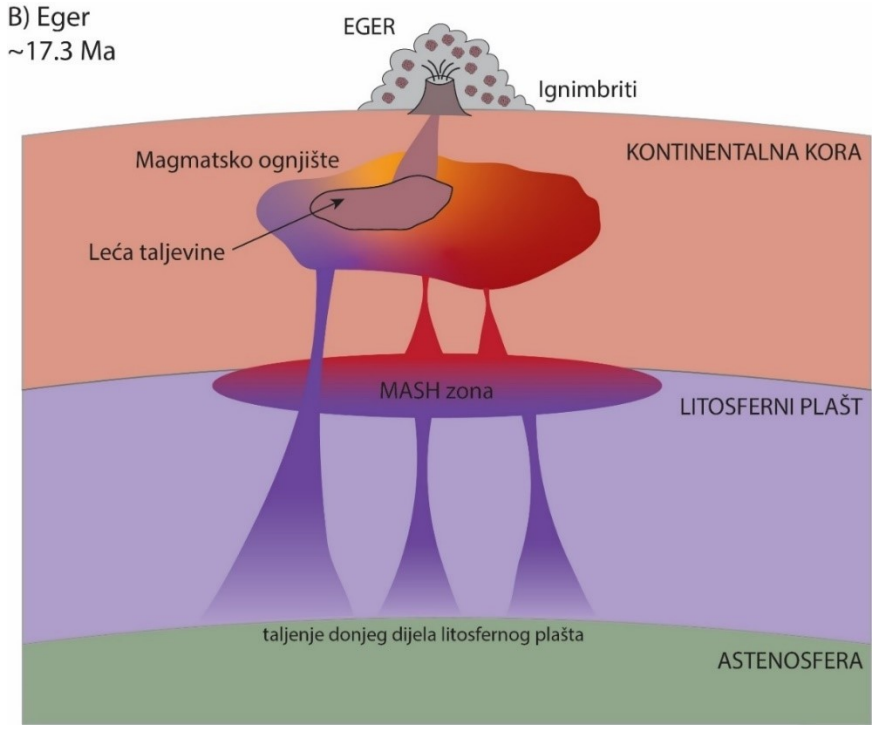
Slika 147. Inicijalne εHf vrijednosti u odnosu na starost cirkona i vulkanskog stakla iz uzoraka MV, KAL-H, LUC-3 i GL-1, uspoređene s referentnim uzorkom EG-1 (Eger erupcija). Vertikalne linije predstavljaju nesigurnost mjerenja εHf vrijednosti (standardne pogreške) (Brlek i sur., 2023).

Usporedba s mlađim horizontima pokazuje jasne razlike u odnosu na stariju erupciju Kalnik (≈18,1 Ma), gdje su εHf(t) i εNd(t) niže, a inicijalni Sr omjeri na krhotinama stakla viši. Pb izotopi također razlikuju dvije starosne skupine: inicijalni omjeri $^{206}Pb/^{204}Pb$ i $^{208}Pb/^{204}Pb$ niži su u starijim uzorcima (≈18,1 milijuna godina: $^{206}Pb/^{204}Pb$ 18,860–18,867; $^{208}Pb/^{204}Pb$ 38,992–38,999) nego u mlađima (≈17,3 milijuna godina: $^{206}Pb/^{204}Pb$ 18,874–18,875; $^{208}Pb/^{204}Pb$ 39,016–39,022), dok su inicijalni omjeri $^{207}Pb/^{204}Pb$ viši u starijim uzorcima (15,683–15,684) nego u mlađima (15,676–15,680).

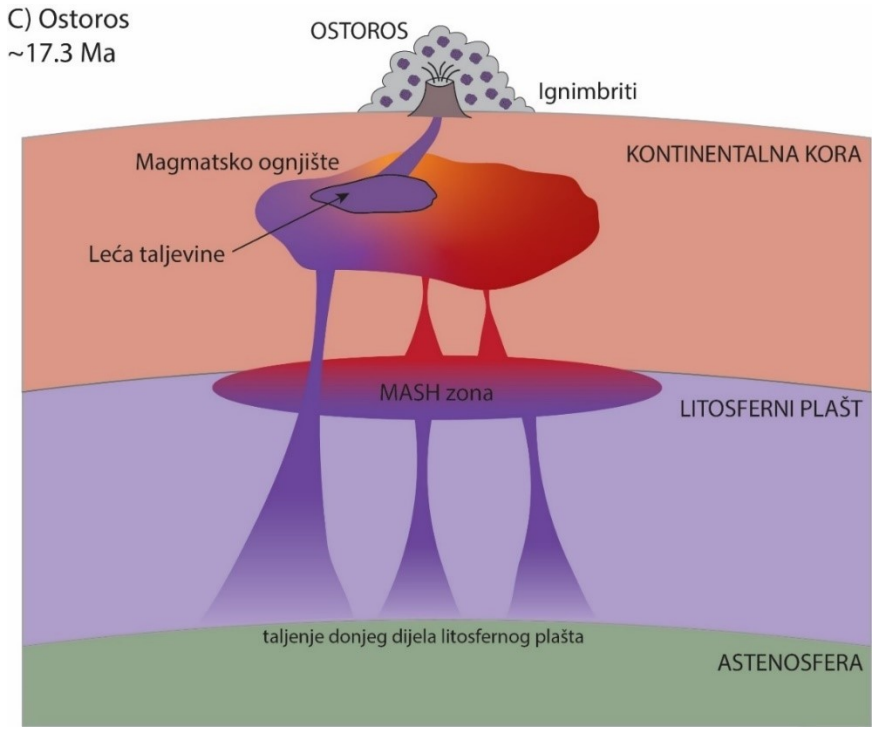
Uspoređujući stariju erupciju Kalnik s mlađim erupcijama Eger i Ostoros (≈17,3 milijuna godina), izotopni sastav ukazuje na značajniji pomak prema magmama juvenilnijeg sastava. Sličan pomak prema juvenilnijim magmama u kratkom vremenskom razdoblju zabilježen je i u srednjem trijasu u južnim Alpama (Storck i sur., 2020). Takve magme mogle su nastati većim doprinosom taljevina porijeklom iz plašta i njihovim miješanjem s materijalima donje kore, uz naknadnu diferencijaciju u srednjoj i gornjoj kori. Zbog izostanka podataka o sastavu donje kore KPR-a, moguće je da promjena izotopnog sastava u mlađem magmatizmu odražava izvorno bazičniji sastav donje kore, odnosno heterogenost sastava donje kore koja se talila (Németh i sur., 2021). Izotopni podatci (Nd, Pb, Sr) ksenolita granulita iz donje kore podudaraju se sa sastavom metasomatiziranog plašta u regiji (Dobosi i sur., 2003; Harangi i Lenkey, 2007), što upućuje da je parcijalno taljenje bazičnijih granulita donje kore i njihovo miješanje s taljevinama porijeklom iz plašta, uz naknadnu diferencijaciju u srednjoj i gornjoj kori, moglo proizvesti eruptibilne riolitne magme čiji izotopni sastav odgovara proizvodima ≈17,3 milijuna godina starih erupcija. Već je ranije potvrđeno da taljenje hetereogene kore ima značajan utjecaj

na izotopne varijacije kiselih taljevina (Farina i sur., 2018; Hammerli i sur., 2017; Hammerli i Kemp, 2021).

S obzirom na dobivene podatke i poznate podatke iz regije, može se reći da različiti izotopni sastav vulkanskih i vulkanoklastičnih naslaga KPR-a različite starosti odražava složena i različita međudjelovanja taljevina porijeklom iz metasomatiziranog litosfernog plašta i magmi nastalih taljenjem različitih litologija unutar kore. Također, taljevine porijeklom iz astenosfere nastale tijekom ekstenzije mogle su, osim dovođenja do termalnog sazrijevanja donje kore i donosa topline, pridonijeti taljevinama nastalim u litosfernom plaštu (Slika 148; Harangi i Lenkey, 2007.; Lukács i sur., 2018.; Storck i sur., 2020. ; Koptev i sur., 2021.). S obzirom na vremensku blizinu erupcija i izotopnu sličnost erupcija Eger i Ostoros, moguće je da potječu iz istog magmatskog ognjišta. Prva erupcija (Eger) pokazuje nešto evoluiraniji zapis, dok druga (Ostoros) pokazuje manje evoluirane karakteristike, što je vidljivo u geokemiji vulkanskog stakla. Geokemijske karakteristike vulkanskog stakla Ostoros vulkanoklastita ukazuju na veće vrijednosti FeO_t, više Ba/Rb omjere i više Zr/Th omjere u usporedbi s erupcijom Eger, što upućuje na drugačiju evoluciju u kratkom vremenskom razmaku između dviju erupcija. Slični primjeri sukcesivnih erupcija iz istog rezervoara, gdje kasnija erupcija pokazuje manje diferencirane značajke, opisani su u literaturi (Bachmann i Bergantz, 2004; Hildreth i Wilson, 2007; George F. Cooper i sur., 2016). Petrogenetski modeli jedne varijante erupcije prikazani su na slikama 148 i 149 gdje tamnija boja pokazuje manje diferenciranu magmu.



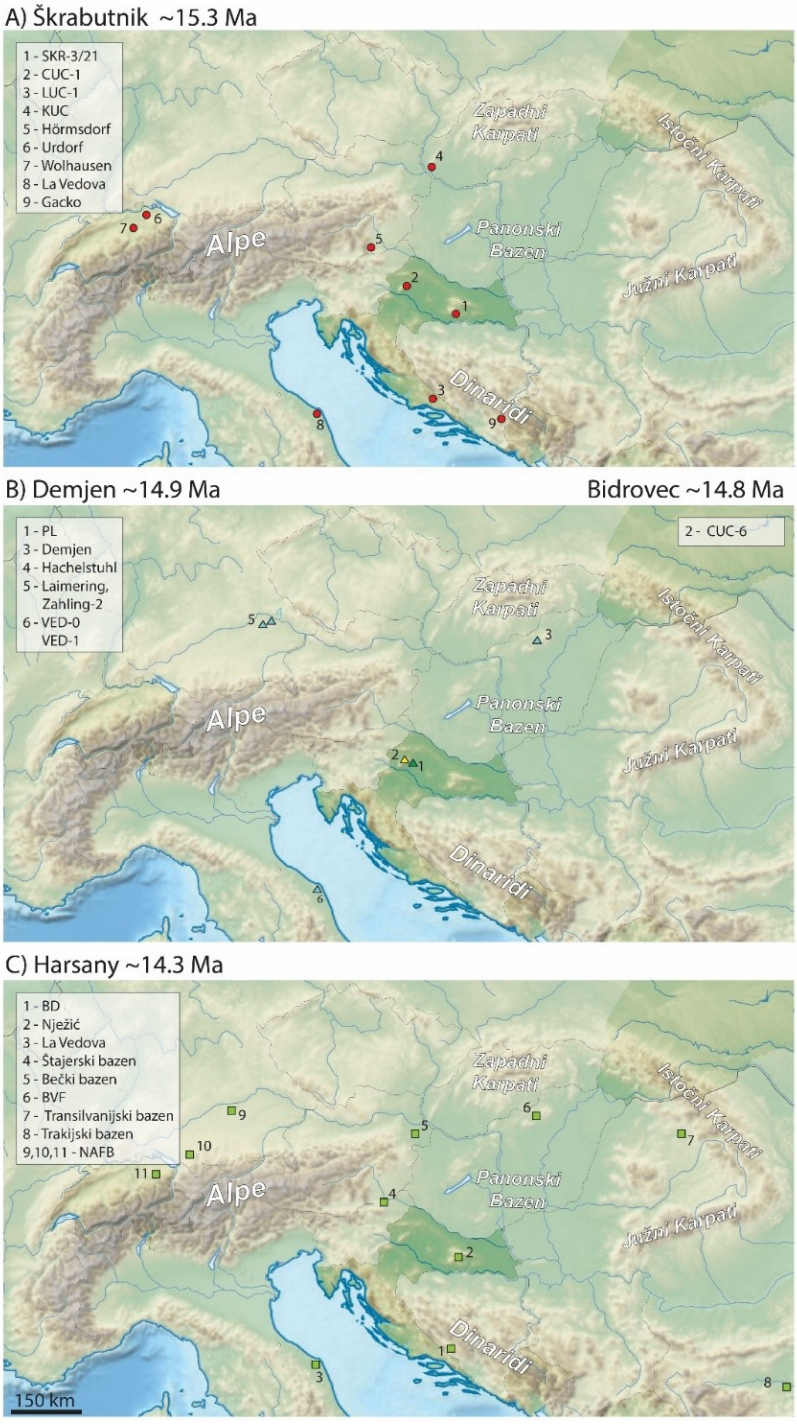
Slika 148. Predloženi petrogenetski model erupcije Eger (~17,3 milijuna godina) koji prikazuje magmatsko ognjište razvijeno u debeloj kontinentalnoj kori, u kojemu je dotok bazičnijih magmi iz dubljih dijelova plašta ili taljenje bazičnije kore uzrokovalo geokemijskih obilježja koja odražavaju plaštni utjecaj unutar visoko kiselog magmatskog sustava.



Slika 149. Predloženi petrogenetski model erupcije Ostoros (~17,2 milijuna godina), koji prikazuje magmatski sustav razvijen u debeloj kontinentalnoj kori, s dotokom plaštnih taljevina kroz MASH zonu. U usporedbi s Eger erupcijom, model prikazuje erupciju magme koja potječe iz istog magmatskog ognjišta, ali predstavlja kasniji impuls nešto bazičnije taljevine zaostale nakon prethodne erupcije.

5.3. SREDNJI MIOCEN

U ovom poglavlju razmatraju se četiri vremenski dobro definirane eksplozivne erupcije kiselog vulkanizma u rasponu od 15,3 do 14,3 milijuna godina. Daljnja potpoglavlja detaljno obrađuju taložni okoliš, tefrostratigrafiju i starost vulkanoklastičnih naslaga u kontekstu regionalnih korelacija, kao i petrogenetski razvoj srednjomiocenskog kiselog vulkanizma. Na karti su prikazani svi istraživani lokaliteti te potencijalno korelativni lokaliteti (Slika 150).



Slika 150. Karte istraženih lokaliteta prema erupcijskim fazama srednjomiocenskog kiselog vulkanizma: a) Škrabutnik erupcija (≈15,3 milijuna godina) s lokalitetima ŠKR, CUC-1, KUC i LUC-1; b) Bidrovec i Demjén erupcije s istraženim lokalitetima PL-1 i CUC-6 te potencijalno korelativnim lokacijama; c) Harsány erupcijska faza (≈14,3 milijuna godina) s lokalitetima BD-1 i

5.3.1. Taložni okoliš i tefrostratigrafija ≈ 15,3 milijuna godina stare erupcije (Škrabutnik erupcija)

5.3.1.1. Taložni okoliš srednjemiocenske erupcije Škrabutnik

Škrabutnik, Požeška gora

Na lokalitetu Škrabutnik dokumentiran je profil SKR 3/21 koji obuhvaća litostratigrafsku sekvencu s početnim marinskim laporima u izravnom kontaktu s vulkanoklastičnim naslagama, a završava s krovinskim kalkarenitima (Slika 67). Interpretacija slijeda na Škrabutniku temelji se na kombinaciji terenskih opažanja (kontakti, debljine, SSD strukture), petrografskih preparata (juvenilna komponenta > 90 vol. %) te modalne analize teške frakcije (dominantan amfibol, povremeni porast epidota), što omogućuje razlikovanje primarnih i pretaloženih horizonata. Terenski podatci, uz petrografske i mineraloške analize, ukazuju na prisutnost vulkanoklastičnog horizonta debljine približno 5 m, za koji se razmatraju različiti mehanizmi taloženja. Vulkanoklastično taložno okruženje može uključivati taloženje piroklastičnog materijala iz zraka (engl. *fallout*), gravitacijske tokove poput piroklastičnih turbidita, ili pretaloženi vulkanoklastični materijal. Kako bi se utvrdila priroda taloženja, primijenjeni su kriteriji prema Freundt i sur. (2023).

Sekvenca započinje oštrim ili blago erozijskim kontaktom s podlogom, no bez jasnih obilježja erozije niti prisutnosti klastičnih fragmenata podine u najnižim slojevima vulkanoklastita. Prvi horizont karakterizira masivna tekstura s česticama veličine pijeska. Drugi horizont je sitnozrnatiji, planarno laminiran, s postupnim pojavljivanjem dajkova krupnozrnatijeg vulkanoklastita. U drugom horizontu prisutne su sedimentne deformacijske strukture (SSD), uključujući konvolutnu laminaciju, dajkove, boranja i sin-sedimentacijske rasjede, što upućuje na diferencijaciju u granulometriji i propusnosti među slojevima. Treći horizont, predstavljen uzorkom SKR 3/21-V, pokazuje izraženu alteraciju te izmjene između sitnozrnatog alteriranog materijala i krupnozrnatog, relativno nealteriranog vulkanoklastita. U njemu su također zabilježene SSD strukture, koje ukazuju na sin-sedimentacijske deformacije. Porast epidota i pojava turmalina/rutila u trećem horizontu dobro se podudaraju s rezultatima modalne analize (Tablica 24; Slika 96) i upućuju na miješanje s podinskim materijalom, a ne na novu erupciju. Četvrti horizont započinje oštrim do blago erozijskim kontaktom i sadrži zonu miješanja marinskog sedimenta i vulkanoklastita, s mogućim tragovima bioturbacije, te se postupno integrira u marinske naslage s povremenim tufnim klastima.

Na temelju strukture i sukcesije, mehanizam taloženja odgovara vulkanoklastičnom turbiditu, pri čemu se četvrti horizont tumači kao rezultat novog, manjeg erupcijskog impulsa (Freundt i sur., 2023). Petrografske analize ukazuju na dominaciju juvenilne komponente u svim vulkanoklastičnim horizontima (više od 90 vol. %), pri čemu su krhotine stakla i plovućca uglate, s izraženim vezikulama. Ova obilježja upućuju na piroklastični materijal, taložen iz zraka ili putem vulkanoklastičnih turbidita (Freundt i sur., 2023). Iznimka je treći horizont (SKR 3/21-V), u kojem nije moguće sa sigurnošću utvrditi je li sitnozrnati, alteriran matriks rezultat izmjene primarnog vulkanoklastičnog materijala ili detritalne komponente. Modalna analiza teške mineralne frakcije pokazala je povišen udio epidota, koji je u donjim vulkanoklastičnim horizontima zabilježen u znatno manjoj količini (Slika 96). Unatoč i dalje dominantnom amfibolu, koji ne pokazuje znakove alteracije, povećani udio epidota, uz prisutnost turmalina i rutila, može ukazivati na miješanje vulkanskog materijala iz donjih horizonata s materijalom iz podloge uslijed resedimentacije. Geokemijske analize krhotina stakla pokazale su visoku homogenost: standardna devijacija kemijskog sastava glavnih elemenata je manja od 0,5 mas. %. Preklapanje kemijskog sastava glavnih i elemenata u tragovima među analiziranim krhotinama stakla ukazuje na porijeklo juvenilnih čestica iz iste erupcije, što podupire hipotezu o taloženju unutar primarnog vulkanoklastita ili pretaloženog sloja nastalog kratkotrajnim transportom i ponovnim taloženjem istog materijala (Freundt i sur., 2023). Budući da u vulkanoklastičnom slijedu nisu zabilježeni prekidi sedimentacije niti značajniji doprinos kopnenog detritusa, prvi i drugi horizont (uzorci SKR 3/21-D do SKR 3/21-U) tumače se kao primarni vulkanoklastit debljine od oko 2,5 m. Treći horizont (SKR 3/21-V) predstavlja zonu miješanja detritalnog materijala i pretaloženih vulkanoklastičnih čestica iz donjih slojeva. Vulkanoklastični materijal iz trećeg horizonta pokazuje iste geokemijske i mineralne karakteristike kao i donji horizonti, što isključuje doprinos više erupcijskih impulsa. Unatoč povećanom udjelu detritalne komponente, nedostatak marinskih među-slojeva sugerira brzo taloženje neposredno nakon primarne vulkanske erupcije. Četvrti horizont (SKR 3/21-Z) moguće odražava novi erupcijski događaj koji je uslijedio relativno brzo nakon prethodnog.

Primarni vulkanoklastični slojevi pružaju vrijedne podatke za interpretaciju vulkanizma i mogu služiti kao važni marker-horizonti unutar sedimentacijskog bazena, s potencijalom za primjenu u regionalnoj stratigrafskoj korelaciji.

Čučerje, Medvednica

Na lokalitetu Čučerje na Medvednici zabilježena je pojava vulkanoklastita rasprostranjena na površini približno 500 × 200 m. Zbog ograničenih terenskih uvjeta nije bilo moguće precizno odrediti stratigrafski položaj vulkanoklastita u odnosu na podinske i krovinske naslage. Na

terenu nije bilo moguće dokumentirati litološki stup, odrediti debljinu vulkanoklastične sekvence ni prostornu raspodjelu sitnozrnatih i krupnozrnatih varijeteta, niti opisati teksturalne značajke *in situ*. Te su terenski podatci prikazani na shematskom stup bez navedenih debljina i kontakta (Slika 78). Detaljniji uvid u prirodu ove vulkanoklastične pojave omogućen je analizom petrografskih preparata, modalnom analizom te geokemijskim ispitivanjima vulkanskog stakla prikazanima u poglavljima 4.2.3. i 4.2.4.. Petrografska analiza uzoraka CUC-1 i CUC-1d pokazala je sličan sastav s dominantnim udjelom juvenilnih komponenti, prvenstveno vulkanskog stakla opisana u potpoglavlju 4.2.2.3.. Ipak, u uzorku CUC-1 lokalno je zabilježen porast detritalne komponente na više od 10 vol. %, što prema klasifikacijskim kriterijima upućuje na sekundarni vulkanoklastit. Geokemijska analiza krhotina stakla ukazuje na izrazitu homogenost – standardna devijacija sadržaja glavnih elemenata iznosi manje od 0,7 mas. %. (Prilog 6). Podudaranje kemijskog sastava glavnih i elemenata u tragovima prikazano i na dijagramima (Slika 109 i Slika 111) u sitno- i krupnozrnatim varijetetima uzoraka CUC-1 i CUC-1d upućuje na zajedničko porijeklo – taloženje juvenilnih čestica iz jedne eruptivne epizode. Takve čestice su se mogle istaložiti direktno kao dio primarnih vulkanoklastičnih naslaga, ili sekundarnih, u slučaju da su bile uključene u resedimentaciju jednog te istog primarnog horizonata (Freundt i sur., 2023). Razlike u udjelu detritalne komponente između analiziranih uzoraka otvaraju mogućnost da se na ovom lokalitetu nalazi više vulkanoklastičnih horizonata, od kojih bi neki mogli predstavljati primarne piroklastične naslage, dok bi drugi mogli biti sekundarne – sin eruptivno pretaložene iz materijala iste eruptivne provenijencije. Ipak, s obzirom na ograničenja terenskih podataka, nije moguće sa sigurnošću odrediti mehanizam taloženja (npr. *fallout*, gravitacijski tokovi ili pretaloživanje). S obzirom na to da se vulkanoklastiti nalaze unutar marinskih sedimentacijskih jedinica, te da su u njima zabilježeni fosilni ostaci morskih organizama, može se s visokim stupnjem pouzdanja zaključiti da su vulkanoklastične naslage s lokaliteta Čučerje taložene u marinskom okolišu.

Lučani, Sinjski bazen

Vulkanoklastiti s lokaliteta Lučani ranije su interpretirani kao dio jezerske sukcesije taložene tijekom postojanja Dinaridskog jezerskog sustava. Sinjski bazen tumačen je kao srednje veliko jezero dugog vremenskog trajanja, unutar kojeg je akumulirano do 370 m debelih naslaga, dominantno autigenih vapnenaca (Mandic i sur., 2008). Najbolje razvijena i najcjelovitija sukcesija zabilježena je upravo na lokalitetu Lučani, gdje je do sada identificirano jedanaest slojeva vulkanoklastita, od kojih su tri prethodno iskorištena za radiometrijsko datiranje. Jedan od vulkanoklastita, koji je stratigrafski pripisan srednjem miocenu, datiran je metodom

$^{40}Ar/^{39}Ar$ na sanidinu, s dobivenom starošću od 15,43 ± 0,05 milijuna godina (de Leeuw i sur., 2010).

Ove naslage ponovno su uzorkovana tijekom istraživanja provedenog u sklopu ovog rada. U ranijim radovima interpretirane su kao distalne piroklastične naslage, taložene iz zraka, na temelju sitne granulacije i izostanka terigene komponente (Mandic i sur., 2008). Tijekom uzorkovanja u sklopu ovog istraživanja zabilježena su dva vulkanoklastična horizonta na lokalitetu LUC-1 (Slika 72). Donji, žute boje i debljine oko 20 cm, pokazuje oštar kontakt s podinskim jezerskim sedimentima. Gornji, sive boje i debljine oko 30 cm, leži s oštrim kontaktom na žutom sloju, dok prema krovinskim sedimentima prijelaz postaje difuzan. U samom vrhu sivog horizonta primijećeno je postojanje karbonatne komponente, što je potvrđeno testiranjem razblaženom klorovodičnom kiselinom (10 % HCl) na terenu.

Oštar kontakt donjeg horizonta s podinskim jezerskim sedimentima ukazuje na brzo taloženje iz suspenzije, vjerojatno iz piroklastičnog oblaka. Razlika u boji između žutog i sivog sloja potencijalno je rezultat različitih stupnjeva dijageneze ili alteracije, budući da nije uočen međusloj jezerskog sedimenta koji bi ukazivao na prekid sedimentacije. Petrografski nalazi (LUC-1.1 i LUC-1.2; dominantno juvenilne krhotine stakla, biotit, plagioklas) potvrđuju terensku pretpostavku o kratkotrajnom taloženju istog materijala i razlikuju se tek po stupnju alteracije i granulaciji. Stoga se pretpostavlja da oba horizonta pripadaju istoj eruptivnoj epizodi, ali s mogućim razlikama u mehanizmu taloženja.

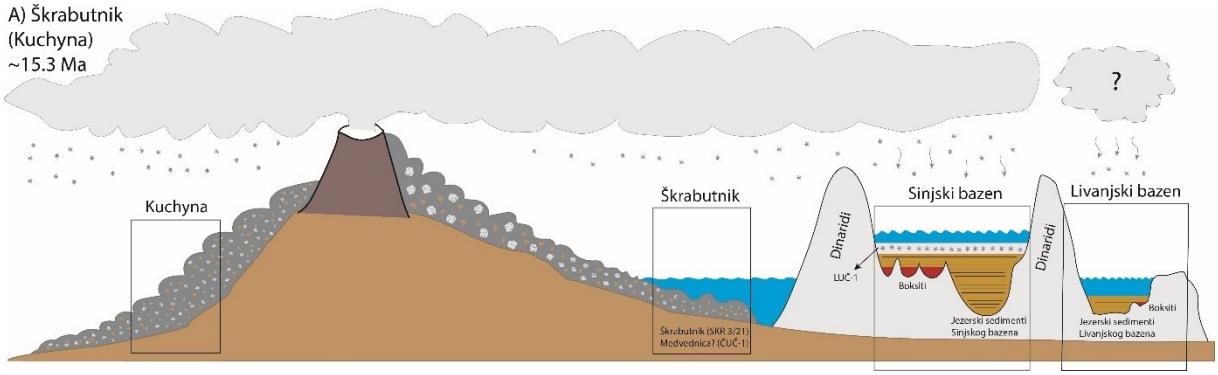
Donji sloj interpretira se kao primarna piroklastična naslaga taložena iz vulkanskog oblaka, dok bi gornji sloj mogao predstavljati pretaloženi materijal, redistribuiran tijekom ili neposredno nakon taloženja. U okviru ovog istraživanja, s obzirom na tefrostratigrafsku usmjerenost, nisu provedene dodatne analize vezane uz interpretaciju mehanizama taloženja preuzete su prethodne interpretacije iz dostupne literature.

Kuchyňa, Slovačka

Četvrti lokalitet, Kuchyňa u Slovačkoj, na kojem su rađene dodatne geokemijske i geokronološke analize nije terenski obrađivan, već su uzorci dobiveni od suradnika. Vulkanoklastit je taložen u kopnenom okolišu i procijenjena je debljina od 97 cm s mogućnošću i veće debljine s obzirom na to da su krovinske naslage recentni slojevi tla i konglomerati deluvija (Rybár i sur., 2019). Na lokalitetu je zabilježeno najmanje osam horizonata paralelnih diskontinuiteta između kojih nema slojeva drugih sedimenata, debljine pojedinih slojeva su od 5 do 20 cm. Najdonji interval je graduiran, od krupnoznatog do srednjezrnatog vulkanoklastita, zatim slijedi horizont bogat fosilima lišća kopnenih biljaka na kojem slijedi interval s

akrecijskim lapilima do 16 mm dimenzija. Iznad slijedi masivni sitnozrnatiji horizont koji završava s nevulkanskim materijal, odnosno vidljivo je miješanje materijala s šljunkom i biljnim ostatcima. Taloženje ovog vulkanoklastita interpretirano je kao taloženje iz piroklastičnog oblaka padom iz zraka ili piroklastičnog toka u kopneni okoliš, dok je miješanje s detritalnim materijalom u gornjim horizontima interpretirano izmjenama nakon taloženja u završnoj fazi sedimentacije (Rybár i sur., 2019).

Do sada opisani lokaliteti (Škrabutnik, Čučerje, Lučani i Kuchyňa) nastali su u trima različitim sedimentacijskim okolišima — marinskom, jezerskom i kopnenom. Iako točno eruptivno izvorište još nije poznato, prikazani su taložni uvjeti koji odražavaju okoliš taloženja samog vulkanoklastičnog materijala (Slika 151). Lokaliteti su međusobno udaljeni više od 100 km te predstavljaju dobar poligon za njihovu usporedbu, korelaciju i detaljnu tefrostratigrafsku analizu. Unatoč razlikama u sedimentacijskim uvjetima, svi analizirani lokaliteti pokazuju istu osnovnu sliku: dominantna juvenilna komponenta, prisutnost istog skupa magmatskih minerala, ujednačen modalni sastav teške frakcije te preklapajući geokemijski sastav vulkanskog stakla upućuju na to da su vulkanoklastiti nastali iz jednog ili više eruptivnih pulseva koji su potjecali iz istog magmatskog sustava. Razlike među lokalitetima stoga proizlaze prvenstveno iz karaktera sedimentacijskog okoliša (more – jezero – kopno) i stupnja postsedimentacijske izmjene, a ne iz različitih vulkanskih izvora.



Slika 151. Predloženi model taložnih okoliša Škrabutnik erupcije, koji prikazuje taloženje vulkanoklastita u različitim sedimentacijskim uvjetima (marinski – jezerski – kopneni). Lokalitet Čučerje prikazan je unutar marinskog okoliša, uz mogućnost sekundarnog taloženja. Na modelu je prikazan i Livanjski bazen, u kojem do sada nisu pronađene naslage ove starosti, ali se razmatra mogućnost donosa vulkanskog materijala iz zraka, kao što je zabilježeno u Sinjskom bazenu.

5.3.1.2. Starost srednjomiocenske erupcije Škrabutnik u regionalnom kontekstu

Dobiveni podatci visokoprecizne U–Pb geokronologije na cirkonu potvrđuju da su uzorci SKR 3/21-H, CUC-1d, LUC 1.2 i KUC starosno korelativni te predstavljaju jedan erupcijski događaj starosti 15,3 milijuna godina, nazvan erupcija Škrabutnik. Ovi su rezultati usporedivi s ranije dobivenima na lokalitetu ŠKR 12 u neposrednoj blizini uzorka SKR 3/21-H (Brlek i sur., 2020).

Iako su terenska opažanja sugerirala mogućnost da se radi o dvama odvojenim vulkanoklastitima, novi rezultati potvrđuju da oba profila predstavljaju isti vulkanoklastični horizont koji se ponavlja na terenu.

Na uzorku ŠKR 12 Brlek i sur. (2020) proveli su usporednu geokronološku analizu — visokoprecizno U–Pb datiranje cirkona i $^{40}Ar/^{39}Ar$ datiranje sanidina. Obje metode dale su jednaku starost, čime je potvrđeno da U–Pb starost cirkona pouzdano odražava vrijeme erupcije. Budući da sanidin kristalizira tijekom samog eruptivnog događaja, a cirkoni mogu kristalizirati ranije u dugotrajnijem magmatskom ognjištu, njihovo podudaranje pokazuje da su analizirani cirkoni kristalizirali neposredno prije ili tijekom erupcije.

Na širem području regije zabilježene su pojave vulkanoklastita koji starosno odgovaraju dobivenim podatcima iz ovog istraživanja. U sedimentima koji pripadaju srednjomiocenskim molasnim sedimentima nastalima tijekom zadnjeg ciklusa klastične sedimentacije u evoluciji Sjevernoalpskog predgorskog bazena, pronađeno je više horizonata vulkanoklastičnih naslaga. Na području Njemačke, u naslagama lignita, pronađen je kaolinitni horizont od nekoliko centimetara - Ponholz, u kojem su pronađeni sanidin, biotit i magmatski kvarc s euhedralnim cirkonima, zbog čega mu se pripisuje riolitni protolit. Korištenjem U-Pb ID-TIMS metode datiranja na pojedinačnim cirkonima dobivena je starost $^{206}Pb/^{238}Pb$ između 15,51 i 15,31 milijuna godina, interpretirana kao starost dulje kristalizacije u ognjištu. Kako nije bilo moguće izračunati srednju vrijednost, uzeta je najmlađa starost horizonta, 15,32 ± 0,02 milijuna godina (Rocholl i sur., 2018). Ova starost je korelativna s dobivenim vrijednostima za erupciju Škrabutnik. Osim lokaliteta Ponholz, poznat je i uzorak Krumbad, kojemu je određena starost od 15,120 ± 0,083 milijuna godina na tri analizirana cirkona (Rocholl i sur., 2018). Na uzorku s lokaliteta Krumbad ranije je određivana i $^{40}Ar/^{39}Ar$ starost na vulkanskom staklu, koja je iznosila 15,62 ± 0,37 milijuna godina (Aziz i sur., 2008). Zbog neujednačenosti rezultata i analitičke nesigurnosti, ovaj horizont je ostavljen kao potencijalno korelativan s više horizonata, uključujući i erupciju Škrabutnik.

U Švicarskoj su unutar molase pronađeni horizonti bentonita, među kojima su četiri horizonta u sedimentima Hörnl aluvijalne lepeze i jedan u sedimentima Napf aluvijalne lepeze (Strasky i sur., 2018). Najstariji bentoniti su Urdorf (Hörnl) i Wolhusen (Napf), koji su datirani U-Pb metodom na 15,37 ± 0,01 milijuna godina za Wolhusen (Napf) i 15,31 ± 10,05 milijuna godina za Urdorf (Hörn) (Strasky i sur., 2018). Na temelju starosti cirkona, ovi horizonti su korelativni s dobivenim podatcima dobivenima za erupciju Škrabutnik na četiri lokaliteta. Za ove uzorke ne postoje podatci o geokemiji stakla, niti je bilo moguće dobiti podatke zbog alteriranosti uzoraka.

U Štajerskom bazenu također je opisano više horizonata vulkanoklastita, a metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na biotitu dobivena je starost od 15,22 ± 0,17 milijuna godina za tuf Hörmsdorf, što ga čini potencijalno korelativnim s analiziranim uzorcima u sklopu ovog rada (Handler i sur., 2006). Potencijalno korelativni lokalitet vulkanoklastita zabilježen je i dubokomarinskoj sukcesiji na lokalitetu La Vedova (Italija), gdje je zabilježena i detaljno paleontološki, astrokronološki i geokronološki obrađena sukcesija. Najstariji zabilježen horizont je VED-X s debljinom od 5 do 10 cm. Najstariji vulkanoklastiti u sukcesiji datiran je korištenjem visokopreciznom U-Pb geokronologijom te je dobivena prosječna starost od 15,319 ± 0,0076/0,0095/0,0019 milijuna godina i starost najmlađeg cirkona od 15,319 ± 0,022/0,022/0,026 milijuna godina, što ga čini u potpunosti korelativnim s analiziranim uzorcima erupcije Škrabutnik (Wotzlaw, 2013).

Osim lokaliteta Lučani u Sinjskom bazenu, koji je korelativan s ostalim uzorcima i pripada erupciji Škrabutnik, potencijalno korelativni lokalitet nalazi se na području Gacko bazena, koji pripada jednom do jezera Dinaridskog jezerskog sustava. Bazen Gacko predstavlja sedimentacijski prostor s oko 360 m debelim naslagama koje započinju konglomeratima i nastavljaju močvarnim ugljenima koji prelaze u jezerske naslage i onda ponovno u močvarne ugljene (Mandic i sur., 2011). Na vrhu jezerskih lapora nalazi se sloj vulkanoklastita debljine oko 1 m, datiranog metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na feldspatu, s dobivenom starošću od 15,31 ± 0,03 milijuna godina (Mandic i sur., 2011).

Na području Medvednice je, osim obrađivanog lokaliteta Čučerje, zabilježen vulkanoklastični horizont Laz debljine od 1 do 4 cm u jezerskim/brakičnim naslagama (Marković i sur., 2021). Uzorak s lokaliteta Laz datiran je metodom $^{40}Ar/^{39}Ar$ na vulkanskom staklu, i dobivena je starost od 15,40 ± 0,03 milijuna godina (Marković i sur, 2021), te ga je moguće korelirati s Škrabutnik erupcijom.

Na temelju do sada dostupnih podataka, vidljivo je da vulkanoklastiti starosno korelativni s erupcijom Škrabutnik mogu biti prisutni na udaljenostima većim od 600 km, što upućuje na potencijalnu snagu same erupcije i značaj horizonta kao reprezentativnog u širem regionalnom kontekstu. Međutim, detaljna korelacija predstavlja metodološki izazov, osobito zbog neujednačenosti u analitičkim rezultatima, što otežava preciznu interpretaciju i daljnju tefrostratigrafiju. Alteracija dijelova naslaga i nemogućnost preciznog određivanja debljine horizonta također predstavljaju poteškoće. Razlike u karakteristikama vulkanoklastičnih naslaga taloženih u različitim okolišima dodatno kompliciraju korelaciju. Na primjer, naslage u Njemačkoj često formiraju leće debljine od 0,3 do 3 m, pa čak i do 8 m, u kojima su prisutni brojni detritalni minerali, što sugerira proces pretaloživanja. S druge strane, naslage u

Švicarskoj dominiraju manjim horizontima tanjim od 15 cm, s minimalnim udjelom detritalnih minerala, te se u njima ne nalaze sačuvane svježe krhotine vulkanskog stakla (Rocholl i sur., 2018). Slične razlike u debljini i karakteristike vulkanoklastičnih slojeva zabilježene su na lokalitetima Čučerje i Laz s Medvednice, koji, iako potencijalno korelativni u pogledu starosti, značajno odstupaju u pogledu debljine slojeva i uvjeta taloženja. Isto tako, horizonti u bazenu Gacko, debljine 1 m, razlikuju se od onih u Sinjskom bazenu, kao što je primjerice lokalitet Lučani, gdje je debljina horizonta samo 50 cm. Najveći i najsigurniji horizont erupcije Škrabutnik zabilježen je na lokalitetu Škrabutnik s debljinom do 2,5 m. U njemu su pronađeni plovućci dimenzija oko 1,5 mm. Slično tome, na lokalitetu Kuchyna u Slovačkoj, zabilježen je horizont debljine minimalno 1 m, dok su horizonti unutar tog sloja debljine 5 do 20 cm. U jednom horizontu su zabilježeni akrecijski lapili promjera od 3 do 6 mm, s povremenim duljinama i do 16 mm (Rybár i sur., 2019). Plovućci na tom lokalitetu imaju dimenzije od 0,25 mm do 2 mm (Rybar i sur., 2019). Sličnost između dimenzija plovućaca i debljine horizonta na lokalitetima Kuchyna i Škrabutnik upućuju na mogućnost da je izvorište vulkanske aktivnosti bilo približno isto udaljeno od ova dva lokaliteta (Slika 151).

5.3.1.3. Geokemijska korelacija i tefrostratigrafija srednjomiocenske erupcije Škrabutnik

Podatci visokoprecizne CA-ID-TIMS geokronologije cirkona prikupljeni ovim istraživanjem sugeriraju da su analizirani uzorci s lokaliteta Škrabutnik, Čučerje, Lučani i Kuchyňa nastali iz jedne erupcije te da se mogu međusobno korelirati. Uzorci su međusobno korelativni i na temelju geokemije na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla za uzorke s lokaliteta Škrabutnik, Čučerje i Kuchyňa, dok analize dobivene na lokalitetu Lučani nisu uzete u obzir zbog nesigurnosti podataka koji su rezultat intenzivne alteriranosti stakla. Uzorke dodatno povezuje i međusobna korelativnost geokemije na mineralu cirkonu te dobivene vrijednosti izotopa na cirkonima.

Prema cjelostijenskim analizama i položaju uzoraka u TAS dijagramu, svi analizirani uzorci klasificirani su kao riolitni vulkanoklastiti, osim uzorka SKR 3/21-H koji je klasificiran kao dacit. Međutim, kemijski sastav očuvanih vulkanskih stakala u ovim uzorcima ukazuje na riolitni sastav magme. Ova razlika između cjelostijenskog i staklastog sastava može se objasniti kombinacijom nekoliko procesa (Fisher i Schmicke, 1984):

- Prisutnost nevulkanskih detritalnih komponenti, poput karbonata i silikatnih klastičnih zrna, osobito u pretaloženim slojevima, utječe na ukupni kemijski sastav

- Posttaložna alteracija dovodi do obogaćenja u Ca, Fe i Mg (npr. zamjena stakla glinovitim mineralima, karbonatima ili Fe-oksidima), dok istovremeno može smanjiti sadržaj alkalnih elemenata (osobito K_2O).
- Prisutnost primarnih minerala, osobito amfibola, koji su opaženi u nekim uzorcima, dodatno pridonosi snižavanju udjela SiO_2 i K_2O, čime se cjelostijenski sastav razlikuje od sastava taljevine.

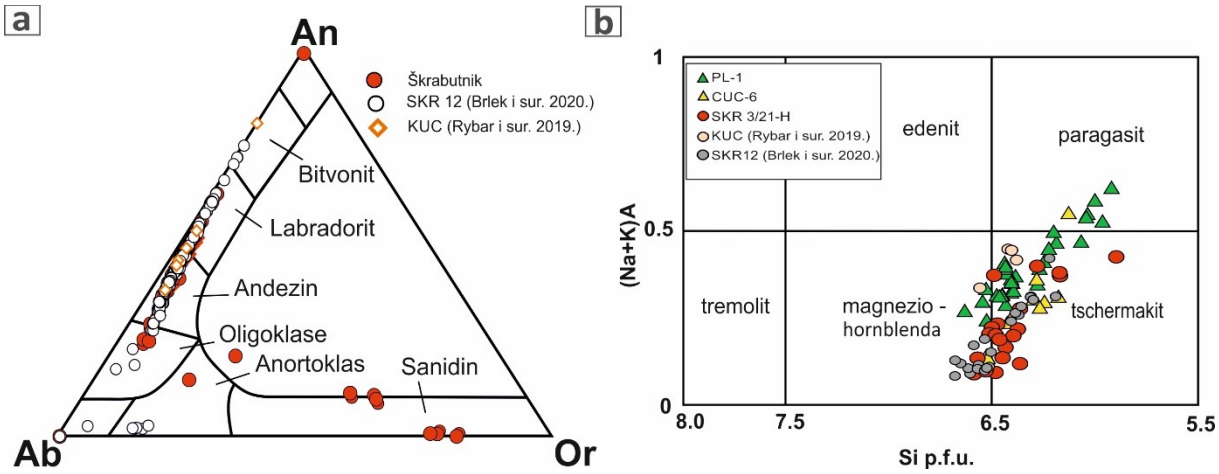
S obzirom na navedene faktore, u ovom istraživanju za pouzdanu interpretaciju sastava magme u izvorištu korišteni su rezultati kemijskih analiza vulkanskog stakla, koje predstavlja juvenilnu komponentu taljevine. Vulkansko staklo odražava najvjerodostojniji kemijski sastav izvorne magme prije erupcije, osobito kod distalnih i dijelom alteriranih naslaga (Lowe, 2011).

Svi analizirani uzorci s lokaliteta Škrabutnik, Čučerje, Kuchyna i Lučcani predstavljaju riolitne taljevine, a u njima se uočava pojava dviju skupina na temelju udjela CaO, s graničnom vrijednošću od 0,95 mas.%. Skupina uzoraka s višim udjelima CaO pokazuje i viši udio FeO_t te niži udio K_2O. Sličan trend uočen je i kod starije erupcije Kalnik, te je, uz ostale podatke o elementima u tragovima, interpretiran kao moguća posljedica postojanja dvaju zasebnih leća unutar magmatskog ognjišta prije erupcije. Analizirane krhotine vulkanskog stakla ovih uzoraka sadrže i geokemijske vrijednosti, elemenata u tragovima, koje odgovaraju vrijednostima između dvije skupina što ukazuje na petrogenetski drugačije uvjete nastanka, odnosno potencijalno miješanje dviju leća taljevina tijekom same erupcije.

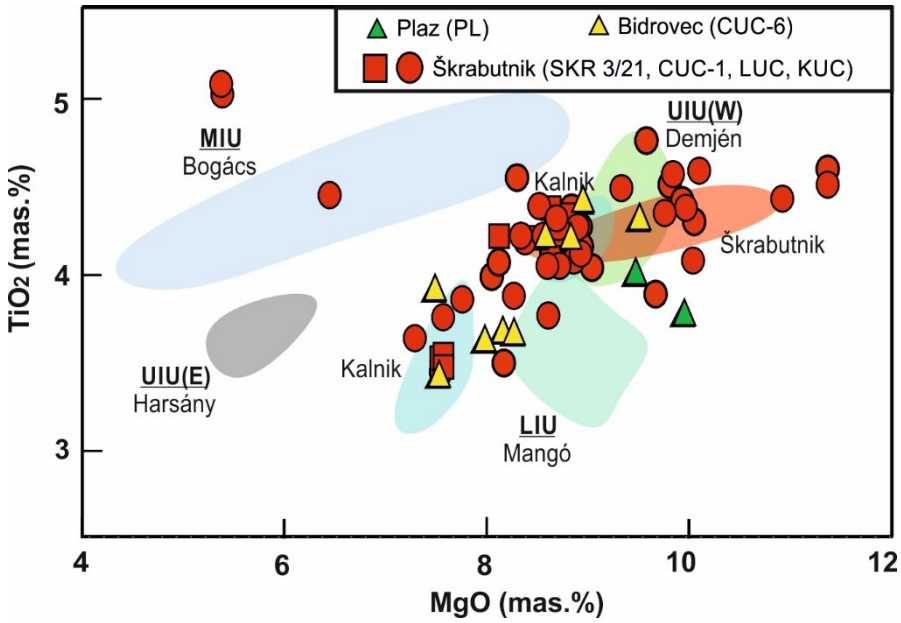
Kod uzoraka s lokaliteta Čučerje primijećene su dodatne razlike u udjelu K_2O, koji je znatno niži nego kod uzoraka sa Škrabutnika, Kuchyňe i Lučana, uz istovremeno viši udio SiO_2. Ova odstupanja mogu se tumačiti kao posljedica alteracijskih i dijagenetskih procesa koji su djelovali na vulkansko staklo tijekom postdepozicijskog razdoblja. Mineralna geokemija feldspata svih uzoraka sa Škrabutnika, Kuchyňe, Lučana i Medvednice pokazala je sličan sastav, a uspoređujući sve uzorke zajedno (pod nazivom Škrabutnik na grafovima) sa literaturnim podatcima ranije zabilježenog vulaknoklastičnog horizonta ŠKR 12 (Brlek i sur., 2020.) i KUC (Rybar i sur., 2019.), može se potvrditi međusobna korelacija i na temelju geokemije minerala, s jedinom razlikom gdje je u uzorku SKR 3/21-H određeno četiri sanidina (Slika 152a).

Geokemijske analize minerala napravljene su samo na amfibolima iz uzorka s lokaliteta s Požeške gore (SKR 3/21-H), pa su uspoređene s literaturnim podatcima s lokaliteta Kuchyňe (KUC) (Rybár i sur., 2019). Amfiboli pokazuju jednak sastav, odnosno to su kalcijski amfiboli koji se na temelju klasifikacije po Leake i sur. (1997.) i Deer i sur.(2013.) na granici između tschermakita i magnezio-hornblende. Uspoređeni su i podatci s lokaliteta SKR 12 s Požeške

gore (Brlek i sur., 2020) koji se isto u potpunosti poklapaju s podatcima s lokaliteta SKR 3/21-H i KUC. (Slika 152b). Geokemija biotita iz uzoraka SKR 3/21 pokazala je ujednačen sastav iz svih horizonata, te sličnost s uzorcima LUC 1.1 i LUC 1.2, te iako s manjima razlikama sličnost s uzorcima s lokaliteta CUC-1, i podudarnost sa samo dva analizirana biotita iz uzorka KUC. Osim međusobne sličnosti, geokemijski se biotiti djelomično podudaraju s biotitima s lokaliteta SKR 12, te se najveći broj analiziranih biotita preklapa s biotitima donjomiocenske erupcije Kalnik (Brlek i sur., 2020.,Slika 153).



Slika 152. A) Anortit – Ortoklas – Albit klasifikacijski dijagram za feldspate uzoraka Škrabutnik erupcije (SKR 3/21, CUC-1d, KUC i LUC 1.1.) uspoređenih s literaturnim podatcima SKR 12 (Brlek i sur., 2020) i KUC (Rybar i sur., 2019); B) Dijagram klasifikacije amfibola prema Deer i sur. (2013) s prikazom uzoraka s lokaliteta Požeške gore (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-6, PL-1) u usporedbi s amfibolima iz uzoraka SKR 12(Brlek i sur., 2020) i KUC(Rybár i sur., 2019).



Slika 153 Varijacije u sastavu biotita iz vulkanoklastičnih naslaga s Medvednice (Plaz i Bidrovec) te culkanoklastita Škrabutnik erupcije (SKR 3/21, CUC-1, LUD, KUC), uz prikaz prethodno objavljenih sastava iz BVF vulkanoklastičnih naslaga i biotita iz Kalnik i Škrabutnik erupcije (SKR 12) (zasjenjena polja) (podatci prema Harangi i sur., 2005; Brlek i sur., 2020).

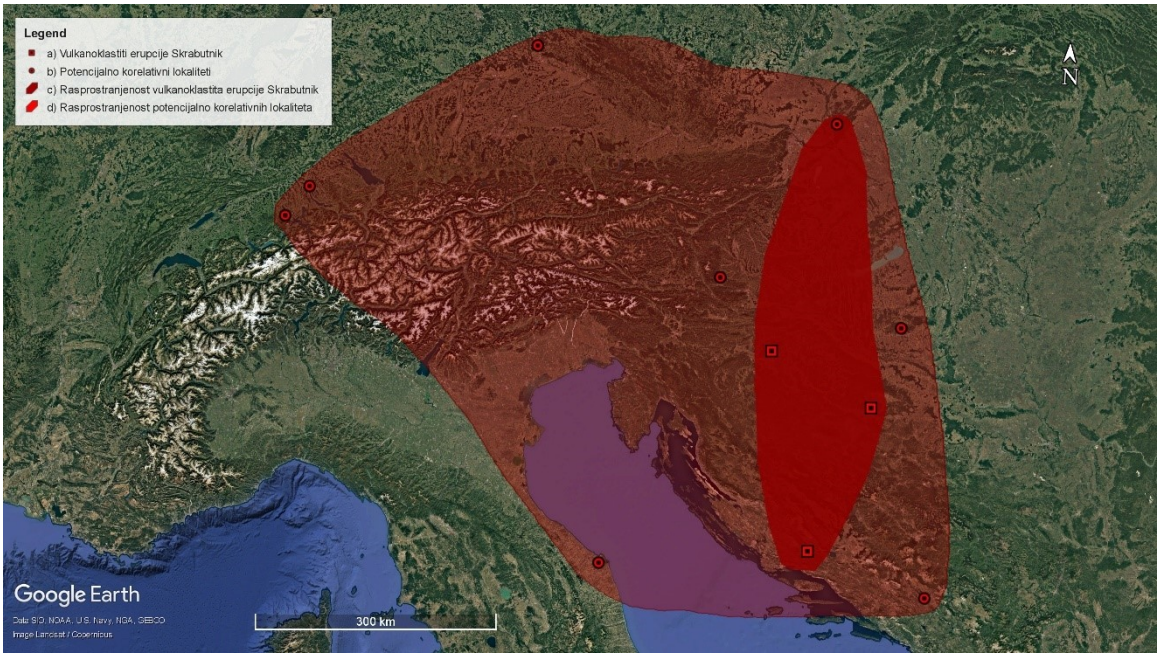
Uspoređujući podatke o elementima u tragovima u staklu uzoraka sa Škrabutnika, Čučerja i Kuchyňe, moguće ih je korelirati i povezati s istom vulkanskom erupcijom.

Geokemijski trendovi elemenata u tragovima odgovaraju onima poznatima iz Karpatsko–Panonske regije (Harangi i sur., 2015; Hencz i sur., 2023).

Kombinacijom geokronoloških podataka, kemizma vulkanskog stakla te mineralnog sastava i kemije pojedinih minerala, zaključuje se da svi analizirani uzorci potječu iz istog vulkanskog izvorišta. Iako ono nije poznato, a proksimalne naslage ovog sastava dosad nisu identificirane u Karpatsko–Panonskoj regiji, nije moguće sa sigurnošću odrediti koji lokalitet predstavlja najbližu lokaciju izvoru. Ipak, izdanak na lokalitetu Škrabutnik, koji sadrži sloj debljine 2,5 m primarnog vulkanoklastita i veće fragmente plovućca, može se interpretirati kao relativno proksimalniji u odnosu na ostale.

U široj regiji zabilježeni su tanji vulkanoklastični horizonti slične starosti u Alpama, Štajerskom te Gackom bazenu, no kod tih uzoraka nedostaju podatci o kemizmu stakla jer se većinom radi o alteriranim bentonitiziranim tufovima, što otežava njihovu korelaciju s ovdje analiziranim naslagama.

Lokaliteti s vulkanoklastičnim naslagama povezanima sa Škrabutnik erupcijom međusobno su udaljeni do 400 km, s time da se ne može odrediti potencijalna lokacija izvorišta vulkanizma. No, i u slučaju da se uzme u obzir da se izvorište nalazi između dva najudaljenija lokaliteta udaljenosti od izvorišta su najviše 200 km. Ako se uzmu u obzir i lokaliteti s potencijalno korelativnim naslagama, udaljenosti od izvorišta bi mogle biti veće od 500 km (Slika 154). Erupcije s raspršenjem vulkanskog materijala na udaljenostima između 200 i 500 km od izvora obično odgovaraju eksplozivnim događajima s VEI vrijednostima od 4 do 7, što je potvrđeno analizama značajnih povijesnih i geoloških erupcija poput Tambore (VEI 7), Samalasa (VEI 7) i Nabroa (VEI 4) (Fisher i Schmincke, 1984; Newhall i Self, 1982).



Slika 154. Prikaz rasprostranjenosti vulkanoklastičnih naslaga erupcije Škrabutnik i potencijalnih korelativnih lokaliteta u srednjem miocenu. Tamnocrvenim poligonom prikazana je aproksimativna prostorna distribucija potvrđenih vulkanoklastičnih naslaga erupcije Škrabutnik (c), dok svjetlocrveni poligon označava šire područje u kojem su smješteni potencijalni korelativni lokaliteti (d) mjesta na kojima se na temelju stratigrafskih, geokronoloških i/ili geokemijskih obilježja pretpostavlja prisutnost naslaga povezivih s ovom erupcijom. Kvadratićima (a) su označeni lokaliteti s potvrđenim vulkanoklastičnim materijalom erupcije Škrabutnik, a kružićima (b) lokaliteti na kojima je detektiran potencijalni korelativni materijal. Prostorna analiza upućuje na široku rasprostranjenost erupcijskog materijala, od jugozapadnog dijela Panonskog bazena do Dinarida, s mogućim doprinosom i udaljenijim taložnim sredinama.

5.3.2. Taložni okoliš i tefrostratigrafija ≈ 14,9 i 14,8 milijuna godina starih erupcija (erupcije Demjén i Bidrovec)

Nova sedimentološka, petrološka i geokemijska karakterizacija vulkanoklastičnih naslaga Medvednice, koje su interkalirane sa sedimentima Sjeverno hrvatskog bazena -SHB-a (Avanić, 1997; Marković i sur., 2021), omogućila je detaljno određivanje tipa vulkanoklastita (npr. primarni u odnosu na sekundarne), kao i procjenu okolišnih uvjeta i mehanizama njihova taloženja. Diskusija i interpretacija rezultata za područje Medvednica (lokaliteti Plaz i Bidrovec) iz poglavlja 4.2.1. (potpoglavlje 4.2.1.3), 4.2.2. (potpoglavlje 4.2.2.3.), 4.2.3. (potpoglavlje 4.2.3.2), 4.2.4 (potpoglavlje 4.2.4.2., 4.2.4.3., 4.2.4.4.), 4.2.5. (potpoglavlje 4.2.5.1.; 4.2.5.2.) objavljene su u radu Trinajstić i sur. (2023), a u ovom poglavlju su prikazane u skladu s tim radom.

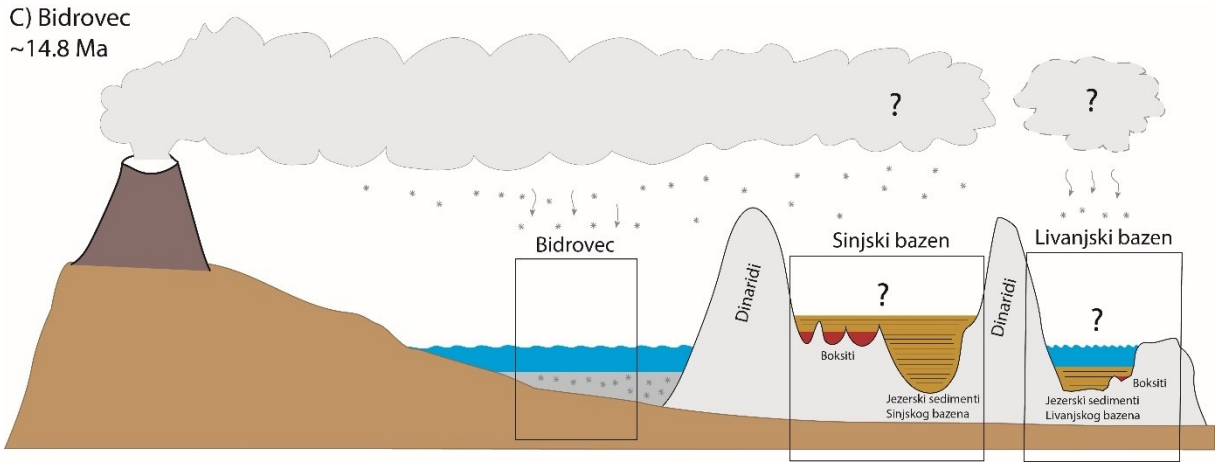
Visokoprecizne U–Pb starosti cirkona iz uzoraka vulkanoklastičnih horizonata Bidrovec i Plaz omogućuju vremensku korelaciju s regionalno rasprostranjenim srednjomiocenskim vulkanoklastičnim slojevima te pružaju temelj za uspostavu regionalnih tefrostratigrafskih modela. Procjenjuje se mogućnost korelacije kiselih vulkanoklastičnih horizonata Medvednice s vulkanoklastičnim horizontima u regiji i potencijalnim eruptivnim izvorištem korištenjem geokemije i mineralogije (npr. Harangi i sur., 2005). U tom kontekstu geokemija vulkanskog

stakla predstavlja nezamjenjiv i snažan korelacijski alat (Lowe, 2011; Schindlbeck i sur., 2016; Lowe i sur., 2017; Albert i sur., 2019; Pearce i sur., 2020; Kutterolf i sur., 2021).

5.3.2.1. Taložni okoliš srednjomiocenskih erupcija Demjén i Bidrovec područja Medvednice

Lokalitet Bidrovec

Stup Bidrovec čini sekvenca lapora interkaliranih s vulkanoklastičnim horizontom (Slika 74) Petrografska analiza lapora i pripadajućeg vulkanoklastičnog sloja ukazuje na taloženje u marinskom okolišu (Trinajstić i sur., 2023). Vulkanoklastični horizont sadrži prepoznatljivu prisutnost morskih fosila, uključujući nanoplankton, foraminifere, ostrakode i pteropode (Trinajstić i sur., 2023). Mehanizmi taloženja vulkanoklastičnog materijala u takvom okolišu mogu uključivati izravno taloženje iz atmosfere (engl. *fallout*), gravitacijske tokove te preradu podmorskih vulkanoklastičnih naslaga (Carey i Schneider, 2011). Budući da vulkanoklastični horizonti predstavljaju važne pokazatelje erupcijskih događaja i omogućuju određivanje brzine sedimentacije u marinskim okolišima, ključno je utvrditi njihovu primarnu ili sekundarnu prirodu (Freundt i sur., 2023). Korištenjem kriterija koje su predložili Freundt i sur. (2023), analizirana je priroda sloja CUC-6. Dominacija juvenilnih čestica (vulkansko staklo i magmatski fragmenti), uz udio nejuvenilnih komponenti manji od 0,4 %, prikazana u poglavlju 4.2.2.3 i na slici 94, kao i prisutnost uglatih, vezikulama bogatih krhotina stakla, ukazuju na vulkanoklastični materijal taložen iz zraka i/ili taložen gravitacijskim tokom. Također, opaženo je unimodalno, dobro sortiranje, što je karakteristično za direktno taloženje iz zraka. Geokemijska obilježja krhotina vulkanskog stakla pokazuje vrlo homogeni geokemijski sastav, pri čemu standardna devijacija glavnih elemenata iznosi manje od 0,5 mas. % (Tablica 29). Homogenost sastava glavnih i elemenata u tragovima dodatno ukazuje na izvor svih juvenilnih čestica iz jedne erupcije. Stoga se sloj CUC-6 tumači kao rezultat primarnog taloženja, ili eventualno kao sekundarne naslage, formirane preradom materijala iz jednog izvornog horizonta (Freundt i sur., 2023). Zbog loše očuvanosti profila Bidrovec nije moguće precizno utvrditi debljinu sloja CUC-6, no odsutnost slojevitosti i vrlo mali udio nevulkanskog materijala dodatno potvrđuju da se radi o naslagama nastalim tijekom jednog eruptivnog događaja. Zaključno, na temelju homogenog mineraloškog i geokemijskog sastava, prevladavanja juvenilnih čestica, morfoloških obilježja karakterističnih za gravitacijsko taloženje i odsustva detritalnih primjesa, predlaže se da je vulkanoklastični horizont Bidrovec primarna naslaga taložena direktno iz zraka (Slika 155).

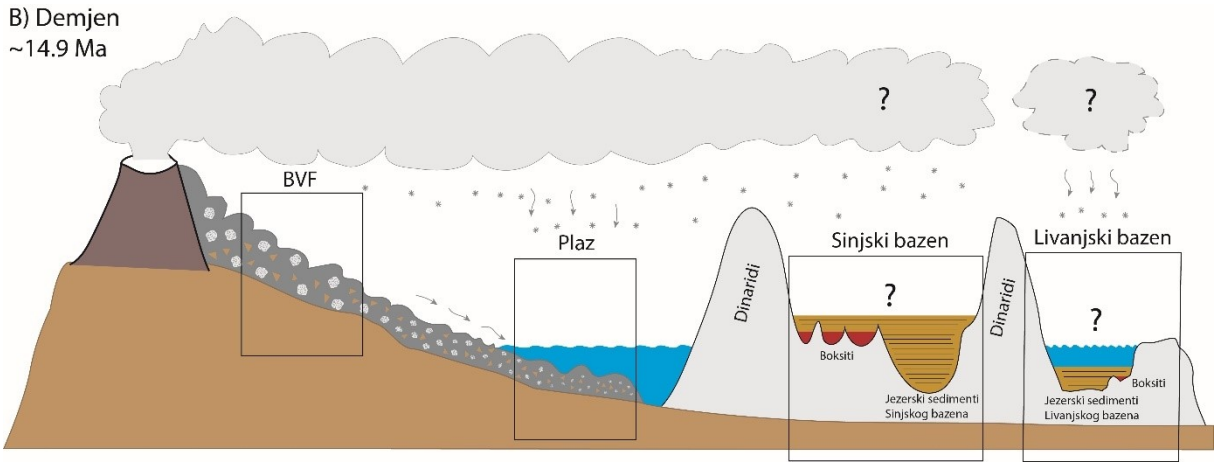


Slika 155. Mogući taložni model erupcije Bidrovec s prikazom potvrđenih naslaga na Medvednici (lokalitet Bidrovec) te potencijalnog distalnog područja u Livanjskom bazenu, gdje je u to vrijeme trajala jezerska sedimentacija, ali nije pronađen vulkanoklastični horizont odgovarajuće starosti.

Lokalitet Plaz

Lokalitet Plaz sadrži dobro izloženu sukcesiju s vulkanoklastičnim horizontom debljine 2 m (uzorci PL-1, PL-2 i PL-2a), koji leži iznad kalkarenita i ispod lapora. Kalkarenit (uzorak PL-0) potencijalno je cementiran silicijevim dioksidom i/ili karbonatom mobiliziranim iz vulkanskog pepela, što je moglo uzrokovati cementaciju do dubine od nekoliko centimetara (npr. Kutterolf i sur., 2008; 2016). Vulkanoklastični horizont započinje 20 cm debelim krupnozrnatim vulkanoklastitom s oštrim kontaktom prema podinskom sedimentu, nakon čega slijedi 40 cm debeli sitnozrnati vulkanoklastit. Interval završava istrošenim krupnozrnatim vulkanoklastitom debljine 140 cm, kao što je prikazanu na stupu (Slika 76). Krupnozrnati slojevi sadrže oko 10 % nejuvenilnih čestica, pretežno litoklasta sedimentnih stijena i fragmenata fosila (Slika 93). Morfologija staklastih čestica varira od zaobljenih do uglatih, a trošenje je uočeno na amfibolu i biotitu kao što je opisano u potpoglavlju 4.2.3.2.. Sortiranje je slabo izraženo, osobito u najgornjem sloju, što dodatno podupire mogućnost resedimentacije (npr. Freundt i sur., 2023). Geokemijska analiza staklastih čestica u donjem krupnozrnatom i gornjem sitnozrnatom tufitnom sloju pokazuje homogen sastav. Standardna devijacija glavnih elemenata manja je od 0,7 mas. % (Prilog 6), a homogenost kemijskog sastava glavnih i elemenata u tragovima između pojedinačnih krhotina ukazuje na porijeklo svih juvenilnih čestica iz jednog eruptivnog događaja. Takve karakteristike sugeriraju da se radi o primarnom vulkanoklastičnom horizontu ili, alternativno, o sekundarnom nastalom pretaloživanjem materijala iz jednog primarnog horizonta (Freundt i sur., 2023). Ujednačen mineraloški sastav, mala količina detritalnih primjesa iz okolnih lapora te prisutnost trošenja na juvenilnim staklastim česticama, koje ipak zadržavaju homogen kemijski sastav, sve zajedno ukazuju na to da 2 m debeli vulkanoklastični interval Plaz predstavlja primarni vulkanoklastični horizont

prema Freundt i sur. (2023), uz mogućnost brze remobilizacije vulkanoklastičnog materijala neposredno nakon njegovog ulaska u marinski okoliš (Slika 156).



Slika 156. Na modelu su prikazane potvrđene naslage ignimbrita Demjén unutar Bükkalja vulkanskog polja (BVF) te položaj lokaliteta Plaz na Medvednici, gdje su zabilježene marinske naslage s primarnim vulkanoklastičnim materijalom taloženim iz zraka i/ili gravitacijskim tokom. Prikazan je i Livanjski bazen, u kojem tijekom istog razdoblja prevladava jezerska sedimentacija, ali do sada nisu pronađene vulkanoklastične naslage ove starosti.

5.3.2.2. Starosti vulkanoklastičnih naslaga Plaz i Bidrovec u regionalnom kontekstu

Uvođenje visokoprecizne starosti za svaki od ovih stupova ključni je korak u omogućavanju uključivanja ovih vulkano-sedimentnih sukcesija u šire paleookolišne rekonstrukcije i tefrostratigrafske modele. Međutim, oba uzorka vulkanoklastita analizirana korištenjem CA-ID-TIMS U-Pb geokronologije imaju značajnu disperziju između pojedinačnih starosti cirkona, s preklapanjem između uzoraka u njihovom rasponu starosti i sastavu izotopa Hf kao što je prikazano u Tablici 38 i 40. Kao rezultat toga, tumačenje vremena erupcije iz spektra podataka prikupljenih na ovim cirkonima zahtijeva dodatno tumačenje, kao i procjenu potencijala dijeljenja genetskog odnosa s istom eruptivnom sekvencom. Prisutnost normalno diskordantnih starosti iz uzorka CUC-6 ukazuje na to da ti cirkoni vjerojatno imaju značajke ksenokristala u smislu ugradnje starije jezgre iz stijene domaćina ili anatektičkog izvora (Miller i sur., 2007). Iako su sve analize iz uzorka PL-1 bile podudarne, to može biti funkcija relativno nepreciznih starosti $^{207}Pb/^{235}U$ zbog niskog omjera Pb*/Pbc (Gaynor i sur., 2022). Stoga tumačimo da veliki raspon obaju spektra možda nije rezultat njihove magmatske evolucije, već do neke mjere rezultat nasljeđa starijih jezgri. Nadalje, preklapanje između pojedinačnih starosti i Hf geokemije cirkona između horizonata PL-1 i CUC-6 vjerojatno nije osobito geološki značajno, jer ovakvo preklapanje može biti rezultat naslijeđenih cirkona. Ovako bliske starosti nije nužno moguće razlučiti korištenjem Hf izotopa (Gaynor i sur., 2023). Kao rezultat toga, tumačimo da samo najmlađe populacije cirkona iz svakog uzorka vjerojatno odražavaju njihovo konačno razdoblje kristalizacije cirkona i ne stavljamo nužno nikakav naglasak na preklapanje između spektara kako bismo napravili genetsku interpretaciju između dva vulkanoklastita. Zbog

ograničenja CA-ID-TIMS metodologije, broj analiza za svaki uzorak može biti premali i prikriti pravu distribuciju starosti. Zbog preklapanja mlađih starosti u oba uzorka ova metoda interpretacije daje najbolju procjenu starosti svakog vulkanoklastičnog horizonta (Slika 128).

Tumačenjem najmlađe populacije starosti kao vremena vulkanskih erupcija za oba horizonta, najmlađa tri od sedam cirkona iz horizonta Bidrovec preklapaju se unutar nesigurnosti i daju ponderiranu srednju starost od 14,835 ± 0,012/0,012/0,020 milijuna godina (MSWD=0,037). Najmlađa tri od ukupno deset analiziranih cirkona iz horizonta Plaz međusobno se preklapaju unutar granica nesigurnosti i definiraju ponderiranu srednju starost od 14,937 ± 0,012 / 0,013 / 0,020 milijuna godina (MSWD = 0,85). Nesigurnost starosti izražena je u tri razine (2σ): (1) samo unutarnja analitička nesigurnost, (2) unutarnja nesigurnost u kombinaciji s nesigurnošću kalibracije standarda, i (3) ukupna nesigurnost koja dodatno uključuje nesigurnost konstante raspada izotopa ^{238}U. Tumačenje dva odvojena eruptivnih događaja za dva vulkanoklastična horizonta potkrijepljeno je geokemijskim obilježjima vulkanskog stakla, budući da postoje značajne razlike u geokemiji elemenata u tragovima dvaju horizonta. Ovo tumačenje ne diskvalificira da su dvije vulkanoklastične naslage dijelile zajedničko eruptivno izvorište, međutim, razlika u geokemiji vulkanskog stakla sugerira da je malo vjerojatno da su taložene kao rezultat jedne eruptivne faze.

Novodobivene interpretacije visokoprecizne geokronologije cirkona pomažu da se uspostavi potencijalna korelacija između široko rasprostranjenih srednjomiocenskih vulkanoklastičnih naslaga diljem regije. Visokoprecizna U-Pb geokronologija cirkona pokazuje da su dva horizonta vulkanoklastičnih naslaga rezultat odvojenih erupcija na ≈14,9 milijuna godina i ≈14,8 milijuna godina. Prethodno objavljeni $^{40}Ar/^{39}Ar$ podatci dobiveni na krhotinama vulkanskog stakla s lokaliteta Plaz (Marković i sur., 2021) dali su ponderiranu srednju starost od 14,81 ± 0,080 / 0,18 / 0,36 milijuna godina (analitička pogreška / potpuna vanjska pogreška na razini 1σ / ukupna nesigurnost na razini 2σ; n = 4/10). Ova se starost preklapa unutar granica nesigurnosti s novom $^{206}Pb/^{238}U$ starošću cirkona iz istog vulkanoklastičnog horizonta. Iako kristalizacija cirkona ne mora nužno biti istovremena s erupcijom, prethodna $^{40}Ar/^{39}Ar$ datiranja biotita i sanidina iz sličnih stijena u regiji pokazala su značajne razlike u starosti. Te razlike mogu biti uzrokovane pojavama poput viška argona, alteracije minerala i/ili gubitka ^{40}Ar, što sve može utjecati na točnost dobivenih rezultata (Brlek i sur., 2020; Karátson i sur., 2022; Marković i sur., 2021).

Istodobne srednjomiocenske vulkanoklastične naslage prisutne su diljem Alpsko-Mediteranske regije, uključujući Panonski bazen (Lukács i sur., 2018)Alpe (Rocholl i sur., 2018), Dinaride (de Leeuw i sur., 2011; de Leeuw i sur., 2012) i Apenine (Wotzlaw i sur.,

2014). Taloženje vulkanoklastičnih naslaga Bidrovec i Plaz otprilike je istodobno s eksplozivnom silicijskom erupcijom koja je proizvela ignimbrit Demjén, najizraženiji u vulkanskom polju Bükkalja (BVF, sjeverna Mađarska; Szakács i sur., 1998; Harangi i sur., 2005.; Lukács i sur., 2015., 2018., 2021., 2022.). Prethodna CA-ID-TIMS geokronologija cirkona ignimbrita Demjén dala je datacije između 15,119 ± 0,020 milijuna godina do 14,880 ± 0,014 milijuna godina (razmak u datacijama nije omogućio izračunavanje ponderirane srednje starosti; Lukács i sur., 2018). Nadalje, piroklastični tok Tibolddaróc i naslage nastale gravitacijskim taloženjem u BVF-u dale su LA-ICP-MS U-Pb ponderiranu srednju starost cirkona od 14,7 ± 0,2 milijuna godina (Lukács i sur., 2015; Lukács i sur., 2018), što se također čini istovremeno s Medvednica Plaz i Bidrovec horizontima, s obzirom na nesigurnost ove starosti. Usporedba ovih starosti s geokronologijom iz vulkanskih i vulkanoklastičnih horizonata izvan BVF-a pokazuje da bi ti horizonti mogli biti bolje regionalno korelativni. U srednjomiocenskoj molasi (Sjeverno-alpski predgorski bazen-NAFB), najmlađe tri datacije kristala cirkona koje su se preklapale unutar nesigurnosti definirala su ponderiranu srednju starost od 14,925 ± 0,012/0,019/0,025 milijuna godina za bentonit Laimeringov (Rocholl i sur., 2018). Također, tuf Hachelstuhl je dao ponderiranu srednju starost od 14,772 ± 0,032/0,035/0,038 milijuna godina, dok Zahling-2 tuf ima najmlađu dataciju cirkona od 14,78 ± 0,14 milijuna godina (Rocholl i sur., 2018). Lukács i sur. (2018.) korelirali su Laimeringov bentonit s Demjén ignimbritom i Zahling-2 i Hachelstuhl tuf s naslagama Tibolddaróc u sjevernoj Mađarskoj. Na sekciji La Vedova u Italiji (formacija Schlier), nekoliko srednjomiocenskih (uglavnom langijskim) slojeva tufa datirano je korištenjem CA-ID-TIMS U-Pb cirkon geokronologije i astrokronologije (npr. Wotzlaw i sur., 2014.). Sloj pepela VED-0 pokazao je starost od 14,884 milijuna godina izračunati prema orbitalnim ciklusima i ponderiranu srednju $^{206}U/^{238}Pb$ starost cirkona od 14,9025 ± 0,0073/0,009/0,018 milijuna godina (u korelaciji Lukács i sur., 2018. s Demjén ignimbritom), dok VED-1 tuf ima starost od 14,834 milijuna godina dobivenu prema orbitalnim ciklusima, i starost određenu na najmlađem cirkona od 14,936 ± 0,048/0,048/0,051 milijuna godina (ponderirana srednja starost $^{206}U/^{238}Pb$ nije navedena; Wotzlaw i sur., 2014.). Konačno, feldspati iz vulkanoklastičnog horizonta Mandek debljine 6 m iz DJS-Livanjskog bazena u Bosni i Hercegovini datirani su geokronologijom $^{40}Ar/^{39}Ar$ i dali su ponderiranu srednju starost od 14,68 ± 0,16 milijuna godina (de Leeuw i sur., 2011, 2012), čime se unutar nesigurnosti preklapa s vulkanoklastičnim slojem Medvednice „Bidrovec“ (CUC-6). Horizont Mandek također je nedavno povezan s vulkanoklastičnim naslagama Tibolddaróc BVF-a (Badurina i sur., 2021). Zbog disperzije unutar datacija u pojedinačnim uzorcima i relativne preciznosti dostupne kroz prethodne

starosti u cijeloj regiji, teško je čvrsto identificirati koji od ovih horizonata može ili ne mora biti izravno povezan sa svakim od vulkanoklastičnih horizonata s Medvednice. Međutim, ove datacije pokazuju da su postojala najmanje dva eruptivna događaja unutar regije između približno 14,8 i 14,9 milijuna godina, i vjerojatno je da su mnogi od ovih široko rasprostranjenih horizonata korelativni.

5.3.2.3.Geokemijska korelacija i tefrostratigrafija vulkanokalstičnih naslaga Plaz i Bidrovec

Visokoprecizna CA-ID-TIMS geokronologija cirkona pokazuje da su vulkanoklastične naslage Plaz i Bidrovec nastale iz dviju odvojenih erupcija i mogu biti u korelaciji s drugim vulkanoklastičnim horizontima u regiji. Stoga, kako bismo bolje odredili koji horizonti nisu samo istodobni nego i korelativni, dodatno smo procijenili odnose između ovih naslaga na temelju geokemije ignimbrita Demjén ignimbrita i piroklastičnog toka Tibolddaróc te ostalih vulkanoklastita BVF-a (npr. Lukács i sur., 2022.). Sastav glavnih elemenata vulkanskog stakala iz dva vulkanoklastična horizonta na Medvednici vrlo je sličan, stoga onemogućuje odvajanje ovih erupcijskih produkata, što odgovara opažanjima drugih rano i srednjomiocenskih vulkanoklastičnih naslaga BVF-a (Harangi i sur., 2005; Hencz i sur., 2023). Međutim, sastav elementa u tragovima u staklu analiziranih vulkanskih horizonata pokazuje veće i diskriminativnije varijacije, podupirući hipotezu o dvije odvojene erupcije. Usporedba sastava elementa u tragovima u staklu s potencijalnim korelativnim naslagama Tibolddaróc ograničena je zbog nedostatka dostupnih geokemijskih podataka o staklu. Međutim, raspoloživi sastavi plovućca/cijele stijene (Lukács i sur., 2018.) ukazuju na bitno različitu geokemiju između naslaga u cijeloj regiji. Oba vulkanoklastična horizonta s Medvednice imaju relativno smanjenje MREE u usporedbi sa HREE obrascima, što nije zabilježeno u jedinici Tibolddaróc. To je potkrijepljeno i razlikama u mineralogiji budući da amfibol nije prisutan u naslagama Tibolddaróc (Lukács i sur., 2018; Harangi i sur., 2005).

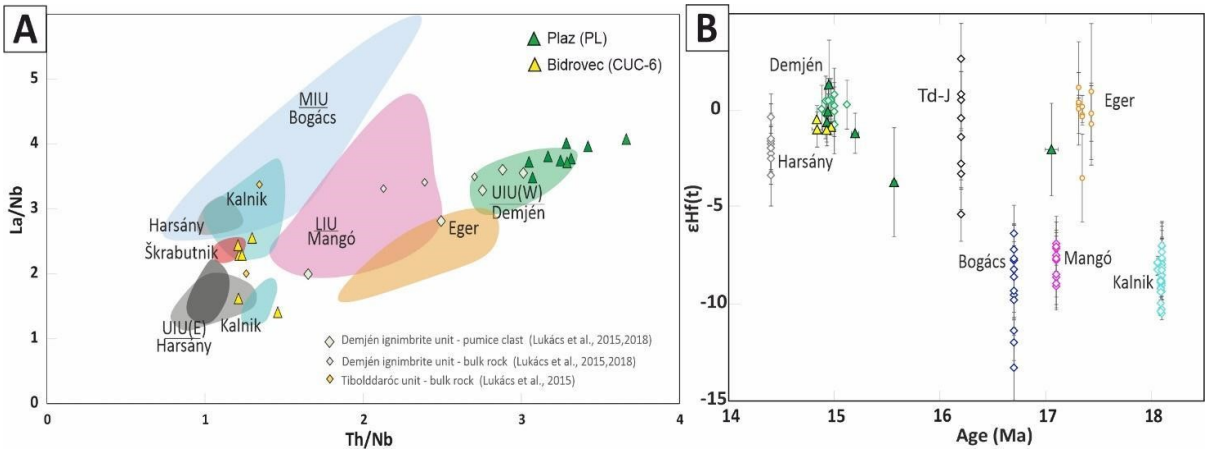
Hf izotopni sastav cirkona za oba horizonta (εHft prosjek za PL-1 = -1; za CUC= -0,8) sličan je cirkonima iz ignimbrita Demjén i vrijednostima iz starijeg ignimbrita Eger (Lukács i sur., 2018, Slika 156b). Dodatno, kao što su predložili Harangi i sur. (2005.), geokemija biotita (FeO-TiO_2) može se koristiti za razlikovanje produkata erupcije KPR-a. Dva svježa biotita iz vulkanoklastita Plaz djelomično se preklapaju sa sastavom ignimbritnih biotita Demjéna, dok Bidrovec pokazuje sličnosti sa sastavom biotita ranomiocenskih ≈18,1 milijuna godina ignimbrita Kalniki a također se djelomično preklapa sa sastavom biotita ignimbrita Demjéna (Slika 157). Prisutnost amfibola je zabilježena u oba dva uzorka, sa širokim kemijskih

varijacija, po klasifikacijama od magneziohornblende, tschermakita do paragasita (Deer i sur., 2013., Slika 150).

Ignimbrit Demjén pokazuje uzorak REE sličan vulkanoklastičnim naslagama Plaz i Bidrovec (Harangi i sur., 2005; Lukács i sur., 2015). Određeni omjeri elemenata u tragovima omogućuju daljnje razlikovanje dvaju vulkanoklastičnih horizonta s Medvednice i podupiru korelaciju horizonta Plaz s ignimbritom Demjéna, što su prethodno sugerirali Lukács i sur. (2018) na temelju starosti. Geokemijska obilježja krhotina stakla iz vulkanoklastičnog horizonta Plaz karakteriziraju visoki omjeri Th/Y (2,6–2,9), Zr/Nb (8,7–10,8), La/Nb (3,5–4,1) i Zr/Sm (40,3–65,9), koji se preklapaju s geokemijskim obilježjima krhotina stakla iz ignimbrita Demjén (Th/Y=2,0–2,7; Zr/Nb=9,1–12,5; La/Nb=3,0–3,8; Zr/Sm=42,9–52,1; Harangi i sur., 2005.). Nasuprot tome, ti su omjeri niži za krhotine stakla iz vulkanoklastičnog horizonta Bidrovec (Th/Y=1,0–1,1; Zr/Nb=4,8–5,7; La/Nb=1,4–2,5; Zr/Sm=18,3–25,9) i pokazuju da se ne može povezati s ignimbritom Demjén (Slika 157a). Iako su Lukács i sur. (2021) prethodno ukazali na dvije skupine blago različitih sastava elemenata u tragovima vulkanskog stakla iz ignimbrita Demjén, ti se podatci ne preklapaju s podatcima dobivenima na krhotinama stakla vulkanoklastita Bidrovec. Međutim, sličnost u mineralnom sastavu, kemiji minerala, uzorku REE vulkanskih stakala i Hf izotopskom sastavu cirkona mogla bi biti indikacija sličnog izvora za vulkanoklastite Plaz i Bidrovec. Budući da nema dostupnih geokemijskih ili izotopnih podataka iz drugih istodobnih i potencijalno korelativnih horizonata iz Alpa, Apenina i DJS-a, njihova korelativnost s Bidrovcem i drugim vulkanoklastičnim horizontima rasprostranjenim diljem KPR-a ne može se procijeniti.

Uspoređujući spektre starosti horizonta Plaz s ignimbritom Demjén, postoji razlika od 46 ± 26 tisuća godina između interpretirane starosti uzorka PL-1 i najmlađe datacije cirkona ignimbrita Demjén. Na temelju ove razlike ne možemo isključiti da su vulkanoklastični horizont Medvednice Plaz i ignimbrit Demjén možda nastali zasebnim erupcijama unutar vrlo uskog vremenskog okvira. Također je moguće da zbog potencijalno nedovoljnog uzorkovanja nisu obuhvaćene potpune populacije starosti unutar dugotrajnog spektra ignimbrita Demjén, pri čemu najmlađa populacija možda nije identificirana, te da su i horizont Plaz i Demjén iste starosti. Stoga, na temelju preklapanja geokemijskih obilježja glavnih elemenata i elemenata u tragovima vulkanskih stakala, izotopnog sastava cirkona i sličnog sastava minerala predlažemo da je vulkanklastični horizont Medvednice, Plaz taložene iz iste erupcije kao i ignimbrit Demjén. Ignimbrit Demjén predstavlja stratigrafski ključni sloj u Panonskom bazenu koji pokriva najmanje 30 000 km^2 prostor s debljinom od 25 do >150 m na određenim lokalitetima, te sadržava najmanje nekoliko 100 km^3 vulkanskog materijala (Lukács i sur., 2018). Točan

izvor erupcije Demjéna nije poznat, ali se provizorno tumači da se nalazi jugozapadno od BVF-a (Lukács i sur., 2015; Lukács i sur., 2018; Lukács i sur., 2022; Biró i sur., 2020). Iako su trenutačno odvojeni otprilike 350 km, planina Medvednica i BVF mogli su se nalaziti bliže jedan drugome tijekom formiranja ignimbrita Demjén i vulkanoklastičnog horizonta Plaz (Fodor i sur., 1999; Ustaszewski i sur., 2008; Balázs i sur., 2016; Kovác i sur., 2017).



Slika 157.(A) Dijagrami omjera elemenata La/Nb vs Th/Nb za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz vulkanoklastit a Bidrovec i Plaz uspoređeni s prethodno objavljenim sastavima stakla iz hrvatskih i BVF vulkanoklastičnih naslaga (osjenčana polja) (podatci Harangi i sur., 2005.; Lukács i sur., 2009., 2018.; Brlek i sur., 2020., 2023.). (B) Inicijalni ƐHf(t) cirkona iz uzoraka Bidrovec i Plaz iscrtan u odnosu na $^{206}Pb/^{238}U$ datacije pojedinačnih zrna cirkona (zeleni i žuti trokuti), s podatcima iz ove studije u usporedbi s objavljenim ƐHf(t) cirkona iz drugih miocenskih piroklastičnih stijena iz KPR-a (Lukács i sur., 2018). Preuzeto iz Trinajstić i sur. (2023).

5.3.3. Taložni okoliš i tefrostratigrafija ≈ 14,3 milijuna godina stare erupcije u Livanjskom bazenu

Vulkanoklastične naslage donjeg i srednjeg miocena široko su rasprostranjene diljem Alpsko-mediteranske regije, no njihovo precizno vremensko pozicioniranje često je otežano zbog složenih stratigrafskih odnosa, postdepozicijskih procesa i ograničenja pojedinih metoda datiranja. Unatoč tome, njihova točna starost ključna je za razumijevanje regionalne tefrostratigrafije i rekonstrukciju vulkanske aktivnosti u širem geodinamskom kontekstu. Diskusija i interpretacija rezultata za područje Livanjski bazen iz poglavlja 4.2.1. (potpoglavlje 4.2.1.4), 4.2.2. (potpoglavlje 4.2.2.4.), 4.2.3. (potpoglavlje 4.2.3.2), 4.2.4 (potpoglavlje 4.2.4.2.), 4.2.5. (potpoglavlje 4.2.5.1.) objavljene su u radu Brlek i sur. (2024a), a u ovom poglavlju su prikazane u skladu s tim radom.

5.3.3.1. Tefrostratigrafija vulkanoklastičnih naslaga Livanjskog bazena

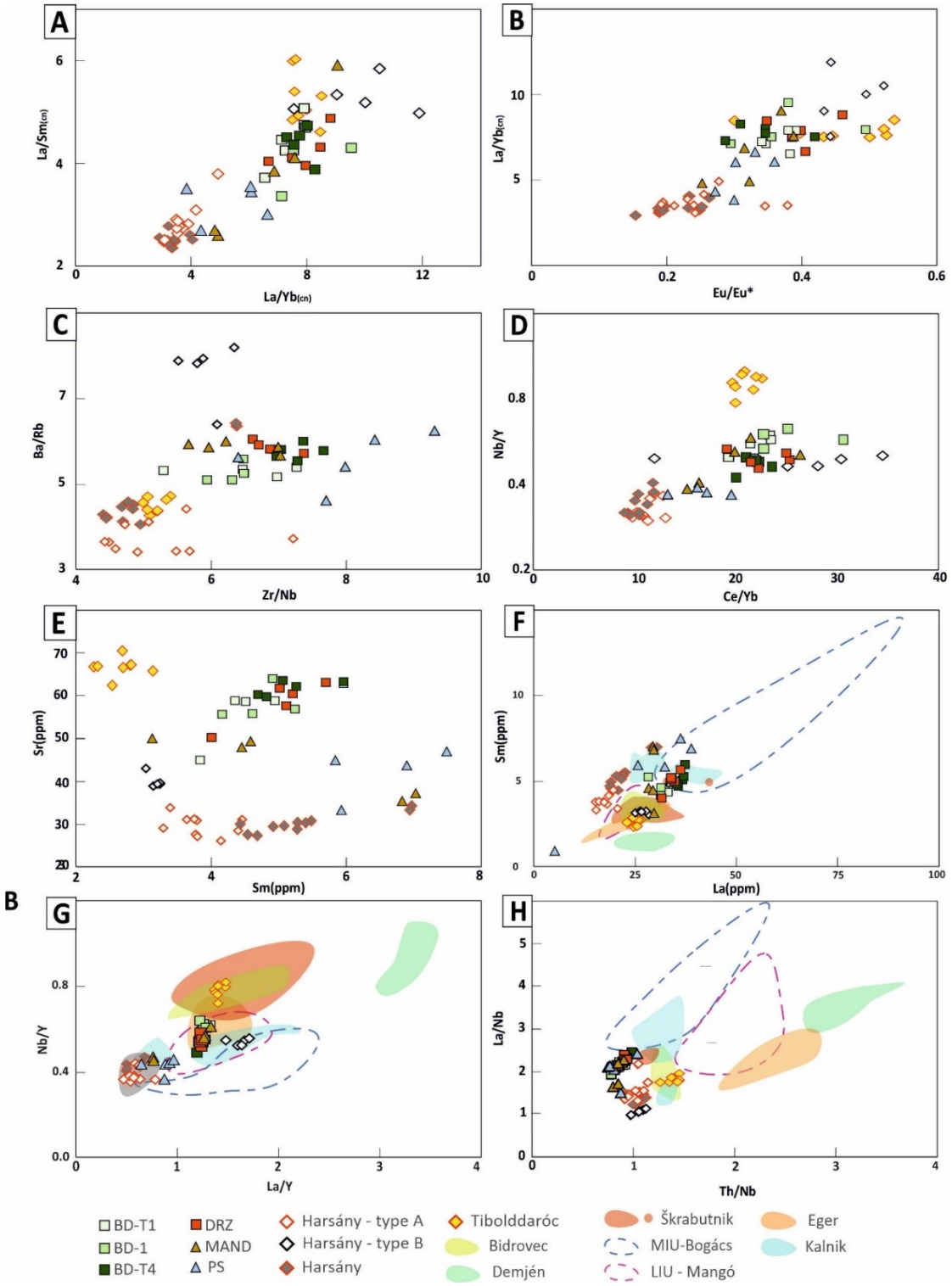
CA-ID-TIMS U-Pb geokronologija cirkona iz prethodno istraženih vulkanoklastičnih naslaga donjeg i srednjeg miocena diljem Alpsko-mediteranske regije često pokazuje značajnu disperziju pojedinačnih starosti (npr. Rocholl i sur., 2018). Suprotno tome, uzorci iz Beljanov dol (BD) horizonta odlikuju se odsutnošću takve heterogenosti, prisutnošću izrazito mladih

starosti i vrlo uskom podudarnošću pojedinačnih vrijednosti. Ove karakteristike sugeriraju da analizirana populacija cirkona vjerojatno odražava završnu fazu kristalizacije (npr. Wotzlaw i sur., 2014b, 2015), što omogućuje pouzdanu procjenu vremena erupcije temeljem visokoprecizne geokronologije.

Sedam analiziranih cirkona iz BD horizonta prikazanih u Tablici 39. pokazuje preklapanje unutar granica nesigurnosti i daje ponderiranu srednju starost od 14,3196 ± 0,0093 / 0,011 / 0,019 milijuna godina (2σ nesigurnost prikazana kao: analitička pogreška / pogreška s uključenom kalibracijom standarda / ukupna nesigurnost uključujući nesigurnost konstante raspada ^{238}U). Vrijednost MSWD iznosi 0,30 (n = 7), što dodatno potvrđuje konzistentnost podataka. Vulkanoklastične naslage s lokaliteta Mandek (6 m), BD (3–4 m) i TRG-Zabila (4–7 m), smještene u jugoistočnom dijelu Livanjskog bazena, pripadaju srednjomiocenskoj stratigrafskoj jedinici te dijele sličan stratigrafski položaj, litološke karakteristike i mineraloški sastav, uključujući razvijen bazalni bentonitni horizont. Slična obilježja, osim izostanka krupnozrnatih klastičnih interkalacija, uočena su i u 1 m debelom vulkanoklastičnom horizontu lokaliteta Držanlije, smještenom nekoliko kilometara sjeverozapadno. U blizini lokaliteta Držanlije nalazi se lokalitet Put Stupe (PS uzorak) debljine 0,3 m koji se jednako tako nalazi u jezerskim laporima ali na lokalitetu izostaje bazalni bentonitni horizont. Radi ispitivanja potencijalne korelativnosti tih horizonata, analizirani su glavni elementi i elementi u tragovima vulkanskih stakala iz naslaga BD, Mandek, Držanlije i PS. Na temelju sadržaja CaO, identificirane su dvije skupine riolitnih stakala – skupina 1 s višim, te skupina 2 s nižim sadržajem CaO – u uzorcima BD, Mandek i Držanlije. Kod elemenata u tragovima nisu utvrđene dvije skupine ali uzorci BD i Držanlije pokazuju gotovo identičan sastav elemenata u tragovima, dok su uzorci iz Mandeka nešto heterogeniji. Većina ih se preklapa s BD i Držanlije, a manji broj pokazuje sličnosti s PS (Slika 158). Ova heterogenost u uzorcima Mandek može biti posljedica različitih faza erupcije, heterogenosti izvorišne magme, miješanja produkata više erupcija ili drugog vulkanskog događaja. Ipak, s obzirom na sličnosti u geokemiji, stratigrafiji i litološkim karakteristikama, horizonti BD, Držanlije i Mandek vjerojatno su korelativni.

Na temelju stratigrafskih i geokemijskih sličnosti, predlažemo da se horizonti TRG i Zabila mogu korelirati s BD i Držanlijama te da su nastali prilikom iste erupcije. Nasuprot tome, PS horizont pokazuje različit geokemijski sastav, drugačiju litologiju (izostanak bazalnog bentonita) i različit mineraloški sastav, što upućuje na njegovu vjerojatnu pripadnost drugoj erupciji. Od ranije objavljenih podataka o vulkanoklastičnim horizontima, postoji podatak o $^{40}Ar/^{39}Ar$ starosti na feldspatu s lokaliteta Mandek. Dobivena je srednja starost od 14,68 ± 0,16 milijuna godina (n = 10; MSWD = 2,09; de Leeuw i sur., 2011, 2012), što se razlikuje za ≈200

tisuća godina od nove starosti BD horizonta utvrđene na cirkonu, što potencijalno ukazuje da se radi o dvije različite erupcije. Budući da završna kristalizacija cirkona ne mora uvijek biti istovjetna trenutku erupcije (Schaltegger i sur., 2015), a metode $^{40}Ar/^{39}Ar$ na feldspatu i biotitu mogu biti pod utjecajem viška Ar, izmjenama i gubitkom ^{40}Ar (npr. Brlek i sur., 2020; Marković i sur., 2021; Karátson i sur., 2022), zbog toga ovaj podatak nije uzet kao eliminacijski faktor za međusobnu korelaciju horizonata. Zbog otpornosti cirkona na promjene i stabilnog ponašanja u otvorenim sustavima, ova metoda smatra se najpouzdanijom za korelaciju vulkanoklastičnih horizonata u regionalnom tefrostratigrafskom okviru (Brlek i sur., 2021; Gaynor i sur., 2022).



Slika 158. Odabrani dijagrami elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina stakla koji prikazuju preklapanja uzoraka BD-T1, BD-1, BD-T4 i DRZ, dvije skupine u uzorku MAND od kojih se jedna preklapa s BD-DRZ uzorcima, te ukupne razlike, posebno BD-DRZ uzoraka, u odnosu na PS uzorak. Podatci su uspoređeni s podatcima o staklu tipa A i tipa B s područja Harsány prema Lukács et al. (2009), kao i s podatcima za vulkanoklastične naslage iz Harsánya i Tibolddaróca prema Hencz et al. (2024), s kojima se uzorci iz Livanjskog bazena uglavnom razlikuju. Podatci u dijagramima a i b normalizirani su prema McDonough i Sunu (1995). Dijagrami f–h prikazuju odabrane elemente u tragovima iz ove studije, kao i pojedinačne oznake i područja nijansi geokemijskih podataka vulkanskog stakla iz drugih miocenskih vulkanoklastičnih naslaga s područja Karpatsko-Panonske regije, pokazujući njihova preklapanja i razlike (podatci iz Harangi et al. 2005; Lukács et al. 2009, 2015, 2018; Brlek et al. 2020, 2023; Hencz et al. 2024).

Taloženje srednjomiocenskih vulkanoklastičnih naslaga Livanjskog bazena približno je istovjetno s erupcijom Harsány, što predstavlja najmlađu veliku erupciju ignimbrita KPR-a (Lukács i sur., 2018.). Ova erupcija koja je vjerojatno stvorila kalderu proizvela je ≈14,4 milijuna godina star ignimbrit Harsány. Ovaj ignimbrit je opisan i prepoznat na području BVF-a gdje su mu zabilježene debljine i do nekoliko stotina metara (Szakács i sur., 1998; Harangi i sur., 2005; Lukács i sur., 2009; Lukács i sur., 2018; Lukács i sur., 2021; Lukács i sur., 2022; Biró i sur., 2020; Hencz i sur., 2023).

Potencijalni vulkanoklastični horizonti koji pripadaju erupciji Harsány taloženi su diljem Alpsko-mediteranske regije (Handler i sur., 2006; De Leeuw i sur., 2013; Wotzlaw i sur., 2014; Lukács i sur., 2018; Georgiev i sur., 2022). Ranije CA-ID-TIMS geokronologija cirkona ignimbrita Harsány dala je pojedinačne starosti između 14,424 ± 0,020 do 14,361 ± 0,016 milijuna godina (Lukács i sur., 2018), a neke od dobivenih starosti se unutar nesigurnosti preklapaju s starostima dobivenima na BD horizontu. Međutim, niti ponderirana srednja starost niti najmlađa starost cirkona BD horizonta ne preklapaju se s pojedinačnim starostima Harsány ignimbrita (Lukács i sur., 2018). Nadalje, BD spektri starosti cirkona nemaju stariju skupinu prisutnu u ignimbrita Harsány. Iako bi to moglo biti uzorkovano ograničenjem metodologije CA-ID-TIMS,tj. zbog potencijalno analiziranjea nedovoljnog broja cirkona koji prikazuju stvarne distribucije starosti unutar pojedinačnih uzoraka, ovi geokronološki rezultati impliciraju da su odvojeni eruptivni događaji producirali dva odvojena vulkanoklastična horizonta. Sastav Hf izotopa cirkona iz horizonta BD sličan je cirkonima iz ignimbrita Harsány (Lukács i sur., 2018), i vjerojatno potječe iz zajedničkog magmatskog sustava/izvora slično kao što je zabilježeno kod uzoraka Plaz i Bidrovec. Potencijalna bimodalnost sastava vulkanskih stakala glavnih elemenata iz većine vulkanoklastičnih horizonata Livanjskog bazena također je prisutna u ignimbritu Harsány ("A" i "B" tipovi sensu Lukács i sur., 2009). Različite grupe unutar ignimbritnih stakala Harsány utemeljene na geokemijskim karakteristikama također su prisutne u njihovim sastavima elemenata u tragovima, slično je zabilježeno i kod erupcije Kalnik i djelomično kod erupcije Škrabutnik, iako su kod erupcije Škrabutnik zabilježene vrijednosti između dvije skupine. Kod ovih erupcija bimodalnost je zabilježena i kod elemenata u tragovima, dok to nije slučaj kod uzoraka iz Livanjskog bazena osim kod stakla s lokaliteta Mandek. Ovu bimodalnost protumačili su Lukács i sur. (2009) kao dvije odvojene taljevine koje su se spojila tijekom same erupcije Harsány. Međutim, dok Harsány (i Kalnik) geokemijska obilježja vulkanskog stakla karakterizira odsutnost intermedijarnih članova između dva tipa različitog sastava, posebno vidljivo u bimodalnosti elemenata u tragovima, sastav elemenata u tragovima vulkanskih stakla Livanjskog bazena ima relativno kontinuiran

raspon sastava, slično kao erupcija Škrabutnik. Podatci iz Livanjskog bazena se djelomično podudaraju s geokemijskim obilježjima vulkanskih stakla ignimbrita Harsány tipa B, ali ne u potpunosti pogotovo kod elemenata u tragovima. Novo dobiveni podatci U-Pb cirkon starosti i geokemije na staklu isključuju mogućnost da ignimbrit Harsány i vulkanoklastični horizonti Livanjskog bazena predstavljaju istu erupciju. Ali jednako tako blizina dobivene starosti i sličnost geokemijskog zapisa vulkanskog stakla, te mineraloški sastav i izotopni sastav Hf cirkona upućuje na potencijalno zajedničko izvorište, vjerovatno locirano više od 400 km od Livanjskog bazena u vrijeme samih erupcija i eruptivnog materijala u bazenu. Moguće je više razloga geokemijske varijabilnosti vulkanskih produkata, mogu biti povezani sa zoniranošću magmatskog ognjišta, postojanju više odvojenih taljevina unutar ognjišta, razlikama zbog mehanizma transporta radi li se o piroklastičnim tokovima, plinijskim ili koignimbritskim oblacima. Zbog ovoga se mogu pojaviti razlike u geokemijskom sastavu ignimbrita i distalnog vulkanskog pepela. Ujedno ako se radi o višefaznoj erupciji razlike mogu biti uzorkovane promjenom geokemije unutar ognjišta tijekom samih erupcija (npr. Smith i sur., 2016; Swallow i sur., 2019; Pan i sur., 2020; Pearce i sur., 2020; Wilson i sur., 2021; Bunga Naen i sur., 2023; Hamor i sur., 2024). Prethodno predložena korelativnost vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta Mandek s vulkanoklastičnim naslagama Tibolddaróc (14,7 ± 0,2 milijuna godina) BVF-a, predstavljenih sukcesijom piroklastičnih gravitacijskih naslaga i ignimbrita, malo je vjerojatna na temelju nove geokronologije visoke preciznosti, različite geokemije vulkanskog stakla i općih stratigrafskih okvira u proksimalnom dijelu KPR-a (Lukács i sur., 2018; Badurina i sur., 2021). Sukcesij Tibolddaróc je odvojena paleotlima od podinskog ≈14,88 milijuna godina starog ignimbrita Demjén i krovinskog ≈14,36 milijuna godina starog ignimbrita Harsány (Lukács i sur., 2018, 2022; Biró i sur., 2020; Hencz i sur., 2024). Međutim, na temelju općih sličnosti u mineraloškom i geokemijskom sastavu, sukcesija Tibolddaróc, koja definira bazu formacije Harsány u sjevernoj Mađarskoj (Lukács i sur., 2022), mogla je dijeliti isti magmatski sustav koji je proizveo sukcesiju Harsány staru ≈14,36 milijuna godina kao i distalni vulkanoklastični horizont Livanjskog bazena star ≈14,32 milijuna godina i vulkanoklastični horizont PS. Wotzlaw i sur. (2014a) objavili su podatke visokoprecizne U-Pb geokronologije i astrokronologije iz nekoliko vulkanoklastičnih horizonata nastalih gravitacijskim taloženjem interkaliranih s dubokomorskim naslagama u sjevernim Apeninima, starosti između ≈14,37 i ≈14,26 milijuna godina. Od tri vulkanoklastična horizonta debljine 5-10 cm u Apeninima, najstariji horizont, VED-4, dao je CA-ID-TIMS ponderiranu srednju starost od 14,368 ± 0,010/0,011/0,019 milijuna godina (n = 8; MSWD = 1,4), koji se preklapa s pojedinačnim starostima Harsány ignimbrita i ima slične raspone starosti, uključujući prisutnost populacije

starijih starosti (Wotzlaw i sur., 2014a; Lukács i sur., 2018). Na temelju tih sličnosti, ove dvije pojave vulkanoklastita tumače se kao odraz istog eruptivnog događaja, iako su tranutačno odvojene otprilike 700 km. Iako se ponderirana srednja starost horizonta VED-4 i BD (trenutačno udaljenih ≈280 km) ne preklapaju, pojedinačne starosti iz mlađe populacije VED-4 preklapaju se te su i ponderirana srednja starost i pojedinačne starosti BD horizonta unutar nesigurnosti. Astrokrnološka starost (14,300 ± 0,010 milijuna godina) mlađeg talijanskog horizonta (VED-5) preklapa se unutar nesigurnosti s BD horizontom (Wotzlaw i sur., 2014a). Međutim, VED-5 nema geokronološke podatke visoke preciznosti jer u njemu nisu pronađeni cirkoni, što onemogućuje izravnu usporedbu između horizonata na temelju iste metodologije. Konačno, ponderirana srednja starost najmlađeg VED-6 horizonta u Apeninima (14,255 ± 0,028/0,028/0,032; n = 8; MSWD = 1,0) i BD horizonta iz Livanjsko bazena se ne preklapaju. Međutim, pojedinačne starosti dvaju horizonta preklapaju se unutar nesigurnosti, uključujući najmlađe starosti. U sjevernoalpskom predgorskom bazenu (NAFB), najmlađi CA-ID-TIMS U-Pb starosti cirkona 0,5 m debelog bentonita Bischofszell dali su ponderiranu srednju starost od 14,417 ± 0,009/0,017/0,023 milijuna godina (n = 3; MSWD = 0,84). Dok su prethodno povezivani s preko 900 km dalekom erupcijom ignimbrita Harsány (Lukács i sur., 2018), ni ponderirana srednja starost niti pojedinačne starosti cirkona ne preklapaju se sa spektrima starosti cirkona BD, pri čemu je horizont trenutno >750 km udaljen od NAFB bentonita. Prema Rochollu i sur. (2018.), dva vulkanoklastična horizonta (debljine manje od 15 cm) iz NAFB-a u blizini Züricha dala su CA-ID-TIMS U-Pb starost cirkona od 14,20 ± 0,08 milijuna godina i 14,29 ± 0,010 kako su objavili Gubler i sur. (1992) i Gubler (2009).

Prethodno je navedeno da bi formacija Harsány u sjevernoj Mađarskoj mogla biti sastavljena od nekoliko naslaga nastalih piroklastičnim i gravitacijskim tokovima iz nekoliko uzastopnih i prostorno bliskih erupcija (Biró i sur., 2020; Lukács i sur., 2022; Hencz i sur., 2024). Štoviše, prepoznavanje nekoliko uzastopnih vulkanoklastičnih horizonata taloženih između ≈14,4 do ≈14,2 milijuna godina u distalnim bazenima Alpsko-mediteranske regije (Apenini, Dinaridi i Alpe) koji vjerojatno potječu iz KPR-a (Wotzlaw i sur., 2014a; Lukács i sur., 2018; Rocholl i sur., 2018) ukazuje da su moguće češće eksplozivne erupcije iz jedne vulkanske zone, što ranije nije bilo poznato. Nedavno ažuriranje povijesti erupcija ignimbrita tijekom ranog miocena u vulkanskoj provinciji KPR (Hencz i sur., 2024.) podupire implikacije u vezi s prirodom i potencijalno većom učestalošću erupcija tog područja i tijekom srednjeg miocena (npr. Brlek i sur. , 2020). Činjenica da neki od distalnih horizonata nemaju svoje proksimalne KPR parove mogla bi biti posljedica njihove nepotpune očuvanosti blizu izvora vulkanskih sukcesija zbog većeg potencijala očuvanja većih (voluminoznijih) događaja i/ili

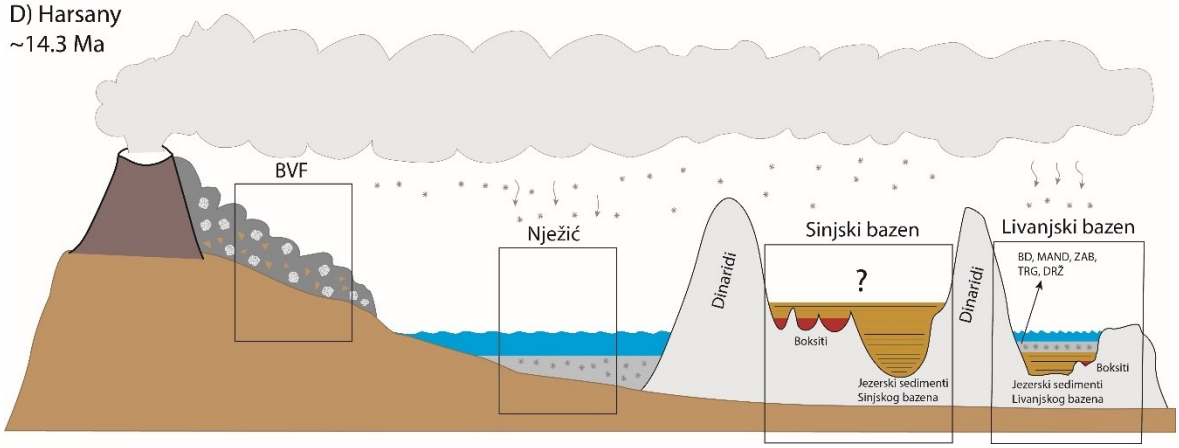
mlađeg pokrova bazena, kao i zbog ograničenih trenutno dostupnih analitičkih mogućnosti (npr. Biró i sur., 2020; Lukács i sur., 2021, 2022; Hencz i sur., 2024).

Osim CA-ID-TIMS U-Pb geokronologije cirkona, datirano je i više drugih vulkanoklastičnih horizonata rasprostranjenih po Alpsko-mediteranskoj regiji, što daje preklapanje LA-ICP-MS $^{206}Pb/^{238}U$ i $^{40}Ar/^{39}Ar$ starosti s horizontima s BVF, Livanjskog bazena, Apenina i Alpa. To uključuje vulkanoklastične naslage debljine 20 cm i prerađeni ignimbrit iz sjeverne Mađarske, koji su dali LA-ICP-MS U-Pb prosječnu starost cirkona od 14,4 ± 0,2 milijuna godina odnosno 14,3 ± 0,2 milijuna godina (Lukács i sur., 2021.) i tumačeni su kao korelativni s Harsány ignimbritom. S ignimbritom Harsány povezan je i nekoliko cm debeo sloj St. Georgen, izmijenjeni tuf, Bečkog bazena na temelju LA-ICP-a s ponderiranom srednjom starosti od 14,59 ± 0,2 milijuna godina na temelju geokemija cirkona (Šegvić i sur., 2023), zatim zeolitni sloj (debljine 14 cm) iz kratera Ries u Njemačkoj, LA-ICP-MS U-Pb starosti cirkona od 14,20 ± 0,08 milijuna godina(Arp i sur., 2021). I najudaljeniji sloj glina unutar ugljena debljine 5-10 cm iz Trakijskog bazena (Bugarska), koji se trenutno nalazi >650 km udaljen od BVF-a i Livna, dao je LA-ICP-MS U-Pb starost cirkona od 14,31 ± 0,30 milijuna godina, te se stoga također tumači kao korelativan s erupcijom ignimbrita Harsány (Georgiev i sur., 2022).

Osim geokronologije na cirkonu napravljena su i brojna istraživanja kojima su dobivene $^{40}Ar/^{39}Ar$ starosti za vulkanoklastične horizonte u regiji, uključujući Sjevernohrvatski, Transilvanijski i Štajerski bazen, koje se mogu korelirati s erupcijom ignimbrita Harsány (Handler i sur., 2006; Lukács i sur., 2021; Marković i sur., 2021). Od toga bi se posebno istaknuo lokalitet Nježić na Papuku na kojem je zabilježeno šest zasebnih vulkanoklastičnih horizonata, od kojih je datiran samo najstariji horizont i povezan s erupcijom Harsány, dok ostali horizonti, iako im nije određena starost pokazuju učestalost erupcija u tome periodu (Marković i sur, 2021). Ovaj horizont nudi možda najbolje očuvane distalne vulkanoklastite potencijalno povezane s periodom erupcije Harsány. Međutim, zbog disperzije unutar starosti iz pojedinačnih uzoraka i relativne preciznosti dostupne kroz prethodne starosti vulkanoklastičnih naslaga u cijeloj Alpsko – mediteranskoj regiji, teško je odrediti imaju li svi ti horizonti doista istu starost ili je preklapanje unutar njihovih starosnih spektara samo funkcija npr. procesa nakon kristalizacije kao što je alteracija ili odmak metode. Nadalje, kada se propagiraju dodatne nesigurnosti konstante raspada potrebne za usporedbu podataka $^{40}Ar/^{39}Ar$ s podatcima U-Pb, Ar geokronološki podatci nisu dovoljno precizni da potencijalno razriješe razinu učestalosti događaja identificiranih pomoću visokoprecizne U-Pb geokronologije. Iako trenutačno dostupni podatci pokazuju da je vjerojatno da su mnogi od ovih široko

rasprostranjenih horizonata istodobni, potreban je detaljniji *multi-proxy* tefrostratigrafski pristup kako bi se bolje procijenila njihova potencijalna korelativnost.

Taložni model erupcije Harsány, odnosno potencijalne erupcijske epohe s naznačenim lokalitetom u Livanjskom bazenu prikazan je na shematskom prikazu na Slici 159.



Slika 159. Model taloženja tijekom erupcijske epohe Harsány prikazuje odnos između proksimalnog ignimbrita Harsány u BVF-u, marinskih vulkanoklastita na lokalitetu Nježić i distalnih, jezerskih naslaga BD horizonta u Livanjskom bazenu, koji vjerojatno predstavlja istu erupcijsku epohu.

5.3.3.2. Taložni okoliš vulkanoklastičnih naslaga Livanjskog bazena

Istraživane vulkanoklastične naslage u Livanjskom bazenu odlikuju se značajnim razlikama u debljini horizonata od 1 do 7 m, i zasebno lokalitet Put Stupe (PS) s 0,3 m debelim vulkanoklastičnim horizontom koji nije moguće povezati s ostalim horizontima. Osim samih debljina naslaga moguće je uočiti razlike u veličini zrna i unutar same sukcesije, posebno se razlike ističu na lokalitetu BD koji je najdetaljnije obrađen. Ove razlike mogu biti uzorkovane različitim mehanizmima povezanima s tijekom vulkanske erupcije, odnosno razlikama unutar plinijske erupcije ili mogu pokazivati razlike zbog taloženja gravitacijskim tokovima. Dobiveni podatci i korelacija s vulkanizmom KPR koji je u vrijeme erupcija bio udaljen najmanje 300 km, ukazuje da debljine od 1 do 7 m ne predstavljaju stvarne debljine istaloženog pepela. Odnosno ukazuju da je moralo doći do pretaloživanja unutar bazena, koji bi objasnio razlike u debljini istih horizonata, a i same debljine horizonata ne odgovaraju do sada poznatim debljinama distalnih horizonata. Izmjerena i modelirana maksimalna debljina ukupne primarne količine pepela koju proizvode kvartarne kaldere kiselih erupcija koje su proizvele između približno 10-100 km^3 eruptirane tefre ne prelazi nekoliko dm u distalnim područjima (Walker i sur., 1981; Buckland i sur., 2022) što je usporedivo s minimalnom pretpostavljenom udaljenosti (>300 km) Livanjskog bazena od izvora vulkanizma. Međutim, daljnja karakterizacija potencijalnih odnosa između vulkanskih mehanizama tijekom ≈14,32 milijuna godina stare erupcije i distalnih vulkanoklastita sačuvanih u Dinaridima nije moguća zbog nedostatka

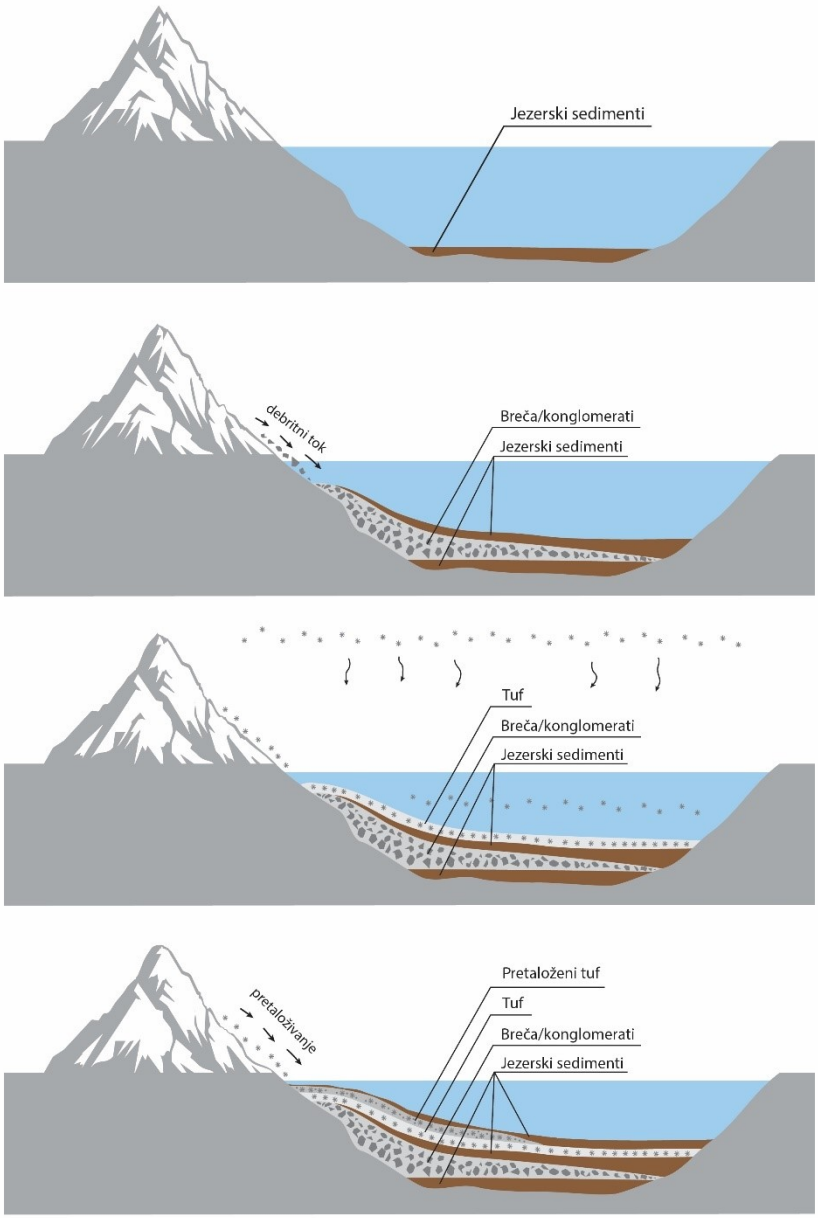
sveobuhvatnih informacija iz proksimalnih vulkanskih zapisa i nedostatka subaerski taloženih distalnih vulkanoklastita. S obzirom na to da geokemijski podatci dobiveni na vulkanskom staklu detaljno snimljenog stupa BD vulkanoklastita ne ukazuju na razlike u geokemijskim obilježjima niti upućuju da se radi o više erupcija, jedina moguća interpretacija ovako debelih naslaga u distalnom području upućuje na sinsedimentno pretaloživanje (Slika 160). Dostupni podatci o nekim od velikih kiselih erupcija pokazuju da su distalne naslage nekih od najvećih erupcija dosezala na ovim udaljenostima maksimalno jedan metar debljine. To se odnosi na super erupcije koje stvaraju kaldere i izbacuju više od 1000 km^3 tefre (Wilson, 2001; Kutterolf i sur., 2016). Stoga je erupcija od ≈14,32 milijuna godina morala biti ili iznimno voluminozna ili je nastala bliže Livanjskog bazena kako bi se istaložile nekoliko metara debele naslage tufa. Međutim, nedavni rad na proksimalnom vulkanskom zapisu BVF-a ne ukazuje na to da je bilo značajno većih eruptivnih događaja iz ranog i srednjeg miocena KPR koji bi mogli stvoriti ove debele, ali sitnozrnate, vulkanoklastične naslage (npr. Lukács i sur., 2018. , 2021, 2022; Hencz i sur., 2024). Vulkanoklastične naslage iz donjeg i srednjeg miocena taložene u drugim DJS bazenima, za koje se također tumači da potječu iz KPR erupcija, uglavnom se kreću u debljini od približno 10 do 50 cm (Šegvić i sur., 2014; Badurina i sur., 2021; Brlek i sur., 2021).

Iako je moguće da su druge DJS vulkanoklastične naslage mogle biti podvrgnute određenom stupnju prekomjernog zadebljanja, posebno one koje su nastale tijekom vjerojatno toplijih i vlažnijih uvjeta tijekom miocenskog klimatskog optimuma (≈17-15 milijuna godina), ekstremna razlika u prekomjernom zadebljanju za vulkanoklastite u okolici Livna moguće je da je nastala zbog posebnih uvjeta povezanih s reljefom i tektonikom područja.

U literaturi se tumači se da je formiranje DJS bazena tijekom ranog i srednjeg miocena trajalo istovremeno s glavnom fazom proširenja u Panonskom bazenskom sustavu koja je također mogla utjecati na Dinaride (de Leeuw i sur., 2010; de Leeuw i sur., 2011; de Leeuw i sur., 2012). Jezersko taloženje u području između otprilike ≈18 do 13 milijuna bilo je rezultat odgovarajućih klimatskih uvjeta tijekom slijeganja bazena. Međutim, kompresijska tektonska aktivnost intenzivirala se različito u cijeloj regiji nakon 15 milijuna godina, što je rezultiralo završetkom taloženja u izvornom Livanjskom bazenu prije ≈13 milijuna (de Leeuw i sur., 2011; de Leeuw i sur., 2012; Mandic i sur., 2012). To se odražava u uzastopnim krupnozrnatim klastičnim interkalacijama (brečo-konglomerati) unutar jezerskih vapnenaca. Njihovo postupno pokrupnjavanje i zadebljanje protumačeno je kao rezultat ovog intenziviranja tektonske aktivnosti u Dinaridima, što je dovelo do raspada DJS-a zbog opsežne erozije i ekshumacije (de Leeuw i sur., 2011; de Leeuw i sur., 2012; Mandic i sur., 2016). Na lokalitetu Mandek, brečo-konglomerati debljine do 8 m pretežno su sastavljeni od materijala iz okolne karbonatne

podloge i interpretirani su kao kanali koji usjecaju podinske jezerske vapnence (de Leeuw i sur., 2011). Javljaju se u neposrednoj stratigrafskoj blizini analiziranih masivnih vulkanoklastičnih naslaga debljine ≈6 m i ispod jezerskih vapnenaca debljine ≈14 me na kojima se nalaze vulkanklastični horizonti. Slično slaganje litofacijesa uočeno je na profilu TRG-Zabila s masivnim do normalno graduiranim vulkanoklastičnim naslagama debljine 4 do 7 met koji prekrivaju istaknuti paleoreljef jezerskih vapnenaca (slično kao kod BD). Brečo-konglomerati manje debljine i veličine klasta, kao i šljunčani i laminirani pješčenjaci, javljaju se interkalirani s jezerskim vapnencima ispod vulkanoklastičnih naslaga debljine 3 do 4 metra na lokalitetu BD. Najistaknutiji paleoreljef u vrijeme taloženja tefre u jugoistočnom dijelu Livanjsko bazena vjerojatno je bio na planini Tušnici (uz planine Kamešnicu i Cincar), koja predstavlja rub jezerskog sustava tumačenog tektonskim upliftom tijekom srednjeg (do kasnog) miocena. Ova je topografska značajka konačno razdvojila Livanjski od Tomislavgradskog bazena čime je završila prva jezerska faza (Milojević i Sunarić, 1964; Papeš, 1975). Ovaj uzdignuti rub bazena i okolni ekstenzivni paleoreljef vjerojatno su služili kao glavni izvor materijala za brečo-konglomerate koji se mogu naći u podinskim naslagama na lokalitetima u blizini vulkanoklastita TRG, ZAB, MAND i BD. To bi objasnilo deblje i veće klaste na lokalitetima bliže planini Tušnice, te tanje na distalnijim lokalitetima, do najdistalnijeg lokaliteta Držanlije na kojem nisu zabilježene naslage brečo-konglomerata u bližoj istraživanoj okolici.

Vulkanoklastični horizonti od ≈14,37 milijuna godina do ≈14,26 milijuna godina interkalirani s dubokomorskim naslagama u Apeninima, za koje se uglavnom tumači da su produkti KPR eruptivnih centara tipa Harsány koji su trenutačno udaljeni 700 km, imaju debljinu u cm, slično ostalim horizontima u talijanskoj sukcesiji (Wotzlaw i sur., 2014; Lukács i sur., 2018). Na primjeru na lokalitetima u Livanjskom bazenu nepostojanje interkaliranih jezerskih sedimenata ili drugih detritalnih nevulkanskih komponenti unutar vulkanoklastične resedimentirane sukcesije ukazuje na kratak vremenski raspon sedimentacije i agradacije.



Slika 160. Model taloženja i pretaloživanja vulkanoklastita starosti 14,3 milijuna godina u Livanjskom bazenu (modificirano iz Brlek i sur., 2024a)..

5.3.4. Petrogeneza srednjomiocenskih eksplozivnih kiselih erupcija

Dobiveni podatci s uzoraka vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena omogućuju identifikaciju četiri glavne erupcije: Škrabutnik (15,3 milijuna godina), Demjén (14,9 milijuna godina), Bidrovec (14,8 milijuna godina) i Livno (Harsány) (14,3 milijuna godina). Geokemijske analize potvrđuju da su ove erupcije proizvele riolitne taljevine koje se na temelju kemijskog sastava mogu povezati s vulkanizmom Karpatsko-panonske regije (KPR). Analizirane stijene pokazuju obogaćenje litofilnim elementima velikih ionskih radijusa (LILE) i olovom (Pb), dok su osiromašene niobijem (Nb), što je karakteristično za stijene nastale u kontekstu subdukcijskih procesa (Harangi i Lenkey, 2007). Ova geokemijska obilježja značajno

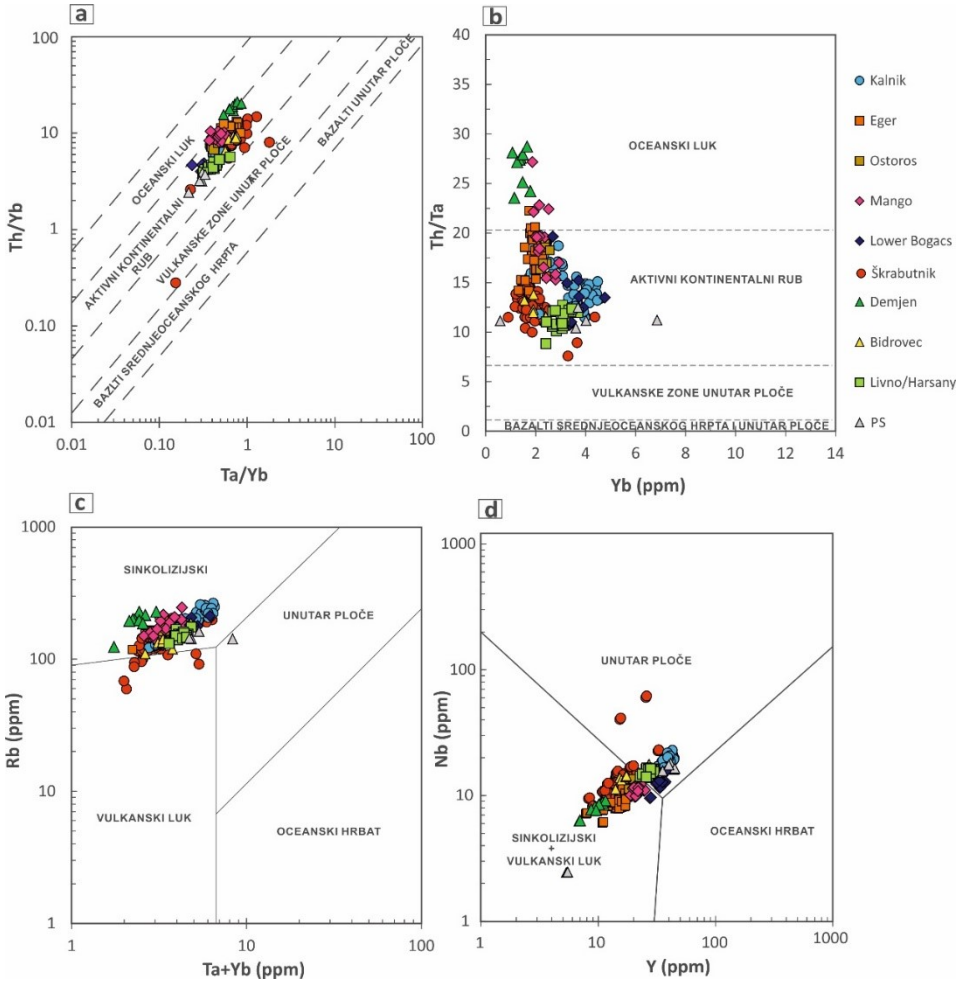
se razlikuju od vulkanita Sredozemne regije, poput riolita sa Sardinije, koji su obogaćeni elementima Nb, Ta, Zr, Y, Th, U te elementima K, Na, Rb i Cs, što upućuje na *rifting* i ekstenzijske procese (Lustrino i sur., 2013). Kiseli vulkanizam općenito često uključuje više erupcijskih epizoda tijekom dugog vremenskog razdoblja (10–20 milijuna godina), pri čemu se javljaju eksplozivne erupcije koje mogu proizvesti od deset do tisuću kubnih kilometara vulkanskog materijala i značajno utjecati na kontinentalnu koru (de Silva i sur., 2006; de Silva i Gregg, 2014; Lipman i Bachmann, 2015). Tijekom takvih događaja, tri do četiri puta više magme ostaje zarobljeno u kori u odnosu na vulkanizam povezan s oceanskim grebenima ili *hot-spotovima* (Lipman, 1975; Burns i sur., 2015). Iako se kiseli vulkanizam najčešće povezuje s kontinentalnim lukovima, može se razviti i u ekstenzijskim uvjetima, primjerice u *Basin and Range* provinciji u SAD-u (Gans i sur., 1989; Colgan i sur., 2006) ili vulkanskoj zoni Taupo na Novom Zelandu (Cole, 1979; Wilson i sur., 2009; George F. Cooper i sur., 2016). Dosadašnja istraživanja sugeriraju da je kiseli vulkanizam KPR-a bio aktivan u dva glavna perioda: 18,2–16,2 milijuna godina i 15–14,4 milijuna godina, sa zabilježenim razdobljem andezitno-dacitnog vulkanizma između njih (Harangi i sur., 2024; Harangi i Lenkey, 2007; Harangi, 2001; Z. Pécskay i sur., 1995). Mlađa faza KPR vulkanizma pojavila se u drugačijem tektonskom okruženju, karakteriziranom istanjenom litosferom, što je zabilježeno u izotopnom sastavu plovućaca i cirkona (Lukács i sur., 2018; Harangi i sur., 2024).

Za interpretaciju geotektonskog okruženja izvora vulkanskih stijena korišteni su diskriminacijski dijagrami temeljeni na omjerima i koncentracijama elemenata u tragovima analiziranih uzoraka, s označenim nazivima već koreliranih erupcija i erupcijskih epoha. Na dijagramu Th/Yb u odnosu na Ta/Yb (slika 161a), koji razdvaja kisele i neutralne magmatske stijene prema tektonskom okruženju — uključujući oceanske lukove, aktivne kontinentalne rubove i zone unutar ploče (Gorton i Schandl, 2000) većina uzoraka grupira se unutar polja koje odgovara vulkanskim zonama unutar ploče i aktivnom kontinentalnom rubu. Ovo upućuje na kompleksno porijeklo s potencijalnim doprinosom magmi nastalih u različitim tektonskim okolišima. Uzorci sa lokaliteta Škrabutnik i Kalnik pozicionirani su bliže poljima povezanima s vulkanizmom unutar ploče, dok pojedini uzorci (npr. Mangó, Demjén) pokazuju viši Th/Ta omjer (slika 161b), što dodatno naglašava subdukcijsku komponentu u njihovoj genezi (Gorton i Schandl, 2000). Na dijagramu Rb vs. Ta+Yb (slika 161c), većina uzoraka grupirana je u području koje odgovara sinkolizijskom vulkanizmu i vulkanizmu unutar ploča, što može ukazivati na postlučnu evoluciju ili kolizijski izvor magmi (Pearce i sur., 1984). Konačno, dijagram Nb vs. Y (slika 160d) dodatno podupire prevladavanje karakteristika vulkanizma unutar ploče, ali s jasnim naznakama magmatskih izvora koji sadrže subdukcijsku komponentu

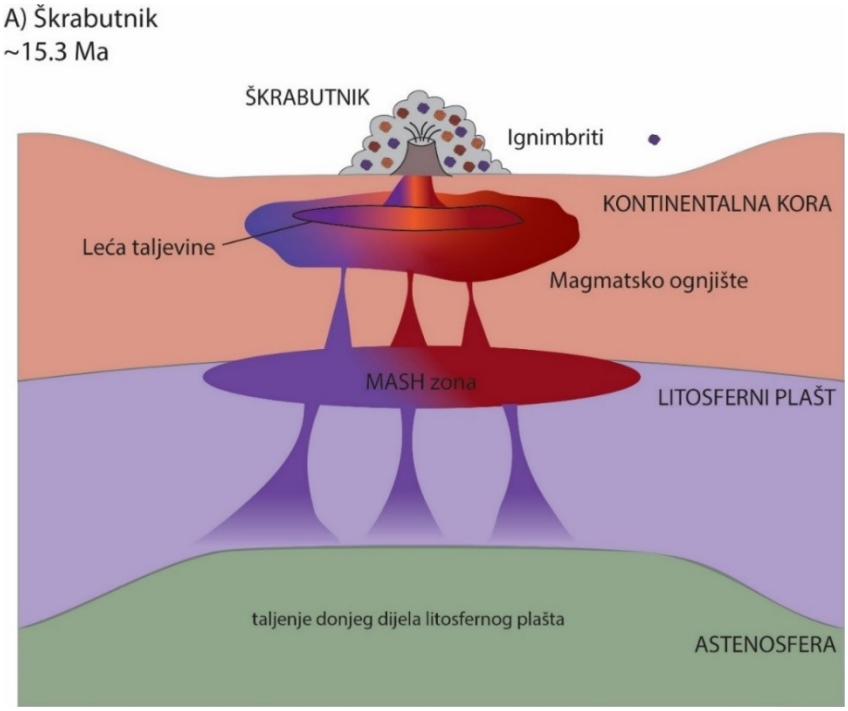
i mogućnost prijelaza između sinkolizijskog i vulkanizma unutar ploča. Pojedini uzorci, poput Škrabutnika, pokazuju povišene vrijednosti Nb, što može upućivati na prisutnost naglašenijih alkalnih karakteristika, tipičnih za magmatizam unutar ploča.

Svi analizirani uzorci su siromašni mineralima, a dominira vulkansko staklo. U krupnozrnatijim uzorcima jasno su vidljivi plovućci, dok u finije teksturiranim prevladavaju krhotine vulkanskog stakla. Ova teksturalna obilježja upućuju na brzu erupciju neposredno nakon nakupljanja magme u plitkom magmatskom ognjištu, što je karakteristično za eksplozivne erupcije (White i Houghton, 2006). Teška mineralna frakcija pokazuje da amfibol dominira u uzorcima vulkanoklastičnih naslaga erupcija Škrabutnik, Demjén i Bidrovec, dok nije prisutan u uzorcima erupcije Livno. Kod svih erupcija zabilježeni su idiomorfni izduženi cirkoni i apatiti, dok se u uzorcima Livno erupcije uočava značajna zastupljenost allanita. Osim prozirnih minerala, prevladavaju biotit i ilmenit. Geokemijska istraživanja minerala provedena su samo na manjem broju uzoraka i korištena je primarno za tefrostratigrafsku korelaciju, osim kod cirkona, gdje je provedena detaljna geokemijska analiza uzoraka erupcije Škrabutnik. Na temelju geokemije cirkona procijenjene su temperature kristalizacije od 694 do 738 °C, što, slično kao i kod erupcije na Kalniku, upućuje na viskoznu magmu u kojoj su vjerojatno ostali zarobljeni volatili. To bi moglo objasniti nastanak velikih ignimbritskih erupcija izrazite eksplozivnosti (npr. Bindeman i sur., 2001). Dobivene procjene temperature kristalizacije cirkona, temeljene na koncentraciji titanija (*Ti-in-zircon thermometer*), možda su podcijenjene zbog prisutnosti ilmenita, koji može upućivati na sniženu aktivnost TiO_2 u magmi (Watson i Harrison, 2005). Analize cjelostijenskih uzoraka i krhotina stakla pokazale su minimalne razlike vjerovatno zbog niskog udjela minerala u uzorcima (mineralima siromašni vulkanoklastiti). Geokemijska analiza vulkanskog stakla uzoraka Škrabutnik erupcije otkrila je značajne varijacije unutar istog uzorka, uključujući krajnje članove slične Kalnik i Harsány erupcijama, kao i međuvrijednosti. Ove varijacije mogu ukazivati na zonaciju unutar magmatskog ognjišta (Hildreth i Wilson, 2007; Chamberlain i dr., 2015, Slika 162). Nasuprot tome, uzorci erupcije Livno pokazuju postojanje dviju geokemijskih skupina krhotina vulkanskog stakla prema udjelu CaO u glavnim elementima, dok isti trend nije primijećen kod elemenata u tragovima. Uzorci povezani s erupcija Demjén i Bidrovec a nisu pokazali značajne geokemijske varijacije u sastavu vulkanskog stakla što ukazuje na postojanje jednoličnog sastava unutar erupcijske taljevine u magmatskom ognjištu (Slika 163 i 164). Prisutnost amfibola u erupcijama Škrabutnik i Bidrovec, sugerira tzv. "mokar" tip magmatske diferencijacije, odnosno kristalizaciju minerala koji u svoju strukturu vežu vodu, što je karakteristično i za ranije opisane erupcije Eger i Demjén (Lukács i sur., 2024). Prisutnost

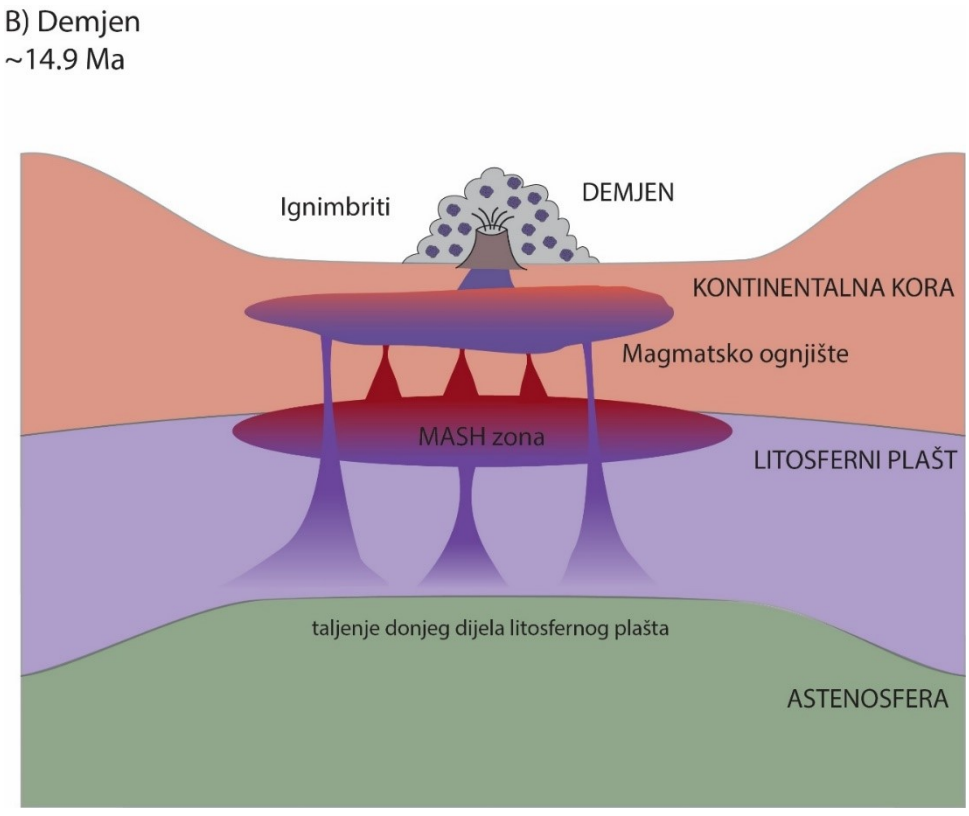
minerala amfibola nije zabilježena kod erupcije Livno, što upućuje na drugačiji magmatski razvoj i povezanost s Harsány erupcijom u BVF-u. Ovo je dodatno potvrđeno i ujednačenim izotopnim sastavom. Izotopni sastav vulkanskog stakla iz erupcija Škrabutnik, Demjén i Bidrovec odgovara regionalnim podatcima za vulkanizam KPR-a, posebno za BVF (Harangi i Lenkey, 2007). Hafnijevi izotopi pokazuju trend pozitivnih epsilon vrijednosti, u skladu s evolucijskim smjerom miocenskog vulkanizma. Premda se analizirani rioliti erupcije Škrabutnik i Bidrovec erupcije ne mogu izravno korelirati s poznatim vulkanitima regije, njihova geokemijska i izotopska obilježja upućuju na genetsku povezanost s magmatizmom tog razdoblja. Najvjerojatnije su nastali u uvjetima zalučne ekstenzije, pri čemu je došlo do interakcije plaštnog izvora s taljevinama donje kore kao što su ranije opisali Harangi i Lenkey, (2007). Subdukcijski geokemijski potpis može se objasniti miješanjem plaštnih taljevina s donjom korom, a ne izravnom subdukcijom, ovo obilježje je posebno izraženo kod erupcije Demjén erupcije za razliku od erupcija Harsány (Livno), Bidrovec i Škrabutnik.



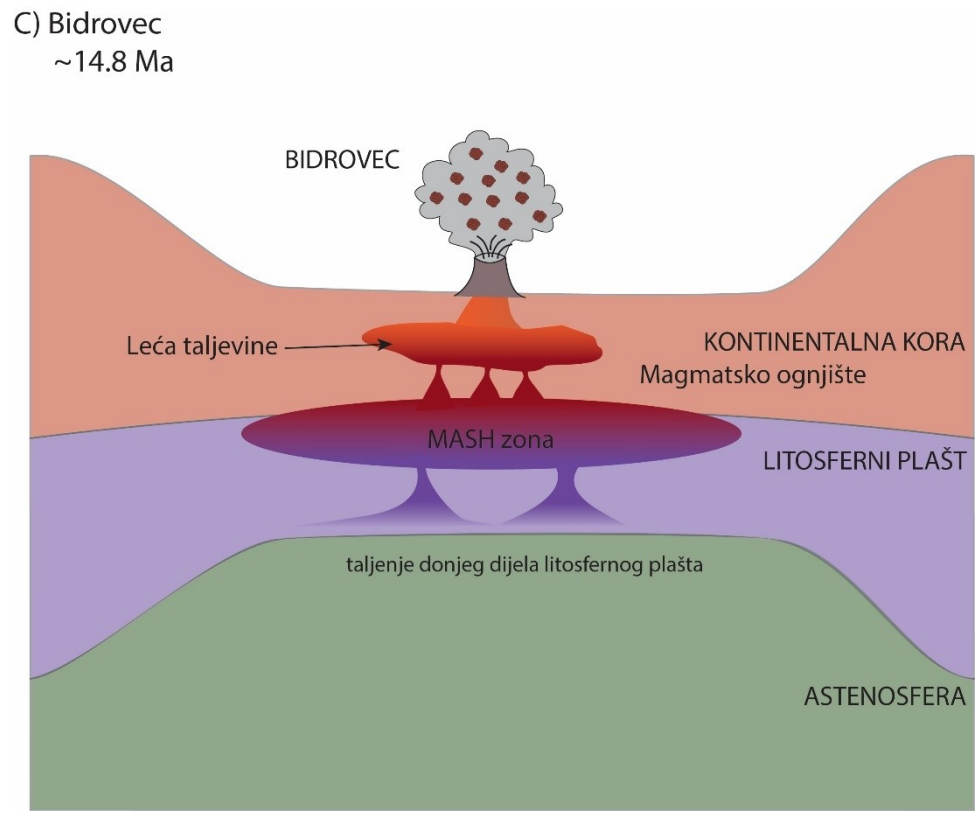
Slika 161. Geotektonski diskriminacijski dijagrami temeljeni na elementima u tragovima: (a) Th/Yb vs. Ta/Yb i (b) Th/Ta vs. Yb prema (Gorton i Schandl, 2000) razdvajaju kiselo i neutralno magmatsko stijene prema tektonskom okruženju (oceanski luk, aktivni kontinentalni rub i zone unutar ploče), dok (c) Rb vs. Ta+Yb i (d) Nb vs. Y prema Pearce i sur., (1984.) razlikuju sinkolizijske zone, unutarpločna okruženja, vulkanske lukove i oceanske hrbate; boje i simboli označavaju različite lokalitete analiziranih uzoraka.



Slika 162. Predloženi petrogenetski model Škrabutnik erupcije prikazuje magmatski sustav razvijen tijekom srednjeg miocena, u razdoblju istanjene kontinentalne kore. Kraći put plaštnih taljevina do MASH zone omogućio je manji stupanj diferencijacije i slabiji utjecaj kore u odnosu na starije erupcije. U modelu su prikazane geokemijski različite leće taljevine i zone njihova miješanja, čiji se trag prepoznaje u vulkanoklastičnim naslagama kroz krhotine vulkanskog stakla različitog sastava.



Slika 163. Petrogenetski model jedne od potencijalnih opcija erupcije Demjén s vidljivim bazičnijim prodorima taljevine koji utječu na geokemijski sastav magmatskog ognjišta smještenog u kontinentalnoj kori.



Slika 164. Predloženi petrogenetaski model jedne od potencijalnih opcija erupcije Bidrovec s naznačenim manjim magmatskim ognjištem koji odražava potencijalnu manju erupcije (zbog manje zabilježenih korelativnih lokaliteta) i s geokemijskim sastavom koji ukazuje na veći utjecaj kontinentalne kore iako i dalje pod većim utjecajem primitivnijih magmi vidljivih iz izotopnog zapisa.

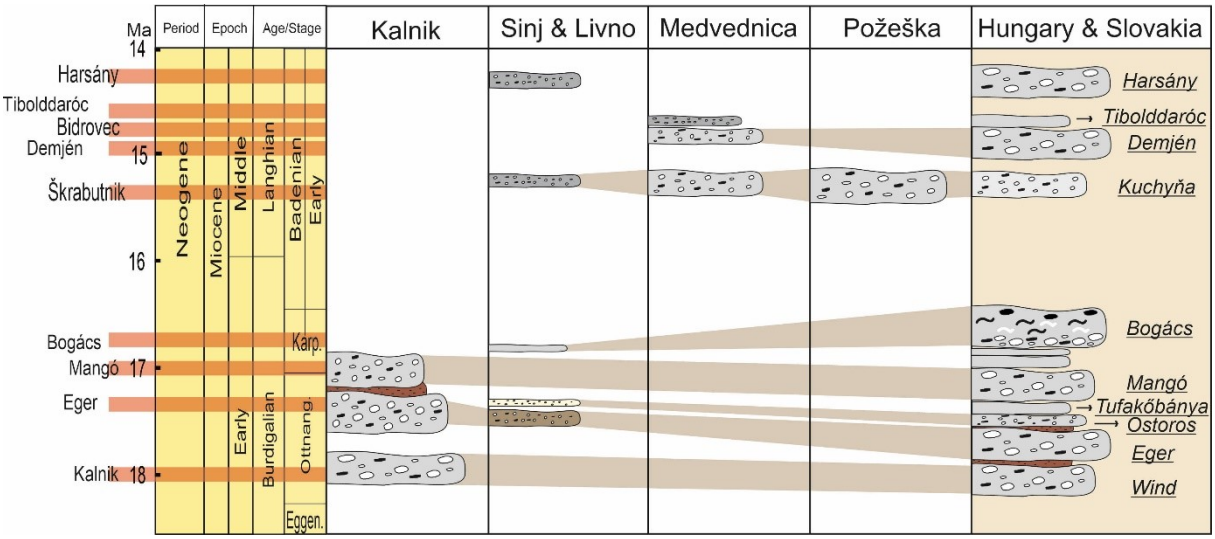
5.4. Kratki pregled tefrostratigrafije i petrogeneze

U okviru integriranog tefrostratigrafije prepoznato je minimalno devet erupcijskih događaja između oko 18,1 i 14,3 milijuna godina koji su utvrđeni primarno geokemijskim istraživanjem vulkanskog stakla i visokopreciznom U-Pb geokronologijom provedenom na cirkonu (CA-ID-TIMS, insitu LA-ICP-MS), te Nd-Hf izotopima na staklu i cirkonu i modalnom analizom teške mineralne frakcije. Vulkanoklastičnu horizonti su na temelju ovih podataka korelirani s horizontima u BVF-u u Mađarskoj i vulkanoklastičnim horizontima u Slovačkoj (Slika 165)

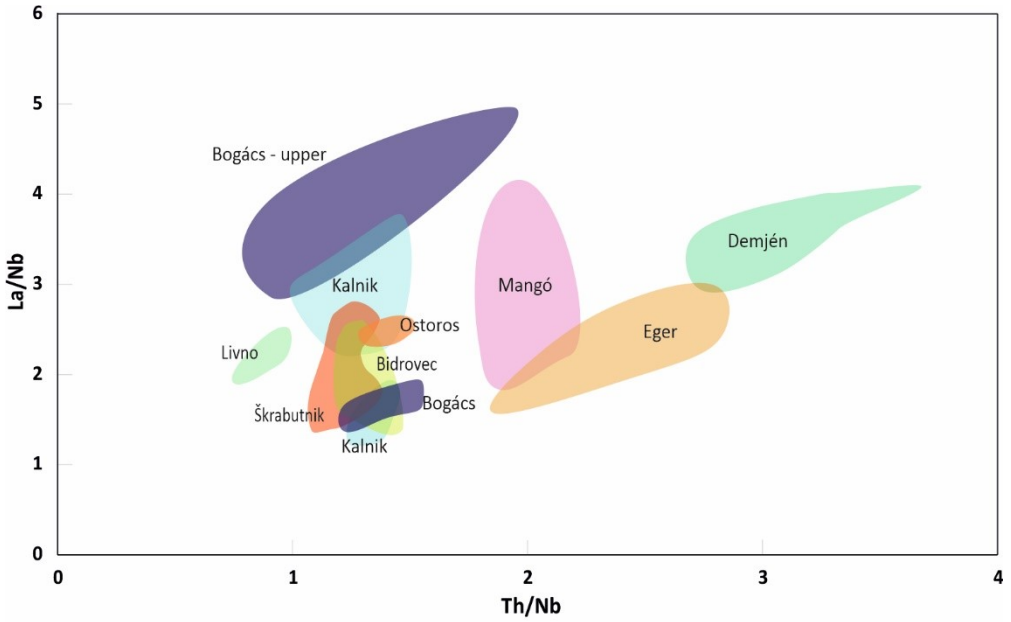
Na toj osnovi definirana je erupcijska sukcesija Kalnik koja predstavlja najstariji horizont s jasno prepoznatljivim dvijema stabilnim populacijama vulkanskog stakla utvrđenim detaljnom geokemijskom karakterizacijom. Nove U–Pb datacije cirkona i izotopne analize povezuju kalnički ignimbrit s Csv-2 horizontom Bükkalja vulkanskog polja (BVF) (Lukács i sur., 2018), dok geokemijska obilježja stakla upućuje i na vezu s horizontom Wind (Karátson i sur., 2022), koji za razliku od Kalnika pokazuje samo jednu geokemijsku populaciju vulkanskog stakala — što implicira veću vulkansku kompleksnost kalničke serije. Erupcija Eger, kao jedna od najvoluminoznijih erupcija BVF-a (VEI ≥ 7), dokumentiran je i na Kalniku (proksimalni ignimbrit) te u Sinjskom bazenu; pritom su U–Pb starosti cirkona, geokemija

stakla i modalna analiza teške frakcije (s većim udjelom detritalnih zrna) ključne za korelaciju (Karátson i sur., 2022; Hencz i sur., 2023). Uzorak GL-1 se geokronološki preklapa s erupcijom Eger, ali ga geokemijska obilježja krhotina vulkanskog stakla jasno razdvajaju; na temelju vulkanskog stakla distalni horizont GL-1 u Sinjskom bazenu koreliran je s erupcijom Ostoros BVF-a (Karátson i sur., 2023). Mangó erupcija KPR-a, opisana u BVF-u, potvrđena je proksimalno na području Kalnika, dok je erupcija Lower Bogács prvi put prepoznat distalno u Sinjskom i Livanjskom bazenu na temelju specifične geokemije stakla donjeg dijela Bogács sukcesije (Czuppon i sur., 2012; Lukács i sur., 2018; Hencz i sur., 2023). U srednjem miocenu erupcija Škrabutnik definira regionalni marker sa sigurno potvrđenim i definiranim horizontima na Požeškoj gori, Medvednici, u Sinjskom bazenu i u Slovačkoj; na temelju U–Pb geokronologije uspostavljena je i potencijalna korelacija s područjima u Alpama te s dubokomorskim miocenskim naslagama La Vedova sukcesije u Italiji. Škrabutnik erupcija za sada nema potvrđene proksimalne korelate u BVF-u. Demjén (Plaz) i Bidrovec su odvojene jedinice potkrijepljene CA-ID-TIMS starostima i homogenom, ali međusobno različitim geokemijskim obilježjima vulkanskog stakla; na temelju U–Pb starosti cirkona i mineralogije (karakteristična prisutnost amfibola) uzorci su se mogli povezati s erupcijom Demjén BVF-a. Geokemijska obilježja vulkanskih stakla su se pokazala diskriminativna te je vulkanoklastit Plaz s ignimbritom Demjén, a Bidrovec se izdvaja kao zasebna erupcija (Lukács i sur., 2018; Hencz i sur., 2023).

BD horizont u Livanjskom bazenu, korištenjem visokoprecizne geokronologije cirkona, može se povezati s fazom erupcijskog perioda Harsány, koji je potencijalno zabilježen i u više horizonata u dubokomorskim naslagama La Vedova; karakteristična mineralogija tog perioda (izostanak amfibola i dominacija allanita, neuobičajeno za srednji miocen) i specifična geokemija stakla s izraženom bimodalnošću zabilježene su i u livanjskim vulkanoklastitima (Lukács i sur., 2009; Hencz i sur., 2024). Na temelju izrazito diskriminativne geokemije stakla i mineralogije teške frakcije (dominacija piroksena) izdvojen je i livanjski PS vulkanoklastični horizont kao zasebna erupcija; zasad PS horizont nije detaljno obrađen sedimentološki ni U–Pb geokronologijom i nije ga moguće korelirati s BVF-om ili širom regijom. Dijagram La/Nb–Th/Nb razdvaja većinu erupcija donjeg i srednjeg miocena (Slika 166); ondje gdje postoji preklapanje, korelacije su potvrđene izotopima, CA-ID-TIMS starostima te juvenilnim mineralima (biotit, amfibol, feldspati; u svim jedinicama zabilježen je i ilmenit). Ovaj okvir povezuje proksimalne i distalnije zapise i pokazuje veću učestalost te veći prostorni doseg kiselog vulkanizma KPR-a nego što je bilo vidljivo iz podataka pojedinačnih lokaliteta.



Slika 165. Shematski prikaz stratigrafije donjomiocenskih i srednjomiocenskih vulkanoklastita s potencijalnim korelativnim vulkanoklastitima s područja Mađarske i Slovačke.



Fields are combine data from Harangi et al., 2005; Hencz et al., 2023; Lukács et al., 2009,2015,2018.

Slika 166. Dijagram odnosa omjera elemenata La/Nb i Th/Nb s prikazanim poljima na temelju podataka dobivenih iz analiza krhotina vulkanskog stakla s novo definiranim ili potvrđenim erupcijama KPR-a.

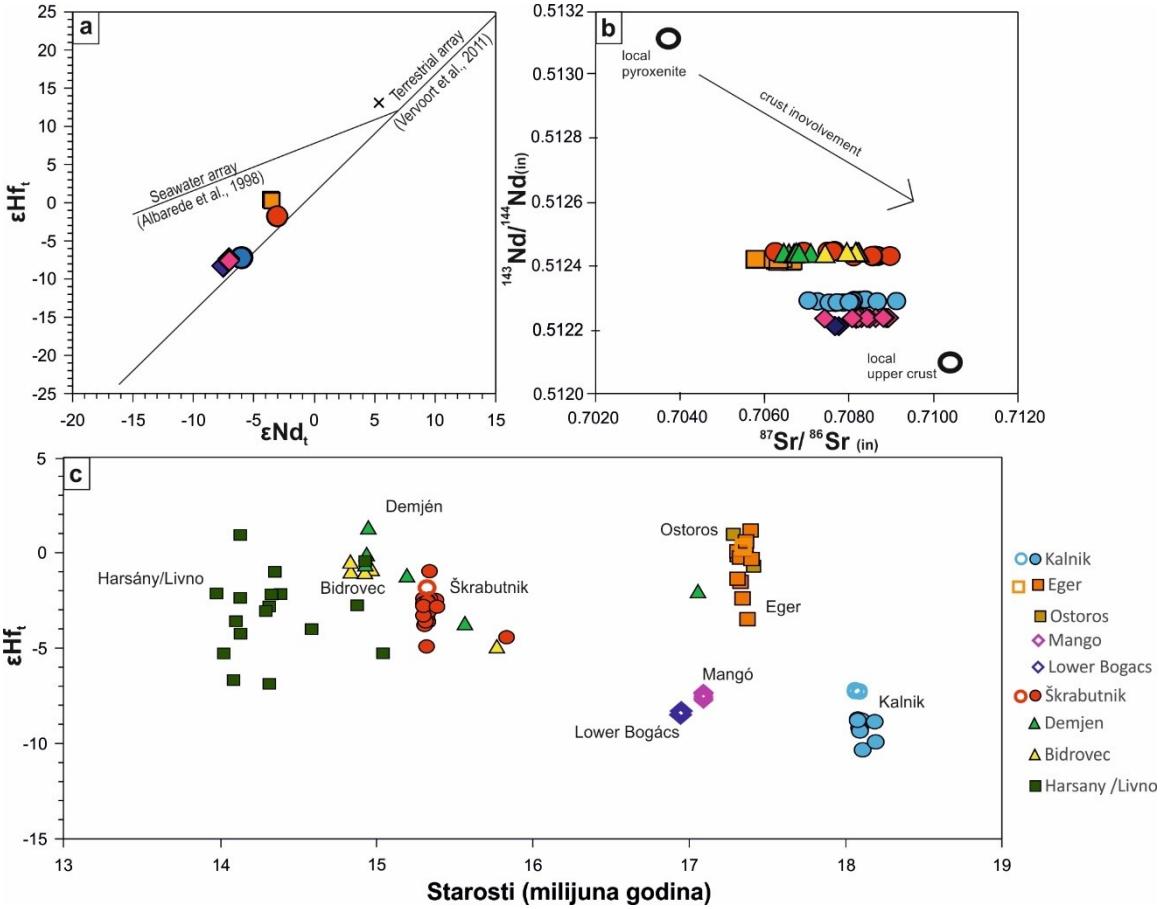
Definiranje erupcijskih događaja i njihovo stratigrafsko razdvajanje predstavlja temelj za daljnje petrogenetske interpretacije. U donjem miocenu, erupcija Kalnik (oko 18,1 milijuna godina) predstavlja klasičan primjer erupcije magma snažno kontaminiranih korom, s negativnijim $\varepsilon Hf_{(t)}$ i $\varepsilon Nd_{(t)}$ te višim $^{87}Sr/^{86}Sr$ vrijednostima, što odražava značajnu interakciju taljevina plašta i donje kore u još uvijek relativno debeloj litosferi. Već tijekom erupcija starih oko 17,3 milijuna godina (Eger i Ostoros) bilježi se prijelaz prema juvenilnijem izotopnom zapisu, pri čemu ovako nagli prijelaz u donjem miocenu s pozitivnijim εHf (od -2,4 do 0,4) odstupa od linearnog trenda u KPR-u.

To se može objasniti utjecajem taljevina bazičnijeg sastava koje su prodrle u magmatsko ognjište u kombinaciji s diferencijacijom kontroliranom amfibolom, što se očituje i izračunatim geokemijskim omjerima (nižim Nb/Ta, promjenama u MREE/HREE). Izvor bazičnih taljevina je ili direktno iz donjeg dijela litosfernog plašta (moguće i astenosfere) ili je magma nastala taljenjem bazičnije kontinentalne kore. Heterogenost kore može imati snažan utjecaj na izotopni i geokemijski sastav magmi. Iako geokemijski podatci ukazuju na razlike u mineralogiji i načinu taljenja, upravo izotopni zapisi najjasnije ističu ovaj kontrast i sugeriraju da bi heterogenost kore mogla predstavljati važan čimbenik u razumijevanju petrogeneze u Panonskom prostoru. S obzirom na sličan izotopni potpis, vjerojatno je da magme erupcija Eger i Ostoros pripadaju istom magmatskom ognjištu: Prilikom erupcije Eger eruptirao je kiseliji dio magmatskog ognjišta, a erupcija Ostoros je zahvatila relativno bazičniji dio rezervoara. U istom razdoblju, Mangó i donji (Lower) Bogács također odražavaju prijelaznu fazu s izraženijim utjecajem donje litosfere i mogućim lokalnim uplivom astenosferskih taljevina, iako je signal debele kontinentalne kore još jasno prepoznatljiv.

Srednji miocen donosi sustavan pomak prema vulkanizmu povezanom s napredujućom ekstenzijom i istanjivanjem kore, što je posebno jasno u erupcijama Škrabutnika, Demjéna i Bidrovca (oko 15,3–14,8 milijuna godina). Njihove geokemijske i mineraloške značajke upućuju na „mokri“ put magme u dubljim komorama: prisutnost amfibola u teškoj frakciji i geokemijski potpisi (sniženi MREE/HREE, povišeni Zr/Sm) odražavaju frakcionaciju hornblende i periodičnu dopunu rezervoara bazičnim taljevinama. Erupcija Demjén (uzorak PL-1) se pritom ističe nešto mafitnijim zapisom (bazaltni *replenishment* + frakcionacija amfibola), dok Bidrovec — iako vremenski blizak — dijeli amfibolski karakter, ali s geokemijom stakla bližom erupcijama Kalnik odnosno Škrabutnik. Nasuprot tome, erupcija Livno (Harsány, oko 14,3 milijuna godina) bilježi izostanak amfibola i dominaciju allanita, uz jasnu bimodalnost stakala (A/B), što ukazuje na pliće uvjete kristalizacije i drugačiju povijest rezervoara — u skladu s pojačanim plaštnim uplivom u već istanjenoj litosferi, pri čemu amfibol više nije stabilan. Ovaj razvoj potvrđuje regionalni model opisan u Harangi i Lenkey (2007), prema kojem rani silicijski vulkanizam uključuje miješanje taljevina porijeklom iz plašta s onima iz kontinentalne kore, dok kasniji (srednjomiocenski) pokazuje sve slabiji utjecaj kore i sve jači doprinos metasomatiziranog plašta i dubljih izvorišta (Slika 167). Noviji radovi (Seghedi i Downes, 2011; Lukács i sur., 2024) dodatno naglašavaju važnost ekstenzijskog okruženja i učestalih silicijskih erupcija tijekom srednjeg miocena.

Zaključno, kroz niz erupcija od Kalnika do Livna jasno se očituje razvoj od korom-dominiranog prema plaštno-dominiranom vulkanizmu, pri čemu izotopni i mineraloški zapisi

(εHf, Nb/Ta, Zr/Sm, prisutnost/odsutnost amfibola) precizno bilježe prijelaz s deblje kore i donjolitosferskog utjecaja prema tanjoj litosferi i naglašenijoj ulozi taljevina povezanih s astenosferskim zapisom, uz dodatnu mogućnost da heterogenost kore predstavlja važan čimbenik u razumijevanju kompleksnosti magmatizma Karpatsko- panonske regije.



Slika 167. Izotopni sastav cirkona i krhotina stakla vulkanoklastita KPR-a.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj doktorski rad primjenjuje višestruki "*multi-proxy*" pristup—kombinirajući litološke i sedimentološke opise, petrografiju i modalnu analizu, geokemijska obilježja stijene i vulkanskog stakla, izotope (Nd–Hf) u staklu i Hf izotope u cirkonu te visokopreciznu i *in situ* U–Pb geokronologiju i elemente u tragovima u cirkonu — za rekonstrukciju tefrostratigrafije i petrogeneze donjomiocenskog i srednjomiocenskog kiselog eksplozivnog vulkanizma Karpatsko-panonske regije (KPR) i njegovih distalnih zapisa u Dinaridima. Posebno se istaknula geokemija krhotina vulkanskog stakla, do sada rijetko korištena u ovom opsegu, koja se pokazala krucijalnom za razlikovanje erupcija i njihovo koreliranje. U–Pb (CA-ID-TIMS) datiranja cirkona smjestila su te korelacije u apsolutno vrijeme, a usporedba s $^{40}Ar/^{39}Ar$ datiranjima potvrdila je da starosti na cirkonu odražavaju vrijeme erupcije. Ovim istraživanjem postavlja se novi precizno datiran tefrostratigrafski okvir koji prostorno povezuje eruptivne produkte vulkanizma KPR-a s njihovim distalnim zapisima u Dinaridima. Eksplozivne kisele erupcije stvarale su široko rasprostranjene vulkanoklastične horizonte koji služe kao važan stratigrafski marker, a mogu dati i podatke o podrijetlu magme. Na temelju ovog pristupa definiralo se minimalno devet erupcijskih jedinica donjeg i srednjeg miocena.

Donjomiocenske erupcije (≈18,1–17 milijuna godina)

- Kalnik (≈18,1 milijuna godina): detaljnom analizom ignimbrita (KNOL) definirana je sukcesija vulkanoklastita voluminozne riolitne erupcije. Usporedba U-Pb starosti cirkona dobivenih metodama visoke preciznosti (CA-ID-TIMS, „*in situ*" LA-ICP-MS) pokazuje da istraživani lokaliteti KNOL i 15a zajedno s ignimbritima Bükkalja vulkanskog polja (uzorak Csv-2), predstavljaju sinkronu vulkansku aktivnost ili vrlo usko vremenski razdvojene erupcije unutar razdoblja od nekoliko desetaka tisuća godina. Dvije geokemijski različite skupine stakla, definirane omjerima Eu/Eu*, Ba/Rb, La/Nb te varijabilnim koncentracijama LREE i HREE, ukazuju na moguću petrogentsku interpretaciju koja uključuje postojanje dvije zasebne magmatske leće koje su se miješale tijekom erupcije i stvorile jedan erupcijski produkt s dvjema tipovima geokemijskih krhotina stakla. Izotopni odnosi dobiveni na cirkonu (εHf = –10,37 do –8,75) i krhotinama vulkanskog stakla (εHf =-7,28, εNd = -6,5, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7082) ukazuju na magmu kontaminiranu kontinentalnu korom što se podudara s početnom fazom vulkanizma KPR-a. Geokemijski pokazatelji (npr. Rb–Ta+Yb, Nb–Y) ukazuju na postkolizijsku evoluciju s očuvanom subdukcijskom komponentom; Hf–Nd izotopi stakla te Hf izotopi cirkona upućuju na miješanje

taljevina metasomatiziranog litosfernog plašta i taljevina donje (lokalno i srednje) kore u MASH-sustavu.

- Eger (≈17,3 milijuna godina): od ranije poznata erupcija Eger (VEI > 7) BVF-a korelirana je na temelju U-Pb starosti cirkona i geokemijskih obilježja cirkona s ignimbritima na Kalniku te distalnim naslagama u Sinjskom bazenu, ukazujući na snagu erupcije te važnost široko rasprostranjenih egerskih erupcijskih produkata kao regionalno značajnih horizonta. Novo dobiveni podatci izotopa na cirkonu (εHf = –3,5 do 1,2) i vulkanskom staklu (εHf =0,3, εNd = -3,68, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7063) pokazuju da su analizirani ignimbriti povezani s regionalnim magmatskim ognjištima donjeg miocena KPR-a, ali i da odstupaju od tipičnog trenda Karpatsko-panonskog vulkanizma, što upućuje na mogući novi petrogenetski model koji ili ukazuje na veći utjecaj bazičnijih magmi nastalih taljenjem matasomatiziranog litosfernog plašta ili taljenja bazičnije kontinentalne kore.
- Ostoros (≈17,3 milijuna godina): definirana s novim geokemijskim podatcima i visokopreciznom cirkon geokronologijom na distalnim vulkanoklastitima u Sinjskom bazenu, koji su korelirani s ignimbritima BVF-a na temelju geokemijskih obilježja vulkanskog stakla. Nova geokemijska obilježja (niži SiO_2, viši FeO_t i TiO_2, te povišeni omjeri Nb/Th i Nb/Ta) upućuju na manje diferenciran, primitivniji izvor magme nego erupcija Eger ali sa sličnim izotopnim sastavom cirkona (εHf = –0,7 do 5,4).
- Mangó (≈17,1 milijuna godina): po prvi put potvrđena korelacija ignimbrita ove starosti pronađenih na Kalniku i ignimbrita BVF-a. Geokemijska obilježja krhotina stakla, U–Pb starosti cirkona i novi podatci izotopa krhotina stakla (εHf =-7,44, εNd = -7,3, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7086) pokazuju istovremenost i regionalno rasprostiranje tog vulkanizma, pri čemu su magme pod značajnim utjecajem kontaminacije kontinentalnom korom.
- Lower Bogács (≈17 milijuna godina): prvi puta je identificirana u distalnim naslagama Sinjskog i Livanjskog bazena. Geokemijska obilježja stakla omogućila su korelaciju uzoraka s ignimbritom BVF-a, a njihova pojava u udaljenim bazenima pokazuje da se radi o široko rasprostranjenom eruptivnom događaju. Ovo istraživanje ujedno i prvi put datira donji dio važnog stratigrafskog horizonta BVF-a – sukcesije Bogács. Izotopni podatci krhotina stakla (εHf = -8,37, εNd = -7,68, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7077) upućuju na magme pod značajnim utjecajem kontinentalne kore.

Srednjomiocenske erupcije (≈15,3–14,3 milijuna godina)

- Škrabutnik (≈15,3 milijuna godina): visokoprecizne U–Pb (CA-ID-TIMS) starosti dobivene na vulkanoklastičnim naslagama zabilježenim na više lokaliteta (SKR 3/21-H, CUC-1d, LUC 1.2, KUC) šireg prostora Alpsko-mediteranske regije (Sjevernohrvatski i Bečki bazen unutar Panonskog bazena te Sinjski bazen Dinaridskog jezerskog sustava) pokazuju da svi predstavljaju jedan erupcijski događaj starosti oko 15,3 milijuna godina, čime je uspostavljen regionalni marker. U profilu Škrabutnik dokumentiran je višemetarski, pretežno juvenilni, teksturalno i granulometrijski razlučiv paket s SSD strukturama; kombinacija primarnog *fallout* taloženja i vulkanoklastičnih turbidita najbolje objašnjava opaženu sukcesiju. Prostor širenja potvrđenih i vjerojatnih korelativnih lokaliteta doseže 200–500 km od izvora (za što je potrebna erupcija VEI ≈ 4–7), što podcrtava eruptivni obujam i regionalni značaj ovog horizonta. Izotopni odnosi dobiveni na cirkonu (εHf = –4,9 do -1) i krhotinama vulkanskog stakla (εHf =-1,83, εNd = -3,35, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7072) ukazuju na magme nastale mješanjem taljevina plašta i kontinentalne kore ali s manjim utjecajem potpisa kontinentalne kore nego u starijim erupcijama KPR-a, što je u skladu s interpretacijom stanjivanja kontinentalne kore Panonskog prostora. Geokemijska obilježja krhotina vulkanskog stakla otkrivaju dvije geokemijski različite skupine, slično erupciji Kalnik, dok manji dio stakla s međuvrijednostima sugerira postojanje različitih dijelova ognjišta ali i njihovo miješanje.
- Plaz (Demjén) (≈14,93 milijuna godina) i Bidrovec (≈14,83 milijuna godina): CA-ID-TIMS starosti definiraju dvije odvojene erupcije. Razlike u elementima u tragovima stakla dodatno potvrđuju da se ne radi o jednoj eruptivnoj fazi, iako je zajedničko izvorište moguće. Iako izotopni odnosi dobiveni na cirkonu (Plaz: εHf = –0,6 do 1,4; Bidrovec: –1 do -0,5) i krhotinama vulkanskog stakla (Plaz: εNd = -3,32, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7068, Bidrovec: εNd = -3,27, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,7080) pokazuju i neke razlike s izraženijim plaštnim zapisom kod erupcijr Plaz (Demjén). Taloženje u marinskom okolišu s dominacijom juvenilnih čestica i vrlo homogenom geokemijom krhotina stakla ukazuje na primarno taloženje iz zraka i/ili gravitacijskim tokom. Korelacija horizonta Plaza s erupcijom Demjén BVF-a potvrđuje široku prostornu rasprostranjenost, dok definiranje erupcije Bidrovec naglašava učestalost i snagu erupcija u KPR-a.
- Livno/Harsány (≈14,3 milijuna godina): novi CA-ID-TIMS podatci za Livno (BD-1) daju starost od 14,3196 ± 0,0093/0,011/0,019 Ma (MSWD 0,30) milijuna

godina, s neuobičajeno uskim rasponom pojedinačnih starosti (n=7), što pouzdano određuje vrijeme erupcije. Geokemijska obilježja stakla grupiraju BD i Držanlije te djelomično Mandek (dvije CaO-skupine), dok se PS razlikuje—što govori u prilog jednom glavnom i potencijalno još jednom distinktivnom događaju u Livanjskom bazenu. Razlika u debljiama (1–7 m) i stratigrafija ukazuju na važnu ulogu pretaloženja unutar jezerskog sustava, pa su lokalne debljine veće od tipičnih distalnih *fallout* naslaga; radna hipoteza povezuje ove vulkanoklastične naslage s KPR eruptivnom epohom Harsány.

Rezultati provedenih istraživanja prezentiranih u ovoj disertacije potvrđuju da se kiseli vulkanizam KPR-a može pouzdano pratiti na udaljenostima od nekoliko stotina kilometara, što čini njegove produkte izvrsnim stratigrafskim markerima. Podatci dobiveni na proksimalnim i distalnim vulkanoklastičnim naslagama dokazali su postojanje više erupcija nego što je bilo prije poznato, koje govore o još intenzivnijem vulkanizmu KPR-a uz široku rasprostranjenost erupcija. Predloženi petrogenetski modeli ukazuju na prijelaz od korom-dominiranih magmi donjeg miocena prema značajnijem utjecaju taljevina plašta (moguće i astenosfere) kontroliranom vulkanizmu srednjeg miocena, pri čemu heterogenost kontinentske kore igra dodatnu ulogu. Ovaj rad time donosi ključan doprinos razumijevanju magmatske evolucije i stratigrafskog povezivanja unutar Karpatsko-panonske regije, ali i šire u kontekstu Alpsko-Dinarsko-Karpatsko-Panonskog sustava.

7. EXTENDED SUMMARY

Silicic volcanism in the Carpathian–Pannonian Region (CPR) during the Miocene constitutes one of the most significant volcanic episodes in Central Europe, intimately linked to the post-collisional geodynamic evolution of the Alpine–Carpathian–Dinaridic orogen. The CPR serves as an exceptional natural laboratory for studying the interplay between lithospheric thinning, asthenospheric input, and crustal assimilation in generating large-volume silicic magmas. Despite extensive study, the stratigraphy of both proximal ignimbrites and distal tephras has remained poorly constrained. Many units have been difficult to correlate reliably, owing to the complexity of eruption dynamics, alteration of deposits, and the heterogeneous crustal setting. This dissertation addresses these uncertainties by developing a refined tephrostratigraphic and petrogenetic framework for the Lower and Middle Miocene silicic volcanism of the CPR, integrating proximal ignimbrite successions with their distal records in the Dinarides.

A multi-proxy methodology was employed, combining lithological descriptions, petrography, and modal analysis with whole-rock geochemistry, detailed analyses of volcanic glass shards, and isotopic composition (Nd–Hf) on both glass and zircon. High-precision zircon U–Pb geochronology using CA–ID–TIMS provided absolute age constraints, while trace-element analysis of zircon and characterization of heavy minerals offered complementary insights. Although mineral assemblages proved less powerful as correlation tools, they served as valuable support for petrogenetic interpretation, particularly in confirming amphibole fractionation or the presence of accessory phases such as allanite. The central methodological novelty lies in the systematic application of volcanic glass geochemistry, which—owing to the relatively unaltered nature of Miocene material—provided crucial juvenile signals for distinguishing, correlating, and interpreting eruptions across wide areas.

The results identify and characterize nine distinct eruptive units, highly widespread. The Kalnik eruption (≈18.1 Ma) produced a thick rhyolitic ignimbrite sequence, now recognized as synchronous with ignimbrites of the Bükkalja Volcanic Field. Glass chemistry revealed two distinct groups, indicating eruption of two separate magma lenses subsequently merged during eruption. Nd–Hf isotopic signatures show strong crustal contamination, consistent with thick lithosphere in the early Miocene and supporting a MASH-type system with mixing between crustal melts and mantle-derived inputs.

The Eger (≈17.3 Ma) and Ostoros (≈17.3 Ma) eruptions mark a transitional stage. Eger exhibits unusually positive εHf, a striking deviation from the regional trend, with possible

sources ranging from mafic lower crust to melts derived from lower metadomatized lithospheric mantle or even the asthenosphere into a thick crust. Ostoros, less differentiated yet isotopically similar, likely represents the complementary part of the same magmatic system, highlighting the role of crustal heterogeneity or reflecting the eruption of a more mafic residual melt that remaind in the chamber after the Eger eruption had exhausted its more evolved portion. The Mangó (≈17.1 Ma) eruption is confirmed in proximal ignimbrite of Kalnik, while Lower Bogács (≈17 Ma) eruption is, for the first time, identified in distal deposits of Sinj and Livno basins). Together, these findings demonstrate that CPR silicic volcanism was more frequent and geographically extensive than previously known from proximal deposits of BVF.

The Middle Miocene volcanism reflects a profound geodynamic shift associated with intensified extension and lithospheric thinning. The Škrabutnik eruption (≈15.3 Ma) represents a regional tephrostratigraphic marker extending over several hundred kilometers. Mineralogy and glass chemistry reveal amphibole-controlled fractionation, indicative of a "wet" differentiation path. Similar signatures characterize Demjén and Bidrovec (≈14.9–14.8 Ma), where amphibole fractionation, combined with basaltic recharge, produced distinct geochemical ratios (depressed MREE/HREE, elevated Zr/Sm). These eruptions illustrate the recurrence of large silicic events within short intervals, underscoring the persistence of fertile magmatic systems. By contrast, the Livno–Harsány eruption (≈14.3 Ma) shows the disappearance of amphibole stability, replaced by allanite, and glass bimodality that reflects shallower crystallization and possibly a stronger lower lithospheric/asthenospheric imprint under a significantly thinned lithosphere.

Taken together, the data reveal a progressive but non-linear evolution from crust-dominated to mantle/asthenosphere-influenced magmatism. The Lower Miocene eruptions, exemplified by Kalnik, show extensive crustal assimilation, while Eger and Ostoros highlight complexities introduced by potentially crustal heterogeneity and early basaltic inputs. By the Middle Miocene, magmatism is increasingly influenced by mantle sources, with amphibole fractionation marking an intermediate stage (Škrabutnik, Demjén, Bidrovec), followed by amphibole-absent volcanism under even thinner lithosphere (Livno–Harsány). This nuanced trajectory challenges earlier models that envisioned a simple, linear transition and instead underscores the diverse pathways by which silicic magmas evolved in the CPR.

The refined tephrostratigraphic framework, anchored by zircon U–Pb ages and volcanic glass geochemistry, significantly advances the regional chronostratigraphy. Correlation between proximal ignimbrites and distal basin deposits demonstrates that explosive silicic volcanism in the CPR was more widespread and frequent than previously recognized,

producing regional stratigraphic markers invaluable for both geological mapping and paleoenvironmental reconstructions. Methodologically, the extensive use of volcanic glass analyses has proven decisive in correlating and distinguishing eruption units, while isotopic and zircon geochemical data provide robust petrogenetic constraints. The results contribute to a better understanding of the magmatic and tectonic evolution of the CPR within the broader Alpine–Carpathian–Dinaridic system, offering new perspectives on how crustal assimilation, mantle input, and lithospheric processes interact to generate voluminous silicic magmatism

8. LITERATURA

Abdel-Rahman, A. F. M. (1994): Nature of Biotites from Alkaline, Calc-alkaline, and Peraluminous Magmas. *Journal of Petrology*, **35**: 525–541. https://doi.org/10.1093/petrology/35.2.525.

Albert, P. G., B. Giaccio, R. Isaia, A. Costa, E. M. Niespolo, S. Nomade, A. Pereira, P. R. Renne, A. Hinchliffe, D. F. Mark, R. J. Brown i V. C. Smith (2019): Evidence for a large-magnitude eruption from Campi Flegrei caldera (Italy) at 29 ka. *Geology*, **47**: 595–599. https://doi.org/10.1130/G45805.1.

Allegre, C. J., C. J. Allègre, C. Sutcliffe i C. J. Allegre (2008): *Isotope Geology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1–27 str.

Anczkiewicz, A. A. i R. Anczkiewicz (2016): U-Pb zircon geochronology and anomalous Sr-Nd-Hf isotope systematics of late orogenic andesites: Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians, South Poland. *Chemical Geology*, **427**: 1–16. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.02.004.

Andò, S., E. Garzanti, M. Padoan i M. Limonta (2012): Corrosion of heavy minerals during weathering and diagenesis: A catalog for optical analysis. *Sedimentary Geology*, **280**: 165–178. https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.03.023.

Avanić, R. (1997): Analiza facijesa srednjeg miocena jugoistočnog dijela Medvednice. *magistarski rad*, 54.

Avanić, R. (2012): Litostratigrafske jedinice donjeg miocena sjeverozapadne Hrvatske. *doktorska disertacija*.

Aziz, A. H., M. Böhme, A. Rocholl, A. Zwing, J. Prieto, J. R. Wijbrans, K. Heissig i V. Bachtadse (2008): Integrated stratigraphy and 40Ar/39Ar chronology of the Early to Middle Miocene Upper Freshwater Molasse in eastern Bavaria (Germany). *International Journal of Earth Sciences*, **97**: 115–134. https://doi.org/10.1007/s00531-006-0166-7.

Bachmann, O. i G. W. Bergantz (2004): On the Origin of Crystal-poor Rhyolites: Extracted from Batholithic Crystal Mushes. *Journal of Petrology*, **45**: 1565–1582. https://doi.org/10.1093/petrology/egh019.

Bachmann, O. i G. W. Bergantz (2008): Rhyolites and their source mushes across tectonic settings. *Journal of Petrology*, **49**: 2277–2285. https://doi.org/10.1093/petrology/egn068.

Badurina, L., B. Šegvić, O. Mandic i D. Slovenec (2021): Miocene tuffs from the Dinarides and Eastern Alps as proxies of the Pannonian Basin lithosphere dynamics and tropospheric circulation patterns in Central Europe. *Journal of the Geological Society*, jgs2020-262. https://doi.org/10.1144/jgs2020-262.

Badurina, L., B. Segvic, O. Mandic, N. M. Wien i D. Slovenec (2019): Mineralogy, geochemistry, and magmatic provenance of Miocene tuffs from the Dinarides and adjacent basins - evidences for mantle upwelling? *Hrvatski geološki kongres*.

Balázs, A., L. Matenco, I. Magyar, F. Horváth i S. Cloetingh (2016): The link between tectonics and sedimentation in back-arc basins: New genetic constraints from the analysis of the Pannonian Basin. *Tectonics*, **35**: 1526–1559. https://doi.org/10.1002/2015TC004109.

Le Bas, M. J. ., R. W. L. . Maitre, A. . Streckeisen i B. . Zanettin (1986): A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *Journal of Petrology*, **27**: 745–750. https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745.

Basch, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ivanić-Grad L33-81 [Basic Geological Map of SFRY 1:100000, Ivanić-Grad sheet – in Croatian].

Bea, F. (1996): Behavior of Trace Elements during Magma Genesis and Evolution. *Geology*, **II**.

Biró, T., M. Hencz, K. Németh, D. Karátson, E. Márton, A. Szakács, B. Bradák, Z. Szalai, Z. Pécskay i I. J. Kovács (2020): A Miocene Phreatoplinian eruption in the North-Eastern

Pannonian Basin, Hungary: The Jató Member. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **401**: 106973. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.106973.

Biró, T., I. J. Kovács, D. Karátson, R. Stalder, E. Király, G. Falus, T. Fancsik i J. K. Sándorné (2017): Evidence for post-depositional diffusional loss of hydrogen in quartz phenocryst fragments within ignimbrites. *American Mineralogist*, **102**: 1187–1201. https://doi.org/10.2138/am-2017-5861.

Blichert-Toft, J., C. Chauvel i F. Albarède (1997): Separation of Hf and Lu for high-precision isotope analysis of rock samples by magnetic sector-multiple collector ICP-MS. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **127**: 248–260. https://doi.org/10.1007/s004100050278.

Bouvier, A., J. D. Vervoort i P. J. Patchett (2008): The Lu–Hf and Sm–Nd isotopic composition of CHUR: Constraints from unequilibrated chondrites and implications for the bulk composition of terrestrial planets. *Earth and Planetary Science Letters*, **273**: 48–57. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.06.010.

Bowring, J. F., N. M. McLean i S. A. Bowring (2011): Engineering cyber infrastructure for U-Pb geochronology: Tripoli and U-Pb_Redux. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **12**: n/a-n/a. https://doi.org/10.1029/2010GC003479.

Branney, M. J. . i P. Kokelaar (2002): *Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites*. 1689–1699 str.

Brlek, M., S. P. Gaynor, G. Mongelli, B. Bauluz, R. Sinisi, V. Brčić, I. Peytcheva, I. Mišur, S. Tapster, N. Trinajstić, E. Laita, A. Yuste, S. Šuica, A. Grizelj, D. Kukoč i U. Schaltegger (2021): Karst bauxite formation during Miocene Climatic Optimum (central Dalmatia, Croatia): mineralogical, compositional and geochronological perspectives. *International Journal of Earth Sciences*, **110**: 2899–2922. https://doi.org/10.1007/s00531-021-02091-z.

Brlek, M., S. Kutterolf, S. Gaynor, K. Kuiper, M. Belak, V. Brčić, K. Holcová, K. L. Wang, K. Bakrač, V. Hajek-Tadesse, I. Mišur, M. Horvat, S. Šuica i U. Schaltegger (2020): Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin (Carpathian–Pannonian Region): new constraints from Mts. Kalnik and Požeška gora volcaniclastic record with regional implications. *International Journal of Earth Sciences*, **109**: 2775–2800. https://doi.org/10.1007/s00531-020-01927-4.

Brlek, M., S. Richard Tapster, J. Schindlbeck-Belo, S. P. Gaynor, S. Kutterolf, F. Hauff, S. V. Georgiev, N. Trinajstić, S. Šuica, V. Brčić, K. L. Wang, H. Y. Lee, C. Beier, A. B. Abersteiner, I. Mišur, I. Peytcheva, D. Kukoč, B. Németh, M. Trajanova, D. Balen, M. Guillong, D. Szymanowski i R. Lukács (2023): Tracing widespread Early Miocene ignimbrite eruptions and petrogenesis at the onset of the Carpathian-Pannonian Region silicic volcanism. *Gondwana Research*, **116**: 40–60. https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.12.015.

Buckland, H. M., L. G. Mastin, S. L. Engwell i K. V. Cashman (2022): Modelling the transport and deposition of ash following a magnitude 7 eruption: the distal Mazama tephra. *Bulletin of Volcanology*, **84**: 87. https://doi.org/10.1007/s00445-022-01593-1.

Burns, D. H., S. L. de Silva, F. Tepley, A. K. Schmitt i M. W. Loewen (2015): Recording the transition from flare-up to steady-state arc magmatism at the Purico–Chascon volcanic complex, northern Chile. *Earth and Planetary Science Letters*, **422**: 75–86. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2015.04.002.

Chamberlain, K. J., C. J. N. Wilson, P. J. Wallace i M. A. Millet (2015): Micro-analytical perspectives on the bishop tuff and its magma chamber. *Journal of Petrology*, **56**: 605–640. https://doi.org/10.1093/petrology/egv012.

Chu, N.-C., R. N. Taylor, V. Chavagnac, R. W. Nesbitt, R. M. Boella, J. A. Milton, C. R. German, G. Bayon i K. Burton (2002): Hf isotope ratio analysis using multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry: an evaluation of isobaric interference corrections. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **17**: 1567–1574.

https://doi.org/10.1039/b206707b.
Cole, J. W. (1979): Structure, petrology, and genesis of Cenozoic volcanism, Taupo Volcanic Zone, New Zealand—a review. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, **22**: 631–657. https://doi.org/10.1080/00288306.1979.10424173.
Colgan, J. P., T. A. Dumitru, P. W. Reiners, J. L. Wooden i E. L. Miller (2006): Cenozoic Tectonic Evolution of the Basin and Range Province in Northwestern Nevada. *American Journal of Science*, **306**: 616–654. https://doi.org/10.2475/08.2006.02.
Condon, D. J., B. Schoene, N. M. McLean, S. A. Bowring i R. R. Parrish (2015): Metrology and traceability of U–Pb isotope dilution geochronology (EARTHTIME Tracer Calibration Part I). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **164**: 464–480. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.05.026.
Cooper, G. F., C. J. N. Wilson, B. L. A. Charlier, J. L. Wooden i T. R. Ireland (2014): Temporal evolution and compositional signatures of two supervolcanic systems recorded in zircons from Mangakino volcanic centre, New Zealand. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **167**: 1–23. https://doi.org/10.1007/s00410-014-1018-2.
Cooper, George F., C. J. N. Wilson, M. A. Millet i J. A. Baker (2016): Generation and rejuvenation of a supervolcanic magmatic system: A case study from Mangakino volcanic centre, New Zealand. *Journal of Petrology*, **57**: 1135–1170. https://doi.org/10.1093/petrology/egw035.
Cooper, Kari M., K. W. W. Sims, J. M. Eiler i N. Banerjee (2016): Timescales of storage and recycling of crystal mush at Krafla Volcano, Iceland. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **171**: 54. https://doi.org/10.1007/s00410-016-1267-3.
Ćorić, S., D. Pavelič, F. Rögl, O. Mandic, S. Vrabac, R. Avanič, L. Jerkovič, A. Vranjkovič, D. Pavelić, F. Rögl, O. Mandic i S. Vrabac (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica*, **62**: 31–43. https://doi.org/10.4154/GC.2009.03.
Csontos, L., A. Nagymarosy, F. Horváth i M. Kovác (1992): Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area: A model. *Tectonophysics*, **208**: 221–241. https://doi.org/10.1016/0040-1951(92)90346-8.
Czuppon, G., R. Lukács, S. Harangi, P. R. D. Mason i T. Ntaflos (2012): Mixing of crystal mushes and melts in the genesis of the Bogács Ignimbrite suite, northern Hungary: An integrated geochemical investigation of mineral phases and glasses. *Lithos*, **148**: 71–85. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.06.009.
D'Abzac, F.-X., J. H. F. L. Davies, J.-F. Wotzlaw i U. Schaltegger (2016): Hf isotope analysis of small zircon and baddeleyite grains by conventional Multi Collector-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Chemical Geology*, **433**: 12–23. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.03.025.
Dahlström, S. I. R., F. J. Cooper, J. Blundy, S. Tapster, J. C. Yáñez i L. A. Evenstar (2022): Pluton Exhumation in the Precordillera of Northern Chile (17.8°–24.2°S): Implications for the Formation, Enrichment, and Preservation of Porphyry Copper Deposits. *Economic Geology*, **117**: 1043–1071. https://doi.org/10.5382/econgeo.4912.
Davidson, L., J. Tondora, M. J. O'Connell, T. Kirk, P. Rockholz i A. C. Evans (2007): Creating a recovery-oriented system of behavioral health care: Moving from concept to reality. *Psychiatric Rehabilitation Journal*, **31**: 23–31. https://doi.org/10.2975/31.1.2007.23.31.
Deer, W. A., R. A. Howie i J. Zussman (1992): An introduction to the rock-forming minerals. *Longman Scientific & Technical*.
Deer, W. A., R. A. Howie i J. Zussman (2013): *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*.
Dobosi, G., P. D. Kempton, H. Downes, A. Embey-Isztin, M. Thirlwall i P. Greenwood (2003): Lower crustal granulite xenoliths from the Pannonian Basin, Hungary, part 2: Sr-Nd-Pb-Hf and O isotope evidence for formation of continental lower crust by tectonic emplacement of oceanic crust. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **144**: 671–683.

https://doi.org/10.1007/s00410-002-0422-1.
Farina, F., A. Dini, M. Ovtcharova, J. H. F. L. Davies, N. D. Greber, A. S. Bouvier, L. Baumgartner, A. Ulianov i U. Schaltegger (2018): Zircon petrochronology reveals the timescale and mechanism of anatectic magma formation. *Earth and Planetary Science Letters*, **495**: 213–223. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.05.021.
Fisher, R. V. i H.-U. Schmincke (1984): *Pyroclastic Rocks*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 7250-7 str.
Fodor, L., L. Csontos, G. Bada, I. Györfi i L. Benkovics (1999): Tertiary tectonic evolution of the Pannonian Basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of palaeostress data. *Geological Society Special Publication*, **156**: 295–334. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.156.01.15.
Fodor, L. I., A. Gerdes, I. Dunkl, B. Koroknai, Z. Pécskay, M. Trajanova, P. Horváth, M. Vrabec, B. Jelen, K. Balogh i W. Frisch (2008): Miocene emplacement and rapid cooling of the Pohorje pluton at the Alpine-Pannonian-Dinaridic junction, Slovenia. *Swiss Journal of Geosciences*, **101**. https://doi.org/10.1007/s00015-008-1286-9.
Foley, S., M. Tiepolo i R. Vannucci (2002): Growth of early continental crust controlled by melting of amphibolite in subduction zones. *Nature*, **417**: 837–840. https://doi.org/10.1038/nature00799.
Fourny, A., D. Weis i J. S. Scoates (2016): Comprehensive Pb-Sr-Nd-Hf isotopic, trace element, and mineralogical characterization of mafic to ultramafic rock reference materials. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **17**: 739–773. https://doi.org/10.1002/2015GC006181.
Freundt, A., J. C. Schindlbeck-Belo, S. Kutterolf i J. L. Hopkins (2023): Tephra layers in the marine environment: a review of properties and emplacement processes. *Geological Society, London, Special Publications*, **520**: 595–637. https://doi.org/10.1144/SP520-2021-50.
Gans, P. B., G. A. Mahood i E. Schermer (1989): Synextensional magmatism in the Basin and Range Province; A case study from the eastern Great Basin. str. 1–53.
Gaynor, S. P., M. Ruiz i U. Schaltegger (2022): The importance of high precision in the evaluation of U-Pb zircon age spectra. *Chemical Geology*, **603**: 120913. https://doi.org/10.1016/J.CHEMGEO.2022.120913.
Gaynor, S. P., T. M. Smith i U. Schaltegger (2023): Tracing magmatic genesis and evolution through single zircon crystals from successive supereruptions from the Socorro Caldera Complex , USA. *Earth and Planetary Science Letters*, **616**: 118236. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2023.118236.
Van Gelder, I. E., L. Matenco, E. Willingshofer, B. Tomljenovic, P. A. M. Andriessen, M. N. Ducea, A. Beniest i A. Gruić (2015): The tectonic evolution of a critical segment of the Dinarides-Alps connection: Kinematic and geochronological inferences from the Medvednica Mountains, NE Croatia. *Tectonics*, **34**: 1952–1978. https://doi.org/10.1002/2015TC003937.
Georgiev, S., D. Dimitrova, M. Yossifova, M. Vetseva i R. Ivanova (2022): Tephrochronology of a distal tonstein layer within the Maritsa East lignite basin, Bulgaria: Potential sources of the Miocene large explosive eruption. *Geologica Carpathica*, **73**: 381–387. https://doi.org/10.31577/GEOLCARP.73.4.6.
Gorton, M. P. i E. S. Schandl (2000): From continents to island arcs: A geochemical index of tectonic setting for arc-related and within-plate felsic to intermediate volcanic rocks. *Canadian Mineralogist*, **38**: 1065–1073. https://doi.org/10.2113/GSCANMIN.38.5.1065.
Gravley, D. M., C. D. Deering, G. S. Leonard i J. V. Rowland (2016): Ignimbrite flare-ups and their drivers: A New Zealand perspective. *Earth-Science Reviews*, **162**: 65–82. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.09.007.
Hajek-Tadesse, V., L. Wacha, M. Horvat, I. Galović, K. Bakrač, A. Grizelj, O. Mandic i B.

Reichenbacher (2023): New evidence for Early Miocene palaeoenvironmental changes in the North Croatian Basin: Insights implicated by microfossil assemblages. *Geobios*. https://doi.org/10.1016/J.GEOBIOS.2023.01.005.

Halamić, J. ., M. . Belak, D. Pavelić, R. . Avanić, R. . Filjak, M. . Šparica, M. Brkić, M. Kovačić, D. Vrsaljko, A. Banak i J. Crnko (2019): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50 000 – Požeška gora.

Hammerli, J. i A. I. S. Kemp (2021): Combined Hf and Nd isotope microanalysis of co-existing zircon and REE-rich accessory minerals: High resolution insights into crustal processes. *Chemical Geology*, **581**: 120393. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120393.

Hammerli, J., A. I. S. Kemp, N. Barrett, B. A. Wing, M. Roberts, R. J. Arculus, P. Boivin, P. M. Nude i K. Rankenburg (2017): Sulfur isotope signatures in the lower crust: A SIMS study on S-rich scapolite of granulites. *Chemical Geology*, **454**: 54–66. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2017.02.016.

Handler, R., F. Ebner, F. Neubauer, A. V. Bojar i S. Hermann (2006): 40Ar/39Ar dating of Miocene tuffs from the Styrian part of the Pannonian Basin: An attempt to refine the basin stratigraphy. *Geologica Carpathica*, **57**: 483–494.

Harangi, S. (2001): Neogene to Quaternary volcanism of the Carpathian-Pannonian Region - A review. *Acta Geologica Hungarica*, **44**: 223–258.

Harangi, S., H. Downes i I. Seghedi (2006): Tertiary-Quaternary subduction processes and related magmatism in the Alpine-Mediterranean region. *Geological Society, London, Memoirs*, **32**: 167–190. https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2006.032.01.10.

Harangi, S., H. Downes, M. Thirlwall i K. Gméling (2007): Geochemistry, petrogenesis and geodynamic relationships of miocene calc-alkaline volcanic rocks in the western Carpathian arc, Eastern Central Europe. *Journal of Petrology*, **48**: 2261–2287. https://doi.org/10.1093/petrology/egm059.

Harangi, S. i L. Lenkey (2007): Genesis of the neogene to quaternary volcanism in the Carpathian-Pannonian region: Role of subduction, extension, and mantle plume. *Special Paper of the Geological Society of America*, **418**: 67–92. https://doi.org/10.1130/2007.2418(04).

Harangi, S., R. Lukács, A. K. Schmitt, I. Dunkl, K. Molnár, B. Kiss, I. Seghedi, Novothny i M. Molnár (2015): Constraints on the timing of Quaternary volcanism and duration of magma residence at Ciomadul volcano, east-central Europe, from combined U-Th/He and U-Th zircon geochronology. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **301**: 66–80. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.05.002.

Harangi, S., P. R. D. Mason i R. Lukács (2005): Correlation and petrogenesis of silicic pyroclastic rocks in the Northern Pannonian Basin, Eastern-Central Europe: In situ trace element data of glass shards and mineral chemical constraints. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **143**: 237–257. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2004.11.012.

Harangi, S., I. Seghedi i R. Lukács (2024): The Neogene to Quaternary Volcanism of the Carpathian – Pannonian Region : from initial plate tectonic models to quantitative petrogenetic explanations The Neogene – Quaternary volcanism of the Carpathian – Pannonian region : from initial plate tectonic m. https://doi.org/10.1144/SP554-2024-84.

Hencz, M., T. Biró, Z. Cseri, D. Karátson, E. Márton, K. Németh, A. Szakács, Z. Pécskay, I. János Kovács i I. J. Kovács (2021): A lower miocene pyroclastic-fall deposit from the Bükk Foreland Volcanic Area, Northern Hungary: Clues for an eastward-located source. *Geologica Carpathica*, **72**: 26–47. https://doi.org/10.31577/GeolCarp.72.1.3.

Hencz, M., T. Biró, K. Németh, A. Szakács, M. Portnyagin, Z. Cseri, Z. Pécskay, C. Szabó, S. Müller i D. Karátson (2023): Lithostratigraphy of the ignimbrite-dominated Miocene Bükk Foreland Volcanic Area (Central Europe). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **445**: 107960. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2023.107960.

Hiess, J., D. J. Condon, N. Mclean i S. R. Noble (2012): U / 235 U systematics in terrestrial U-

bearing minerals. *Science*, **45**: 1610–1614.
Hildreth, W. i C. J. N. Wilson (2007): Compositional zoning of the bishop tuff. *Journal of Petrology*, **48**: 951–999. https://doi.org/10.1093/petrology/egm007.
Hoernle, K., D. L. Abt, K. M. Fischer, H. Nichols, F. Hauff, G. A. Abers, P. van den Bogaard, K. Heydolph, G. Alvarado, M. Protti i W. Strauch (2008): Arc-parallel flow in the mantle wedge beneath Costa Rica and Nicaragua. *Nature*, **451**: 1094–1097. https://doi.org/10.1038/nature06550.
Hoernle, K., F. Hauff, T. F. Kokfelt, K. Haase, D. Garbe-Schönberg i R. Werner (2011): On- and off-axis chemical heterogeneities along the South Atlantic Mid-Ocean-Ridge (5-11°S): Shallow or deep recycling of ocean crust and/or intraplate volcanism? *Earth and Planetary Science Letters*, **306**: 86–97. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.03.032.
Horváth, F., B. Musitz, A. Balázs, A. Végh, A. Uhrin, A. Nádor, B. Koroknai, N. Pap, T. Tóth i G. Wórum (2015): Evolution of the Pannonian basin and its geothermal resources. *Geothermics*, **53**: 328–352. https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2014.07.009.
Hoskin, P. W. O. i U. Schaltegger (2003): The Composition of Zircon and Igneous and Metamorphic Petrogenesis. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **53**: 27–62. https://doi.org/10.2113/0530027.
Hüsing, S. K., A. Cascella, F. J. Hilgen, W. Krijgsman, K. F. Kuiper, E. Turco i D. Wilson (2010): Astrochronology of the Mediterranean Langhian between 15.29 and 14.17 Ma. *Earth and Planetary Science Letters*, **290**: 254–269. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2009.12.002.
Ilić, A. i F. Neubauer (2005): Tertiary to recent oblique convergence and wrenching of the Central Dinarides: Constraints from a palaeostress study. *Tectonophysics*, **410**: 465–484. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.02.019.
Institut, H. geološki (2009): *Osnova geoloka karta Hrvatske 1:300 000*.
Jacob, J. B., J. F. Moyen, P. Fiannacca, O. Laurent, O. Bachmann, V. Janoušek, F. Farina i A. Villaros (2021): Crustal melting vs. fractionation of basaltic magmas: Part 2, Attempting to quantify mantle and crustal contributions in granitoids. *Lithos*, **402–403**. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2021.106292.
Janoušek, V., J.-F. Moyen, H. Martin, V. Erban i C. Farrow (2016): *Geochemical Modelling of Igneous Processes – Principles And Recipes in R Language*.
Jiménez-Moreno, G., A. de Leeuw, O. Mandic, M. Harzhauser, D. Pavelić, W. Krijgsman i A. Vranjković (2009): Integrated stratigraphy of the Early Miocene lacustrine deposits of Pag Island (SW Croatia): Palaeovegetation and environmental changes in the Dinaride Lake System. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **280**: 193–206. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.05.018.
Jochum, K. P., M. Willbold, I. Raczek, B. Stoll i K. Herwig (2005): Chemical Characterisation of the USGS Reference Glasses GSA-1G, GSC-1G, GSD-1G, GSE-1G, BCR-2G, BHVO-2G and BIR-1G Using EPMA, ID-TIMS, ID-ICP-MS and LA-ICP-MS. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **29**: 285–302. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2005.tb00901.x.
Karátson, D., T. Biró, M. Portnyagin, B. Kiss, J.-L. Paquette, Z. Cseri, M. Hencz, K. Németh, P. Lahitte, E. Márton, L. Kordos, S. Józsa, L. Hably, S. Müller i I. Szarvas (2022): Large-magnitude (VEI ≥ 7) 'wet' explosive silicic eruption preserved a Lower Miocene habitat at the Ipolytarnóc Fossil Site, North Hungary. *Scientific Reports*, **12**: 9743. https://doi.org/10.1038/s41598-022-13586-3.
Koptev, A., S. Cloetingh, I. J. Kovács, T. Gerya i T. A. Ehlers (2021): Controls by rheological structure of the lithosphere on the temporal evolution of continental magmatism: Inferences from the Pannonian Basin system. *Earth and Planetary Science Letters*, **565**: 116925. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.116925.
Kovác, M., N. Hudáčková, E. Halásová, M. Kováčová, K. Holcová, M. Oszczypko-Clowes, K.

Báldi, G. Less, A. Nagymarosy, A. Ruman, T. Klučiar i M. Jamrich (2017): The Central Paratethys palaeoceanography: A water circulation model based on microfossil proxies, climate, and changes of depositional environment. *Acta Geologica Slovaca*, **9**: 75–114.

Kovačić, M. i D. Pavelić (2018): Razvoj hrvatskog dijela Panonskoga bazenskog sustava. 1–97.

Kovács, S., G. Buda, J. Haas, K. Brezsnyánszky i S. Harangi (2011): Tectonostratigraphic terranes and zones juxtaposed along the Mid-Hungarian Line: Their contrasting evolution and relationships. *Central European Geology*, **53**: 165–180. https://doi.org/10.1556/CEuGeol.53.2010.2-3.4.

Krogh, T. . (1973): A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **37**: 485–494. https://doi.org/10.1016/0016-7037(73)90213-5.

Kutterolf, S. ., A. . Freundt, T. H. . Hansteen, R. . Dettbarn, F. . Hampel, C. . Sievers, C. . Wittig, S. R. . Allen, T. H. . Druitt, J. . McPhie, P. . Nomikou, K. . Pank, J. C. . Schindlbeck-Belo, K. L. . Wang, H. Y. . Lee i B. Friedrichs (2021): The Medial Offshore Record of Explosive Volcanism Along the Central to Eastern Aegean Volcanic Arc: 1. Tephrostratigraphic Correlations. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **22**: 0–32. https://doi.org/10.1029/2021GC010010.

Kutterolf, S., A. Freundt i W. Peréz (2008): Pacific offshore record of plinian arc volcanism in Central America: 2. Tephra volumes and erupted masses. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **9**. https://doi.org/10.1029/2007GC001791.

Kutterolf, S., J. C. Schindlbeck, F. S. Anselmetti, D. Ariztegui, M. Brenner, J. Curtis, D. Schmid, D. A. Hodell, A. Mueller, L. Pérez, W. Pérez, A. Schwalb, M. Frische i K. L. Wang (2016): A 400-ka tephrochronological framework for Central America from Lake Petén Itzá (Guatemala) sediments. *Quaternary Science Reviews*, **150**: 200–220. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.08.023.

Leake, B. E., A. R. Woolley, C. E. S. Arps, W. D. Birch, M. C. Gilbert, J. D. Grice, F. C. Hawthorne, A. Kato, H. J. Kisch, V. G. Krivovichev, K. Linthout, J. Laird, J. A. Mandarino, W. V. Maresch, E. H. Nickel, N. M. S. Rock, J. C. Schumacher, D. C. Smith, N. C. N. Stephenson, L. Ungaretti, E. J. W. Whittaker i G. Youzhi (1997): Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. *Canadian Mineralogist*, **35**: 219–246. https://doi.org/10.1127/ejm/9/3/0623.

De Leeuw, A., S. Filipescu, L. Maţenco, W. Krijgsman, K. Kuiper i M. Stoica (2013): Paleomagnetic and chronostratigraphic constraints on the middle to late miocene evolution of the transylvanian basin (Romania): Implications for central paratethys stratigraphy and emplacement of the tisza-dacia plate. *Global and Planetary Change*, **103**: 82–98. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.04.008.

de Leeuw, A., O. Mandic, W. Krijgsman, K. Kuiper i H. Hrvatović (2011): A chronostratigraphy for the Dinaride Lake System deposits of the Livno-Tomislavgrad Basin: the rise and fall of a long-lived lacustrine environment. *Stratigraphy*, **8**: 29–43. https://doi.org/10.1016/S0016-7037(00)00367-7.

de Leeuw, A., O. Mandic, W. Krijgsman, K. Kuiper i H. Hrvatović (2012): Paleomagnetic and geochronologic constraints on the geodynamic evolution of the Central Dinarides. *Tectonophysics*, **530**–**531**: 286–298. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.01.004.

de Leeuw, A., O. Mandic, A. Vranjković, D. Pavelić, M. Harzhauser, W. Krijgsman i K. F. Kuiper (2010): Chronology and integrated stratigraphy of the Miocene Sinj Basin (Dinaride Lake System, Croatia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **292**: 155–167. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.03.040.

Lipman, P. W. (1975): volution of the Platoro Caldera Complex and Related Volcanic Rocks, Southeastern San Juan Mountains, Colorado: U.S. *U.S. Geological Survey Professional*

Paper, **852**: 128.
Lipman, P. W. i O. Bachmann (2015): Ignimbrites to batholiths: Integrating perspectives from geological, geophysical, and geochronological data. *Geosphere*, **11**: 705–743. https://doi.org/10.1130/GES01091.1.
Lowe, D. J. (2011): Tephrochronology and its application: A review. *Quaternary Geochronology*, **6**: 107–153. https://doi.org/10.1016/j.quageo.2010.08.003.
Lowe, D. J., N. J. G. Pearce, M. A. Jorgensen, S. C. Kuehn, C. A. Tryon i C. L. Hayward (2017): Correlating tephras and cryptotephras using glass compositional analyses and numerical and statistical methods: Review and evaluation. *Quaternary Science Reviews*, **175**: 1–44. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.08.003.
Lukács, R., M. Guillong, O. Bachmann, L. Fodor i S. Harangi (2021): Tephrostratigraphy and Magma Evolution Based on Combined Zircon Trace Element and U-Pb Age Data: Fingerprinting Miocene Silicic Pyroclastic Rocks in the Pannonian Basin. *Frontiers in Earth Science*, **9**. https://doi.org/10.3389/feart.2021.615768.
Lukács, R., M. Guillong, J. Szepesi, D. Szymanowski i M. Portnyagin (2024): Mid-Miocene silicic explosive volcanism of the Tokaj Mts ., eastern-central Europe : Eruption chronology , geochemical fingerprints and petrogenesis Gondwana Research Mid-Miocene silicic explosive volcanism of the Tokaj Mts ., eastern- central Europe : Er. *Gondwana Research*, **130**: 53–77. https://doi.org/10.1016/j.gr.2024.01.004.
Lukács, R., S. Harangi, O. Bachmann, M. Guillong, M. Danišík, Y. Buret, A. von Quadt, I. Dunkl, L. Fodor, J. Sliwinski, I. Soós i J. Szepesi (2015): Zircon geochronology and geochemistry to constrain the youngest eruption events and magma evolution of the Mid-Miocene ignimbrite flare-up in the Pannonian Basin, eastern central Europe. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **170**: 1–26. https://doi.org/10.1007/s00410-015-1206-8.
Lukács, R., S. Harangi, P. Gál, J. Szepesi, G. Groppelli i L. Fodor (2022): Formal definition and description of lithostratigraphic units related to the Miocene silicic pyroclastic rocks outcropping in Northern Hungary : A revision. https://doi.org/10.31577/GeolCarp.73.2.3.
Lukács, R., S. Harangi, M. Guillong, O. Bachmann, L. Fodor, Y. Buret, I. Dunkl, J. Sliwinski, A. von Quadt, I. Peytcheva i M. Zimmerer (2018): Early to Mid-Miocene syn-extensional massive silicic volcanism in the Pannonian Basin (East-Central Europe): Eruption chronology, correlation potential and geodynamic implications. *Earth-Science Reviews*, **179**: 1–19. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.005.
Lukács, R., S. Harangi, P. Mason i T. Ntaflos (2009): Bimodal pumice populations in the 13.5 Ma Harsány ignimbrite, Bükkalja Volcanic Field, Northern Hungary: Syn-eruptive mingling of distinct rhyolitic magma batches? *Central European Geology*, **52**: 51–72. https://doi.org/10.1556/CEuGeol.52.2009.1.4.
Lustrino, M., L. Fedele, L. Melluso, V. Morra, F. Ronga, J. Geldmacher, S. Duggen, S. Agostini, C. Cucciniello, L. Franciosi i T. Meisel (2013): Origin and evolution of Cenozoic magmatism of Sardinia (Italy). A combined isotopic (Sr-Nd-Pb-O-Hf-Os) and petrological view. *Lithos*, **180**–**181**: 138–158. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.08.022.
Mandic, O., A. de Leeuw, J. Bulić, K. F. Kuiper, W. Krijgsman i Z. Jurišić-Polšak (2012): Paleogeographic evolution of the Southern Pannonian Basin: 40Ar/ 39Ar age constraints on the Miocene continental series of Northern Croatia. *International Journal of Earth Sciences*, **101**: 1033–1046. https://doi.org/10.1007/s00531-011-0695-6.
Mandic, O., A. de Leeuw, B. Vuković, W. Krijgsman, M. Harzhauser i K. F. Kuiper (2011): Palaeoenvironmental evolution of Lake Gacko (Southern Bosnia and Herzegovina): Impact of the Middle Miocene Climatic Optimum on the Dinaride Lake System. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **299**: 475–492. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.11.024.
Mandic, O., D. Pavelić, M. Harzhauser, J. Zupanič, D. Reischenbacher, R. F. Sachsenhofer, N. Tadej i A. Vranjković (2008): 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. https://doi.org/10.1007/s10933-008-9235-1.

Mandic, O., K. Sant, N. Andrić, N. Horvatinčić, N. Ilijanić, S. Miko, N. Markić, A. Novosel, L. Matenco i H. Hrvatović (2016): Dinarides lakes and basins – from 18 Ma to Present. *Lake - Basin Evolution 2016 - Field Trip Guidebook PART*, 1–46.

Mandic, O., K. Sant, M. E. Kallanxhi, S. Ćorić, D. Theobalt, P. Grunert, A. de Leeuw i W. Krijgsman (2019): Integrated bio-magnetostratigraphy of the Badenian reference section Ugljevik in southern Pannonian Basin - implications for the Paratethys history (middle Miocene, Central Europe). *Global and Planetary Change*, **172**: 374–395. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.10.010.

Mange, M. A. i H. F. W. Maurer (1992): Heavy minerals in colour. *Choice Reviews Online*, **30**: 30-3842-30–3842. https://doi.org/10.5860/CHOICE.30-3842.

Marković, F. (2017): Miocenski tufovi sjevernohrvatskoga bazena. 174. https://doi.org/https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:421728.

Marković, F., K. Kuiper, S. Ćorić, V. Hajek-Tadesse, M. H. Kučenjak, K. Bakrač, Đ. Pezelj i M. Kovačić (2021): Middle miocene marine flooding: New40 Ar/39Ar age constraints with integrated biostratigraphy on tuffs from the north Croatian basin. *Geologia Croatica*, **74**: 237–252. https://doi.org/10.4154/gc.2021.18.

Marković, S. (2002): *Hrvatske mineralne sirovine*. 544 str.

McDonough, W. F. i S. s. Sun (1995): The composition of the Earth. *Chemical Geology*, **120**: 223–253. https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)00140-4.

McLean, N. M., J. F. Bowring i S. A. Bowring (2011): An algorithm for U-Pb isotope dilution data reduction and uncertainty propagation. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **12**: n/a-n/a. https://doi.org/10.1029/2010GC003478.

McLean, N. M., D. J. Condon, B. Schoene i S. A. Bowring (2015): Evaluating uncertainties in the calibration of isotopic reference materials and multi-element isotopic tracers (EARTHTIME Tracer Calibration Part II). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **164**: 481–501. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.02.040.

Miller, J. S., J. E. P. Matzel, C. F. Miller, S. D. Burgess i R. B. Miller (2007): Zircon growth and recycling during the assembly of large, composite arc plutons. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **167**: 282–299. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.04.019.

Milojević, R. i O. Sunarić (1964): Pokušaj stratigrafskog raščlanjavanja slatkovodnih sedimenata Duvanjskog bazena i neki ekonomsko geološki momenti u razvoju ugljenih facija. *Geološki glasnik 9*, 59–75.

Mišur, I., D. Balen, U. Klötzli, M. Belak, H.-J. Massonne, M. Brlek i V. Brčić (2023): Petrochronological study of chloritoid schist from the Medvednica Mts. (Croatia, Zagorje Mid-Transdanubian zone). *Geologia Croatica*, **76**: 13–36. https://doi.org/10.4154/gc.2023.02.

Moyen, J. F., V. Janoušek, O. Laurent, O. Bachmann, J. B. Jacob, F. Farina, P. Fiannacca i A. Villaros (2021): Crustal melting vs. fractionation of basaltic magmas: Part 1, granites and paradigms. *Lithos*, **402**–**403**. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2021.106291.

Mundil, R., K. R. Ludwig, I. Metcalfe i P. R. Renne (2004): Age and Timing of the Permian Mass Extinctions: U/Pb Dating of Closed-System Zircons. *Science*, **305**: 1760–1763. https://doi.org/10.1126/science.1101012.

Németh, B., K. Török, E. Bali, Z. Zajacz, L. Fodor i C. Szabó (2021): Melt-rock interaction in the lower crust based on silicate melt inclusions in mafic garnet granulite xenoliths, Bakony–Balaton Highland Volcanic Field (Hungary). *Geologica Carpathica*, **72**: 232. https://doi.org/10.31577/GEOLCARP.72.3.4.

Németh, K. i U. Martin (2007): *Practical Volcanology*. 220 str.

Németh, K. i J. Palmer (2019): Geological mapping of volcanic terrains: Discussion on

concepts, facies models, scales, and resolutions from New Zealand perspective. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **385**: 27–45. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.11.028.

Newhall, C. G. i S. Self (1982): The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **87**: 1231–1238. https://doi.org/10.1029/JC087iC02p01231.

Pálfy, J., R. Mundil, P. R. Renne, R. L. Bernor, L. Kordos i M. Gasparik (2007): U-Pb and 40Ar/39Ar dating of the Miocene fossil track site at Ipolytarnóc (Hungary) and its implications. *Earth and Planetary Science Letters*, **258**: 160–174. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.03.029.

Pamic, J. J. (1984): Triassic magmatism of the Dinarides in Yugoslavia. *Tectonophysics*, **109**. https://doi.org/10.1016/0040-1951(84)90145-8.

Papeš, J. (1975): *Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000 – Tumač za list Livno (K 33–11)*.

Patchett, P. J. i M. Tatsumoto (1981): A routine high-precision method for Lu-Hf isotope geochemistry and chronology. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **75**: 263–267. https://doi.org/10.1007/BF01166766.

Pavelić, D. (2002): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System. *Basin Research*, **13**: 359–376. https://doi.org/10.1046/J.0950-091X.2001.00155.X.

Pavelić, D., R. Avanić, K. Bakrač i D. Vrsaljko (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. i M. Kovačić (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. https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.01.026.

Pearce, J. A., N. B. W. Harris i A. G. Tindle (1984): Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, **25**: 956–983. https://doi.org/10.1093/petrology/25.4.956.

Pearce, N. J. G., W. T. Perkins, J. A. Westgate, M. P. Gorton, S. E. Jackson, C. R. Neal i S. P. Chenery (1997): A Compilation of New and Published Major and Trace Element Data for NIST SRM 610 and NIST SRM 612 Glass Reference Materials. *Geostandards Newsletter*, **21**: 115–144. https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.1997.tb00538.x.

Pearce, N. J. G., J. A. Westgate, G. A. R. Gualda, E. Gatti i R. F. Muhammad (2020): Tephra glass chemistry provides storage and discharge details of five magma reservoirs which fed the 75 ka Youngest Toba Tuff eruption, northern Sumatra. *Journal of Quaternary Science*, **35**: 256–271. https://doi.org/10.1002/jqs.3149.

Poka, T., T. Zelenka, A. Szakacs, I. Seghedi, G. Nagy i A. Simonits (1998): Petrology and geochemistry of the Miocene acidic explosive volcanism of the Bukk Foreland; Pannonian Basin, Hungary. *Acta Geol. Hung.*, **41**: 437–466.

Poli, G., G. Christofides, A. Koroneos, M. Trajanova i N. Zupančič (2020): Multiple processes in the genesis of the Pohorje igneous complex: Evidence from petrology and geochemistry. *Lithos*, **364**–**365**. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105512.

Premec Fućek, V., I. Galović, G. Mikša, M. Hernitz Kučenjak, K. Krizmanić, V. Hajek-Tadesse, M. Matošević, G. Pecimotika i S. Zlatar (2022): Paleontological and lithological evidence of the late Karpatian to early Badenian marine succession from Medvednica Mountain (Croatia), Central Paratethys. *International Journal of Earth Sciences*. https://doi.org/10.1007/s00531-022-02264-4.

Prentice, M., A. Pittari, D. J. Lowe, G. Kilgour, P. J. J. Kamp i M. Namaliu (2022): Linking proximal ignimbrites and coeval distal tephra deposits to establish a record of voluminous Early Quaternary (2.4–1.9 Ma) volcanism of the Tauranga Volcanic Centre, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **429**: 107595.

https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107595.
Preston, J. i J. Still (2001): Amphibole Calculation Sheet v1.2.
Rocholl, A., U. Schaltegger, H. A. Gilg, J. Wijbrans i M. Böhme (2018): The age of volcanic tuffs from the Upper Freshwater Molasse (North Alpine Foreland Basin) and their possible use for tephrostratigraphic correlations across Europe for the Middle Miocene. *International Journal of Earth Sciences*, **107**: 387–407. https://doi.org/10.1007/s00531-017-1499-0.
Roetzel, R., A. De Leeuw, O. Mandic, E. Márton i S. Nehyba (2014): Lower Miocene (upper Burdigalian , Karpatian) volcanic ash- fall at the south-eastern margin of the Bohemian Massif in Austria – New evidence from 40. *Austrian Journal of Earth Sciences*, **107/2**: 2–22.
Rögl, V. F. (1998): Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene).
Royden, L. (1988): Flexural behavior of the continental lithosphere in Italy: constraints imposed by gravity and deflection data. *Journal of Geophysical Research*, **93**: 7747–7766. https://doi.org/10.1029/JB093IB07P07747.
Royden, L. H., F. Horvath i B. C. Burchfiel (1982): Transform faulting, extension, and subduction in the Carpathian Pannonian region. *Geological Society of America Bulletin*, **93**: 717–725. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1982)93<717:TFEASI>2.0.CO;2.
Rybár, S., K. Šarinová, K. Sant, K. F. Kuiper, M. Kováčová, R. Vojtko, M. K. Reiser, K. Fordinál, V. Teodoridis, P. Nováková i T. Vlček (2019): New 40Ar/39Ar, fission track and sedimentological data on a middle Miocene tuff occurring in the Vienna Basin: Implications for the north-western Central Paratethys region. *Geologica Carpathica*, **70**: 386–404. https://doi.org/10.2478/geoca-2019-0022.
Sant, K., O. Mandic, L. Rundic, K. F. Kuiper i W. Krijgsman (2018): Age and evolution of the Serbian Lake System: Integrated results from Middle Miocene Lake Popovac. *Newsletters on Stratigraphy*, **51**: 117–143. https://doi.org/10.1127/nos/2016/0360.
Šarinová, K., S. Rybár, F. Jourdan, A. Frew, C. Mayers, M. Kováčová, B. Lichtman, P. Nováková i M. Kováč (2021): 40ar/ar30 geochronology of burdigalian paleobotanical localities in the central paratethys (South slovakia). *Geologica Acta*, **19**: 1–19. https://doi.org/10.1344/GeologicaActa2021.19.5.
Schaltegger, U., M. Ovtcharova, S. P. Gaynor, B. Schoene, J. F. ¨ O.-F. Wotzlaw, J. F. H. L. H. L. Davies, F. Farina, N. D. Greber, D. Szymanowski i C. Chelle-Michou (2021): Long-term repeatability and interlaboratory reproducibility of high-precision ID-TIMS U-Pb geochronology. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **36**: 1466–1477. https://doi.org/10.1039/d1ja00116g.
Schaltegger, U., A. K. Schmitt i M. S. A. Horstwood (2015): U-Th-Pb zircon geochronology by ID-TIMS, SIMS, and laser ablation ICP-MS: Recipes, interpretations, and opportunities. *Chemical Geology*, **402**: 89–110. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2015.02.028.
Scherer, E., C. Münker i K. Mezger (2001): Calibration of the Lutetium-Hafnium Clock. *Science*, **293**: 683–687. https://doi.org/10.1126/science.1061372.
Schiller, D. i F. Finger (2019): Application of Ti-in-zircon thermometry to granite studies: problems and possible solutions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **174**: 1–16. https://doi.org/10.1007/s00410-019-1585-3.
Schindlbeck, J. C. ., S. . Kutterolf, A. ; Freundt, G. E. ; Alvarado, K.-L. ; Wang, S. M. ; Straub, S. R. ; Hemming, M. ; Frische i J. D. Woodhead (2016): Late Cenozoic tephrostratigraphy offshore the southern Central American Volcanic Arc: 1. Tephra ages and provenance. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, **17**: 1312–1338. https://doi.org/10.1002/2016GC006503.
Schmitt, A. K. (2011): Uranium series accessory crystal dating of magmatic processes. *Annual*

Review of Earth and Planetary Sciences, **39**: 321–349. https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040610-133330.

Seghedi, I. i H. Downes (2011): Geochemistry and tectonic development of Cenozoic magmatism in the Carpathian-Pannonian region. *Gondwana Research*, **20**: 655–672. https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.06.009.

Seghedi, I., H. Downes, S. Harangi, P. R. D. Mason i Z. Pécskay (2005): Geochemical response of magmas to Neogene-Quaternary continental collision in the Carpathian-Pannonian region: A review. *Tectonophysics*, **410**: 485–499. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2004.09.015.

Seghedi, I., H. Downes, A. Szakács, P. R. D. Mason, M. F. Thirlwall, R. Emilian, Z. Pécskay, E. Márton i C. Panaiotu (2004): Neogene-Quaternary magmatism and geodynamics in the Carpathian- Pannonian region: A synthesis. *Lithos*, **72**: 117–146. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2003.08.006.

Šegvić, B., R. Lukács, O. Mandic, P. Strauss, L. Badurina, M. Guillong i M. Harzhauser (2023): U–Pb zircon age and mineralogy of the St Georgen halloysite tuff shed light on the timing of the middle Badenian (mid-Langhian) transgression, ash dispersal and palaeoenvironmental conditions in the southern Vienna Basin, Austria. *Journal of the Geological Society*, **180**. https://doi.org/10.1144/jgs2022-106.

Šegvić, B., M. Mileusnić, D. Aljinović, A. Vranjković, O. Mandic, D. Pavelić, I. Dragičević i R. Ferreiro Mählmann (2014): Magmatic provenance and diagenesis of Miocene tuffs from the Dinaride Lake System (the Sinj Basin, Croatia). *European Journal of Mineralogy*, **26**: 83–101. https://doi.org/10.1127/0935-1221/2013/0025-2350.

Shane, P., S. B. Martin, V. C. Smith, K. F. Beggs, M. B. Darragh, J. W. Cole i I. A. Nairn (2007): Multiple rhyolite magmas and basalt injection in the 17.7 ka Rerewhakaaitu eruption episode from Tarawera volcanic complex, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **164**: 1–26. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.04.003.

de Silva, S., G. Zandt, R. Trumbull i J. Viramonte (2006): Large ignimbrite eruptions and volcano-tectonic depressions in the Central Andes: a thermomechanical perspective. *Advances in Geosciences*, **1**: 215–230. https://doi.org/10.1142/9789812707178_0021.

de Silva, S. L. i P. M. Gregg (2014): Thermomechanical feedbacks in magmatic systems: Implications for growth, longevity, and evolution of large caldera-forming magma reservoirs and their supereruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **282**: 77–91. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2014.06.001.

Sláma, J., J. Košler, D. J. Condon, J. L. Crowley, A. Gerdes, J. M. Hanchar, M. S. A. Horstwood, G. A. Morris, L. Nasdala, N. Norberg, U. Schaltegger, B. Schoene, M. N. Tubrett i M. J. Whitehouse (2008): Plešovice zircon — A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, **249**: 1–35. https://doi.org/10.1016/J.CHEMGEO.2007.11.005.

Smithies, R. H., Y. Lu, T. E. Johnson, C. L. Kirkland, K. F. Cassidy, D. C. Champion, D. R. Mole, I. Zibra, K. Gessner, J. Sapkota, M. C. De Paoli i M. Poujol (2019): No evidence for high-pressure melting of Earth's crust in the Archean. *Nature Communications*, **10**: 1–12. https://doi.org/10.1038/s41467-019-13547-x.

Söderlund, U. i L. Johansson (2002): A simple way to extract baddeleyite (ZrO 2). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **3**: 1 of 7–7 7. https://doi.org/10.1029/2001GC000212.

Storck, J. C., J. F. Wotzlaw, Ö. Karakas, P. Brack, A. Gerdes i P. Ulmer (2020): Hafnium isotopic record of mantle-crust interaction in an evolving continental magmatic system. *Earth and Planetary Science Letters*, **535**. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2020.116100.

Strasky, S., U. Schaltegger, M. Ovtcharova, B. Hofmann i D. Kälin (2018): Age determination and correlation of the Wolhusen Bentonite (Upper Freshwater Molasse , Middle Miocene , Napf alluvial fan , Switzerland) 16th Swiss Geoscience Meeting 2018 Berne Poster

session Introduction.
Šuica, S., N. Trinajstić, J. C. Schindlbeck-Belo, S. Kutterolf, M. Milošević, M. Brlek, F. Hauff, A. Grizelj, D. Kukoč, V. Brčić, I. Mišur i R. Avanić (2025): Record of Late Oligocene silicic volcanism in the Hrvatsko Zagorje Basin, Croatia: insights from U–Pb zircon geochronology and volcanology. *Journal of the Geological Society*, **182**. https://doi.org/10.1144/jgs2024-132.
Sun, S. S. . i W. F. . McDonough (1989): Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. *Magmatism in the Ocean Basins*, 313–345. https://doi.org/https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19.
Swallow, E. J., C. J. N. Wilson, B. L. A. Charlier i J. A. Gamble (2019): The Huckleberry Ridge Tuff, Yellowstone: Evacuation of multiple magmatic systems in a complex episodic eruption. *Journal of Petrology*, **60**: 1371–1426. https://doi.org/10.1093/petrology/egz034.
Szakács, A., E. Márton, T. Póka, T. Zelenka, Z. Pécskay i I. Seghedi (1998): Miocene acidic explosive volcanism in the Bukk Foreland, Hungary: Identifying eruptive sequences and searching for source locations. *Acta Geologica Hungarica*, **41**: 413–435.
Szakács, A., Z. Pécskay, L. Silye, K. Balogh, D. Vlad i A. Fülöp (2012): On the age of the Dej Tuff, Transylvanian Basin (Romania). *Geologica Carpathica*, **63**: 139–148. https://doi.org/10.2478/v10096-012-0011-9.
Thirlwall, M. F. i R. Anczkiewicz (2004): Multidynamic isotope ratio analysis using MC–ICP–MS and the causes of secular drift in Hf, Nd and Pb isotope ratios. *International Journal of Mass Spectrometry*, **235**: 59–81. https://doi.org/10.1016/j.ijms.2004.04.002.
Todd, E., A. Stracke i E. E. Scherer (2015): Effects of simple acid leaching of crushed and powdered geological materials on high-precision Pb isotope analyses. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **16**: 2276–2302. https://doi.org/10.1002/2015GC005804.
Tomljenović, B., L. Csontos, E. Márton i P. Márton (2008): Tectonic evolution of the northwestern internal Dinarides as constrained by structures and rotation of Medvednica Mountains, North Croatia. *Geological Society Special Publication*, **298**: 145–167. https://doi.org/10.1144/SP298.8.
Trinajstić, N., M. Brlek, S. P. Gaynor, J. Schindlbeck-Belo, S. Šuica, R. Avanić, S. Kutterolf, K.-L. Wang, H.-Y. Lee, K. Holcová, J. Kopecká, V. Baranyi, V. Hajek-Tadesse, K. Bakrač, V. Brčić, D. Kukoč, M. Milošević, I. Mišur i R. Lukács (2023): Provenance and depositional environment of Middle Miocene silicic volcaniclastic deposits from Mt. Medvednica (North Croatian Basin, Carpathian-Pannonian Region). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **443**: 107917. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2023.107917.
Ustaszewski, K., S. M. Schmid, B. Fügenschuh, M. Tischler, E. Kissling i W. Spakman (2008): A map-view restoration of the alpine-carpathian-dinaridic system for the early miocene. *Swiss Journal of Geosciences*, **101**: 273–294. https://doi.org/10.1007/s00015-008-1288-7.
Vermeesch, P. (2018): Statistical models for point-counting data. *Earth and Planetary Science Letters*, **501**: 112–118. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.08.019.
Vervoort, J. D., T. Plank i J. Prytulak (2011): The Hf-Nd isotopic composition of marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **75**: 5903–5926. https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.07.046.
Walker, G. P. L., C. J. N. Wilson i P. C. Froggatt (1981): An ignimbrite veneer deposit: The trail-marker of a pyroclastic flow. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **9**: 409–421. https://doi.org/10.1016/0377-0273(81)90047-0.
Watson, E. B. i T. M. Harrison (2005): Zircon Thermometer Reveals Minimum Melting Conditions on Earliest Earth. *Science*, **308**: 841–844. https://doi.org/10.1126/science.1110873.
Watson, E. B., D. A. Wark i J. B. Thomas (2006): Crystallization thermometers for zircon and rutile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **151**: 413–433.

https://doi.org/10.1007/s00410-006-0068-5.
Wendt, I. i C. Carl (1991): The statistical distribution of the mean squared weighted deviation. *Chemical Geology: Isotope Geoscience section*, **86**: 275–285. https://doi.org/10.1016/0168-9622(91)90010-T.
White, J. D. L. i B. F. Houghton (2006): Primary volcaniclastic rocks. *Geology*, **34**: 677–680. https://doi.org/10.1130/G22346.1.
Wilson, C. J. N. (2001): *The 26.5 ka Oruanui eruption, New Zealand: An introduction and overview*. 133–174 str.
Wilson, C. J. N. ., D. M. . Gravley, G. S. . Leonard i J. V. Rowland (2009): Volcanism in the central Taupo Volcanic Zone, New Zealand: tempo, styles and controls. *Studies in Volcanology: The Legacy of George Walker*. str. 225–247.
Wilson, C. J. N. i B. L. A. Charlier (2009): Rapid rates of magma generation at contemporaneous magma systems, taupo volcano, New Zealand: Insights from U-Th model-age spectra in Zircons. *Journal of Petrology*, **50**: 875–907. https://doi.org/10.1093/petrology/egp023.
Wilson, C. J. N. i B. L. A. Charlier (2016): The life and times of silicic volcanic systems. *Elements*, **12**: 103–108. https://doi.org/10.2113/gselements.12.2.103.
Wilson, C. J. N., G. F. Cooper, K. J. Chamberlain, S. J. Barker, M. L. Myers, F. Illsley-Kemp i J. Farrell (2021): No single model for supersized eruptions and their magma bodies. *Nature Reviews Earth and Environment*, **2**: 610–627. https://doi.org/10.1038/s43017-021-00191-7.
Wotzlaw, F. J. (2013): From precise date to process rate : A high-precision zircon U-Pb geochronology perspective on the timing , rates and durations of. 11–142. https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige.
Wotzlaw, J. F., S. K. Hüsing, F. J. Hilgen i U. Schaltegger (2014): High-precision zircon U-Pb geochronology of astronomically dated volcanic ash beds from the Mediterranean Miocene. *Earth and Planetary Science Letters*, **407**: 19–34. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.025.
Wu, F.-Y., Y.-H. Yang, L.-W. Xie, J.-H. Yang i P. Xu (2006): Hf isotopic compositions of the standard zircons and baddeleyites used in U–Pb geochronology. *Chemical Geology*, **234**: 105–126. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2006.05.003.
Z. Pécskay, J. Lexa, A. Szakács, K. Balogh, I. Seghedi, V. Konečný, M. Kovacs, E. Márton, M. Kaliciak, V. Szeky-Fux, T. Póka, P. Gyarmati, O. Edelstein, E. Rostr i B. Zec (1995): Space and time distribution of Neogene-Quaternary volcanism in the Carpatho- Pannonian Region'. **7**: 15–28.

POPIS SLIKA

Slika 1. Lokacije terenski istraživanih potencijalno korelativnih lokaliteta na području Hrvatske s preuzetim litostratigrafskim jedinicama iz Geološke karte Republike Hrvatske 1:300 000 (HGI, 2009; Savezni geološki zavod, 1971). Crvenim oznakama su označeni lokaliteti donjeg miocena: Kalnik, Hrvatsko zagorje, Livanjski i Sinjski bazen; Plavim oznakama su označeni lokaliteti srednjeg miocena: Medvednica, Požeška gora, Livanjski i Sinjski bazen. 17

Slika 2. Topografska karta (1:25000) s naznačenim lokalitetima uzorkovanih vulkanoklastita s područja Kalnika i šireg područja Kalnika i detaljnije karte lokaliteta na području Hrvatskog zagorja (15a), sa šireg područja Kalnika (MV) i Kalnika (KAL-H, KNOL, KAL-MG-1, KAL-MG-2. 30

Slika 3. Panoramski prikaz istraživanih vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta KNOL. 31

Slika 4. Pretpostavljeni geološki stup KNOL vulkanoklastične sukcesije. 32

Slika 5. Pločice uzoraka s lokaliteta KNOL. a) KNOL-2 masivni lapilni tuf s vidljivim plovućcima bijele boje (3 cm), litičnim česticama crne boje i svjetlo sivom matriksu; b) KNOL-3B plovućac promjera 10 cm; c) KNOL-4 najdonji dio laminiranog horizonta, gdje se vidi izmjena lamina s više plovućaca (bijele boje) i lamina s više sitnozrnatog matriksa sive boje. Izdvojena je i povećana slika akrecijskog lapila zapilježena jedino u ovom horizontu; d) KNOL-11 donji dio horizonta masivnog izgleda sa sitnozrnatijim plovućcima; e) KNOL-11 gornji dio horizonta masivnog izgleda s krupnijim plovućcima nego u donjem dijelu. 33

Slika 6.Izdanak ignimbrita na lokaliteta KAL-MG na području Kalnika 34

Slika 7. Izdanak ignimbrita lokaliteta KAL-H na području Kalnika. 34

Slika 8. KAL-H svježi presjek s vidljivim plovućcima bijele boje i litičnim česticama tamno crne boje u sivom matriksu. 35

Slika 9. Izdanak ignimbrita s lokaliteta MV. 35

Slika 10. Izdanak vulkanoklastita 15 a na području bazena Hrvatskog zagorja. 36

Slika 11. Masivni sitnozrnati vulkanoklastit lokaliteta GL-2. 37

Slika 12. Miocenski jezerski karbonati na lokalitetu Tušnica, najdonji horizont s ugljenima i proslojkom vulkanoklastita, zatrpani su rastresitim materijalom nastalim erozijom i odlaganjem unutar napuštenog ugljenokopa. 37

Slika 13. Mikrofotografije horizonata s lokaliteta KNOL. a-b) KNOL-2A masivni lapilni tuf s vidljivim juvenilnim česticama (plovućcima, krhotinama stakla, biotitom, plagioklasima, kvarcom) i nejuvenilnom metamorfnom litičnom česticom; c) KNOL-3B masivni lapilni tuf s juvenilnom plovućcima, krhotinama stakla, kvarcom, biotitom i plagioklasom; d) KNOL 4 laminirani lapilni tuf s vidljivom izmjenom sitnozrnatijeg horizonta sastavljenog od krhotina vulkanskog stakla i horizonta s više magmatskih minerala; e) KNOL 11 masivni lapilni tuf s vidljivo usmjerenim mineralima(plagioklas, sanidin, kvarc, biotit) i krhotinama stakla i nejuvenilnim litičnim klastima (dominantno metamorfnog porijekla), f-g) KNOL 7 presjek kroz horizont s vidljivim donjim dijelom nesortiranog lapilnog tufa na koji se nastavljaju laminirani horizonti izgrađeni dominantno od čestica vulkanskog stakla u izmjeni s horizontima s većim udjelom magmatskih minerala. 40

Slika 14. Mikrofotografije horizonata KAL-MG-1 a,b) KAL-MG-1 plovućac s magmatskim mineralima; c) KAL-MG-1a dio s vidljivim plovućcem, magmatskim mineralima i krhotinama stakla s alteracijskim mineralima na rubu; d,e) KAL-MG-1b s vidljivim plovućcima u osnovi od krhotina stakla i sitnozrnatog

juvenilnog matriksa i magmatskim mineralima: kvarc, plagioklasi i biotiti; f) KAL-MG-1c kristaloklastični dio preparata s vidljivim magmatskim mineralima i zaobljenim plovućcem u glinovitom matriksu; g) KAL-MG-1c magmatski minerali s vidljivim pukotinama; f) KAL-MG-1f – kristaloklastični dio preparata s vidljivim magmatskim mineralima u glinovitom matriksu. *43*

Slika 15. Mikrofotografije horizonata KAL-MG-2. a) Plovućac u staklastoj osnovi s izraženim okruglim vezikulama; b) Staklasta osnova i magmatski minerali. *44*

Slika 16. Mikorfotografija KAL-H uzorka. A) Plovućac s magmatskim mineralima biotitom, plagioklasom, sanidinom i kvarcom; b) Prikaz uzorka s vidljivim matriksom, magmatskim mineralima, plovućcima, litičnom česticom i krhotinama stakla (u crnim kružićima su naznačeni y oblici). *44*

Slika 17.Mikrofotografija MV uzorka. a) plovućci s neravnim rubovima i okruglim velikim vezikulama; b) plovućac sa zaobljenim rubovima i alteracijskim tamnim rubom; c) plovućac s velikim okruglim vezikulama i magmatskim mineralom (biotitom); d) zeleni biotit u matriksu s vidljivim krhotinama stakla tipičnih x i y oblika. *45*

Slika 18. Mikrofotografija uzorka 15a. a) krupnozrnatiji dio vulkanoklastiti s prepoznatljivim krhotinama vulkanskog stakla i minerala; b) sitnozrnatiji dio uzorka 15 a s matriksom izgrađenim dominantno od minerala glina. *46*

Slika 19. Mikrofotografija uzorka LUC-3. a-b) Vulkanoklastiti s juvenilnim komponentama sastavljenih od krhotina vulkanskog stakla i magmatskih minerala i djelomično alteriran matriks. *47*

Slika 20. Mikrofotografija uzorka GL-1. a-) sitnozrnati vulkanoklastiti s vidljivim krhotinama vulkanskog stakla i magmatskih minerala. *47*

Slika 21. Mikrofotografije uzorka GL-2 s vidljivim sitnozrnatim matriksom, krhotinama stakla i magmatskim mineralima biotitom, plagioklasom i kvarcom. Na fotografijama se prepoznaje i mineral cirkon karakteriziran visokim reljefom i interferencijskim bojama II. reda. *48*

Slika 22. Udio (%) pojedinih minerala iz skupine prozirnih teških minerala (THM) uzoraka sa lokaliteta KNOL. *49*

Slika 23. Udio (%) pojedinih minerala od prozirnih teških minerala (THM) iz uzoraka s područja Kalnik te šireg područja Kalnika te Hrvatskog zagorja. *51*

Slika 24. Udio (%) pojedinih minerala od prozirnih teških minerala (THM) u uzorcima iz Sinjskog i Livanjskog bazena. *52*

Slika 25. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O (Le Bas i sur., 1986).na kojem su prikazane cjelostijenske analize za uzorke KNOL 11, KNOL 3B, KAL-H, MV i 15a. *54*

Slika 26. Dijagram normaliziranih vrijednosti elemenata u tragovima na primitivni plašt cjelostijenskih uzoraka s područja Kalnika (Sun i McDonough, 1989). *55*

Slika 27. Omjeri elemenata za cjelostijenske analize uzoraka KNOL 3B, KNOL 11, MV, KAL-H i 15a. *55*

Slika 28. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazana mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta KNOL (Le Bas i sur., 1986). *63*

Slika 29. Dijagram odnosa FeOt (mas. %) i CaO (mas. %) za pojedinačna mjerenja vulkanskog stakla u analiziranim uzorcima KNOL sukcesije. Vidljive su dvije skupine stakala koje razdvaja linija na vrijednosti od 0,95 mas. % CaO. *64*

Slika 30. Krivulje koncentracija elemenata u tragovima iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-3b normaliziranih za vrijednosti primitivnog plašta prema Sun i McDonough 1989). 65

Slika 31. Dijagrami omjera elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Vidljive su dvije grupe stakala u sva tri uzorka KNOL 3B, KNOL 4 i KNOL 11..... 65

Slika 32. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-3b normaliziranih za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995)..... 66

Slika 33. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-4-1 normaliziranih za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995). 66

Slika 34. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja iz pojedinačnih mjerenja stakla uzorka KNOL-11a normaliziranih za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995)..... 67

Slika 35. Dijagrami omjera elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Potencijalno su vidljive dvije grupe stakala u sva tri uzorka KNOL 3B, KNOL 4 i KNOL 11. 67

Slika 36. A) Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazana mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1, KAL-MG-2 (Le Bas i sur., 1986). B) Odnos oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1 (KAL-MG-1, KAL-MG-1B, KAL-MG-1C, KAL-MG-1D, KAL-MG-1e-1, KAL-MG-1e-2, KAL-MG-1f) KAL-MG-2 (KAL-MG-2, KAL-MG-2a, KAL-MG-2c)..... 68

Slika 37.Dijagrami odnosa s oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1 (KAL-MG-1, KAL-MG-1B, KAL-MG-1C, KAL-MG-1D, KAL-MG-1e-1, KAL-MG-1e-2, KAL-MG-1f), KAL-MG-2 (KAL-MG-2, KAL-MG-2a, KAL-MG-2c) 68

Slika 38. Krivulje prosječne vrijednosti koncentracija elemenata u tragovima iz pojedinačnih mjerenja na krhotinama stakla s naznačenim poljima raspona svih vrijednosti na uzorcima a) MV, b) KAL-H, c) KAL-MG-1 i d) KAL-MG-2. Vrijednosti su normalizirane za vrijednosti primitivnog plašta prema Sun i McDonough (1989)..... 70

Slika 39. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja iz krhotina stakla na uzorcima KAL-MG-1, MV, KAL-H, KAL-MG-2 i izdvojena pojedinačna mjerenja iz uzorka KAL-MG-1d zbog heterogenosti vrijednosti. Prikazane vrijednosti su normalizirane na vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995)..... 70

Slika 40. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Postoje preklapanja uzoraka MV, KAL-H i KAL-MG-1, te razdvajanje uzorka KAL-MG-1 i djela krhotina stakla iz uzorka KAL-MG-1d. 71

Slika 41. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima Postoje preklapanja uzoraka MV, KAL-H i KAL-MG-1, te djelomično razdvajanje uzorka KAL-MG-1 i djela krhotina stakla iz uzorka KAL-MG-1d..... 71

Slika 42. Omjeri elemenata normaliziranih na hondrit (cn) za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima. Postoje preklapanja uzoraka MV, KAL-H i KAL-MG-1, KAL-MG-2 s većim rasponima kod uzoraka KAL-MG-1e i KAL-MG-1d. 71

Slika 43. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazana mjerenja na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta LUC-2, GL-1, GL-2 i TUS (Le Bas i sur., 1986)..... 72

Slika 44. Odnos oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. 72

Slika 45. Odnos oksida elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. 73

Slika 46. a) Krivulje prosječne vrijednosti koncentracija elemenata u tragovima iz pojedinačnih mjerenja na krhotinama stakla s naznačenim poljima raspona svih vrijednosti na uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Vrijednosti su normalizirane za vrijednosti primitivnog plašta prema Sun i McDonough. b) Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja iz krhotina stakla na uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Prikazane vrijednosti su normalizirane za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995). 74

Slika 47. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Na dijagramima se vide preklapanja analiziranih krhotina stakla uzoraka GL-2 i TUS i izdvajanja od uzoraka LUC-3 i GL-1 koji svaki čini zasebnu geokemijsku skupinu. 74

Slika 48. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Na dijagramima se vide preklapanja analiziranih krhotina stakla uzoraka GL-2 i TUS i djelomična preklapanja uzoraka LUC-3 i GL-1 na temelju omjera elemenata Sm/Hf i Gd/Dy. 74

Slika 49. Omjeri elemenata normaliziranih na hondrit (cn) za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS. Na dijagramima se vidi djelomično preklapanje vrijednosti krhotina stakla iz uzoraka LUC-3, GL-1 koje se jasno odvajaju od stakla iz uzoraka GL-2, TUS koji se grupiraju. 75

Slika 50. Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa, za izračun su uzimane su vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačne krhotine stakla na uzorcima KNOL 3B, KNOL 11, MV, KAL-H, GL-2, KAL-MG-2. 78

Slika 51. a) Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa, za izračun su uzimane su vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačne krhotine stakla na uzorcima KNOL-3B, KOL-11, MV, KAL-H, GL-2, KAL-MG-2; b) Odnosi izračunatih εNd(t) i εHf(t) prikazani su za uzorke KNOL-3B, KNOL-11, MV, KAL-H, GL2, KAL-MG-2. 79

Slika 52. (a) Dijagram konkordije za uzorak 15a izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), koji prikazuje sve analizirane cirkone osim ksenokristala i mjerenja s vrijednostima $^{207}Pb/^{206}Pb = 0$. Visoko diskordantni >10 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 12 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17,891 ± 0,078 milijuna godina; MSWD = 1,9). 83

Slika 53. (a) Dijagram konkordija za uzorak KNOL 3B izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), prikazuje sve analizirane cirkone osim diskordantnog ksenokristala. Visoko diskordantni >10 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 35 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17,911 ± 0,042 milijuna godina; MSWD = 1,6). 84

Slika 54. (a) Dijagram konkordija za uzorak KNOL 11 izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), prikazuje sve analizirane cirkone osim diskordantnog ksenokristala i desno bez konkordantnih

ksenokristala. Visoko diskordantni >10 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 44 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17,999 ± 0,056 milijuna godina; MSWD = 1,8). 85

Slika 55. (a) Dijagram konkordija za uzorak KAL-MG-2 izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018). Visoko diskordantni >15 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 33 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (17 ± 0,19 milijuna godina; MSWD = 0,81)...... 86

Slika 56. (a) Konkordija dijagram za uzorak GL-2 izrađen u programu IsoplotR (Vermeesch, 2018), prikazuje sve analizirane cirkone osim predmiocenskih cirkona. Visoko diskordantni >15 % označeni su s bijelim;(b) Weighted mean dijagram za $^{206}Pb/^{238}U$ starosti preostalih 29 cirkona, korištenih za izračun prosječne starosti uzorka (16,62 ± 0,19 milijuna godina; MSWD = 1,5). 87

Slika 57. Grafički prikaz CA-ID-TIMS U–Pb datacije cirkona za donjomiocenske vulkanoklastične naslage. Prikazane su pojedinačne $^{206}Pb/^{238}U$ starosti (rangirane po dobi) i ponderirane srednje starosti s pripadajućim 2σ nesigurnostima. Visine vertikalnih stupaca predstavljaju analitičku nesigurnost; prazna polja označavaju diskordantne analize. Zvjezdice označuju zrna dodatno analizirana za Lu–Hf izotope...... 89

Slika 58. Dijagram odnosa εHf(t) i $^{206}Pb/^{238}U$ starosti cirkona za uzorke KNOL 3B, GL-1, KAL-H, LUC-3 i MV. 92

Slika 59. Odnos elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu odvojenih vrijednosti mjerenih na rubu (neispunjeni kružići) i na jezgri (ispunjeni kružići) cirkona za uzorke KNOL-3B i KNOL-11...... 96

Slika 60. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu odvojenih vrijednosti mjerenih na rubu (neispunjeni kružići) i na jezgri (ispunjeni kružići) cirkona za uzorke KNOL 3B i KNOL 11.. 96

Slika 61. Odnos elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu za uzorke KAL-MG-2 i GL, te objedinjena mjerenja na rubu i jezgri za uzorke KNOL-3B i KNOL-11..... 97

Slika 62. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu odvojenih vrijednosti mjerenih cirkonima za uzorke KAL-MG-2, GL-2 i sva mjerenja i rub i jezgra cirkona za uzorke KNOL-3B i KNOL-11...... 97

Slika 63. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja na cirkonima iz uzorka KAL-MG-2 i GL-2, sjenčanja polja pokazuju sve raspone mjerenja. Prikazane vrijednosti su normalizirane za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995). 97

Slika 64. Isječak topografska karta 1:25 000 s označenim terenskim točkama. Oznaka ŠKR-3 se odnosi na stup Škrabutnik. 99

Slika 65. Isječak osnovne geološke karta Republike Hrvatske 1:50 000 list Požeška gora s označenim terenskim točkama (Halamić i sur., 2019). Oznaka ŠKR-3 se odnosi na stup Škrabutnik 3 s lokaliteta SKR 3/21. 99

Slika 66. Panoramska fotografija istraživanih vulkanoklastičnih naslaga na lokalitetu ŠKR 3. 100

Slika 67. Shematski geološki stup lokaliteta SKR 3/21 s označenim dijelovima vulkanoklastičnih naslaga...... 101

Slika 68. a) Makroskopske karakteristike uzoraka donjeg dijela sukcesije SKR 3/21 koji obuhvaćaju lapori i prvi vulkanoklastični horizont; b) Makroskopske karakteristike pločica lapora (SKR 3/21- LA i A) s naznačenim (crveni pravokutnik) područjima za izradu preparata. Sa strelicom su naznačene ljušturice koje su

pomogle određivanju smjera pružanja slojeva lapora; c)Makroskopske karakteristike pločica vulkanoklastita iz prvog dijela SKR 3/21 stupa (SKR 3/21- D,E,F,G,H) s naznačenim (crveni pravokutnik) područjima za izradu preparata..... 102

Slika 69.Pločice vulkanoklastita iz drugog dijela sukcesije (uzorci SKR 3/21 -K,L, M, N, P, R)..... 102

Slika 70. Pločice vulkanoklastita iz trećeg dijela sukcesije (SKR3721 -V)..... 103

Slika 71. a) Pločica vulkanoklastita iz četvrtog dijela sukcesije (SKR 3/21- Z) s naznačenim (crveni pravokutnik) područjima za izradu preparata; b) Uzorak krovinskih kalksiltita s vidljivim fosilnim ostatcima makrofosila (SKR 3/21- X). 103

Slika 72. Uzorkovanje vulkanoklastita u Sinjskom bazenu na lokalitetu Lučani u koritu potoka Sutina. 104

Slika 73. a) Pojednostavljena geološka karta Medvednice s lokacijama uzoraka vulkanoklastitta (modificirano po HGI, 2009). b) Litofacijesna karta naslaga srednjeg miocena na jugoistočnom dijelu Medvednice s naznačenim lokacijama vulkanoklastita (modificirano prema Avanić, 1997)..... 105

Slika 74. Stup lokaliteta Bidrovec (CUC-6) s naznačenim imenima horizonata, uzorak vulkanoklastita označen je oznakom CUC-6 (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023)..... 106

Slika 75. a) Slika mjesta uzorkovanja vulkanoklastita lokaliteta Bidorvec (CUC-6); b) Makroskopska obilježja pločice uzorka CUC-6..... 106

Slika 76. Stup lokaliteta Plaz s naznačenim imenima uzoraka, uzorak vulkanoklastita – PL-1, PL-2, PL-2a (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023). 107

Slika 77.Lokalitet Plaz (PL) a) Slika mjesta uzorkovanja vulkanoklastita lokaliteta Plaz, vulkanoklastični horizonti – PL-1, PL-2, PL-2a); b) Makroskopska obilježja pločica uzorka CUC-6 (modificirano iz Trinajstić i sur., 2023). 108

Slika 78. Stup lokaliteta Čučerje s naznačenim imenima uzoraka, uzorak vulkanoklastita označen je s oznakama CUC-1 i CUC-1d..... 109

Slika 79.Fotografija izdanka s lokaliteta Čučerje (ČUČ-1) s vidljivim kontaktom lapora (CUC 2/1, CUC 2/2) i vulkanoklastičnim naslagama CUC-1..... 110

Slika 80. Fotografija južnog dijela vulkanoklastita na lokalitetu Čučerje (CUC-1) na kojem je zabilježena pojava krupnije zrnatijeg vulkanoklastita interstratificiranog između slojeva sitnijeg varijeteta (CUC-1d) 110

Slika 81. Obilježja lokalitet Beljanov dol (BD); a) panoramski pogled na lokalitet BD s vidljivim podinskim naslagama s pješčenjacima i brečo-konglomeratima, strelica pokazuje gdje se nalazi sloj sivog vulkanoklastita; b) prikaz najdebljeg djela vulkanoklastične sukcesije BD – siva boja, s vidljivim kotaktom s krovinskim naslagama bež boje; c) kontakt prvog horizonta BD-bt (žuti glinoviti) s podinskim jezerskim karbonatima; d) željezovite leće unutar BD-T3 horizonta; e) izmjena sivih i bijelih lamina u BD-T4-K horizontu, lamine su negdje skoro horizontalne; f) izmjena sivih i bijelih lamina u BD-T4-K horizontu, lamine imaju konvolutna povijanja do skroz vertikalnih laminacija (djelomično modificirano iz Brlek i sur., 2024a).. 112

Slika 82. Lokalitet Mandek (MAND) donji dio vulkanoklastične sukcesije koji započinje žutim glinovitim horizontom, a nastavlja difuzno u nealterirani sivi vulkanoklastiti granulacije pijeska. 113

Slika 83. Lokaliteti TRG i ZAB 2 područja Livanjski bazen sa sivim vulkanoklastitima; a) Lokalitet TRG s jasno vidljivim sivim horizontom vulkanoklastita na kojem u kontaktu s podinskim naboranim jezerskim

karbonatima svjetlo bež boje (pored istraživača koji je mjerilo) i krovinskim tamno bež jezerskim karbonatima; b) horizont s vidljivom laminacijom i sitnim željezovitim proslojcima i recentnim korijenjem; c) Lokalitet Zabila 2 sa sivim vulkanoklastičnim horizontom i vidljivim bubrežastim trošenjem. 114

Slika 84. Izdanak na lokalitetu Držanlije, na slici se vidi gornji dio vulkanoklastičnog horizonta s postepenim prijelazom u jezerske karbonate. 115

Slika 85. Stupovi tri lokaliteta s područja Livanjski bazena – TRG, BD i DRZ (stupovi su objavljeni u Brlek i sur 2024a). 116

Slika 86. Mikrofotografije s lokaliteta SKR 3/21 podinski lapori i prvi vulkanoklastični horizont.a) Uzorak SKR 3/21-LA lapor s vidljivom marinskom fosilnom zajednicom; b) Uzorak SKR 3/21-G vulkanoklastični horizont s vidljivom dominantno juvenilnom komponentom sastavljenom od krhotina vulkanskog stakla i magmatskih minerala (biotit smeđe boje); c,d) Uzorak SKR 3/21- G s vidljivim magmatskim mineralima biotitom i amfibolom u središtu i plagioklasima na rubu, krhotine stakla i matriks koji pokazuje blaga zamućenja zbog alteracija. 117

Slika 87. Mikrofotografije s lokaliteta SKR 3/21 drugi vulkanoklastični horizont; a) Uzorak SKR 3/21-K krupniji dio s o vidljivim plovućcima, krhotinama stakla i magmatskim mineralima; b) Uzorak SKR 3/21-L s vidljivim kontaktom krupnijeg i stinijeg dijela sastavljenog dominantno od vulkanskog stakla; c) Uzorak SKR 3/21-L kontakt dajka sa sitnozrnatijom osnovnom masom horizonta; d) Uzorak SKR 3/21-M s krupnijim plovućcima do 1 mm veličline. 118

Slika 88. Mikrofotografija s lokaliteta SKR 3/21. a, b) Uzorak SKR 3/21-V s vidljivim dijelovima alteriranog vulkanoklastičnog materijala (minerali s višim interferencijskim bojama) i dijelovima s nealteriranim materijalom (dijelovi s dominantno tamnim krhotinama). 118

Slika 89. Mikrofotografije vulkanoklastita lokaliteta SKR 3/21. a, b) Uzorak SKR 3/21-Z1 s vidljivim juvenilnim komponentama i prodorom dajkova s krupnijim klastima u sitnije; c,d) Uzorak SKR 3/21-Z2 laminacije unutar vulkanoklastičnog horizonta; e, f) Uzorak SKR-3/21-X kalksiltit s bogatom fosilnom zajednicom, detritalnom i juvenilnom komponentom. 119

Slika 90. Mikrofotografije vulkanoklastita s lokaliteta Lučani. a, b) Uzorak LUC 1.1. s vidljivim krhotinama stakla, magmatskim mineralima (biotit, feldspat, kvarc) i litičnom česticom. Matriks je djelomično alteriran i prepoznaju se dijelovi s izraženim interferencijskim bojama koji ne odgovaraju amorfnom vulkanskom staklu; c, d) Uzorak LUC 1.2. sitniji horizont vulkanoklastita s magmatskim mineralima (biotit, feldspati, kvarc). 120

Slika 91.Mikrofotografije vulkanoklastita s lokaliteta Čučerje. a, b) Uzorak CUC-1 s djelom najzastupljenijeg varijeteta na lokalietu, vide se krhotine stakla i magmatski minerali, te detritalni minerali; c, d) Uzorak CUC-1 dajk/bioturbacija (dominantno izgrađen od minerala) u staklastu osnovu; e, f) Uzorak CUC-1 izmjena lamina s dominantnim mineralima i lamina s dominantnim krhotinama stakla. 122

Slika 92. Mikrofotografije vulkanoklastita s lokaliteta Čučerje. a) Uzorak CUC-1d izmjena lamina bogatih mineralima i lamina bogatim krhotinama vulkanskog stakla; b)Uzorak CUC-1d lamina bogata vulkanskim staklom s prepoznatljivim plovućcima, krhotinama stakla i magmatskim mineralima; c, d) Uzorak CUC-1dF vulkanoklastit dominantno sastavljen od vulkanskog stakla. 123

Slika 93. a,b) Mikrofotografije uzorka PL-1 s dominantno zastupljenom juvenilnom komponentom (preko 90 vol.%) koja se sastoji od magmatskih minerala (biotit -Bt; amfibol – Amp; kvarc-Qtz i najdominantniji feldspati-Fs) i krhotina vulkanskog stakla (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023). *124*

Slika 94. a,b) Mikrofotografije vulkanoklastita uzorka CUC-6 s lokaliteta Bidrovec na kojem se vidi vulkanokalstiti dominantno sastavljen od vulkanskog stakla. Juvenilnom komponentnom dominiraju krhotine vulkanskog stakla a zatim magmatski minerali (biotit-Bt; amfibol – Amp; kvarc – Qtz i feldspati). Preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023. ..... *124*

Slika 95. Mikrofotografije vulkanoklastita s lokalitet BD a,b) Uzorak BD-T1 na kojem se prepoznaju krhotine stakla, magmatski minerali i u donjem dijelu bliže horizontu BD-bt djelomične alteracije staklastog matriksa; c) Uzorak BD-T2 s vidljivim kontaktom krupnijeg i sitnijeg dijela; d) Uzorak BD-T3 homogeni dio sa zastupljenijim česticama vulkanskog stakla; e, f) Uzorak BD-T3 s klastom vitroklastičnog tufa unutar djela u kojem se nalaze miješani dijelovi krupnozrnatijeg vulkanoklastita s dominantnim dijelovima bogatijima mineralima i dijelovima sastavljenih skoro u potpunosti od krhotina stakla. *125*

Slika 96. Relativna modalna zastupljenost (%) prozirnih minerala u frakciji teških minerala (THM) u odabranim uzorcima s lokaliteta Škrabutnik. *127*

Slika 97. Relativna modalna zastupljenost (%) prozirnih minerala u frakciji teških minerala (THM) u odabranim uzorcima s lokaliteta Čučerje, Plaz i Bidrovec. *129*

Slika 98. Relativna modalna zastupljenost (%) prozirnih minerala u frakciji teških minerala (THM) u odabranim uzorcima s lokaliteta Beljanov dolac, Mandek i Put Stupe. *130*

Slika 99. Klasifikacijski dijagram magmatskih stijena na temelju odnosa SiO_2 i Na_2O+K_2O na kojem su prikazane cjelostijenske analize za uzorke SKR 3/21-Z1, SKR 3/21-H, CUC-1d i CUC-1 te ranije opisani uzorci donjeg miocena sa šireg područja Kalnika i Hrvatskog zagorja za usporedbu - KNOL 11-1, KNOL-3B, KAL-H, MV, 15a (Le Bas i sur., 1986). *133*

Slika 100. a) Dijagram normaliziranih vrijednosti elemenata u tragovima na primitivni plašt cjelostijenskih uzoraka s područja Škrabutnika-SKR 3/21-Z1, SKR 3/21-H i Čučerja -CUC-1, CUC-1d (Sun i McDonough, 1989).b) Dijagram normaliziranih vrijednosti elemenata rijetkih zemalja na hondrit cjelostijenskih uzoraka s područja Škrabutnika-SKR 3/21-Z1, SKR 3/21-H i Čučerja -CUC-1, CUC-1d (McDonough i Sun, 1995). *133*

Slika 101. Omjeri elemenata za cjelostijenske analize uzoraka SKR 3/21 -Z1, SKR 3/21-H, CUC-1, CUC-1d. *133*

Slika 102. EPMA SE slike a) Uzorak SKR 3/21- L na kojoj su naznačene neke od analiziranih krhotina vulkanskog stakla; b) detalj krhotina vulkanskog stakla iz uzorka SKR3/21-Z1. ..... *137*

Slika 103. Dijagram ukupnih alkalija nasuprot težinskog udjela silicijevog oksida s nomenklaturom magmatskih efuzivnih stijena po Le Bas i sur.,(1986.), s naznačenim vrijednostima dobivenima na krhotinama vulkanskog stakla u uzorcima vulkanoklastičnih naslaga s područja Požeške gore (ŠKR 3/21), Medvednice (CUC-1), Sinjskog bazena (LUC 1.1.) i Slovačke (KUC). *138*

Slika 104. Dijagrami CaO - SiO_2 i FeO_t – TiO_2 s vrijednostima dobivenima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla uzoraka s područja Požeške gore (ŠKR 3/21). *138*

Slika 105. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21). a) Dijagram elemenata u tragovima prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz svih uzoraka s lokaliteta SKR 3/21 - oznaka SKR -3/21

(v.g.average) i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (SKR-3/21-Z1 i SKR 3/21-H) iz dva vulkanoklastična horizonta. Sve vrijednosti su normalizirane na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989); b) Dijagram elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz svih uzoraka s lokaliteta SKR 3/21 - oznaka SKR -3/21 (v.g.average) i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (SKR-3/21-Z1 i SKR 3/21-H) iz dva vulkanoklastična horizonta. Sve vrijednosti su normalizirane na hondrit (McDonough i Sun, 1995)..... 139

Slika 106. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21). a- d) omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla iz uzoraka s više vulkanoklastičnih horizonata; e-f) Omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla normalizirani na hondrit ((McDonough i Sun, 1995). 140

Slika 107. EPMA (SE) slika uzoraka s lokaliteta Lučani. a) LUC.1.2 uzorak s vidljivim alteriranim krhotinama vulkanskog stakla i naznačenim (bijelim krugovima i strelicama) oblicima stakla koji su ostali nakon alteracije; b,c,d) Uzorak LUC 1.1. s vidljivim alteriranim krhotinama stakla i "ghost shards" i u središtu svake slike..... 141

Slika 108. EPMA (SE) slika uzoraka s lokaliteta Čučerje i Kuchyňa. a) CUC-1d (coarse) uzorak s vidljivim krhotinama stakla bez alteracijskih produkata na rubu i krhotine s vidljivim alteracijama po rubovima krhotina stakla; b) CUC-1d (fine) uzorak s krhotinama stakla s rubovima na kojima vide trošenja; c) KUC (coarse) uzorak na kojem se vide veće krhotine stakla nealterirane i agregati s brojnim sitnim krhotina u matriksu potencijalno alteriranom u gline; d) KUC (coarse) uzorak s krhotinom stakla koja po rubovima ima vidljive tragove trošenja te nakupljanje agregate potencijalno glina i sitnih krhotina stakla. 143

Slika 109. Harkerovi dijagrami oksida CaO u odnosu na SiO_2 (a) i K_2O u odnosu na Al_2O_3 (b) za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta Čučerje, Lučani i Kuchyňa. Simboli označavaju pojedine lokalitete: plavi – Čučerje, bež – Lučani, narančaste – Kuchyňa. Dijagrami prikazuju preklapanje kemijskih podataka između lokaliteta, uz uočenu razliku u sadržaju K_2O. 143

Slika 110. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Lučani, Čučerje, Kuchyňa i Škrabutnik. a) Dijagram elemenata u tragovima prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz svih uzoraka s pojedinih lokaliteta oznakama u zagrad v.g. avaerage i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (CUC-1 i CUC-1d), s oznakama u zagradi wr. Sve vrijednosti su normalizirane na primitivni plašt (Sun i McDonough, 1989); b) Dijagram elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti krhotina stakla iz uzoraka s pojedinih lokaliteta, s oznakama u zagradi v.g. avaerage i vrijednosti cjelostijenske analize na uzorcima (CUC-1 i CUC-1d) s oznakama u zagradi wr. Sve vrijednosti su normalizirane na hondrit (McDonough i Sun, 1995)..... 145

Slika 111. Geokemijski podatci iz uzorka s lokaliteta Škrabutnik, Čučerje, Lučani i Kuchyňa. a- b) omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla; c-d) Odnos elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog; e-f)Omjeri elemenata na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla normalizirani na hondrit ((McDonough i Sun, 1995)..... 145

Slika 112.Krhotine vulkanskog stakla snimljene elektronskim mikroskopom (a) i optičkim mikroskopom (b) iz uzoraka CUC-6 (preuzeto iz Trinajstić i sur. (2023)..... 146

Slika 113. Krhotine vulkanskog stakla snimljene elektronskim mikroskopom (a) i optičkim mikroskopom (b) iz uzoraka PL-1 (preuzeto iz Trinajstić i sur., 2023). 147

Slika 114. Dijagrami za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz vulkanoklastičnih naslaga lokaliteta Plaz i Bidrovec: (a) dijagram oksida CaO u odnosu na K_2O, (b) klasifikacijski TAS dijagram (Total Alkali–

Silica, prema Le Bas et al., 1986). Simboli označavaju lokalitete: zeleni – Plaz, žuti – Bidrovec. Podaci pokazuju preklapanje kemijskog sastava između lokaliteta, uz nešto viši sadržaj K_2O u staklima s lokaliteta Bidrovec, dok sve analizirane krhotine na TAS dijagramu pripadaju području riolitnog sastava (modificirano iz Trinajstić i sur. 2023) 148

Slika 115. (A) Geokemija elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina stakla pokazuje jasne razlike između uzoraka Bidrovec (CUC-6) i Plaz (PL-1). Prikazan je prosječni sastav za svaki uzorak (linije), dok polja iste boje označuju raspon svih pojedinačnih analiza. Normalizacija prema Sun i McDonough (1989). (B) Varijacije elemenata rijetkih zemalja (REE) normalizirane na hondrit prikazuju prosječne vrijednosti za krhotine stakla iz uzoraka Plaz i Bidrovec. Trendovi pokazuju razlike u sastavu između uzoraka. Normalizacija prema McDonough i Sun (1995). Modificirano iz Trinajstić i sur. (2023). 148

Slika 116. Odabrani dijagrami elemenata u tragovima za pojedinačne krhotine stakla iz ovog istraživanja, koji prikazuju razlike između lokaliteta Plaz i Bidrovec (modificirano iz Trinajstić i sur., 2023).. 148

Slika 117.Krhotine vulkanskog stakla iz uzorka BD s područja Livanjskog bazena slikane elektronskim mikroskopom (preuzeto iz Brlek i sur 2024a).. 149

Slika 118. Klasifikacijski TAS dijagram (Total Alkali–Silica, prema Le Bas i sur., 1986) za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla s lokaliteta područja Livanjski bazen. Dijagram prikazuje raspored analiziranih stakala prema sadržaju ukupnih alkalija i SiO_2, pri čemu se podaci različitih lokaliteta preklapaju, a sve krhotina pripadaju području riolitnog sastava (modificirano iz Brlek i sur., 2024a). 150

Slika 119. Dijagram oksida CaO u odnosu na SiO_2 za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz uzoraka s lokaliteta područja Livanjskog bazena. Podaci pokazuju postojanje dviju geokemijskih skupina prema sadržaju CaO, s granicom oko 0,8 mas. % CaO, pri čemu se uzorci s lokaliteta Put Stupe (PS) jasno izdvajaju od ostalih (modificirano iz Brlek i sur. 2024a)..... 151

Slika 120. Odabrani dijagrami omjera elemenata u tragovima za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz uzoraka s lokaliteta područja Livanjskog bazena: (a) Ba/Rb u odnosu na Zr/Nb i (b) Nb/Y u odnosu na Ce/Y. Dijagrami pokazuju jasno izdvajanje uzoraka s lokaliteta Put Stupe (PS) u odnosu na ostale lokalitete. 151

Slika 121. Trokomponentni Ab–An–Or dijagram analiziranih feldspata: (a) feldspati iz uzorka stupa Škrabutnik, (b) feldspati s područja Medvednice (CUC-1), Slovačke (KUC), Lučana (LUC 1.1.) i Livanjskog bazena (BD-1). Dijagram prikazuje raspon sastava feldspata izražen u molarnim udjelima krajnjih članova albita (Ab), anortita (An) i ortoklasa (Or). Feldspati se pretežno projiciraju u područje oligoklasnog do labradoritnog sastava, dok su u uzorcima iz Livanjskog bazena prisutni i feldspati s većim udjelom ortoklasne komponente. 153

Slika 122. Klasifikacija biotita prema Deer i sur. (1992.) za analizirane uzorke:a) CUC-1d, KUC, LUC 1.1. i LUC 1.2. te sa stupa Škrabutnik – SKR 3/21 i za uzorke s Medvednice pod b) PL-1 i CUC-6...... 155

Slika 123 Klasifikacija biotita prema Abdel-Rahman (1994.) Na dijagramima su prikazani analizirani uzorci: CUC-1d, KUC, LUC 1.1 i LUC 1.2 te stup Škrabutnik – SKR 3/21 (pod a) i uzorci s Medvednice – PL-1 i CUC-6 (pod b). Za oba skupa uzoraka prikazani su trokomponentni $MgO–FeO_{tot}–Al_2O_3$ dijagram i $Al_2O_3–MgO$ dijagram za diskriminaciju biotita...... 155

Slika 124. Klasifikacijski dijagrami amfibola iz uzoraka PL-1, CUC-6 i SKR 3/21-H s područja Medvednice i Požeške gore (prema Leake i sur., 1997). Na dijagramu su prikazani podatci kemijskih analiza

pojedinačnih zrna amfibola, prema kojima je izvršena njihova klasifikacija u skladu sa standardnom nomenklaturom amfibola..... 158

Slika 125. Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa. Za izračun su uzimane vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačne krhotine stakla na uzorcima s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H) i Medvednice (CUC-1d, PL, CUC-6) te su uspoređeni s uzorcima donjomiocenskig vulkanoklastita sa šireg područja Kalnika (KNOL-3B, KNOL-11, MV, KAL-H, KAL-MG-2) i Sinjskog bazena (GL-2). 161

Slika 126. a) Odnosi izračunatih vrijednosti inicijalnih omjera izotopa. Za izračun su uzimane vrijednosti mjerenih izotopa na „bulk" uzorku krhotina stakla i mjerenja elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla, zbog čega je za svaki uzorak izračunato više inicijalnih vrijednosti, ovisno o različitim vrijednostima za pojedinačn e krhotine stakla na uzorcima s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H) i Medvednice (CUC-1d, PL, CUC-6) te su uspoređeni s uzorcima donjomiocenskig vulkanoklastita sa šireg područja Kalnika (KNOL-3B, KNOL-11, MV, KAL-H, KAL-MG-2) i Sinjskog bazena (GL-2); b) Odnosi izračunatih εNd(t) i εHf(t) prikazani su za uzorak SKR 3/21-H i donjomiocenske vulkanoklastite. 161

Slika 127. $^{206}Pb/^{238}U$ izračunate starosti cirkona s Th korekcijom za uzorka s područja Požeške gore (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-1d), Sinjskog bazena (LUC 1.2.) i Slovačke (KUC). Tamnijim bojama su naznačeni vrijednosti polja s dvije standardne devijacije analitičke greške i izračunata vrijednost unutarnje greške s naznačenim poljem uz liniju izračunate WMD vrijednosti, a svjetlijim poljima vrijednosti koje nisu uzete u obzir za izračunavanje WMD starosti. 163

Slika 128. $^{206}Pb/^{238}U$ izračunate starosti cirkona s Th korekcijom za uzorka s područja Medvednice (PL-1 i CUC-6) i Livanjskog bazena (BD). Tamnijim bojama su naznačeni vrijednosti polja s dve standardne devijacije analitičke greške i Izračunata vrijednost unutarnje greške s naznačenim poljem uz liniju izračunate WMD vrijednosti, a svjetlijim poljima vrijednoste koje nisu uzete u obzir za izračunavanje WMD starosti (modificirano iz Trinajstic i sur., 2023). 165

Slika 129. Dijagram odnosa εHf(t) i $^{206}Pb/^{238}U$ starosti cirkona za uzorke SKR 3/21-H, CUC-1d, KUC, LUC 1.2, PL-1, CUC-6 i BD-1, te već ranije spomenuti donjomiocenski uzorci KNOL-3B, GL-1, KAL-H, LUC-2 i MV za usporedbu. 169

Slika 130. Odnos elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu za uzorke CUC-1d, KUC, SKR 3/21-H, LUC 1.2 i BD-1. 172

Slika 131. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja na mineralu cirkonu za uzorke CUC-1d, KUC, SKR 3/21-H, LUC 1.2, BD-1. 172

Slika 132. Krivulje koncentracija elemenata rijetkih zemalja prosječnih vrijednosti pojedinačnih mjerenja na cirkonima; a) Za uzorke SKR 3/21-H, CUC-1d, LUC 1.2 i KUC sjenčana polja pokazuju sve raspone mjerenja, a linije njihove srednje vrijednosti; b) Uzorak BD-1 sjenčana polja pokazuju sve raspone mjerenja, a linija srednju vrijednost. Uz to su prikazane i ostale linije srednjih vrijednosti uzoraka srednjeg miocena za usporedbu. Prikazane vrijednosti su normalizirane za vrijednosti hondrita prema McDonough i Sun (1995)..... 172

Slika 133. Karte istraživanih lokaliteta podijeljene prema dobivenim starostima i potencijalno korelativnim lokalitetima u regiji: A) Erupcija Kalnik (≈18,1 milijuna godina), B) Erupcije Eger i Ostoros

(≈17,3 milijuna godina), C) Erupcija Mangó (≈17,1 milijuna godina), D) Erupcija Lower Bogacz (≈17 milijuna godina) s lokalitetima na Kalniku, BVF-u i Sinjskom i Livanjskom bazenu. 174

Slika 134. Shematski prikaz predloženog mehanizam taloženja s naznačenim istraživanim lokalitetima erupcije Kalnik (označenim okvirima KVF, 15a) i korelativnim lokalitetima BVF-a; Naslage 15a lokaliteta: a) taloženje marinskih naslaga Bazena Hrvatskog Zagorja; b) taloženje primarnih vulaknoklastičnih naslaga – piroklastični tokovi i tufovi; c) pretaloživanje vulkanoklastičnih naslaga u marinski okoliš Bazena Hrvatskog zagorja. 176

Slika 135. Dijagram Ba/Rb nasuprot Eu/Eu za pojedinačna mjerenja provedena na krhotinama vulkanskog stakla u uzorcima KNOL 3B, KNOL 4, KNOL 11 te uzorcima iz literatura KAL 5, KAL 1, Wind (Brlek i sur., 2023; Karátson i sur., 2022.). Na dijagramima je vidljivo okupljanje vrijednosti u dvije grupe stakala iz uzorka KNOL i KAL.* 177

Slika 136. Inicijalne εHf vrijednosti u odnosu na starost cirkona i vulkanskog stakla iz uzoraka KNOL 3B i KNOL 11, uspoređene s uzorcima KAL-1 i Csv-2. Vertikalne linije predstavljaju nesigurnost mjerenja εHf vrijednosti (modificirano iz Brlek i sur., 2023)..... 181

Slika 137. Dijagrami izotopnih sastava Sr–Nd–Hf–Pb analiziranih uzoraka vulkanskog stakla u usporedbi s regionalnim i globalnim referentnim vrijednostima, preuzeto iz Brlek i sur. (2023): a) Dijagram prikazuje odnos $^{87}Sr/^{86}Sr$ u odnosu na εNd inicijalne vrijednosti, uz prikazane glavne geokemijske trendove i polja vulkanskih stijena KPR-a pri čemu se analizirani uzorci nalaze u području s izraženijim utjecajem kontinentalne kore.;b) Odnos $^{206}Pb/^{204}Pb$ i $^{207}Pb/^{204}Pb$ prikazuje položaj analiziranih uzoraka u odnosu na raspon vrijednosti izotopnih omjera olova u morskim vodama („seawater array“) i u kontinentalnim stijenama i plaštu („terrestrial array“), te njihov položaj u odnosu na regionalni trend vulkanizma.; c) Odnos εHf i εNd inicijalnih vrijednosti pokazuje konzistentan trend između lokalne donje kore (metagranulitni sastav) i plašta s naznačenim udjelimakontaminacije plaštne magme korom; d) Dijagram prikazuje odnos $^{208}Pb/^{204}Pb$ naspram $^{206}Pb/^{204}Pb$ analiziranih uzoraka i referentnih izotopnih komponenti pri čemu su analizirani uzorci prikazani duž trenda između kore i plašta. 182

Slika 138. Predloženi petrogenetski model erupcije Kalnik (~18,1 Ma) s dvjema geokemijski različitim lećama taljevina (A i B) koje se spajaju prije erupcije. Ignimbriti odražavaju miješanje obiju taljevina (Kalnik, A+B) i izoliranu erupciju jedne od njih (Wind, A)...... 182

Slika 139. Usporedba sadržaja Cao naspram FeOt za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla s lokaliteta MV, KAL-H, KAL-MG-1, LUC-3 i GL-1 i vulkanoklastita iz Mađarske(Brlek i sur., 2023.; Hencz i sur., 2023.). 187

Slika 140. Dijagrami odabranih omjera elemenata u tragovima na pojedinačnim mjerenjima krhotina vulkanskog stakla u analiziranim uzorcima MV, KAL-H, KAL-MG-1, KAL-MG-2, LUC-3, GL-1, GL-2 i TUS u usporedbi s podatcima vulkanoklastita Mađarske (Brlek i sur., 2023; Hencz i sru., 2023). Modificirano iz Brlek i sur. (2024b). 187

Slika 141. Odnos oksida CaO i FeOt elemenata na pojedinačnim krhotinama stakla s lokaliteta KAL-MG-2, GL-2 i TUS i usporedba s podtacima dobivenima na vulkanoklastitima iz Mađarske (Brlek i sur., 2023; Hencz i sur., 2023)...... 189

Slika 142. Omjeri elemenata za pojedinačna mjerenja stakla u analiziranim uzorcima KAL-MG-2, GL-2 i TUS u usporedbi s podatcima vulkanoklastita Mađarske potencijalno korelativnih na temelju U-Pb cirkon

starosti ili stratigrafske pozicije (Brlek i sur., 2023; Hencz i sur., 2023; Czuppon i sur., 2012). Modificirano iz Brlek i sur. (2024b). *190*

Slika 143. Predloženi model različitih taložnih okoliša erupcije Eger, taloženje vulkanoklastičnog materijala piroklastičnim tokovima na području BVF, KVF i Ippolytarnoca te taloženje vulkanoklastičnog materijala iz piroklastičnog oblaka na području Sinjskog bazena. *191*

Slika 144. Predloženi model taložnih okoliša erupcije Ostoros s naznačenim vulkanokalstičnim materijalom piroklastičng toka na BVF-u i vulkanoklastičnog materijala taloženog iz piroklastičnog oblaka na području Sinjskog bazena (GL-1 uzorak). *191*

Slika 145.Predloženi model taložnih okoliša erupcije Mangó s naznačenim vulkanokalstičnim materijalom piroklastičng toka na BVF-u i KVF-u *192*

Slika 146. Predloženi model taložnih okoliša erupcije Lower Bogács s naznačenim vulkanokalstičnim materijalom piroklastičng toka na BVF-u i vulkanoklastičnog materijala taloženog iz piroklastičnog oblaka na području Sinjskog bazena (GL-1) i Livanjskog bazena (TUS). *192*

Slika 147. Inicijalne εHf vrijednosti u odnosu na starost cirkona i vulkanskog stakla iz uzoraka MV, KAL-H, LUC-3 i GL-1, uspoređene s referentnim uzorkom EG-1 (Eger erupcija). Vertikalne linije predstavljaju nesigurnost mjerenja εHf vrijednosti (standardne pogreške) (Brlek i sur., 2023). *193*

Slika 148. Predloženi petrogenetski model erupcije Eger (~17,3 milijuna godina) koji prikazuje magmatsko ognjište razvijeno u debeloj kontinentalnoj kori, u kojemu je dotok bazičnijih magmi iz dubljih dijelova plašta ili taljenje bazičnije kore uzrokovalo geokemijskih obilježja koja odražavaju plaštni utjecaj unutar visoko kiselog magmatskog sustava. *194*

Slika 149. Predloženi petrogenetski model erupcije Ostoros (~17,2 milijuna godina), koji prikazuje magmatski sustav razvijen u debeloj kontinentalnoj kori, s dotokom plaštnih taljevina kroz MASH zonu. U usporedbi s Eger erupcijom, model prikazuje erupciju magme koja potječe iz istog magmatskog ognjišta, ali predstavlja kasniji impuls nešto bazičnije taljevine zaostale nakon prethodne erupcije. *195*

Slika 150. Karte istraženih lokaliteta prema erupcijskim fazama srednjomiocenskog kiselog vulkanizma: a) Škrabutnik erupcija (≈15,3 milijuna godina) s lokalitetima ŠKR, CUC-1, KUC i LUC-1; b) Bidrovec i Demjén erupcije s istraženim lokalitetima PL-1 i CUC-6 te potencijalno korelativnim lokacijama; c) Harsány erupcijska faza (≈14,3 milijuna godina) s lokalitetima BD-1 i potencijalno korelativnim lokacijama. *196*

Slika 151. Predloženi model taložnih okoliša Škrabutnik erupcije, koji prikazuje taloženje vulkanoklastita u različitim sedimentacijskim uvjetima (marinski – jezerski – kopneni). Lokalitet Čučerje prikazan je unutar marinskog okoliša, uz mogućnost sekundarnog taloženja. Na modelu je prikazan i Livanjski bazen, u kojem do sada nisu pronađene naslage ove starosti, ali se razmatra mogućnost donosa vulkanskog materijala iz zraka, kao što je zabilježeno u Sinjskom bazenu. *201*

Slika 152. A) Anortit – Ortoklas – Albit klasifikacijski dijagram za feldspate uzoraka Škrabutnik erupcije (SKR 3/21, CUC-1d, KUC i LUC 1.1.) uspoređenih s literaturnim podatcima SKR 12 (Brlek i sur., 2020) i KUC (Rybar i sur., 2019); B) Dijagram klasifikacije amfibola prema Deer i sur. (2013) s prikazom uzoraka s lokaliteta Požeške gore (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-6, PL-1) u usporedbi s amfibolima iz uzoraka SKR 12(Brlek i sur., 2020) i KUC(Rybár i sur., 2019). *206*

Slika 153 Varijacije u sastavu biotita iz vulkanoklastičnih naslaga s Medvednice (Plaz i Bidrovec) te culkanoklastita Škrabutnik erupcije (SKR 3/21, CUC-1, LUD, KUC), uz prikaz prethodno objavljenih sastava iz

BVF vulkanoklastičnih naslaga i biotita iz Kalnik i Škrabutnik erupcije (SKR 12) (zasjenjena polja) (podatci prema Harangi i sur., 2005; Brlek i sur., 2020). *206*

Slika 154. Prikaz rasprostranjenosti vulkanoklastičnih naslaga erupcije Škrabutnik i potencijalnih korelativnih lokaliteta u srednjem miocenu. Tamnocrvenim poligonom prikazana je aproksimativna prostorna distribucija potvrđenih vulkanoklastičnih naslaga erupcije Škrabutnik (c), dok svjetlocrveni poligon označava šire područje u kojem su smješteni potencijalni korelativni lokaliteti (d) mjesta na kojima se na temelju stratigrafskih, geokronoloških i/ili geokemijskih obilježja pretpostavlja prisutnost naslaga povezivih s ovom erupcijom. Kvadratićima (a) su označeni lokaliteti s potvrđenim vulkanoklastičnim materijalom erupcije Škrabutnik, a kružićima (b) lokaliteti na kojima je detektiran potencijalni korelativni materijal. Prostorna analiza upućuje na široku rasprostranjenost erupcijskog materijala, od jugozapadnog dijela Panonskog bazena do Dinarida, s mogućim doprinosom i udaljenijim taložnim sredinama. *208*

Slika 155. Mogući taložni model erupcije Bidrovec s prikazom potvrđenih naslaga na Medvednici (lokalitet Bidrovec) te potencijalnog distalnog područja u Livanjskom bazenu, gdje je u to vrijeme trajala jezerska sedimentacija, ali nije pronađen vulkanoklastični horizont odgovarajuće starosti. *210*

Slika 156. Na modelu su prikazane potvrđene naslage ignimbrita Demjén unutar Bükkalja vulkanskog polja (BVF) te položaj lokaliteta Plaz na Medvednici, gdje su zabilježene marinske naslage s primarnim vulkanoklastičnim materijalom taloženim iz zraka i/ili gravitacijskim tokom. Prikazan je i Livanjski bazen, u kojem tijekom istog razdoblja prevladava jezerska sedimentacija, ali do sada nisu pronađene vulkanoklastične naslage ove starosti. *211*

Slika 157.(A) Dijagrami omjera elemenata La/Nb vs Th/Nb za pojedinačne krhotine vulkanskog stakla iz vulkanoklastit a Bidrovec i Plaz uspoređeni s prethodno objavljenim sastavima stakla iz hrvatskih i BVF vulkanoklastičnih naslaga (osjenčana polja) (podatci Harangi i sur., 2005.; Lukács i sur., 2009., 2018.; Brlek i sur., 2020., 2023.). (B) Inicijalni ℇHf(t) cirkona iz uzoraka Bidrovec i Plaz iscrtan u odnosu na $^{206}Pb/^{238}U$ datacije pojedinačnih zrna cirkona (zeleni i žuti trokuti), s podatcima iz ove studije u usporedbi s objavljenim ℇHf(t) cirkona iz drugih miocenskih piroklastičnih stijena iz KPR-a (Lukács i sur., 2018). Preuzeto iz Trinajstić i sur. (2023). *216*

Slika 158. Odabrani dijagrami elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina stakla koji prikazuju preklapanja uzoraka BD-T1, BD-1, BD-T4 i DRZ, dvije skupine u uzorku MAND od kojih se jedna preklapa s BD-DRZ uzorcima, te ukupne razlike, posebno BD-DRZ uzoraka, u odnosu na PS uzorak. Podatci su uspoređeni s podatcima o staklu tipa A i tipa B s područja Harsány prema Lukács et al. (2009), kao i s podatcima za vulkanoklastične naslage iz Harsánya i Tibolddaróca prema Hencz et al. (2024), s kojima se uzorci iz Livanjskog bazena uglavnom razlikuju. Podatci u dijagramima a i b normalizirani su prema McDonough i Sunu (1995). Dijagrami f–h prikazuju odabrane elemente u tragovima iz ove studije, kao i pojedinačne oznake i područja nijansi geokemijskih podataka vulkanskog stakla iz drugih miocenskih vulkanoklastičnih naslaga s područja Karpatsko-Panonske regije, pokazujući njihova preklapanja i razlike (podatci iz Harangi et al. 2005; Lukács et al. 2009, 2015, 2018; Brlek et al. 2020, 2023; Hencz et al. 2024). *219*

Slika 159. Model taloženja tijekom erupcijske epohe Harsány prikazuje odnos između proksimalnog ignimbrita Harsány u BVF-u, marinskih vulkanoklastita na lokalitetu Nježić i distalnih, jezerskih naslaga BD horizonta u Livanjskom bazenu, koji vjerojatno predstavlja istu erupcijsku epohu. *224*

Slika 160. Model taloženja i pretaloživanja vulkanoklastita starosti 14,3 milijuna godina u Livanjskom bazenu (modificirano iz Brlek i sur., 2024a).. 227

Slika 161. Geotektonski diskriminacijski dijagrami temeljeni na elementima u tragovima: (a) Th/Yb vs. Ta/Yb i (b) Th/Ta vs. Yb prema (Gorton i Schandl, 2000) razdvajaju kiselo i neutralno magmatsko stijene prema tektonskom okruženju (oceanski luk, aktivni kontinentalni rub i zone unutar ploče), dok (c) Rb vs. Ta+Yb i (d) Nb vs. Y prema Pearce i sur., (1984.) razlikuju sinkolizijske zone, unutarpločna okruženja, vulkanske lukove i oceanske hrbate; boje i simboli označavaju različite lokalitete analiziranih uzoraka. 230

Slika 162. Predloženi petrogenetski model Škrabutnik erupcije prikazuje magmatski sustav razvijen tijekom srednjeg miocena, u razdoblju istanjene kontinentalne kore. Kraći put plaštnih taljevina do MASH zone omogućio je manji stupanj diferencijacije i slabiji utjecaj kore u odnosu na starije erupcije. U modelu su prikazane geokemijski različite leće taljevine i zone njihova miješanja, čiji se trag prepoznaje u vulkanoklastičnim naslagama kroz krhotine vulkanskog stakla različitog sastava. 231

Slika 163. Petrogenetski model jedne od potencijalnih opcija erupcije Demjén s vidljivim bazičnijim prodorima taljevine koji utječu na geokemijski sastav magmatskog ognjišta smještenog u kontinentalnoj kori. 231

Slika 164. Predloženi petrogenetaski model jedne od potencijalnih opcija erupcije Bidrovec s naznačenim manjim magmatskim ognjištem koji odražava potencijalnu manju erupcije (zbog manje zabilježenih korelativnih lokaliteta) i s geokemijskim sastavom koji ukazuje na veći utjecaj kontinentalne kore iako i dalje pod većim utjecajem primitivnijih magmi vidljivih iz izotopnog zapisa. 232

Slika 165. Shematski prikaz stratigrafije donjomiocenskih i srednjomiocenskih vulkanoklastita s potencijalnim korelativnim vulkanoklastitima s područja Mađarske i Slovačke. 234

Slika 166. Dijagram odnosa omjera elemenata La/Nb i Th/Nb s prikazanim poljima na temelju podataka dobivenih iz analiza krhotina vulkanskog stakla s novo definiranim ili potvrđenim erupcijama KPR-a. 234

Slika 167. Izotopni sastav cirkona i krhotina stakla vulkanoklastita KPR-a. 236

POPIS TABLICA

Tablica 1. Popis područja i istraživanih uzoraka donjeg miocena. 16

Tablica 2. Popis područja i istraživanih uzoraka srednjeg miocena..... 16

Tablica 3. Popis lokaliteta uzorkovanja s pripadajućim geografskim koordinatama (geografske koordinate su prikazane u sustavu HTRS 96) 29

Tablica 4. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzrocima iz stupa KNOL. 49

Tablica 5. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima s Kalnika i šireg područja Kalnika te Hrvatskog zagorja 51

Tablica 6. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima iz Sinjskog i Livanjskog bazena. 52

Tablica 7. Rezultati cjelostijenske kemijske analize odabranih uzoraka donjomiocenskih stijena Kalnika i Hrvatskog zagorja. 53

Tablica 8. Geokemijski sastav glavnih elemenata pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla uzorka 15a određen elektronskom mikrosondom (EPMA). 56

Tablica 9. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla odabranih uzoraka s lokaliteta KNOL određen elektronskom mikrosondom (EPMA). 57

Tablica 10. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za uzorke KAL-H, MV i odabrane za KAL-MG-1 i KAL-MG-2 određen elektronskom mikrosondom (EPMA). 58

Tablica 11. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za uzorke Sinjskog i Livanjskog bazena određen elektronskom mikrosondom (EPMA). 59

Tablica 12. Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla s područja Kalnika. 60

Tablica 13. Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla sa šireg područja Kalnika. 61

Tablica 14.Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla Sinjskog i Livanjskog bazena. 62

Tablica 15. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri olova (Pb) i stroncija (Sr) određeni na otopini više krhotina vulkanskog stakla. 76

Tablica 16. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri hafnija (Hf) i neodimija (Nd) na otopini više krhotina vulkanskog stakla te izračunati εHf(t) i εNd(t). 77

Tablica 17. Omjeri U–Pb izotopa cirkona i iz njih izračunate starosti određene LA-ICP-MS metodom (uzork 15a). Isključeni podatci označeni plavom, a ksenokristali crvenom bojom. 80

Tablica 18 Omjeri U–Pb izotopa cirkona i iz njih izračunate starosti određene LA-ICP-MS metodom (uzorak KNOL 3B). Isključeni podatci označeni plavom, a ksenokristali crvenom bojom. 81

Tablica 19. Omjeri U–Pb izotopa cirkona i iz njih izračunate starosti određene LA-ICP-MS metodom (uzork GL-2). Isključeni podatci označeni plavom, a ksenokristali crvenom bojom. 82

Tablica 20. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz odabranih uzoraka donjomiocenskih vulkanoklastita. 90

Tablica 21. Rezultati Lu–Hf izotopske analize cirkona iz donjomiocenskih vulkanoklastita. Prikazane su CA-ID-TIMS U–Pb starosti, izmjereni i izračunati $^{176}Hf/^{177}Hf$ omjeri, te εHf(t) vrijednosti s pripadajućim nesigurnostima (±2σ), izračunate prema CHUR modelu. 91

Tablica 22. Geokemijski podatci za odabrane elemente iz pojedinačnih cirkona iz uzorka KNOL-11.. 93

Tablica 23.Geokemijski podatci za odabrane elemente iz pojedinačnih cirkona iz uzorka GL-2. 94

Tablica 24. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima iz stupa SKR 3/21. 127

Tablica 25. Udio (%) teške mineralne frakcije u uzorcima CUC-1, CUC-1d, CUC-6 i PL-1 s područja Medvednice. 128

Tablica 26. Udio (%) teške mineralne frakcije s područja Livanjskog bazena. 130

Tablica 27. Rezultati cjelostijenske kemijske analize odabranih uzoraka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-Z i SKR 3/21-H) i Čučerje (CUC-1, CUC-1d). 131

Tablica 28. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za odabrane uzorke s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H)i Čučerje (CUC-1d) određen elektronskom mikrosondom (EPMA)..... 134

Tablica 29.. Geokemijski sastav pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla za uzorak s lokaliteta Bidrovec (CUC-6) i geokemijski sastav inkluzija stakla u ilmenitu iz uzorka s lokaliteta Bidrovec određen elektronskom mikrosondom (EPMA)..... 135

Tablica 30. Geokemijski sastav elemenata u tragovima na pojedinačnim krhotinama vulkanskog stakla s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H), Medvednice (CUC-1d) i Bidrovec (CUC-6)..... 136

Tablica 31. Kemijski sastav feldspata iz uzoraka područja Medvednice (CUC-1d) Požeške gore (SKR-3/21), Sinjskog bazena (LUC 1.1.), Slovačke (KUC) I Livanjskog bazena (BD-1). 153

Tablica 32. Kemijski sastav reprezentativih biotita iz uzorke s Medvednice (PL-1, CUC-6, CUC-1d) Požeške gore (SKR-3/21), Sinjskog bazena (LUC 1.1.)i Slovačke (KUC). 154

Tablica 33 Kemijski sastav reprezentativnih amfibola iz uzoraka s područja Medvednice (PL-1, CUC-6) i Požeške gore (SKR 3/21-H)..... 156

Tablica 34. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri olova (Pb) i stroncija (Sr) određeni na otopini više krhotina vulkanskog stakla za uzorke s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H), Čučerje (CUC-1d), Plaz (PL) i Bidrovec (CUC-6)..... 159

Tablica 35. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri hafnija (Hf) i neodimija (Nd) na otopini više krhotina vulkanskog stakla te izračunati εHf(t) i εNd(t) za uzorak SKR 3/21-H s lokaliteta Škrabutnik..... 160

Tablica 36. Mjereni i inicijalni izotopni omjeri neodimija (Nd) na otopini više krhotina vulkanskog stakla te izračunati εNd(t) za uzorke s Medvednice (CUC-1d, PL i CUC-6). 160

Tablica 37. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz uzoraka s lokaliteta Škrabutnik (SKR 3/21-H), Medvednica (CUC-1d), Sinjski bazen (LUC-1) i Slovačka (KUC). 162

Tablica 38. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz uzoraka s područja Medvednice s lokaliteta Bidrovec (CUC-6) i Plaz (PL-1). 164

Tablica 39. Rezultati CA-ID-TIMS analize cirkona iz uzoraka s BD-1 (Livanjski bazen). 166

Tablica 40. Rezultati Lu–Hf izotopske analize cirkona iz srednjomiocenskih vulkanoklastita. Prikazane su CA-ID-TIMS U–Pb starosti, izmjereni i izračunati $^{176}Hf/^{177}Hf$ omjeri, te εHf(t) vrijednosti s pripadajućim nesigurnostima (±2σ), izračunate prema CHUR modelu. 168

Tablica 41. Geokemijski podatci za odabrane elemente cirkona iz uzorka SKR 3/21-H. 169

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Geokemijski sastav glavnih elemenata pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 282

Prilog 2. Geokemijski sastav elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 305

Prilog 3. Rezultati izotopnih mjerenja minerala cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena .. 312

Prilog 4. Geokemijski sastav minerala cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena 319

Prilog 5. Geokemijski sastav glavnih elemenata pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocen 333

Prilog 6. Geokemijski sastav elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 346

Prilog 7. Geokemijski sastav minerala vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 352

Prilog 8. Geokemijski sastav minerala cirkona vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena 370

ŽIVOTOPIS

Nina Trinajstić rođena je 1990. u Rijeci gdje je završila osnovnu i srednj školu (PSHG). Godine 2009. upisuje preddiplomski studij na Geološkom odsjeku Prirodoslovno - matematičkog fakulteta u Zagrebu, gdje 2012. završava s radom naslova „*Provenijencija površinskih sedimenata sjeveroistočnog dijela Jadranskog mora*“ pod vodstvom prof.dr.sc. Mladena Juračića. Nakon završetka upisuje diplomski studij na Geološkom odsjeku Prirodoslovno -matematičkog fakulteta koji završava 2015. s diplomskim radom naslova *“Mineraloške i granulometrijske karakteristike površinskog sedimenta dna hrvatske strane Jadranskog mora”* pod vodstvom prof.dr.sc. Darka Tibljaša.

Od 2015. do 2017. bila je zaposlena u Javnoj ustanovi „Park prirode Učka“ kao stručni suradnik geolog, gdje je obavljala stručne poslove u zaštiti prirode. Od 2017. do 2018. radila je kao zamjena u Javnoj ustanovi „Priroda“ na poslovima stručnog suradnika u zaštiti prirode. Nakon toga od 2018. do 2020. u Znanstveno-edukacijskom centru Višnjan kao voditeljica radionica za STEM područje. Tijekom 2019. godine bila je zaposlena kao suradnica na EU projektu „Centar izvrsnosti Cerovačke špilje – održivo upravljanje prirodnom baštinom i krškim podzemljem” u Zagrebačkom speleološkom savezu. Od srpnja 2020. do srpnja 2025. bila je zaposlena na Hrvatskom geološkom institut kao asistent na uspostavnom istraživačkom projektu *„Miocenska sin-riftna evolucija Sjevernohrvatskog bazena (Karpatsko-Panonska regija): “multi-proxy” pristup, korelacija i integriranje sedimentnog i vulkanskog zapisa (PYROSKA)“* voditelja dr.sc. Mihovila Brleka financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost u sklopu kojeg je napravljen ovaj doktorski rad.

U sklopu projekta prošla je edukacije na suradničkim institucijama: GEOMAR – Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel pod vodstvom dr. Julie Belo i dr. Steffena Kutterolfa, gdje je radila na pripremi i obradi krhotina vulkanskog stakla i minerala na elektronskoj mikrosondi; British Geological Survey u Nottinghamu pod vodstvom dr. Simona Tapstera; te Department of Sedimentology and Environmental Geology, University of Göttingen, pod vodstvom dr. Istvána Dunkla, gdje se bavila pripremom uzoraka za daljnje analize na mineralu cirkonu.

Članica je Hrvatskog geološkog društva i Speleološkog kluba Ozren Lukić.

POPIS OBJAVLJENIH RADOVA:

- Šuica, S., **Trinajstić, N**., Schindlbeck-Belo, J. C., Kutterolf, S., Milošević, M., Brlek, M., Hauff, F., Grizelj, A., Kukoč, D., Brčić, V., i sur. (2025): *Record of Late Oligocene silicic volcanism in the Hrvatsko Zagorje Basin, Croatia: Insights from U-Pb zircon*

geochronology and volcanology. Journal of the Geological Society, 182(3): jgs2024–132. https://doi.org/10.1144/jgs2024-132

- Brlek, M., **Trinajstić, N**., Gaynor, S. P., Kutterolf, S., Hauff, F., Schindlbeck-Belo, J., Šuica, S., Wang, K. L., Lee, H. Y., Watts, E., i sur. (2024): *Spread and frequency of explosive silicic volcanism of the Carpathian-Pannonian Region during Early Miocene: Clues from the SW Pannonian Basin and the Dinarides.* Journal of Volcanology and Geothermal Research, 455: 108215. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108215
- Brlek, M., **Trinajstić, N**., Schindlbeck-Belo, J. C., Kutterolf, S., Vukovski, M., Guillong, M., Markovic, S., Šuica, S., Wang, K. L., Lee, H. Y., i sur.
- (2024*): A distal record of the Middle Miocene silicic eruption of the Carpathian-Pannonian Region stored within the Dinaride Lake System: implications for tephrostratigraphy and emplacement of volcaniclastic deposits*. International Journal of Earth Sciences, 113(6): 1427–1455. https://doi.org/10.1007/s00531-024-02450-6
- **Trinajstić, N.,** Brlek, M., Gaynor, S. P., Schindlbeck-Belo, J., Šuica, S., Avanić, R., Kutterolf, S., Wang, K. L., Lee, H. Y., Holcová, K., i sur. (2023): *Provenance and depositional environment of Middle Miocene silicic volcaniclastic deposits from Mt. Medvednica (North Croatian Basin, Carpathian-Pannonian Region).* Journal of Volcanology and Geothermal Research, 443: 107917. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2023.107917
- Brčić, V., Dunkl, I., Mindszenty, A., Brlek, M., **Trinajstić, N**., Bajo, P., Bauluz, B., Mišur, I., Karius, V., Šuica, S., i sur. (2023): *A time-space window between Eocene karst bauxite genesis and the first molasse deposition in the Dinaric Foreland Basin in the North Dalmatia, Croatia*. Frontiers in Earth Science (Lausanne), 11: 1224164. https://doi.org/10.3389/feart.2023.1224164
- Brlek, M., Tapster, S. R., Schindlbeck-Belo, J., Gaynor, S., Kutterolf, S., Hauff, F., Georgiev, S. V**., Trinajstić, N.,** Šuica, S., Brčić, V., i sur. (2023): *Tracing widespread Early Miocene ignimbrite eruptions and petrogenesis at the onset of the Carpathian-Pannonian Region silicic volcanism*. Gondwana Research, 116: 40–60. https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.12.015
- Kurečić, T., Hajek T., Wacha, L., Horvat, M., **Trinajstić, N**., Mišur, I. (2022*): Sub-recent microfauna within allogenic sediments at the bottom of a deep cave, Njemica (Biokovo Mt., Croatia)*. International Journal of Speleology, 51(3): 223–233. https://doi.org/10.5038/1827-806X.51.3.2428

- Brlek, M., Gaynor, S., Mongelli, G., Bauluz, B., Sinisi, R., Brčić, V., Peytcheva, I., Mišur, I., Tapster, S., **Trinajstić, N.**, i sur. (2021): *Karst bauxite formation during Miocene Climatic Optimum (central Dalmatia, Croatia): mineralogical, compositional and geochronological perspectives*. International Journal of Earth Sciences, 110: 2899–2922. https://doi.org/10.1007/s00531-021-02091-z

SAŽECI U ZBORNICIMA SKUPOVA:

- Šuica, Sanja; **Trinajstić, Nina;** Schinldbeck-Belo, Julie; Kutterolf, Steffen; Milošević, Monika; Brlek, Mihovil; Hauff, Folkmar; Grizelj, Anita; Kukoč, Duje; Brčić, Vlatko i sur.. *The record of Late Oligocene volcanism in the Hrvatsko Zagorje Basin* // Book of extended abstracts: 5th Congress of the Geologists of the Republic of North Macedonia / Serafimovski, T. & Boev, B. (ur.). Ohrid: Makedonsko geološko društvo = Macedonian Geological Society, 2024. str. 42-44
- **Trinajstić, Nina**; Brčić, Vlatko; Dunkl, István; Kurečić, Tomislav; Wacha, Lara; Šarc, Filip; Šuica, Sanja; Brlek, Mihovil; Kukoč, Duje; Budić, Marko i sur. *Hidden Archive in Karst: Geochronological Evidence of Miocene Volcanic Activity in Quaternary Deposits (Plitvice Lakes and Bosiljevo, Croatia)* // 7th Regional Scientific Meeting on Quaternary Geology November 14th – 15th 2024, Zagreb, Croatia. Karst research and the 100th anniversary of the birth of Mirko Malez / Oros Sršen, Ankica ; Novak, Vibor (ur.). Zagreb: Croatian Academy of Sciences and Arts, 2024. str. 75-76
- Hajek–Tadesse, Valentina; Kurečić, Tomislav; Wacha, Lara; Horvat, Marija; **Trinajstić, Nina**; Mišur, Ivan *Can ostracods give a new light for a better understanding of a subterranean route in the karst between the different drainages; a case study from a deep cave Njemica (Biokovo, Mt., Croatia*) // 7th Regional Scientific Meeting on Quaternary Geology November 14th – 15th 2024, Zagreb, Croatia. Karst research and the 100th anniversary of the birth of Mirko Malez / Oros Sršen, Ankica ; Novak, Vibor (ur.). Zagreb: Croatian Academy of Sciences and Arts, 2024. str. 83-84
- **Trinajstić, Nina**; Brlek, Mihovil; Balen, Dražen *Integrated record of regionally spread lower to middle miocene volcaniclastic deposits produced by the carpathian-pannonian region silicic volcanism* // 8th Faculty of Science PhD Student Symposium: Book of Abstracts / Posarić, Laura; Gmižić, Daria; Ostojić, Tea et al. (ur.). Zagreb: Faculty of Science, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, 2024. str. 46-46
- **Trinajstić, Nina**; Brlek, Mihovil; Schindelbeck-Belo, Julie; Tapster, Simon Richard; Kutterolf, Steffen; Avanić, Radovan; Šuica, Sanja; Brčić, Vlatko; Kukoč, Duje; Rybar, Samuel i sur. *Characterizing the ≈15.3 Ma explosive eruption: Insights from*

volcaniclastic deposits across the Pannonian Basin and the Dinarides // 10th Neogene of Central and South-Eastern Europe Abstract Volume / Bartol, Miloš; Ivančič, Kristina & Horvat, Aleksander (ur.). Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 2024. str. 81-81

- Šuica, Sanja; Brlek, Mihovil; **Trinajstić, Nina;** Tapster, Simon Richard; Schindlbeck-Belo, Julie; Kutterolf, Steffen; Mišur, Ivan; Kukoč, Duje; Brčić, Vlatko; Avanić, Radovan *The Eggerian tuffs of the Hrvatsko Zagorje Basin* // 7. HGK - Knjiga sažetaka (Book of Abstracts) / Fio Firi, Karmen (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2023. str. 185-185
- **Trinajstić, Nina**; Brlek, Mihovil; Šuica, Sanja; Schindlbeck-Belo, Julie; Kutterolf, Steffen; Brčić, Vlatko; Wang, Kuo-Lung; Lee, Hao-Yang; Gaynor, Sean P.; Tapster, Simon R. i sur. *Tephrostratigraphy of the Early and Middle Miocene volcaniclastic horizons in Croatia -widespread silicic explosive eruptions* // 36th International Meeting of Sedimentology : Abstracts Book / Vlahović, Igor; Matešić, Darko (ur.). Zagreb: Hrvatsko geološko društvo, 2023. str. 316-316
- Brlek, Mihovil; Gaynor, Sean; Tapster, Simon; Schindlbeck-Belo, Julie; Kutterolf, Steffen; **Trinajstić, Nina;** Hauff, Folkmar; Wang, Kuo-Lung; Lee, Hao-Yang; Šuica, Sanja i sur. *Volcanic sources and sinks of the Alpine-Mediterranean Region: A window into silicic volcanism and paleoenvironments during Early-Middle Miocene* // 7. HGK - Knjiga sažetaka (Book of Abstracts) / Fio Firi, Karmen (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2023. str. 36-37
- ***Trinajstić, Nina*** ; Brlek, Mihovil ; Šuica, Sanja ; Schindlbeck-Belo, Julie ; Tapster ; Simon Richard ; Gaynor, Sean P ; Kutterolf, Steffen ; Brčić, Vlatko ; Mišur, Ivan i sur. *Tephra dispersal and deposition across the Pannonian basin and the Dinarides from a ≈15.3 ma (Middle Miocene)explosive eruption* // Book of Abstracts - PhD Student Symposium 2023. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2023. str. 60-60
- Brlek, Mihovil ; Tapster, Simon Richard ; Schindlbeck-Belo, Julie ; Gaynor, Sean ; Kutterolf, Steffen ; Hauff, Folkmar ; Georgiev, Svetoslav ; **Trinajstić, Nina** ; Šuica, Sanja ; Brčić, Vlatko i sur. *Perspectives on the Early Miocene silicic volcanism of the Carpathian-Pannonian Region* // XXII International Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association (CBGA) - ABSTRACTS. Plovdiv: Bugarska akademija znanosti, 2022. str. 289-289
- Šumonja, Branko ; Čargonja, Marija ; Mekterović, Darko ; Mance, Diana ; Žauhar, Gordana ; **Trinajstić, Nina** ; Kukuljan, Lovel ; Brčić, Vlatko *Monitoring koncentracije*

radona u Šparožnoj pećini // Skup speleologa Hrvatske - Zbornik sažetaka. Samobor: Udruga Breganja, Speleološki klub Samobor, 2022, 0, 2

- Kurečić, Tomislav ; Hajek-Tadesse, Valentina ; Wacha, Lara ; Horvat, Marija ; **Trinajstić, Nina** ; Mišur, Ivan ; Visković, Paško ; Šarc, Filip ; Jalžić, Branko ; Belak, Filip i sur. *Klastični sedimenti i sub-recentna mikrofauna s dna jame Njemice (Biokovo, Hrvatska)* // Skup speleologa Hrvatske 2022. - zbornik sažetaka. Samobor: Breganja ; Speleološko društvo Samobor, 2022. str. 44-45
- Deklić, Andrea ; Mezga, Aleksandar ; Brčić, Vlatko ; **Trinajstić, Nina** *Preliminary report on the possible new tracksite on eastern Istria coast, Croatia* // Međunarodni simpozij 'Georaznolikost i Geobaština - stanje i perspektive'. Perušić: Geografski odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu ; Javna ustanova Pećinski park Grabovača, 2022. str. 42-42
- Hajek Tadesse, Valentina ; Kurečić, Tomislav ; Wacha, Lara ; Horvat, Marija ; **Trinajstić, Nina** ; Mišur, Ivan *Stygobiont ostracods from a deep cave Njemica (Biokovo Mt., Croatia)* // ISO 19, Lyon 2022, Abstract book. 2022. str. 21-21
- Brlek, Mihovil ; Gaynor, Sean ; Mongelli, Giovanni ; Bauluz, Blanca ; Sinisi, Rosa ; Brčić, Vlatko ; Peytcheva, Irena ; Mišur, Ivan ; Tapster, Simon **; Trinajstić, Nina** i sur. *The link between Central Dalmatian karst bauxites (Croatia) and Miocene Climatic Optimum* // Book of Abstracts, 3rd European Mineralogical Conference, EMC 2020. Krakov, 2021. str. 76-76
- **Trinajstić, Nina** ; Gaynor, Sean ; Schindlbeck-Belo, Julie ; Avanić, Radovan ; Brlek, Mihovil ; Šuica, Sanja ; Hajek-Tadesse, Valentina ; Holcová, Katarína ; Kopecká, Jitka ; Baranyi, Viktória i sur. *Integrated study and stratigraphic implications of Miocene volcaniclastic deposits on Mt. Medvednica (North Croatian Basin)* // 35th IAS Meeting of Sedimentology, Book of Abstracts. Olomouc: Palacký University Olomouc, 2021. str. 440-441
- **Trinajstić, Nina** ; Brlek, Mihovil ; Gaynor, Sean ; Schindlbeck - Belo, Julie ; Šuica, Sanja ; Brčić, Vlatko ; Mišur, Ivan ; Kukoč, Duje ; Baranyi, Viktória *Early and middle miocene volcaniclastic record on Mts. Kalnik and Požeška gora* // Book of Abstracts - PhD Student Symposium 2021. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021. str. 304-305
- Mezga, Aleksandar ; Moro, Alan ; **Trinajstić, Nina** ; Mladineo, Natalia *New discovered dinosaur tracksite in the Late Albian of Istria.* // 6. hrvatski geološki kongres s

međunarodnim sudjelovanjem. Knjiga sažetaka.. Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2019. str. 131-132

- **Trinajstić, Nina** ; Ivačić, Velimir ; Anić, Tomislav *Use of GIS and Geological Maps in Speleological Research on the Example of the Northern Part of the Island Cres* // 13th International Conference Geoheritage, Geoinformation and Cartography 7-9 September 2017 Selce, Croatia : program and abstracts. 2017, 1, 1
- Šišić, Sonja ; Randić, Marko **; Trinajstić, Nina** ; Grozić, Dino *Use of Geological Maps and Geological Mapping as an Aid in the Study of the Plant World and the Possibility of Using Botanical Spatial Data in Geology* // 13th International Conference Geoheritage, Geoinformation and Cartography 7-9 September 2017 Selce, Croatia : program and abstracts. 2017, 2, 1
- Tibljaš, Darko ; Pikelj, Kristina ; *Trinajstić, Nina Minerali glina u površinskom sedimentu istočnog dijela Jadranskog mora: raspored, porijeklo i transport* // Knjiga sažetaka – Abstracts book. Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2015. str. 264-265
- Tibljaš, Darko ; Pikelj, Kristina **; Trinajstić, Nina** *Clay minerals in the sediments from the Croatian Adriatic shelf* // Programme and Abstractbook. Dresden, 2014. str. 154-154

PRILOZI

Prilog 1. Geokemijski sastav glavnih elemenata pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

*Rezultati označeni s rednim brojem od 1 -791 su iz članak Brlek i sur., 2023.;

* od 792 – 1081 iz članak Brlek i sur., 2024b

GEOMAR, Kiel (Svibanj, 2021)

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
1	KNOL3b-1	3.59	4.17	0.94	73.12	0.03	0.03	0.74	0.07	11.99	0.00	94.67
2	KNOL3b-2	3.55	3.84	0.79	72.72	0.10	0.04	0.68	0.06	11.94	0.03	93.75
3	KNOL3b-3	3.57	3.94	0.83	73.48	0.02	0.03	0.72	0.06	11.98	0.02	94.65
4	KNOL3b-4	3.51	3.87	0.85	74.28	0.00	0.00	0.64	0.02	12.19	0.00	95.36
5	KNOL3b-5	3.32	4.16	0.99	72.35	0.05	0.07	0.77	0.07	12.00	0.00	93.78
6	KNOL3b-6	3.26	3.66	1.10	72.80	0.05	0.08	0.89	0.10	12.19	0.00	94.13
7	KNOL3b-7	3.49	4.20	0.86	71.66	0.04	0.04	0.66	0.08	11.89	0.00	92.91
8	KNOL3b-8	3.37	3.99	1.09	72.03	0.11	0.09	1.09	0.05	12.06	0.00	93.89
9	KNOL3b-9	3.78	3.83	0.92	72.39	0.04	0.04	0.66	0.03	12.25	0.00	93.94
10	KNOL3b-10	3.40	4.06	0.86	71.70	0.06	0.05	0.81	0.15	11.87	0.01	92.97
11	KNOL3b-11	3.50	3.74	0.76	73.78	0.02	0.07	0.71	0.08	12.10	0.00	94.76
12	KNOL3b-12	3.31	3.60	1.02	70.43	0.07	0.09	0.89	0.00	11.85	0.01	91.26
13	KNOL3b-13	3.45	3.94	0.82	72.81	0.05	0.07	0.70	0.03	11.71	0.02	93.60
14	KNOL3b-14	3.39	3.90	1.05	71.10	0.02	0.04	0.74	0.10	12.03	0.04	92.41
15	KNOL3b-15	3.51	4.09	0.88	73.59	0.04	0.06	0.68	0.04	11.42	0.00	94.31
16	KNOL3b-16	3.54	4.10	0.99	71.65	0.03	0.05	0.77	0.09	11.86	0.00	93.07
17	KNOL3b-17	3.23	3.46	1.19	73.15	0.05	0.09	0.93	0.00	12.06	0.00	94.16
18	KNOL3b-18	3.64	4.09	0.80	73.74	0.04	0.05	0.72	0.05	12.09	0.03	95.25
19	KNOL3b-19	3.24	4.01	0.90	73.06	0.02	0.05	0.75	0.04	12.37	0.00	94.44
20	KNOL3b-20	3.71	4.01	1.00	72.36	0.04	0.02	0.78	0.02	12.26	0.02	94.22
21	KNOL4-1a_8	3.44	3.25	1.07	72.76	0.06	0.04	0.88	0.01	11.92	0.02	93.44
22	KNOL4-1a_9	3.38	3.26	1.04	72.22	0.05	0.11	0.92	0.01	11.64	0.01	92.65
23	KNOL4-1a_10	3.84	3.38	0.89	71.93	0.02	0.04	0.64	0.08	11.78	0.00	92.58
24	KNOL4-1a_11	3.75	3.67	0.78	72.39	0.04	0.06	0.68	0.01	11.90	0.04	93.33
25	KNOL4-1a_12	3.55	3.35	0.87	71.36	0.07	0.05	0.73	0.06	11.61	0.03	91.68
26	KNOL4-1a_13	3.39	3.51	1.01	72.28	0.02	0.07	0.69	0.04	11.82	0.00	92.83
27	KNOL4-1a_14	3.50	3.44	1.02	73.08	0.03	0.00	0.71	0.07	11.84	0.01	93.70
28	KNOL4-1a_15	3.64	3.44	1.00	72.33	0.06	0.04	0.76	0.02	11.82	0.01	93.11
29	KNOL4-1a_16	3.60	3.26	0.99	72.08	0.06	0.04	0.79	0.05	11.82	0.02	92.70
30	KNOL4-1a_17	3.75	3.55	0.96	73.72	0.01	0.04	0.70	0.08	11.78	0.02	94.60
31	KNOL4-1a_18	3.38	3.27	1.11	71.27	0.10	0.10	0.96	0.01	11.54	0.00	91.75
32	KNOL4-1a_19	3.27	3.40	1.26	71.20	0.07	0.09	0.96	0.10	11.61	0.01	91.97
33	KNOL4-1a_20	3.49	3.46	0.94	71.48	0.05	0.02	0.79	0.05	11.75	0.01	92.03
34	KNOL4-1b_1	3.14	3.14	1.20	72.80	0.09	0.12	1.00	0.01	11.88	0.01	93.39
35	KNOL4-1b_2	3.50	3.31	0.89	73.40	0.05	0.07	0.73	0.02	11.87	0.00	93.84
36	KNOL4-1b_3	3.32	2.97	1.09	71.56	0.04	0.09	0.96	0.00	11.88	0.03	91.94
37	KNOL4-1b_4	3.59	3.37	1.05	72.93	0.05	0.06	0.77	0.02	11.63	0.02	93.49
38	KNOL4-1b_5	3.61	3.36	0.84	72.69	0.06	0.00	0.63	0.02	11.89	0.00	93.10
39	KNOL4-1b_6	3.65	3.36	1.09	73.54	0.07	0.00	0.73	0.11	12.09	0.00	94.64
40	KNOL4-1b_7	3.71	3.08	0.81	72.09	0.04	0.03	0.69	0.06	11.89	0.00	92.40
41	KNOL4-1b_8	3.70	3.22	0.83	72.23	0.04	0.04	0.65	0.03	11.96	0.02	92.73
42	KNOL4-1b_9	3.52	3.24	0.81	73.88	0.00	0.00	0.64	0.06	11.99	0.02	94.16
43	KNOL4-1b_10	3.76	2.71	0.81	71.93	0.06	0.02	0.63	0.04	12.17	0.00	92.12
44	KNOL4-1b_12	3.72	3.12	0.88	71.81	0.03	0.05	0.78	0.00	11.64	0.01	92.04
45	KNOL4-1b_13	3.59	3.43	0.64	73.48	0.03	0.04	0.69	0.00	11.97	0.00	93.86
46	KNOL4-1b_14	3.69	3.28	0.77	72.24	0.06	0.00	0.62	0.04	11.50	0.00	92.20
47	KNOL4-1b_15	3.54	3.37	1.13	73.25	0.05	0.09	0.76	0.00	11.98	0.03	94.20

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
48	KNOL4-1b_16	3.58	3.27	0.86	72.75	0.01	0.04	0.65	0.01	12.00	0.01	93.18
49	KNOL4-1b_17	3.21	3.13	1.10	71.48	0.07	0.10	0.92	0.04	12.05	0.01	92.11
50	KNOL4-1b_18	3.73	3.48	0.76	73.13	0.03	0.04	0.67	0.06	12.14	0.01	94.06
51	KNOL4-1b_19	3.46	3.11	1.01	71.91	0.10	0.07	0.97	0.02	11.99	0.03	92.67
52	KNOL4-1b_20	3.40	3.23	0.97	71.72	0.07	0.06	0.74	0.05	11.80	0.01	92.05
53	KNOL4-2_1	3.63	3.26	0.70	72.32	0.02	0.03	0.65	0.05	11.49	0.01	92.15
54	KNOL4-2_2	3.61	3.60	0.82	73.23	0.04	0.07	0.65	0.07	11.84	0.04	93.97
55	KNOL4-2_3	3.72	3.72	0.95	73.48	0.03	0.03	0.72	0.06	12.03	0.00	94.73
56	KNOL4-2_4	3.49	3.19	0.95	71.40	0.04	0.06	0.76	0.09	11.76	0.03	91.76
57	KNOL4-2_5	3.63	3.08	0.72	72.22	0.03	0.05	0.62	0.08	11.37	0.00	91.79
58	KNOL4-2_6	3.71	3.24	0.89	71.18	0.03	0.04	0.74	0.04	11.46	0.02	91.35
59	KNOL4-2_7	3.56	3.14	0.99	71.39	0.06	0.03	0.76	0.02	11.73	0.02	91.69
60	KNOL4-2_8	3.68	3.32	0.86	72.22	0.04	0.05	0.71	0.02	12.03	0.00	92.94
61	KNOL4-2_9	3.60	3.37	0.91	72.08	0.05	0.06	0.77	0.06	11.89	0.05	92.85
62	KNOL4-2_10	3.96	3.19	0.74	71.83	0.05	0.04	0.63	0.04	11.71	0.03	92.21
63	KNOL4-2_11	3.85	3.34	0.79	73.55	0.03	0.03	0.69	0.02	11.61	0.00	93.91
64	KNOL4-2_12	3.80	3.24	0.75	72.38	0.04	0.02	0.68	0.10	11.75	0.03	92.80
65	KNOL4-2_13	3.66	3.52	0.85	73.48	0.05	0.02	0.66	0.06	11.93	0.02	94.24
66	KNOL4-2_14	3.75	3.24	0.91	72.18	0.02	0.05	0.69	0.00	11.46	0.03	92.32
67	KNOL4-2_15	3.57	3.05	1.03	72.00	0.06	0.07	0.95	0.01	11.97	0.02	92.73
68	KNOL4-2_16	3.15	3.53	1.18	71.32	0.09	0.04	0.97	0.02	11.56	0.00	91.87
69	KNOL4-2_17	3.40	3.16	0.87	70.90	0.03	0.03	0.75	0.00	11.76	0.01	90.91
70	KNOL4-2_18	3.23	2.99	0.86	71.99	0.03	0.03	0.74	0.06	11.71	0.02	91.67
71	KNOL4-2_19	3.62	3.72	0.94	72.84	0.05	0.04	0.70	0.04	12.05	0.00	93.99
72	KNOL4-2_20	3.63	3.52	0.86	72.54	0.04	0.07	0.70	0.07	11.89	0.04	93.35
73	KNOL4-3_1	3.38	3.74	1.13	72.95	0.11	0.03	0.96	0.00	11.71	0.02	94.03
74	KNOL4-3_2	3.86	3.50	0.80	72.76	0.03	0.05	0.71	0.06	11.67	0.03	93.47
75	KNOL4-3_3	3.60	3.15	1.22	71.77	0.11	0.07	0.92	0.03	11.77	0.00	92.64
76	KNOL4-3_4	3.64	3.22	1.10	72.31	0.06	0.05	0.94	0.04	11.86	0.00	93.22
77	KNOL4-3_5	3.68	3.43	0.91	72.61	0.05	0.06	0.66	0.02	11.73	0.00	93.14
78	KNOL4-3_6	3.42	3.56	1.27	71.30	0.07	0.11	0.99	0.06	11.63	0.01	92.41
79	KNOL4-3_7	3.56	3.65	0.97	74.02	0.04	0.02	0.62	0.04	11.98	0.03	94.94
80	KNOL4-3_8	3.55	3.56	0.83	73.51	0.01	0.03	0.65	0.03	11.65	0.00	93.83
81	KNOL4-3_9	3.59	3.67	0.81	72.46	0.04	0.00	0.63	0.06	11.93	0.03	93.21
82	KNOL4-3_10	3.75	3.12	1.18	71.87	0.09	0.03	0.96	0.08	11.82	0.02	92.92
83	KNOL4-3_11	3.87	3.64	0.96	71.83	0.02	0.09	0.76	0.04	11.91	0.02	93.13
84	KNOL4-3_12	3.72	3.71	0.75	72.66	0.04	0.03	0.66	0.03	11.83	0.01	93.46
85	KNOL4-3_13	3.69	3.66	0.80	73.11	0.04	0.04	0.62	0.02	11.62	0.00	93.59
86	KNOL4-3_14	3.48	3.53	0.97	72.89	0.04	0.02	0.79	0.04	12.07	0.01	93.84
87	KNOL4-3_15	3.31	3.23	1.21	71.80	0.09	0.05	0.97	0.01	11.96	0.01	92.63
88	KNOL4-3_16	3.57	3.62	0.88	72.72	0.04	0.05	0.81	0.00	12.19	0.03	93.92
89	KNOL4-3_17	3.57	3.55	0.79	72.53	0.03	0.01	0.69	0.06	11.89	0.00	93.12
90	KNOL4-3_18	3.37	3.51	1.15	71.55	0.06	0.10	0.86	0.03	11.84	0.01	92.48
91	KNOL4-3_19	3.27	3.10	1.13	71.47	0.00	0.08	0.93	0.02	12.04	0.00	92.04
92	KNOL4-3_20	3.25	3.66	1.14	73.40	0.09	0.10	0.93	0.05	12.09	0.00	94.71
93	KNOL4-4a_1	3.49	3.60	1.12	72.65	0.06	0.09	0.98	0.02	11.95	0.00	93.95
94	KNOL4-4a_2	3.49	3.33	0.93	73.52	0.04	0.03	0.70	0.07	11.92	0.00	94.03
95	KNOL4-4a_3	3.54	3.55	0.77	73.57	0.03	0.05	0.66	0.00	12.19	0.00	94.35
96	KNOL4-4a_6	3.52	3.74	1.08	71.99	0.07	0.03	0.91	0.11	11.51	0.00	92.97

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
97	KNOL4-4a_7	3.35	3.56	1.10	72.32	0.10	0.04	0.93	0.03	11.90	0.01	93.35
98	KNOL4-4a_8	3.71	3.41	0.88	71.69	0.03	0.05	0.66	0.07	11.82	0.01	92.32
99	KNOL4-4a_9	3.67	3.18	0.82	72.22	0.02	0.02	0.65	0.04	11.72	0.00	92.34
100	KNOL4-4a_10	3.32	3.68	1.12	72.37	0.06	0.03	0.91	0.04	12.11	0.02	93.66
101	KNOL4-4a_11	3.47	3.77	1.14	72.02	0.10	0.09	0.99	0.03	11.58	0.02	93.22
102	KNOL4-4a_12	3.35	3.53	1.09	72.34	0.07	0.09	0.92	0.04	11.88	0.01	93.32
103	KNOL4-4a_13	3.42	3.10	1.08	71.76	0.08	0.07	0.99	0.00	11.69	0.00	92.20
104	KNOL4-4a_14	3.72	3.67	0.90	72.65	0.06	0.05	0.70	0.00	12.47	0.00	94.21
105	KNOL4-4a_17	3.37	3.65	1.04	73.04	0.08	0.12	0.94	0.00	12.47	0.00	94.70
106	KNOL4-4a_18	3.35	3.13	1.26	72.71	0.10	0.03	0.70	0.08	11.29	0.05	92.70
107	KNOL4-4a_19	3.43	3.42	1.18	73.15	0.07	0.04	0.84	0.02	11.95	0.01	94.11
108	KNOL4-4a_20	3.46	3.09	1.13	72.44	0.06	0.07	0.96	0.05	11.95	0.03	93.23
109	KNOL4-4b_1	3.44	3.06	0.94	75.58	0.10	0.02	0.70	0.02	11.70	0.00	95.56
110	KNOL4-4b_2	3.42	3.16	1.09	72.92	0.12	0.12	0.99	0.05	11.94	0.00	93.81
111	KNOL4-4b_3	4.00	3.59	0.80	74.44	0.06	0.03	0.65	0.01	11.98	0.01	95.57
112	KNOL4-4b_4	3.74	3.21	0.88	72.52	0.07	0.03	0.70	0.05	11.72	0.01	92.92
113	KNOL4-4b_5	3.80	3.49	1.04	73.39	0.05	0.06	0.74	0.10	11.97	0.02	94.65
114	KNOL4-4b_6	3.63	3.31	0.76	72.54	0.04	0.00	0.64	0.00	11.88	0.01	92.81
115	KNOL4-4b_7	3.58	3.63	0.95	74.38	0.03	0.04	0.67	0.12	11.71	0.00	95.11
116	KNOL4-4b_8	3.70	3.31	0.94	73.12	0.02	0.05	0.69	0.02	11.77	0.00	93.61
117	KNOL4-4b_9	3.80	3.33	0.73	72.76	0.04	0.04	0.63	0.03	11.71	0.03	93.11
118	KNOL4-4b_10	3.67	3.66	0.93	73.24	0.05	0.05	0.75	0.02	11.93	0.02	94.31
119	KNOL4-4b_11	3.57	3.46	0.83	73.94	0.00	0.02	0.63	0.07	11.80	0.00	94.33
120	KNOL4-4b_12	3.39	3.98	1.17	73.20	0.08	0.03	0.95	0.11	12.02	0.04	94.96
121	KNOL4-4b_13	3.54	2.99	0.80	72.38	0.04	0.05	0.67	0.04	11.88	0.00	92.39
122	KNOL4-4b_14	3.45	3.78	0.93	74.31	0.06	0.10	0.68	0.06	12.05	0.05	95.46
123	KNOL4-4b_15	3.43	3.12	0.98	72.24	0.06	0.05	0.97	0.04	12.06	0.01	92.96
124	KNOL4-4b_16	3.53	3.64	0.89	73.23	0.07	0.04	0.79	0.03	12.04	0.02	94.28
125	KNOL4-4b_17	3.39	3.69	1.30	73.80	0.09	0.08	0.94	0.02	12.24	0.00	95.56
126	KNOL4-4b_18	3.51	3.09	0.96	72.58	0.07	0.08	0.95	0.00	12.27	0.01	93.53
127	KNOL4-4b_19	3.75	3.22	0.78	73.14	0.02	0.03	0.68	0.04	12.22	0.00	93.87
128	KNOL4-4b_20	3.54	3.70	1.10	72.45	0.06	0.10	0.97	0.05	11.89	0.02	93.90
129	KNOL4-5_1	3.65	3.39	1.00	74.96	0.06	0.05	0.66	0.04	12.06	0.00	95.87
130	KNOL4-5_2	3.65	3.55	0.97	75.15	0.04	0.05	0.68	0.07	12.44	0.01	96.61
131	KNOL4-5_3	3.68	3.34	0.92	73.60	0.05	0.06	0.74	0.00	11.82	0.03	94.25
132	KNOL4-5_4	3.53	3.24	1.28	73.47	0.13	0.12	1.00	0.02	12.10	0.05	94.92
133	KNOL4-5_5	3.70	3.26	0.90	73.32	0.03	0.01	0.68	0.04	11.71	0.01	93.66
134	KNOL4-5_6	3.30	3.74	1.20	74.23	0.09	0.10	0.99	0.00	11.94	0.03	95.61
135	KNOL4-5_7	3.35	3.62	1.04	73.73	0.07	0.04	0.83	0.04	11.81	0.04	94.58
136	KNOL4-5_8	3.39	3.69	1.21	75.15	0.09	0.09	0.97	0.00	11.89	0.03	96.51
137	KNOL4-5_9	3.69	3.62	0.95	74.10	0.04	0.06	0.70	0.02	12.28	0.00	95.45
138	KNOL4-5_10	3.67	3.38	1.04	73.72	0.04	0.03	0.70	0.00	11.93	0.00	94.51
139	KNOL4-5_11	3.70	3.22	0.92	73.57	0.04	0.05	0.62	0.04	11.70	0.00	93.85
140	KNOL4-5_12	3.40	2.74	0.78	73.97	0.05	0.00	0.65	0.08	11.93	0.03	93.63
141	KNOL4-5_13	3.83	3.26	0.90	74.34	0.07	0.01	0.68	0.09	11.82	0.02	95.01
142	KNOL4-5_14	3.28	3.24	1.03	73.01	0.12	0.10	0.80	0.00	11.76	0.01	93.34
143	KNOL4-5_15	3.74	3.31	0.85	74.23	0.02	0.03	0.67	0.05	11.73	0.00	94.63
144	KNOL4-5_16	3.41	3.09	1.15	73.87	0.11	0.07	1.03	0.00	11.99	0.01	94.72
145	KNOL4-5_17	3.55	3.56	1.06	72.19	0.06	0.12	1.01	0.04	12.12	0.01	93.71

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
146	KNOL4-5_18	3.25	3.14	1.23	74.24	0.09	0.05	0.94	0.00	11.69	0.01	94.64
147	KNOL4-5_19	3.32	3.91	1.01	75.21	0.02	0.04	0.75	0.02	12.07	0.01	96.35
148	KNOL4-5_20	3.57	2.99	0.82	73.29	0.06	0.00	0.63	0.04	11.48	0.01	92.89
149	KNOL4-6a_1	3.45	3.26	1.23	71.55	0.08	0.07	0.93	0.03	11.96	0.03	92.58
150	KNOL4-6a_2	3.46	3.77	1.25	73.44	0.10	0.06	1.00	0.05	12.28	0.03	95.43
151	KNOL4-6a_3	3.49	3.58	0.97	74.06	0.02	0.03	0.66	0.00	11.96	0.00	94.77
152	KNOL4-6a_4	3.64	3.18	0.95	72.34	0.02	0.02	0.63	0.06	11.67	0.01	92.52
153	KNOL4-6a_5	3.44	3.73	0.91	73.28	0.02	0.04	0.60	0.07	11.79	0.03	93.91
154	KNOL4-6a_6	3.80	3.20	0.68	72.98	0.03	0.06	0.65	0.02	11.78	0.04	93.23
155	KNOL4-6a_7	3.42	3.62	1.18	73.09	0.08	0.11	1.09	0.05	12.22	0.05	94.90
156	KNOL4-6a_8	3.42	3.50	1.01	73.19	0.06	0.07	0.78	0.00	11.75	0.00	93.78
157	KNOL4-6a_9	3.74	3.47	0.98	72.86	0.05	0.08	0.77	0.03	11.98	0.00	93.96
158	KNOL4-6a_10	3.56	3.83	0.86	72.49	0.04	0.01	0.69	0.05	11.92	0.00	93.45
159	KNOL4-6a_11	3.46	3.35	1.12	72.04	0.07	0.00	0.74	0.08	11.36	0.01	92.22
160	KNOL4-6a_12	3.73	3.81	0.82	72.50	0.02	0.04	0.60	0.00	12.11	0.02	93.66
161	KNOL4-6a_13	3.66	3.33	0.95	71.46	0.03	0.07	0.72	0.10	11.66	0.00	91.98
162	KNOL4-6a_14	3.39	4.02	1.14	72.24	0.08	0.06	0.94	0.02	11.69	0.00	93.58
163	KNOL4-6a_15	3.70	3.56	0.93	72.79	0.03	0.02	0.72	0.07	11.79	0.01	93.62
164	KNOL4-6a_17	3.51	3.53	1.11	72.64	0.06	0.10	0.98	0.04	11.86	0.03	93.87
165	KNOL4-6a_18	3.47	3.77	1.27	72.49	0.07	0.09	0.96	0.02	11.92	0.05	94.11
166	KNOL4-6a_20	3.42	3.60	0.79	73.47	0.06	0.00	0.71	0.02	11.61	0.00	93.68
167	KNOL4-6b_1	3.67	3.31	0.90	72.55	0.05	0.05	0.76	0.03	12.02	0.02	93.35
168	KNOL4-6b_2	3.67	3.52	0.78	73.24	0.04	0.03	0.64	0.11	11.85	0.03	93.91
169	KNOL4-6b_3	3.32	3.23	1.20	72.14	0.05	0.07	0.90	0.00	11.85	0.01	92.77
170	KNOL4-6b_4	3.53	3.54	0.91	74.50	0.05	0.00	0.63	0.01	11.87	0.00	95.05
171	KNOL4-6b_5	3.29	4.00	1.07	74.81	0.02	0.07	0.76	0.06	12.25	0.00	96.33
172	KNOL4-6b_6	3.57	3.43	1.03	72.74	0.05	0.02	0.75	0.07	11.87	0.05	93.59
173	KNOL4-6b_7	3.70	3.33	0.72	72.43	0.06	0.06	0.65	0.09	12.13	0.02	93.19
174	KNOL4-6b_9	3.51	3.39	1.06	72.70	0.06	0.07	0.96	0.08	12.12	0.04	94.01
175	KNOL4-6b_10	3.48	3.20	0.86	71.62	0.06	0.05	0.72	0.07	11.97	0.00	92.03
176	KNOL4-6b_11	3.45	3.41	1.12	72.85	0.05	0.08	0.84	0.10	12.04	0.00	93.94
177	KNOL4-6b_12	3.51	3.55	0.93	73.32	0.04	0.04	0.69	0.06	11.66	0.00	93.80
178	KNOL4-6b_13	3.62	3.71	1.15	72.72	0.09	0.11	1.02	0.00	12.01	0.02	94.46
179	KNOL4-6b_14	3.51	3.59	0.85	72.55	0.08	0.07	0.85	0.06	11.95	0.00	93.51
180	KNOL4-6b_15	3.26	3.19	1.32	72.70	0.06	0.09	0.95	0.04	11.97	0.00	93.57
181	KNOL4-6b_16	3.59	3.49	0.81	73.04	0.03	0.07	0.67	0.07	11.77	0.03	93.58
182	KNOL4-6b_17	3.51	3.68	1.27	72.74	0.11	0.14	1.03	0.08	12.43	0.00	95.00
183	KNOL4-6b_18	3.32	3.66	1.02	72.34	0.04	0.06	0.77	0.04	12.20	0.00	93.45
184	KNOL4-6b_19	3.50	3.18	0.98	71.85	0.05	0.03	0.70	0.03	11.70	0.01	92.03
185	KNOL4-6b_20	3.55	3.44	0.99	72.37	0.03	0.03	0.79	0.05	11.88	0.05	93.18
186	KNOL5-1_1	3.45	2.85	0.80	71.95	0.06	0.07	0.77	0.03	11.73	0.02	91.73
187	KNOL5-1_2	3.54	3.51	0.63	73.19	0.07	0.02	0.62	0.07	11.93	0.00	93.58
188	KNOL5-1_3	3.48	4.08	0.68	73.09	0.00	0.03	0.61	0.07	12.57	0.04	94.66
189	KNOL5-1_4	3.50	3.26	0.88	73.17	0.03	0.03	0.67	0.02	11.78	0.00	93.35
190	KNOL5-1_5	3.58	3.28	1.02	73.07	0.06	0.04	0.72	0.06	12.35	0.00	94.19
191	KNOL5-1_6	3.46	3.15	1.10	72.04	0.07	0.09	0.92	0.00	11.95	0.04	92.82
192	KNOL5-1_7	3.53	2.94	1.04	72.77	0.09	0.06	0.90	0.03	12.11	0.00	93.48
193	KNOL5-1_8	3.66	3.35	1.04	71.63	0.02	0.07	0.74	0.03	11.68	0.02	92.25
194	KNOL5-1_9	3.72	3.33	0.77	72.26	0.02	0.04	0.70	0.05	12.08	0.00	92.97

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
195	KNOL5-1_10	3.61	3.62	0.80	72.90	0.04	0.07	0.71	0.11	11.97	0.01	93.83
196	KNOL5-1_11	3.21	3.19	0.79	73.56	0.06	0.03	0.64	0.07	11.99	0.01	93.55
197	KNOL5-1_12	3.57	3.73	0.78	74.27	0.04	0.00	0.67	0.00	12.34	0.00	95.39
198	KNOL5-1_13	3.44	3.66	0.75	73.99	0.02	0.09	0.72	0.05	11.77	0.00	94.49
199	KNOL5-1_14	3.65	3.38	1.08	72.99	0.08	0.08	0.98	0.03	12.33	0.01	94.61
200	KNOL5-1_15	3.48	3.19	0.95	72.68	0.07	0.10	0.81	0.03	11.87	0.03	93.20
201	KNOL5-1_16	3.37	2.42	1.02	71.68	0.08	0.09	0.91	0.03	11.76	0.01	91.36
202	KNOL5-1_17	3.38	3.32	0.98	73.19	0.06	0.04	0.69	0.14	11.98	0.00	93.78
203	KNOL5-1_18	3.74	3.28	0.80	73.51	0.01	0.00	0.62	0.00	11.91	0.02	93.89
204	KNOL5-1_19	3.68	3.43	0.97	73.48	0.05	0.03	0.72	0.05	11.83	0.04	94.27
205	KNOL5-1_20	3.83	3.18	0.96	73.25	0.05	0.02	0.66	0.04	12.31	0.00	94.29
206	KNOL5-2_1	3.25	2.98	1.11	72.60	0.06	0.05	0.88	0.01	12.19	0.02	93.15
207	KNOL5-2_2	3.67	3.33	0.87	73.16	0.06	0.02	0.69	0.00	12.07	0.01	93.88
208	KNOL5-2_3	3.64	3.18	0.96	72.04	0.05	0.05	0.76	0.00	12.11	0.00	92.77
209	KNOL5-2_4	3.24	3.02	1.16	71.50	0.06	0.08	0.93	0.05	12.06	0.02	92.12
210	KNOL5-2_5	3.36	3.72	1.09	73.34	0.05	0.07	0.79	0.02	12.30	0.03	94.77
211	KNOL5-2_6	3.60	3.81	0.74	73.05	0.05	0.04	0.63	0.00	11.66	0.01	93.59
212	KNOL5-2_7	3.56	2.98	0.75	73.09	0.04	0.03	0.69	0.03	11.96	0.01	93.14
213	KNOL5-2_8	3.45	3.04	1.18	72.40	0.04	0.09	0.90	0.02	11.97	0.00	93.10
214	KNOL5-2_9	3.32	3.20	0.88	72.43	0.08	0.09	0.95	0.03	12.04	0.01	93.03
215	KNOL5-2_10	3.67	3.17	0.89	71.36	0.06	0.02	0.73	0.06	11.90	0.02	91.89
216	KNOL5-2_11	3.69	2.91	0.96	72.91	0.03	0.04	0.72	0.05	11.87	0.00	93.18
217	KNOL5-2_12	3.29	2.48	1.01	71.56	0.04	0.06	0.97	0.02	12.20	0.05	91.68
218	KNOL5-2_13	3.36	3.12	1.06	72.15	0.06	0.04	0.82	0.03	11.76	0.02	92.42
219	KNOL5-2_14	3.46	2.88	1.04	71.75	0.05	0.00	0.77	0.01	11.95	0.00	91.90
220	KNOL5-2_15	3.33	3.51	1.04	72.84	0.07	0.06	0.91	0.06	12.19	0.01	94.02
221	KNOL5-2_16	3.56	3.06	0.89	71.89	0.02	0.02	0.66	0.02	11.76	0.00	91.88
222	KNOL5-2_17	3.86	3.35	0.91	72.68	0.03	0.01	0.70	0.00	11.94	0.01	93.48
223	KNOL5-2_19	3.64	3.34	0.84	72.58	0.06	0.05	0.77	0.05	12.07	0.01	93.42
224	KNOL5-2_20	3.49	3.27	0.76	72.83	0.02	0.02	0.71	0.00	11.73	0.00	92.83
225	KNOL6-1-1	3.63	3.67	0.67	72.49	0.04	0.04	0.63	0.07	11.42	0.00	92.66
226	KNOL6-1-2	3.54	4.06	0.96	72.42	0.05	0.04	0.75	0.08	11.81	0.01	93.73
227	KNOL6-1-4	3.56	3.84	0.95	71.86	0.04	0.05	0.70	0.00	11.90	0.00	92.90
228	KNOL6-1-5	3.24	3.24	1.08	72.20	0.06	0.06	0.97	0.09	11.76	0.03	92.72
229	KNOL6-1-6	3.86	3.35	0.79	71.01	0.05	0.00	0.68	0.05	11.64	0.00	91.43
230	KNOL6-1-7	3.55	3.99	0.81	72.85	0.04	0.00	0.71	0.03	11.87	0.04	93.90
231	KNOL6-1-8	3.53	4.15	0.91	73.02	0.04	0.08	0.76	0.04	11.76	0.00	94.29
232	KNOL6-1-9	3.25	3.22	1.15	71.76	0.09	0.08	0.98	0.11	11.85	0.02	92.50
233	KNOL6-1-10	3.73	3.23	0.74	71.40	0.05	0.04	0.63	0.06	11.25	0.03	91.16
234	KNOL6-1-11	3.56	2.73	0.93	71.34	0.05	0.00	0.71	0.00	11.65	0.04	91.02
235	KNOL6-1-12	3.82	3.29	0.86	70.64	0.03	0.05	0.72	0.00	11.65	0.00	91.06
236	KNOL6-1-13	3.42	3.00	0.99	70.44	0.06	0.05	0.79	0.03	11.51	0.01	90.29
237	KNOL6-1-14	3.54	3.27	0.98	71.46	0.03	0.02	0.77	0.05	11.49	0.01	91.61
238	KNOL6-1-15	3.72	2.75	0.90	71.52	0.04	0.04	0.69	0.04	11.52	0.01	91.23
239	KNOL6-1-16	3.51	3.16	1.01	70.47	0.05	0.07	0.93	0.02	11.29	0.00	90.52
240	KNOL6-1-17	3.73	3.19	0.62	70.95	0.08	0.02	0.63	0.08	11.64	0.03	90.96
241	KNOL6-1-19	3.44	3.06	0.94	70.78	0.08	0.06	0.92	0.05	11.66	0.04	91.02
242	KNOL6-1-20	3.68	2.99	0.73	71.34	0.05	0.03	0.60	0.02	11.88	0.01	91.34
243	KNOL6-2D-2	3.49	3.96	0.86	73.52	0.02	0.03	0.70	0.02	12.09	0.03	94.72

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
244	KNOL6-2D-3	3.45	3.61	0.92	73.53	0.08	0.08	0.89	0.09	11.99	0.00	94.64
245	KNOL6-2D-4	3.63	3.25	0.83	72.39	0.04	0.06	0.72	0.11	11.73	0.00	92.76
246	KNOL6-2D-5	3.94	3.31	0.97	71.73	0.05	0.00	0.64	0.00	11.63	0.00	92.26
247	KNOL6-2D-6	3.62	3.70	0.99	70.90	0.04	0.05	0.77	0.00	11.67	0.00	91.74
248	KNOL6-2D-7	3.26	3.47	1.15	70.91	0.10	0.11	1.02	0.03	11.87	0.00	91.92
249	KNOL6-2D-8	3.57	3.27	0.92	72.29	0.04	0.05	0.75	0.09	11.53	0.02	92.53
250	KNOL6-2D-9	3.49	3.19	1.09	70.93	0.10	0.10	0.98	0.00	11.73	0.05	91.66
251	KNOL6-2D-10	3.55	3.42	0.91	72.51	0.06	0.02	0.77	0.06	11.75	0.00	93.05
252	KNOL6-2D-11	3.50	3.97	0.96	72.00	0.05	0.03	0.69	0.04	11.69	0.00	92.92
253	KNOL6-2D-12	3.34	3.80	1.30	70.27	0.11	0.12	1.06	0.08	11.65	0.03	91.76
254	KNOL6-2D-13	3.70	3.19	0.83	71.81	0.06	0.08	0.67	0.05	11.68	0.01	92.09
255	KNOL6-2D-15	3.75	3.33	0.95	70.36	0.04	0.03	0.68	0.04	11.46	0.01	90.66
256	KNOL6-2D-16	3.78	3.30	1.08	69.74	0.05	0.07	0.76	0.04	11.48	0.01	90.30
257	KNOL6-2D-17	3.45	3.89	0.96	73.53	0.06	0.08	0.80	0.02	12.17	0.01	94.97
258	KNOL6-2D-18	3.40	3.29	0.92	71.71	0.05	0.02	0.62	0.00	11.52	0.01	91.54
259	KNOL6-2D-19	3.32	3.51	1.23	71.72	0.10	0.09	0.93	0.09	11.53	0.04	92.56
260	KNOL6-2D-20	3.78	3.50	0.78	72.60	0.04	0.05	0.63	0.08	11.65	0.00	93.10
261	KNOL6-2Da-1	3.68	3.71	0.29	74.41	0.00	0.05	0.70	0.01	11.94	0.00	94.79
262	KNOL6-2Da-2	3.48	3.26	0.86	72.44	0.01	0.04	0.79	0.00	11.75	0.00	92.63
263	KNOL6-2Da-3	3.42	2.84	0.57	73.23	0.00	0.03	0.77	0.00	12.07	0.00	92.94
264	KNOL6-2Da-6	3.55	3.39	0.93	71.75	0.04	0.07	0.74	0.00	11.57	0.03	92.07
265	KNOL6-2Da-7	3.79	3.50	0.81	73.91	0.06	0.01	0.65	0.10	11.58	0.00	94.41
266	KNOL6-2Da-8	3.65	3.26	0.94	71.85	0.06	0.08	0.77	0.02	11.52	0.00	92.15
267	KNOL6-2Da-9	3.25	3.38	0.82	73.63	0.06	0.05	0.69	0.09	11.56	0.00	93.53
268	KNOL6-2Da-10	3.43	3.04	0.99	73.40	0.11	0.06	0.83	0.00	11.62	0.02	93.50
269	KNOL6-2Da-11	3.21	2.79	1.16	72.50	0.09	0.11	0.83	0.03	11.21	0.01	91.93
270	KNOL6-2Da-12	3.67	2.94	1.08	71.89	0.09	0.09	0.95	0.12	11.62	0.02	92.48
271	KNOL6-2Da-13	3.46	3.42	0.95	74.65	0.05	0.06	0.73	0.03	12.12	0.00	95.47
272	KNOL6-2Da-14	3.61	3.19	0.77	72.73	0.03	0.04	0.65	0.00	11.66	0.00	92.68
273	KNOL6-2Da-15	3.50	3.66	1.13	73.64	0.06	0.05	0.93	0.00	11.78	0.00	94.74
274	KNOL6-2Da-16	3.57	3.64	0.94	73.49	0.03	0.05	0.70	0.06	12.06	0.00	94.55
275	KNOL6-2Da-17	3.55	3.41	1.08	73.33	0.06	0.03	0.79	0.06	11.78	0.01	94.11
276	KNOL6-2Da-18	3.53	4.11	0.87	74.22	0.05	0.06	0.71	0.02	12.10	0.00	95.67
277	KNOL6-2Da-19	3.46	3.34	1.19	73.24	0.09	0.08	0.98	0.04	12.09	0.03	94.54
278	KNOL6-2Da-20	3.29	2.81	1.00	71.85	0.08	0.10	0.93	0.02	11.27	0.00	91.35
279	KNOL6-2G-1	3.38	3.29	0.93	72.76	0.02	0.08	0.74	0.04	11.89	0.01	93.14
280	KNOL6-2G-2	3.71	3.51	0.98	71.77	0.08	0.04	0.78	0.02	11.58	0.01	92.48
281	KNOL6-2G-3	3.70	3.64	1.21	71.68	0.07	0.06	0.94	0.05	11.83	0.01	93.20
282	KNOL6-2G-4	3.39	3.44	0.99	71.69	0.09	0.10	0.94	0.00	11.97	0.00	92.62
283	KNOL6-2G-5	3.54	3.37	0.78	71.63	0.03	0.02	0.76	0.00	11.66	0.02	91.82
284	KNOL6-2G-6	3.28	3.96	1.04	71.57	0.09	0.10	0.98	0.00	11.64	0.00	92.67
285	KNOL6-2G-7	3.69	2.86	0.72	70.84	0.03	0.02	0.64	0.10	11.37	0.03	90.30
286	KNOL6-2G-8	3.54	2.97	0.96	70.68	0.05	0.07	0.93	0.05	11.47	0.02	90.73
287	KNOL6-2G-9	3.70	3.98	0.90	72.75	0.08	0.07	0.83	0.05	11.68	0.03	94.07
288	KNOL6-2G-10	3.63	3.69	0.72	72.91	0.06	0.04	0.64	0.07	11.64	0.01	93.41
289	KNOL6-2G-12	3.59	3.34	0.70	72.42	0.03	0.02	0.71	0.12	11.85	0.03	92.81
290	KNOL6-2G-13	3.93	3.40	0.75	73.13	0.02	0.06	0.62	0.03	11.73	0.01	93.67
291	KNOL6-2G-14	3.67	3.88	1.10	72.53	0.11	0.08	0.95	0.01	11.93	0.00	94.26
292	KNOL6-2G-15	3.36	3.80	0.96	74.02	0.07	0.07	0.90	0.10	12.13	0.05	95.46

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
293	KNOL6-2G-16	3.37	3.01	1.06	71.99	0.08	0.10	0.91	0.04	11.55	0.03	92.14
294	KNOL6-2G-17	3.80	3.31	0.84	71.03	0.05	0.05	0.68	0.00	11.88	0.01	91.64
295	KNOL6-2G-18	3.51	3.98	1.09	71.89	0.07	0.09	1.00	0.00	11.87	0.00	93.50
296	KNOL6-2G-20	3.87	3.29	0.94	72.81	0.06	0.01	0.69	0.06	12.04	0.02	93.79
297	KNOL6-3-2	3.67	3.83	0.77	73.23	0.05	0.02	0.65	0.01	12.07	0.00	94.29
298	KNOL6-3-3	3.19	3.45	1.14	73.00	0.08	0.07	1.00	0.02	12.13	0.02	94.10
299	KNOL6-3-4	3.31	3.08	0.94	71.68	0.10	0.07	0.94	0.06	12.03	0.00	92.21
300	KNOL6-3-5	3.46	4.13	0.94	73.88	0.04	0.04	0.78	0.04	12.32	0.01	95.64
301	KNOL6-3-6	3.22	3.08	1.06	72.23	0.07	0.08	0.98	0.04	12.07	0.05	92.88
302	KNOL6-3-7	3.49	3.38	0.95	72.82	0.03	0.01	0.68	0.10	11.89	0.03	93.38
303	KNOL6-3-9	3.24	3.20	1.12	70.94	0.08	0.11	1.01	0.00	11.93	0.07	91.70
304	KNOL6-3-10	3.69	3.21	0.85	71.48	0.05	0.05	0.70	0.08	11.65	0.00	91.75
305	KNOL6-3-11	3.49	3.63	0.84	71.31	0.05	0.02	0.72	0.12	11.84	0.02	92.05
306	KNOL6-3-12	3.81	2.98	0.88	71.34	0.03	0.02	0.68	0.04	11.68	0.03	91.50
307	KNOL6-3-13	3.84	3.74	0.72	72.27	0.05	0.01	0.63	0.05	12.00	0.02	93.34
308	KNOL6-3-14	3.53	3.67	0.94	71.72	0.03	0.01	0.76	0.06	11.49	0.01	92.22
309	KNOL6-3-15	3.60	3.34	0.59	71.20	0.04	0.07	0.66	0.02	11.98	0.02	91.51
310	KNOL6-3-16	3.63	3.71	0.87	71.28	0.04	0.05	0.72	0.08	11.82	0.05	92.23
311	KNOL6-3-17	3.67	3.04	1.06	69.84	0.08	0.11	1.00	0.00	11.54	0.00	90.33
312	KNOL6-3-20	3.33	3.14	1.07	70.98	0.08	0.09	0.98	0.07	11.77	0.01	91.52
313	KNOL7-1a_1	3.44	3.88	1.31	74.06	0.12	0.05	1.01	0.00	12.48	0.03	96.39
314	KNOL7-1a_2	3.33	3.62	1.20	74.08	0.10	0.09	1.00	0.02	12.48	0.04	95.96
315	KNOL7-1a_3	3.56	3.73	0.89	73.40	0.06	0.03	0.69	0.12	11.84	0.02	94.33
316	KNOL7-1a_4	3.61	3.79	0.77	73.33	0.05	0.05	0.66	0.03	11.97	0.01	94.27
317	KNOL7-1a_5	3.63	3.95	0.77	74.24	0.06	0.07	0.70	0.11	12.20	0.00	95.72
318	KNOL7-1a_6	3.56	3.50	0.82	73.45	0.06	0.00	0.71	0.05	11.91	0.00	94.06
319	KNOL7-1a_7	3.67	3.85	0.84	74.29	0.04	0.05	0.66	0.07	12.05	0.00	95.53
320	KNOL7-1a_8	3.38	3.73	0.91	73.41	0.05	0.03	0.83	0.12	11.98	0.02	94.45
321	KNOL7-1a_9	3.58	4.03	0.92	73.39	0.05	0.04	0.79	0.06	12.08	0.04	94.98
322	KNOL7-1a_10	3.80	3.70	0.92	72.85	0.05	0.02	0.69	0.00	11.76	0.00	93.80
323	KNOL7-1a_11	3.09	3.56	1.08	73.22	0.09	0.11	0.92	0.01	12.27	0.00	94.35
324	KNOL7-1a_12	3.62	3.72	1.05	72.65	0.04	0.06	0.73	0.04	11.84	0.04	93.79
325	KNOL7-1a_13	3.20	3.57	1.10	72.69	0.11	0.08	0.99	0.02	12.24	0.03	94.02
326	KNOL7-1a_14	3.74	3.10	0.94	70.93	0.00	0.02	0.69	0.01	11.91	0.01	91.36
327	KNOL7-1a_15	3.75	3.91	1.05	72.92	0.03	0.00	0.80	0.01	12.30	0.03	94.80
328	KNOL7-1a_16	3.32	3.85	1.16	71.26	0.07	0.03	0.85	0.02	11.69	0.02	92.28
329	KNOL7-1a_17	3.58	4.02	1.06	72.45	0.04	0.03	0.76	0.00	12.20	0.02	94.17
330	KNOL7-1a_18	3.23	3.81	0.84	71.69	0.04	0.05	0.68	0.11	11.80	0.03	92.27
331	KNOL7-1a_19	3.24	3.84	1.04	73.35	0.07	0.07	0.91	0.05	12.39	0.01	94.97
332	KNOL7-1a_20	3.94	3.34	0.73	71.21	0.04	0.00	0.69	0.00	12.07	0.00	92.02
333	KNOL7-1b_1	3.53	3.01	1.12	72.58	0.09	0.10	0.95	0.05	12.19	0.00	93.63
334	KNOL7-1b_2	3.46	3.86	0.99	73.95	0.04	0.08	0.81	0.01	12.33	0.02	95.56
335	KNOL7-1b_3	3.40	3.55	0.95	72.97	0.05	0.06	0.79	0.08	11.88	0.01	93.74
336	KNOL7-1b_4	3.48	3.51	1.03	74.04	0.05	0.03	0.82	0.06	12.23	0.06	95.31
337	KNOL7-1b_5	3.41	3.92	0.96	73.83	0.02	0.03	0.76	0.07	12.29	0.04	95.33
338	KNOL7-1b_6	3.64	3.18	0.94	72.74	0.04	0.01	0.72	0.00	12.10	0.05	93.42
339	KNOL7-1b_7	3.40	3.83	0.92	73.29	0.03	0.09	0.76	0.07	11.96	0.00	94.34
340	KNOL7-1b_8	3.46	4.00	1.00	73.57	0.05	0.03	0.76	0.00	12.33	0.03	95.22
341	KNOL7-1b_9	3.40	4.01	1.04	73.85	0.06	0.00	0.94	0.00	12.10	0.02	95.42

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
342	KNOL7-1b_10	3.25	4.12	1.05	73.17	0.06	0.08	0.96	0.00	12.16	0.01	94.87
343	KNOL7-1b_11	3.70	3.50	0.89	72.97	0.01	0.04	0.67	0.04	12.15	0.02	93.99
344	KNOL7-1b_12	3.74	4.10	0.97	74.32	0.06	0.02	0.71	0.07	12.26	0.00	96.25
345	KNOL7-1b_13	3.20	3.92	1.17	74.53	0.10	0.09	0.98	0.11	12.29	0.01	96.40
346	KNOL7-1b_14	3.76	3.48	0.92	73.09	0.06	0.02	0.69	0.01	12.16	0.04	94.24
347	KNOL7-1b_15	3.48	3.30	1.09	72.54	0.08	0.08	0.94	0.06	12.05	0.01	93.63
348	KNOL7-1b_16	3.74	3.53	0.91	72.77	0.05	0.04	0.66	0.06	12.29	0.03	94.09
349	KNOL7-1b_17	3.48	3.75	0.92	73.58	0.01	0.05	0.76	0.05	12.23	0.00	94.84
350	KNOL7-1b_18	3.71	3.51	0.84	74.11	0.03	0.01	0.61	0.07	12.05	0.00	94.94
351	KNOL7-1b_19	3.73	4.03	0.99	73.64	0.05	0.01	0.66	0.08	12.05	0.00	95.23
352	KNOL7-1b_20	3.43	3.92	1.03	73.92	0.11	0.07	1.01	0.02	12.34	0.01	95.87
353	KNOL7-1c_1	3.41	3.23	0.94	72.17	0.08	0.05	0.93	0.15	12.08	0.04	93.09
354	KNOL7-1c_2	3.58	3.73	0.92	73.33	0.08	0.00	0.63	0.08	12.03	0.01	94.39
355	KNOL7-1c_3	3.55	3.75	1.15	72.82	0.09	0.05	0.87	0.00	12.35	0.02	94.64
356	KNOL7-1c_4	3.40	3.84	1.02	73.31	0.08	0.07	0.91	0.04	12.11	0.01	94.80
357	KNOL7-1c_5	3.63	3.29	0.85	73.02	0.04	0.02	0.63	0.10	12.11	0.00	93.70
358	KNOL7-1c_6	3.65	3.64	0.84	72.48	0.04	0.01	0.72	0.06	11.70	0.00	93.14
359	KNOL7-1c_7	3.68	3.84	0.85	73.71	0.03	0.02	0.72	0.04	12.30	0.00	95.20
360	KNOL7-1c_8	3.73	3.98	0.87	73.00	0.01	0.00	0.72	0.03	12.28	0.00	94.62
361	KNOL7-1c_9	3.62	4.10	0.95	73.04	0.03	0.01	0.73	0.00	11.77	0.01	94.25
362	KNOL7-1c_10	3.69	3.81	1.00	73.03	0.06	0.04	0.71	0.02	11.74	0.00	94.09
363	KNOL7-1c_11	3.51	3.87	0.85	73.54	0.05	0.01	0.67	0.04	11.90	0.02	94.46
364	KNOL7-1c_12	3.74	3.56	0.80	73.15	0.07	0.00	0.64	0.04	11.92	0.00	93.92
365	KNOL7-1c_13	3.56	3.89	1.07	72.87	0.08	0.10	1.05	0.00	12.32	0.00	94.94
366	KNOL7-1c_14	3.47	3.75	0.96	72.57	0.03	0.02	0.79	0.04	12.19	0.00	93.82
367	KNOL7-1c_15	3.42	4.13	1.31	73.39	0.07	0.11	1.02	0.05	12.39	0.02	95.91
368	KNOL7-1c_16	3.50	4.03	1.14	73.44	0.06	0.05	0.76	0.06	12.08	0.01	95.13
369	KNOL7-1c_17	3.45	2.90	1.03	72.38	0.11	0.09	0.95	0.01	12.11	0.03	93.05
370	KNOL7-1c_18	3.58	3.96	0.90	74.97	0.04	0.05	0.69	0.02	12.13	0.04	96.38
371	KNOL7-1c_19	3.59	3.44	0.88	73.19	0.06	0.08	0.75	0.01	11.99	0.00	93.99
372	KNOL7-1c_20	3.49	3.80	0.80	73.90	0.05	0.05	0.70	0.10	12.26	0.01	95.15
373	KNOL7-2a_1	3.23	3.86	1.19	73.17	0.05	0.10	0.90	0.01	12.12	0.00	94.62
374	KNOL7-2a_2	3.59	2.89	1.06	71.79	0.07	0.06	0.92	0.03	11.79	0.01	92.20
375	KNOL7-2a_3	3.48	3.75	0.79	73.98	0.02	0.05	0.70	0.07	12.11	0.02	94.97
376	KNOL7-2a_4	3.63	3.56	0.84	74.20	0.02	0.02	0.67	0.02	12.17	0.00	95.12
377	KNOL7-2a_5	3.87	3.34	0.98	72.84	0.05	0.01	0.68	0.02	12.01	0.00	93.80
378	KNOL7-2a_6	3.53	3.54	0.79	74.11	0.06	0.05	0.63	0.03	12.10	0.00	94.83
379	KNOL7-2a_7	3.20	3.01	1.13	71.82	0.08	0.11	1.00	0.05	11.85	0.01	92.25
380	KNOL7-2a_8	3.37	4.02	1.16	73.23	0.10	0.09	0.97	0.05	12.23	0.00	95.23
381	KNOL7-2a_9	3.45	4.03	0.98	74.08	0.00	0.02	0.74	0.08	12.35	0.00	95.74
382	KNOL7-2a_10	3.88	3.21	0.84	72.14	0.04	0.05	0.68	0.06	11.89	0.00	92.79
383	KNOL7-2a_11	3.33	3.98	1.19	74.20	0.04	0.09	0.96	0.07	12.22	0.01	96.09
384	KNOL7-2a_12	3.57	3.73	0.98	74.08	0.04	0.07	0.81	0.06	12.23	0.00	95.57
385	KNOL7-2a_13	3.46	3.65	0.85	72.60	0.01	0.02	0.76	0.09	12.12	0.02	93.58
386	KNOL7-2a_14	3.48	3.62	0.66	73.67	0.01	0.01	0.78	0.19	12.81	0.03	95.26
387	KNOL7-2a_15	3.38	4.00	0.92	73.44	0.06	0.07	0.98	0.05	12.14	0.00	95.04
388	KNOL7-2a_16	2.29	4.10	0.67	71.81	0.05	0.03	0.63	0.06	11.23	0.00	90.87
389	KNOL7-2a_17	3.52	4.08	0.78	74.13	0.04	0.01	0.65	0.02	12.12	0.00	95.34
390	KNOL7-2a_18	3.58	3.62	0.98	72.49	0.03	0.05	0.71	0.01	11.83	0.00	93.29

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
391	KNOL7-2a_19	3.20	3.96	1.17	73.04	0.08	0.05	0.96	0.04	12.23	0.00	94.72
392	KNOL7-2a_20	3.45	3.84	0.84	73.08	0.04	0.02	0.74	0.00	12.06	0.00	94.07
393	KNOL7-2b_1	3.60	3.82	0.90	74.01	0.03	0.02	0.69	0.07	11.90	0.00	95.04
394	KNOL7-2b_2	3.42	3.97	0.92	73.17	0.05	0.02	0.65	0.08	12.10	0.00	94.38
395	KNOL7-2b_3	3.38	4.10	1.15	73.55	0.07	0.07	0.95	0.01	12.08	0.00	95.35
396	KNOL7-2b_4	3.69	3.52	0.84	73.80	0.06	0.05	0.65	0.02	11.86	0.02	94.51
397	KNOL7-2b_5	3.34	3.72	0.93	72.68	0.03	0.00	0.71	0.11	12.23	0.01	93.74
398	KNOL7-2b_6	3.54	3.52	0.79	72.57	0.06	0.04	0.64	0.00	11.77	0.01	92.94
399	KNOL7-2b_7	3.41	4.06	1.10	73.28	0.09	0.08	0.95	0.05	11.97	0.04	95.03
400	KNOL7-2b_8	3.72	3.68	0.85	72.34	0.04	0.09	0.74	0.01	11.64	0.01	93.12
401	KNOL7-2b_9	3.53	3.20	1.00	72.16	0.05	0.04	0.85	0.00	11.74	0.00	92.57
402	KNOL7-2b_10	3.57	3.91	1.02	73.19	0.08	0.07	0.83	0.14	12.52	0.02	95.34
403	KNOL7-2b_11	3.50	4.12	1.19	74.01	0.07	0.08	0.98	0.00	12.20	0.00	96.15
404	KNOL7-2b_12	3.36	4.08	1.20	73.96	0.09	0.10	0.97	0.11	12.13	0.01	96.02
405	KNOL7-2b_13	3.40	3.70	0.89	72.98	0.03	0.03	0.71	0.00	12.02	0.00	93.76
406	KNOL7-2b_14	3.65	3.75	1.18	72.77	0.03	0.03	0.78	0.00	11.93	0.04	94.15
407	KNOL7-2b_15	3.57	3.71	1.17	73.62	0.07	0.04	0.95	0.02	12.19	0.01	95.35
408	KNOL7-2b_16	3.49	3.79	0.84	73.50	0.00	0.07	0.69	0.07	12.08	0.02	94.57
409	KNOL7-2b_17	3.59	3.83	0.95	73.69	0.03	0.01	0.69	0.06	12.05	0.02	94.92
410	KNOL7-2b_18	3.51	4.06	0.87	73.33	0.02	0.03	0.70	0.00	12.09	0.00	94.61
411	KNOL7-2b_19	3.63	3.96	0.91	72.78	0.04	0.04	0.67	0.02	11.94	0.02	94.01
412	KNOL7-2b_20	3.56	3.59	0.83	72.71	0.05	0.03	0.73	0.08	12.05	0.00	93.63
413	KNOL7-2c_1	3.36	3.67	0.78	73.96	0.05	0.04	0.65	0.07	12.37	0.03	94.98
414	KNOL7-2c_2	3.69	3.70	0.83	74.25	0.05	0.00	0.66	0.07	12.17	0.00	95.43
415	KNOL7-2c_3	3.41	3.74	0.87	74.40	0.03	0.02	0.66	0.08	12.36	0.00	95.57
416	KNOL7-2c_4	3.64	3.20	0.69	73.40	0.01	0.02	0.62	0.11	11.89	0.00	93.59
417	KNOL7-2c_5	3.58	2.92	0.82	72.30	0.06	0.03	0.67	0.01	11.91	0.00	92.31
418	KNOL7-2c_6	3.46	3.95	1.09	72.92	0.03	0.03	0.76	0.07	11.95	0.00	94.25
419	KNOL7-2c_7	3.67	3.88	0.95	73.23	0.08	0.06	0.75	0.06	11.79	0.02	94.48
420	KNOL7-2c_8	3.78	4.03	0.81	74.68	0.03	0.03	0.65	0.06	11.69	0.02	95.78
421	KNOL7-2c_9	3.40	4.13	1.13	74.86	0.08	0.05	0.98	0.02	11.82	0.02	96.49
422	KNOL7-2c_10	3.76	3.57	0.72	74.39	0.05	0.01	0.64	0.06	12.28	0.05	95.53
423	KNOL7-2c_11	3.70	3.45	0.73	74.68	0.02	0.07	0.66	0.10	12.35	0.00	95.77
424	KNOL7-2c_12	3.31	3.09	0.95	73.59	0.08	0.06	0.97	0.00	12.37	0.01	94.43
425	KNOL7-2c_13	3.63	4.14	1.00	73.99	0.06	0.07	0.84	0.10	12.24	0.00	96.08
426	KNOL7-2c_14	3.53	3.65	0.91	75.85	0.06	0.04	0.75	0.06	12.08	0.01	96.95
427	KNOL7-2c_15	3.30	4.04	0.89	75.01	0.06	0.00	0.69	0.04	12.30	0.03	96.35
428	KNOL7-2c_16	3.51	4.00	0.82	75.60	0.04	0.03	0.72	0.02	12.31	0.03	97.08
429	KNOL7-2c_17	3.57	3.85	0.80	75.34	0.03	0.08	0.71	0.00	12.46	0.00	96.84
430	KNOL7-2c_18	3.69	3.82	1.03	75.42	0.03	0.03	0.69	0.09	12.19	0.00	96.99
431	KNOL7-2c_19	3.74	3.70	0.99	74.68	0.03	0.05	0.74	0.09	11.96	0.04	96.02
432	KNOL7-2c_20	3.26	3.94	1.09	74.74	0.05	0.03	0.96	0.08	11.88	0.02	96.05
433	KNOL7-2d_1	3.45	3.92	0.96	74.28	0.07	0.01	0.77	0.08	12.23	0.00	95.76
434	KNOL7-2d_2	3.61	3.74	0.69	74.38	0.02	0.04	0.68	0.09	11.75	0.02	95.03
435	KNOL7-2d_3	3.50	3.74	0.87	74.78	0.07	0.01	0.65	0.05	12.05	0.00	95.71
436	KNOL7-2d_4	3.63	4.18	1.00	74.72	0.08	0.02	0.71	0.00	12.28	0.01	96.63
437	KNOL7-2d_5	3.66	3.73	0.97	74.28	0.04	0.01	0.78	0.05	12.05	0.00	95.57
438	KNOL7-2d_6	3.41	3.96	1.14	74.94	0.07	0.06	0.93	0.03	12.37	0.02	96.93
439	KNOL7-2d_7	3.70	3.85	0.80	75.05	0.03	0.05	0.63	0.08	11.98	0.00	96.18

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
440	KNOL7-2d_8	3.61	3.67	0.73	74.43	0.05	0.05	0.61	0.11	12.04	0.03	95.32
441	KNOL7-2d_9	3.66	3.05	1.07	71.42	0.06	0.08	0.92	0.06	11.41	0.01	91.73
442	KNOL7-2d_10	3.24	3.63	1.05	72.18	0.08	0.05	1.00	0.00	12.11	0.02	93.36
443	KNOL7-2d_11	3.76	4.17	0.65	73.60	0.08	0.03	0.71	0.12	12.04	0.02	95.17
444	KNOL7-2d_12	3.59	3.81	1.12	72.30	0.04	0.04	0.99	0.01	11.90	0.01	93.81
445	KNOL7-2d_13	3.42	3.97	0.77	74.92	0.04	0.03	0.72	0.06	12.35	0.00	96.28
446	KNOL7-2d_14	3.46	4.15	0.96	74.10	0.07	0.02	0.80	0.00	12.39	0.02	95.96
447	KNOL7-2d_15	3.51	3.99	0.77	74.40	0.05	0.02	0.73	0.09	12.29	0.04	95.89
448	KNOL7-2d_16	3.44	3.77	1.01	73.98	0.04	0.02	0.80	0.00	11.75	0.02	94.84
449	KNOL7-2d_17	3.61	3.70	0.98	73.68	0.06	0.00	0.76	0.02	12.31	0.00	95.12
450	KNOL7-2d_18	3.65	4.01	1.26	72.64	0.06	0.04	0.99	0.06	12.08	0.01	94.80
451	KNOL7-2d_19	3.64	3.43	0.99	72.48	0.04	0.08	0.77	0.07	11.56	0.05	93.11
452	KNOL7-2d_20	3.48	3.72	0.98	73.46	0.05	0.03	0.85	0.02	12.19	0.02	94.80
453	KNOL7-2e_1	3.70	3.96	0.97	74.94	0.01	0.05	0.71	0.02	12.25	0.01	96.63
454	KNOL7-2e_2	3.54	3.74	1.16	74.72	0.07	0.04	0.95	0.00	12.37	0.03	96.61
455	KNOL7-2e_3	3.67	3.57	0.66	74.45	0.03	0.06	0.72	0.09	12.19	0.00	95.43
456	KNOL7-2e_4	3.72	3.23	1.02	73.75	0.03	0.01	0.75	0.09	12.24	0.00	94.82
457	KNOL7-2e_5	3.48	3.60	0.87	74.38	0.06	0.01	0.74	0.03	12.32	0.00	95.49
458	KNOL7-2e_6	3.39	3.89	1.15	74.96	0.05	0.08	0.96	0.03	12.16	0.00	96.68
459	KNOL7-2e_7	3.61	3.45	0.71	74.34	0.02	0.04	0.65	0.03	12.35	0.00	95.20
460	KNOL7-2e_8	3.76	3.56	0.95	74.09	0.04	0.06	0.67	0.04	11.96	0.00	95.13
461	KNOL7-2e_9	3.41	3.48	0.98	74.10	0.00	0.03	0.76	0.02	12.22	0.03	95.02
462	KNOL7-2e_10	3.65	3.20	0.92	72.85	0.06	0.06	0.76	0.01	12.32	0.00	93.84
463	KNOL7-2e_11	3.69	3.93	0.88	75.33	0.06	0.05	0.72	0.05	12.23	0.04	96.99
464	KNOL7-2e_12	3.65	3.88	0.89	75.21	0.03	0.06	0.70	0.00	11.84	0.01	96.27
465	KNOL7-2e_13	3.64	3.60	1.04	74.41	0.05	0.07	0.88	0.03	12.52	0.00	96.24
466	KNOL7-2e_14	3.23	4.09	1.13	74.41	0.11	0.06	1.01	0.02	12.38	0.00	96.44
467	KNOL7-2e_15	3.46	3.80	1.02	74.22	0.02	0.03	0.79	0.00	12.48	0.00	95.83
468	KNOL7-2e_16	3.67	4.12	1.01	74.18	0.03	0.04	0.70	0.13	11.96	0.00	95.83
469	KNOL7-2e_17	3.50	4.09	0.97	73.54	0.05	0.00	0.81	0.04	12.11	0.02	95.14
470	KNOL7-2e_18	3.43	4.16	0.98	74.53	0.02	0.01	0.66	0.03	12.22	0.04	96.08
471	KNOL7-2e_19	3.78	4.05	0.92	73.94	0.03	0.09	0.75	0.12	11.91	0.00	95.59
472	KNOL7-2e_20	3.50	3.78	0.97	74.08	0.01	0.02	0.73	0.00	12.57	0.00	95.67
473	KNOL7-3a_1	3.63	3.85	1.06	74.43	0.04	0.06	0.77	0.04	12.28	0.04	96.19
474	KNOL7-3a_2	3.40	3.70	1.25	72.98	0.07	0.08	0.97	0.02	12.32	0.03	94.82
475	KNOL7-3a_3	3.61	3.80	0.77	74.84	0.06	0.07	0.69	0.00	12.34	0.00	96.18
476	KNOL7-3a_4	3.36	3.74	1.08	74.02	0.08	0.09	0.95	0.00	12.07	0.02	95.41
477	KNOL7-3a_5	3.67	4.05	0.90	74.60	0.07	0.00	0.73	0.02	12.39	0.05	96.48
478	KNOL7-3a_6	3.60	3.47	0.86	74.23	0.04	0.05	0.68	0.09	12.04	0.00	95.06
479	KNOL7-3a_7	3.59	3.96	0.81	74.76	0.03	0.01	0.72	0.09	12.27	0.02	96.26
480	KNOL7-3a_8	3.44	4.02	0.95	74.92	0.03	0.02	0.80	0.00	12.31	0.02	96.51
481	KNOL7-3a_10	3.24	4.08	1.05	74.69	0.09	0.06	1.02	0.08	12.24	0.03	96.57
482	KNOL7-3a_11	3.60	3.78	0.84	74.03	0.03	0.03	0.65	0.00	11.71	0.00	94.66
483	KNOL7-3a_12	3.45	4.08	0.86	74.00	0.06	0.03	0.70	0.09	12.42	0.00	95.68
484	KNOL7-3a_13	3.44	3.85	1.03	74.00	0.05	0.03	0.77	0.00	11.98	0.05	95.20
485	KNOL7-3a_14	3.24	4.17	1.17	74.09	0.09	0.05	0.97	0.00	12.27	0.00	96.05
486	KNOL7-3a_15	3.35	2.98	1.05	72.42	0.08	0.11	0.96	0.06	11.78	0.00	92.78
487	KNOL7-3a_16	3.70	3.25	0.96	72.93	0.04	0.02	0.77	0.00	12.12	0.00	93.80
488	KNOL7-3a_17	3.64	3.94	0.95	74.70	0.06	0.02	0.76	0.03	12.20	0.02	96.32

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
489	KNOL7-3a_18	3.13	3.32	1.28	73.22	0.12	0.14	1.06	0.00	12.25	0.00	94.52
490	KNOL7-3a_19	3.50	3.44	1.21	74.08	0.07	0.02	0.74	0.00	12.21	0.00	95.28
491	KNOL7-3a_20	3.82	3.51	0.81	73.64	0.05	0.05	0.72	0.04	12.10	0.01	94.75
492	KNOL7-3b_1	3.42	3.84	0.96	74.52	0.03	0.03	0.72	0.05	12.15	0.01	95.73
493	KNOL7-3b_2	3.79	3.16	0.90	73.65	0.04	0.07	0.78	0.08	12.03	0.00	94.51
494	KNOL7-3b_3	3.68	3.50	0.73	73.92	0.05	0.01	0.69	0.05	12.23	0.00	94.87
495	KNOL7-3b_4	3.67	3.31	0.81	73.66	0.04	0.01	0.69	0.02	11.80	0.03	94.05
496	KNOL7-3b_5	3.40	4.01	0.85	75.31	0.06	0.07	0.78	0.10	12.05	0.03	96.65
497	KNOL7-3b_6	3.46	2.80	0.85	72.50	0.06	0.02	0.70	0.13	11.63	0.00	92.15
498	KNOL7-3b_7	3.44	3.59	1.07	73.46	0.09	0.07	0.92	0.04	11.90	0.00	94.59
499	KNOL7-3b_8	3.47	3.96	0.77	74.68	0.04	0.07	0.69	0.06	11.78	0.01	95.52
500	KNOL7-3b_9	3.45	3.93	0.77	75.51	0.01	0.00	0.65	0.11	12.13	0.00	96.56
501	KNOL7-3b_10	3.43	3.74	0.89	74.77	0.04	0.02	0.62	0.04	12.01	0.00	95.56
502	KNOL7-3b_11	3.48	4.11	0.81	74.94	0.02	0.03	0.73	0.06	11.94	0.00	96.12
503	KNOL7-3b_16	3.07	4.02	0.85	74.44	0.02	0.05	0.71	0.03	12.03	0.01	95.24
504	KNOL7-3b_17	3.53	3.95	0.93	74.73	0.05	0.06	0.72	0.01	12.07	0.03	96.08
505	KNOL7-3b_18	3.35	4.08	1.18	75.11	0.10	0.12	1.05	0.03	12.28	0.00	97.30
506	KNOL7-3b_19	3.67	3.91	0.94	75.35	0.06	0.03	0.73	0.06	12.30	0.02	97.07
507	KNOL7-3b_20	3.47	4.02	1.14	73.58	0.09	0.09	0.93	0.04	12.10	0.00	95.45
508	KNOL7-3c_1	3.33	3.94	1.15	74.01	0.09	0.10	1.00	0.01	12.26	0.01	95.90
509	KNOL7-3c_2	3.59	3.94	0.83	73.44	0.05	0.02	0.75	0.05	11.89	0.04	94.60
510	KNOL7-3c_3	3.61	3.23	0.87	71.83	0.02	0.03	0.70	0.08	11.92	0.00	92.29
511	KNOL7-3c_4	3.32	3.72	1.12	73.38	0.10	0.12	0.95	0.07	11.98	0.00	94.77
512	KNOL7-3c_5	3.45	3.98	0.96	73.43	0.05	0.03	0.80	0.00	11.99	0.01	94.70
513	KNOL7-3c_6	3.55	3.81	1.12	74.14	0.03	0.04	0.70	0.08	12.28	0.00	95.75
514	KNOL7-3c_7	3.56	3.70	0.96	74.20	0.05	0.04	0.74	0.05	12.09	0.02	95.40
515	KNOL7-3c_8	3.33	3.92	1.01	73.94	0.08	0.08	1.05	0.00	11.99	0.00	95.41
516	KNOL7-3c_9	3.73	3.73	0.96	73.10	0.04	0.04	0.68	0.01	11.82	0.03	94.13
517	KNOL7-3c_10	3.48	4.17	0.82	74.55	0.05	0.04	0.67	0.03	12.07	0.00	95.87
518	KNOL7-3c_11	3.33	4.00	0.98	74.09	0.08	0.09	1.01	0.05	12.01	0.02	95.67
519	KNOL7-3c_12	3.52	3.75	1.07	73.67	0.06	0.08	0.86	0.02	12.30	0.02	95.34
520	KNOL7-3c_13	3.59	3.71	0.71	74.58	0.02	0.04	0.70	0.06	12.07	0.04	95.51
521	KNOL7-3c_14	3.51	3.97	1.12	74.02	0.08	0.02	0.93	0.01	12.13	0.01	95.79
522	KNOL7-3c_15	3.66	3.98	0.75	74.04	0.03	0.00	0.67	0.05	11.82	0.01	95.01
523	KNOL7-3c_16	3.55	3.86	0.83	74.02	0.04	0.03	0.73	0.02	11.96	0.01	95.05
524	KNOL7-3c_17	3.64	4.05	0.85	74.43	0.03	0.01	0.70	0.03	12.28	0.04	96.07
525	KNOL7-3c_18	3.73	3.38	0.99	73.55	0.03	0.07	0.68	0.09	11.85	0.02	94.38
526	KNOL7-3c_19	3.62	4.15	0.80	75.35	0.04	0.07	0.68	0.08	11.90	0.01	96.70
527	KNOL7-3c_20	3.53	3.88	0.91	73.72	0.05	0.00	0.71	0.12	12.02	0.04	94.97
528	KNOL7-9a-1	3.36	3.90	1.10	72.74	0.07	0.10	0.89	0.00	12.11	0.00	94.28
529	KNOL7-9a-2	3.58	3.74	0.86	72.97	0.05	0.05	0.78	0.02	12.24	0.00	94.29
530	KNOL7-9a-3	3.69	3.55	1.01	72.48	0.06	0.03	0.76	0.00	12.17	0.01	93.77
531	KNOL7-9a-4	3.76	3.84	0.85	73.42	0.03	0.00	0.64	0.00	12.09	0.00	94.63
532	KNOL7-9a-5	3.62	3.64	0.82	72.29	0.04	0.00	0.67	0.04	12.12	0.00	93.25
533	KNOL7-9a-6	3.77	3.44	0.76	71.95	0.04	0.06	0.63	0.02	12.19	0.00	92.86
534	KNOL7-9a-8	3.67	4.04	0.79	73.71	0.03	0.05	0.67	0.02	12.18	0.00	95.18
535	KNOL7-9a-9	3.75	3.93	0.77	72.86	0.02	0.02	0.71	0.11	12.17	0.00	94.34
536	KNOL7-9a-10	3.48	3.39	0.67	72.41	0.04	0.03	0.66	0.06	11.88	0.02	92.63
537	KNOL7-9a-11	3.59	3.68	0.97	71.55	0.04	0.04	0.64	0.08	12.02	0.00	92.61

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
538	KNOL7-9a-12	3.55	3.73	0.91	73.18	0.03	0.05	0.91	0.00	12.12	0.00	94.48
539	KNOL7-9a-13	3.24	4.01	1.19	74.19	0.07	0.07	0.96	0.07	11.94	0.04	95.78
540	KNOL7-9a-14	3.33	3.60	0.84	74.36	0.02	0.05	0.70	0.07	12.05	0.03	95.05
541	KNOL7-9a-15	3.74	3.70	0.84	74.68	0.02	0.02	0.70	0.09	11.88	0.00	95.67
542	KNOL7-9a-16	3.49	3.90	0.94	73.15	0.03	0.07	0.72	0.05	11.73	0.04	94.11
543	KNOL7-9a-17	3.59	4.04	1.20	71.97	0.10	0.10	0.94	0.06	11.84	0.01	93.83
544	KNOL7-9a-18	3.57	4.04	0.89	74.20	0.06	0.05	0.76	0.05	12.18	0.00	95.81
545	KNOL7-9a-19	3.12	2.76	0.78	72.49	0.05	0.02	0.69	0.09	12.05	0.03	92.08
546	KNOL7-9a-20	3.73	3.86	0.88	75.44	0.04	0.03	0.59	0.04	11.99	0.02	96.62
547	KNOL7-9b-1	3.58	4.29	0.95	72.97	0.03	0.05	0.84	0.00	12.13	0.02	94.85
548	KNOL7-9b-3	3.44	4.07	1.07	72.86	0.03	0.06	0.79	0.01	12.02	0.04	94.39
549	KNOL7-9b-4	3.78	3.86	0.88	73.55	0.03	0.07	0.68	0.03	12.06	0.00	94.95
550	KNOL7-9b-5	3.65	4.37	0.92	72.99	0.03	0.03	0.71	0.04	12.09	0.01	94.85
551	KNOL7-9b-6	3.56	4.11	0.71	73.18	0.05	0.03	0.62	0.09	11.89	0.00	94.25
552	KNOL7-9b-7	3.40	4.30	0.98	72.79	0.01	0.06	0.74	0.07	12.28	0.01	94.63
553	KNOL7-9b-8	3.69	3.17	0.97	71.48	0.05	0.03	0.73	0.06	11.63	0.00	91.81
554	KNOL7-9b-9	3.31	3.50	1.16	71.83	0.09	0.10	1.02	0.12	11.90	0.04	93.07
555	KNOL7-9b-10	3.41	4.00	0.98	72.64	0.06	0.07	0.84	0.05	12.31	0.02	94.37
556	KNOL7-9b-11	3.66	3.32	0.90	72.31	0.06	0.03	0.66	0.09	11.90	0.03	92.96
557	KNOL7-9b-12	3.82	3.88	0.88	72.75	0.01	0.04	0.69	0.10	11.92	0.00	94.09
558	KNOL7-9b-13	3.37	3.55	1.01	71.62	0.07	0.10	0.94	0.00	11.72	0.02	92.40
559	KNOL7-9b-14	3.51	3.88	1.01	72.51	0.05	0.04	0.69	0.12	12.03	0.00	93.83
560	KNOL7-9b-15	3.55	4.07	0.86	71.70	0.02	0.08	0.68	0.04	11.78	0.02	92.79
561	KNOL7-9b-16	3.27	4.04	0.82	72.23	0.04	0.03	0.69	0.06	11.69	0.01	92.89
562	KNOL7-9b-17	3.74	3.97	0.91	73.33	0.04	0.03	0.71	0.04	12.13	0.00	94.91
563	KNOL7-9b-18	3.50	3.11	0.98	70.46	0.08	0.06	0.96	0.09	11.90	0.01	91.15
564	KNOL7-9b-19	3.69	3.73	0.78	72.41	0.05	0.02	0.64	0.12	11.67	0.03	93.15
565	KNOL7-9b-20	3.45	3.99	0.80	72.22	0.04	0.03	0.72	0.08	12.07	0.02	93.41
566	KNOL7-9c-1	3.45	3.80	0.98	72.88	0.03	0.08	0.81	0.02	12.34	0.00	94.39
567	KNOL7-9c-2	3.39	3.51	1.13	73.02	0.07	0.05	0.95	0.01	12.13	0.03	94.31
568	KNOL7-9c-3	3.36	3.85	0.95	73.70	0.03	0.07	0.80	0.04	12.16	0.03	94.99
569	KNOL7-9c-4	3.59	3.79	0.88	73.25	0.08	0.06	0.74	0.08	12.14	0.03	94.64
570	KNOL7-9c-5	3.40	4.11	1.05	73.45	0.06	0.06	0.81	0.02	12.23	0.03	95.21
571	KNOL7-9c-6	3.50	4.03	0.94	73.09	0.06	0.03	0.76	0.00	11.92	0.00	94.33
572	KNOL7-9c-8	3.48	3.75	0.95	74.00	0.04	0.03	0.77	0.04	12.14	0.01	95.21
573	KNOL7-9c-9	3.38	4.34	0.91	74.41	0.06	0.06	0.73	0.01	12.36	0.00	96.25
574	KNOL7-9c-10	3.41	4.14	0.71	72.72	0.02	0.02	0.74	0.08	12.17	0.01	94.02
575	KNOL7-9c-11	3.57	4.06	0.94	73.11	0.00	0.04	0.75	0.02	11.96	0.00	94.45
576	KNOL7-9c-12	3.36	3.82	0.89	72.87	0.02	0.02	0.70	0.04	11.82	0.00	93.54
577	KNOL7-9c-13	3.64	4.17	0.65	72.35	0.05	0.04	0.66	0.03	11.93	0.01	93.54
578	KNOL7-9c-14	3.50	3.03	1.14	71.05	0.07	0.09	0.98	0.04	11.54	0.00	91.44
579	KNOL7-9c-15	3.28	3.99	1.09	71.78	0.08	0.09	0.93	0.04	11.93	0.00	93.22
580	KNOL7-9c-16	3.52	3.92	0.90	71.58	0.05	0.03	0.78	0.07	11.68	0.03	92.57
581	KNOL7-9c-17	3.24	4.07	1.01	71.58	0.11	0.08	1.00	0.09	11.88	0.03	93.10
582	KNOL7-9c-18	3.50	3.97	0.91	71.51	0.04	0.05	0.77	0.03	11.82	0.00	92.60
583	KNOL7-9c-19	3.55	4.18	0.94	73.40	0.04	0.01	0.69	0.10	11.86	0.00	94.76
584	KNOL7-9c-20	3.44	3.71	0.92	71.68	0.05	0.06	0.80	0.16	11.77	0.01	92.61
585	KNOL7-9d-1	3.69	3.68	1.06	72.43	0.07	0.05	0.77	0.04	12.10	0.02	93.91
586	KNOL7-9d-3	3.59	3.24	0.89	73.43	0.03	0.08	0.75	0.04	11.98	0.01	94.05

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
587	KNOL7-9d-6	3.44	3.80	0.92	71.85	0.03	0.02	0.77	0.05	11.80	0.02	92.69
588	KNOL7-9d-7	3.54	3.57	1.12	71.92	0.09	0.05	0.85	0.01	12.01	0.02	93.18
589	KNOL7-9d-8	3.58	3.51	0.95	72.51	0.03	0.05	0.67	0.02	11.96	0.03	93.32
590	KNOL7-9d-9	3.66	3.74	0.92	72.82	0.06	0.05	0.71	0.03	12.08	0.04	94.11
591	KNOL7-9d-10	3.71	3.60	0.81	73.18	0.07	0.03	0.70	0.00	11.91	0.00	94.02
592	KNOL7-9d-11	3.60	4.15	0.84	72.80	0.05	0.05	0.68	0.03	12.04	0.00	94.24
593	KNOL7-9d-12	3.54	4.10	0.83	71.74	0.03	0.05	0.70	0.08	11.86	0.00	92.93
594	KNOL7-9d-13	3.79	3.20	0.76	70.34	0.04	0.06	0.62	0.00	11.78	0.00	90.58
595	KNOL7-9d-14	3.59	3.69	0.81	71.86	0.05	0.01	0.71	0.00	11.47	0.00	92.19
596	KNOL7-9d-15	3.52	3.30	0.85	72.07	0.03	0.01	0.66	0.00	11.67	0.00	92.10
597	KNOL7-9d-16	3.68	2.58	0.84	71.74	0.05	0.06	0.65	0.07	11.83	0.02	91.51
598	KNOL7-9d-17	3.53	4.04	0.88	73.78	0.02	0.08	0.72	0.09	12.14	0.02	95.31
599	KNOL7-9d-18	3.58	3.40	0.89	71.72	0.04	0.02	0.61	0.05	11.56	0.00	91.88
600	KNOL7-9d-19	3.68	4.17	0.95	73.24	0.04	0.07	0.70	0.02	11.72	0.00	94.59
601	KNOL7-9d-20	3.55	3.81	0.97	72.77	0.01	0.06	0.77	0.02	11.98	0.03	93.97
602	KNOL7/8_1	3.63	3.95	0.69	74.27	0.01	0.02	0.62	0.10	12.00	0.00	95.29
603	KNOL7/8_2	3.66	3.94	0.84	73.43	0.03	0.02	0.65	0.04	12.32	0.02	94.94
604	KNOL7/8_3	3.54	3.89	0.79	74.19	0.03	0.05	0.68	0.00	12.16	0.00	95.33
605	KNOL7/8_4	3.69	3.28	1.00	72.63	0.05	0.05	0.75	0.07	12.09	0.01	93.62
606	KNOL7/8_5	3.50	3.06	1.05	72.05	0.06	0.04	0.90	0.07	11.82	0.00	92.55
607	KNOL7/8_6	3.38	4.08	0.69	73.72	0.04	0.02	0.70	0.01	12.19	0.00	94.83
608	KNOL7/8_7	3.52	3.76	0.95	74.92	0.05	0.03	0.73	0.04	11.99	0.00	95.98
609	KNOL7/8_8	3.42	3.54	1.11	73.80	0.04	0.05	0.84	0.04	11.76	0.00	94.59
610	KNOL7/8_9	3.83	3.37	0.88	72.09	0.01	0.00	0.66	0.03	11.79	0.00	92.66
611	KNOL7/8_10	3.20	4.01	1.10	72.88	0.09	0.06	0.89	0.08	12.05	0.03	94.38
612	KNOL7/8_11	3.43	4.05	0.84	73.56	0.07	0.04	0.72	0.05	11.79	0.03	94.58
613	KNOL7/8_12	3.53	3.94	0.81	73.96	0.01	0.02	0.70	0.03	11.94	0.02	94.97
614	KNOL7/8_13	3.67	3.77	0.76	73.51	0.03	0.02	0.75	0.12	12.18	0.02	94.83
615	KNOL7/8_14	3.64	3.47	0.90	72.84	0.06	0.04	0.68	0.05	11.95	0.00	93.62
616	KNOL7/8_15	3.59	3.77	0.93	74.58	0.06	0.04	0.71	0.11	12.47	0.02	96.28
617	KNOL7/8_16	3.48	3.59	0.83	73.51	0.03	0.00	0.69	0.09	12.18	0.00	94.40
618	KNOL7/8_17	3.61	3.75	0.88	72.57	0.05	0.06	0.73	0.17	12.06	0.00	93.89
619	KNOL7/8_18	3.46	3.44	0.86	73.38	0.05	0.03	0.70	0.06	11.86	0.01	93.84
620	KNOL7/8_19	3.50	2.91	1.20	72.22	0.08	0.08	1.00	0.02	12.13	0.01	93.15
621	KNOL7/8_20	3.50	3.90	0.85	73.49	0.01	0.03	0.74	0.07	12.23	0.01	94.84
622	KNOL8_1	3.41	3.52	1.08	72.46	0.06	0.08	0.97	0.07	11.95	0.01	93.61
623	KNOL8_2	3.60	3.37	1.04	72.62	0.03	0.05	0.70	0.00	11.97	0.00	93.38
624	KNOL8_3	3.41	3.80	1.16	73.37	0.10	0.10	1.02	0.03	12.26	0.02	95.26
625	KNOL8_4	3.68	4.00	0.78	73.00	0.03	0.01	0.68	0.02	11.81	0.02	94.03
626	KNOL8_5	3.23	3.57	1.17	71.89	0.10	0.04	0.96	0.02	12.24	0.04	93.27
627	KNOL8_6	3.51	3.49	1.03	72.50	0.06	0.04	0.80	0.08	12.20	0.00	93.72
628	KNOL8_7	3.67	3.65	1.02	73.31	0.06	0.04	0.77	0.00	12.05	0.00	94.58
629	KNOL8_9	3.38	3.99	0.84	73.56	0.06	0.04	0.73	0.01	11.75	0.00	94.36
630	KNOL8_10	3.57	4.06	1.24	73.79	0.10	0.09	0.96	0.02	12.25	0.00	96.08
631	KNOL8_11	3.62	3.69	0.84	72.67	0.06	0.04	0.66	0.06	11.83	0.02	93.48
632	KNOL8_12	3.67	3.83	0.82	72.55	0.03	0.04	0.75	0.00	12.11	0.00	93.79
633	KNOL8_13	3.35	3.91	1.00	71.29	0.05	0.04	0.80	0.01	11.78	0.02	92.25
634	KNOL8_14	3.43	3.76	0.91	71.98	0.04	0.04	0.71	0.02	11.89	0.01	92.79
635	KNOL8_15	3.43	3.63	0.83	71.72	0.04	0.02	0.77	0.05	11.95	0.00	92.45

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
636	KNOL8_16	3.63	4.09	0.99	72.32	0.06	0.02	0.78	0.10	11.59	0.00	93.59
637	KNOL8_17	3.47	3.90	0.99	71.82	0.02	0.00	0.74	0.03	11.91	0.03	92.91
638	KNOL8_18	3.43	3.51	0.90	72.25	0.05	0.00	0.75	0.00	11.88	0.00	92.77
639	KNOL8_19	3.58	3.53	1.03	71.32	0.03	0.05	0.83	0.00	11.82	0.02	92.22
640	KNOL8_20	3.60	3.86	0.80	75.34	0.04	0.08	0.73	0.00	11.86	0.00	96.32
641	KNOL10-a-1	3.46	3.94	0.79	73.81	0.00	0.06	0.74	0.00	11.84	0.02	94.66
642	KNOL10-a-2	3.52	3.62	0.77	73.29	0.06	0.04	0.81	0.00	11.75	0.01	93.86
643	KNOL10-a-3	3.43	3.74	0.80	73.68	0.01	0.01	0.73	0.09	12.01	0.00	94.50
644	KNOL10-a-4	3.48	3.86	0.83	74.00	0.05	0.03	0.74	0.09	12.30	0.00	95.38
645	KNOL10-a-5	3.46	3.79	1.13	73.92	0.08	0.11	1.02	0.07	12.08	0.00	95.66
646	KNOL10-a-6	3.49	3.79	0.79	74.16	0.06	0.03	0.72	0.06	11.75	0.02	94.88
647	KNOL10-a-7	3.31	3.78	0.85	74.83	0.04	0.05	0.71	0.06	12.49	0.00	96.12
648	KNOL10-a-8	3.64	3.54	0.74	74.27	0.07	0.00	0.70	0.03	11.89	0.00	94.88
649	KNOL10-a-9	3.75	3.84	0.90	74.21	0.04	0.08	0.75	0.03	12.09	0.00	95.69
650	KNOL10-a-10	3.60	3.76	0.75	75.08	0.06	0.02	0.68	0.05	12.38	0.02	96.40
651	KNOL10-a-11	3.62	3.81	0.81	74.35	0.07	0.06	0.81	0.05	12.15	0.03	95.77
652	KNOL10-a-12	3.37	3.59	0.76	74.24	0.06	0.06	0.68	0.04	12.20	0.00	94.99
653	KNOL10-a-13	3.66	3.49	0.94	74.43	0.06	0.04	0.69	0.05	12.28	0.02	95.66
654	KNOL10-a-14	3.41	3.33	1.05	72.85	0.06	0.06	0.92	0.06	12.07	0.02	93.82
655	KNOL10-a-15	3.27	3.73	0.66	73.18	0.04	0.04	0.69	0.00	11.71	0.04	93.36
656	KNOL10-a-16	3.45	4.03	0.95	74.19	0.05	0.06	0.79	0.00	11.92	0.02	95.47
657	KNOL10-a-17	3.52	3.87	0.82	74.30	0.03	0.01	0.70	0.06	12.30	0.00	95.61
658	KNOL10-a-18	3.42	3.66	0.79	73.70	0.06	0.02	0.75	0.02	11.94	0.04	94.40
659	KNOL10-a-19	3.54	3.88	0.78	74.67	0.05	0.03	0.74	0.08	12.23	0.01	96.01
660	KNOL10-a-20	3.65	3.84	0.88	73.81	0.06	0.04	0.79	0.02	11.98	0.02	95.08
661	KNOL10-b-1	3.54	3.06	0.99	72.03	0.04	0.06	0.97	0.10	11.90	0.01	92.70
662	KNOL10-b-2	3.37	3.99	1.08	74.10	0.08	0.12	0.97	0.09	12.15	0.00	95.95
663	KNOL10-b-3	3.28	3.67	1.11	73.30	0.08	0.08	1.02	0.00	12.07	0.02	94.64
664	KNOL10-b-4	3.42	4.10	1.00	73.88	0.09	0.06	0.95	0.01	12.10	0.02	95.64
665	KNOL10-b-5	3.45	4.09	1.11	75.44	0.08	0.10	0.94	0.01	12.13	0.02	97.37
666	KNOL10-b-6	3.56	3.90	0.80	75.48	0.04	0.03	0.65	0.10	12.30	0.01	96.88
667	KNOL10-b-7	3.43	3.88	0.92	74.90	0.07	0.05	0.87	0.00	12.36	0.00	96.49
668	KNOL10-b-8	3.52	4.21	1.01	74.86	0.05	0.02	0.76	0.00	12.17	0.00	96.61
669	KNOL10-b-9	3.61	3.74	0.94	75.17	0.08	0.03	0.79	0.11	12.24	0.02	96.72
670	KNOL10-b-10	3.76	4.10	1.02	75.06	0.02	0.03	0.76	0.02	12.36	0.00	97.14
671	KNOL10-b-11	3.37	4.27	0.93	74.79	0.06	0.04	0.77	0.08	12.40	0.00	96.71
672	KNOL10-b-12	3.31	3.94	0.88	74.92	0.03	0.06	0.70	0.07	12.08	0.00	95.99
673	KNOL10-b-13	3.67	3.00	0.70	73.65	0.04	0.00	0.63	0.09	11.94	0.02	93.73
674	KNOL10-b-14	3.70	3.13	0.75	73.74	0.02	0.03	0.63	0.00	12.16	0.00	94.16
675	KNOL10-b-15	3.71	3.58	0.80	74.32	0.06	0.04	0.68	0.02	12.17	0.00	95.38
676	KNOL10-b-16	3.50	4.10	0.96	74.84	0.02	0.04	0.77	0.00	12.13	0.00	96.36
677	KNOL10-b-17	3.34	3.57	0.91	74.43	0.09	0.12	1.02	0.02	11.91	0.01	95.43
678	KNOL10-b-18	3.69	3.83	0.84	73.88	0.02	0.05	0.70	0.07	12.27	0.00	95.35
679	KNOL10-b-19	3.74	4.01	0.91	74.86	0.03	0.05	0.71	0.07	12.00	0.00	96.39
680	KNOL10-b-20	3.48	4.01	1.21	74.30	0.10	0.07	1.00	0.00	12.22	0.02	96.41
681	KNOL11-a-1	3.72	3.84	0.84	74.65	0.02	0.00	0.72	0.05	12.18	0.00	96.03
682	KNOL11-a-2	3.53	4.07	0.82	76.14	0.05	0.05	0.67	0.12	12.21	0.01	97.67
683	KNOL11-a-3	3.81	3.84	0.88	74.74	0.05	0.03	0.71	0.02	12.30	0.00	96.38
684	KNOL11-a-4	3.42	3.99	0.92	75.34	0.07	0.04	0.68	0.09	12.27	0.00	96.82

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
685	KNOL11-a-5	3.28	3.82	1.11	75.34	0.06	0.11	1.00	0.00	12.08	0.00	96.79
686	KNOL11-a-6	3.68	3.88	1.14	74.17	0.09	0.08	0.86	0.01	11.64	0.03	95.58
687	KNOL11-a-7	3.15	3.79	0.96	74.05	0.06	0.09	0.97	0.02	11.89	0.04	95.02
688	KNOL11-a-8	3.69	4.09	1.00	73.74	0.04	0.07	0.70	0.05	12.19	0.00	95.58
689	KNOL11-a-9	3.41	4.08	0.98	73.66	0.02	0.04	0.81	0.02	11.87	0.00	94.89
690	KNOL11-a-10	3.53	3.93	1.14	73.51	0.08	0.07	1.00	0.10	11.84	0.00	95.20
691	KNOL11-a-11	3.62	3.85	0.97	73.88	0.04	0.01	0.78	0.05	12.44	0.00	95.65
692	KNOL11-a-12	3.42	3.66	0.62	74.30	0.04	0.04	0.78	0.00	12.51	0.02	95.38
693	KNOL11-a-13	3.44	4.11	0.88	72.95	0.03	0.03	0.72	0.12	11.98	0.00	94.27
694	KNOL11-a-14	3.44	3.86	1.11	73.29	0.09	0.06	0.94	0.04	11.82	0.00	94.66
695	KNOL11-a-15	3.56	3.93	1.03	73.77	0.04	0.05	0.80	0.04	12.29	0.00	95.51
696	KNOL11-a-16	3.68	3.67	0.82	73.06	0.04	0.03	0.68	0.00	11.58	0.00	93.56
697	KNOL11-a-17	3.86	3.82	0.81	73.01	0.06	0.02	0.64	0.06	11.81	0.04	94.13
698	KNOL11-a-18	3.34	3.57	1.04	73.09	0.08	0.08	1.01	0.05	12.00	0.02	94.27
699	KNOL11-a-19	3.54	4.08	0.92	72.20	0.06	0.04	0.79	0.00	11.87	0.00	93.49
700	KNOL11-a-20	3.58	3.88	0.95	73.02	0.04	0.07	0.71	0.00	11.92	0.02	94.19
701	KNOL11-b-1	3.67	3.21	0.86	71.36	0.06	0.04	0.81	0.00	11.49	0.00	91.49
702	KNOL11-b-2	3.45	3.85	0.80	73.25	0.04	0.02	0.72	0.01	12.07	0.03	94.24
703	KNOL11-b-3	3.44	4.05	0.96	73.14	0.03	0.03	0.76	0.08	12.11	0.03	94.63
704	KNOL11-b-4	3.47	3.99	0.96	74.34	0.05	0.05	0.83	0.03	11.94	0.03	95.70
705	KNOL11-b-5	3.56	3.73	1.01	74.15	0.03	0.01	0.78	0.08	12.47	0.03	95.85
706	KNOL11-b-6	3.53	3.89	0.90	74.67	0.06	0.04	0.71	0.05	11.92	0.02	95.80
707	KNOL11-b-7	3.52	4.09	0.87	73.43	0.03	0.05	0.71	0.00	11.99	0.03	94.71
708	KNOL11-b-8	3.56	3.84	0.76	74.32	0.05	0.05	0.70	0.04	12.57	0.02	95.92
709	KNOL11-b-9	3.59	3.91	0.68	74.05	0.02	0.00	0.65	0.00	11.99	0.03	94.92
710	KNOL11-b-10	3.68	3.94	0.89	73.80	0.02	0.02	0.72	0.00	12.11	0.03	95.21
711	KNOL11-b-11	3.39	3.46	0.96	72.76	0.06	0.06	0.76	0.09	12.03	0.00	93.56
712	KNOL11-b-12	3.40	3.63	0.93	73.48	0.04	0.05	0.78	0.02	12.27	0.02	94.62
713	KNOL11-b-13	3.38	4.03	1.08	73.02	0.10	0.08	0.94	0.00	11.76	0.03	94.42
714	KNOL11-b-14	3.28	3.89	1.09	72.86	0.07	0.06	0.92	0.04	12.24	0.04	94.48
715	KNOL11-b-15	3.35	3.89	1.15	73.28	0.09	0.09	0.92	0.00	11.93	0.06	94.76
716	KNOL11-b-16	3.65	4.00	0.92	73.75	0.05	0.04	0.69	0.09	11.91	0.01	95.10
717	KNOL11-b-17	3.36	4.26	0.97	73.17	0.04	0.05	0.74	0.00	11.64	0.02	94.25
718	KNOL11-b-18	3.27	3.83	0.94	72.19	0.07	0.01	0.74	0.03	11.60	0.03	92.71
719	KNOL11-b-19	3.62	4.16	0.81	74.57	0.03	0.02	0.68	0.01	12.19	0.00	96.09
720	KNOL11-b-20	3.47	3.62	0.73	71.75	0.03	0.04	0.70	0.03	11.92	0.00	92.28
721	MV-2	3.09	3.97	0.95	74.82	0.02	0.04	0.87	0.08	12.08	0.01	95.92
722	MV-3	3.06	4.02	0.79	75.25	0.03	0.05	0.82	0.01	12.57	0.00	96.60
723	MV-4	2.88	3.60	1.26	75.08	0.10	0.09	1.22	0.00	12.19	0.00	96.43
724	MV-5	3.25	4.02	0.78	74.10	0.02	0.02	0.82	0.07	12.53	0.00	95.62
725	MV-6	2.90	3.79	0.96	74.21	0.06	0.14	1.09	0.07	12.38	0.00	95.60
726	MV-7	2.94	3.89	0.76	73.95	0.04	0.04	0.87	0.02	11.79	0.02	94.32
727	MV-9	3.19	3.92	0.77	73.83	0.05	0.01	0.86	0.05	12.33	0.02	95.04
728	MV-10	2.94	3.89	0.89	73.69	0.07	0.04	0.84	0.07	11.79	0.00	94.22
729	MV-11	3.16	3.94	0.88	73.57	0.02	0.03	0.87	0.02	11.81	0.02	94.33
730	MV-12	3.04	4.03	0.86	74.77	0.03	0.03	0.85	0.02	12.31	0.00	95.93
731	MV-13	3.03	3.94	0.91	73.63	0.04	0.08	0.84	0.07	12.18	0.00	94.71
732	MV-14	3.27	4.15	0.76	74.19	0.03	0.02	0.81	0.03	12.13	0.00	95.39
733	MV-15	3.00	4.00	0.79	74.30	0.03	0.05	0.81	0.06	12.14	0.02	95.19

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
734	MV-16	2.99	4.15	0.91	74.44	0.01	0.03	0.96	0.09	12.01	0.00	95.58
735	MV-17	2.89	3.85	1.31	73.52	0.13	0.07	1.26	0.00	12.09	0.00	95.12
736	MV-18	3.15	4.02	0.95	73.22	0.06	0.04	0.96	0.07	11.89	0.00	94.36
737	MV-19	3.05	3.91	0.93	73.19	0.03	0.02	0.86	0.03	12.10	0.00	94.12
738	MV-20	3.22	4.07	0.77	72.80	0.03	0.07	0.84	0.06	11.78	0.00	93.64
739	KAL-H-1	2.89	4.51	0.79	74.13	0.05	0.04	0.87	0.10	11.73	0.02	95.13
740	KAL-H-2	3.16	4.47	1.06	74.31	0.05	0.08	1.05	0.03	11.80	0.00	96.00
741	KAL-H-3	2.92	4.48	0.91	74.31	0.03	0.02	0.88	0.09	11.90	0.06	95.60
742	KAL-H-4	2.94	4.67	0.89	74.69	0.05	0.02	0.84	0.05	11.82	0.04	96.02
743	KAL-H-5	3.04	4.71	0.73	74.96	0.04	0.05	0.85	0.05	12.25	0.01	96.69
744	KAL-H-6	3.04	4.27	0.79	74.85	0.03	0.05	0.88	0.05	11.97	0.01	95.94
745	KAL-H-7	2.93	4.63	0.81	75.61	0.02	0.04	0.88	0.06	12.32	0.00	97.31
746	KAL-H-8	2.86	4.49	0.81	75.32	0.06	0.05	0.88	0.10	11.92	0.00	96.49
747	KAL-H-9	2.97	4.49	0.89	74.87	0.00	0.05	0.93	0.04	12.38	0.02	96.64
748	KAL-H-10	3.04	4.10	0.80	73.70	0.06	0.03	0.87	0.03	12.10	0.03	94.77
749	KAL-H-11	3.05	4.61	0.72	75.76	0.03	0.03	0.90	0.06	12.02	0.00	97.19
750	KAL-H-12	3.22	4.38	0.85	74.63	0.04	0.03	0.89	0.05	11.94	0.03	96.05
751	KAL-H-13	3.02	4.64	0.93	75.19	0.00	0.01	0.80	0.06	12.30	0.00	96.96
752	KAL-H-14	3.02	4.69	0.82	75.50	0.02	0.02	0.88	0.02	12.20	0.04	97.20
753	KAL-H-15	3.04	4.59	0.82	75.76	0.06	0.05	0.94	0.14	12.22	0.00	97.63
754	KAL-H-16	3.04	4.70	0.86	75.84	0.05	0.01	0.85	0.09	12.24	0.00	97.67
755	KAL-H-17	2.88	4.26	0.72	74.27	0.02	0.01	0.86	0.04	11.94	0.00	95.01
756	KAL-H-18	3.01	4.60	0.81	73.79	0.03	0.03	0.89	0.10	12.05	0.00	95.30
757	KAL-H-19	3.00	4.65	0.71	75.01	0.06	0.06	0.90	0.02	12.40	0.03	96.83
758	KAL-H-20	3.11	4.65	0.78	74.38	0.04	0.05	0.86	0.07	12.35	0.00	96.28

GEOMAR, Kiel (Studeni 2021)

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
759	GL_1A-2	2.79	4.75	1.15	70.68	0.16	0.10	0.86	0.05	11.91	0.00	92.44
760	GL_1A-3	2.79	4.76	1.14	71.03	0.13	0.12	0.86	0.00	11.81	0.06	92.71
761	GL_1A-4	2.98	4.55	1.25	70.62	0.13	0.08	0.88	0.07	11.75	0.01	92.31
762	GL_1A-5	3.17	4.66	1.14	70.95	0.16	0.09	0.83	0.07	11.96	0.00	93.03
763	GL_1A-6	3.18	4.56	1.18	70.94	0.12	0.13	0.83	0.05	11.74	0.00	92.73
764	GL_1A-7	3.24	4.46	1.23	71.28	0.14	0.11	0.86	0.06	11.91	0.02	93.31
765	GL_1A-9	3.17	4.56	1.20	72.73	0.13	0.10	0.88	0.05	12.16	0.03	95.00
766	GL_1A-10	3.07	4.78	0.92	72.44	0.06	0.07	0.71	0.00	11.55	0.03	93.63
767	GL_1A-11	3.13	4.38	1.22	71.73	0.11	0.06	0.80	0.09	12.01	0.04	93.57
768	GL_1A-12	3.14	4.38	1.17	70.70	0.15	0.10	0.84	0.03	11.82	0.00	92.34
769	GL_1A-13	3.17	4.50	1.18	71.21	0.08	0.14	0.83	0.07	11.78	0.02	92.99
770	GL_1A-14	2.95	4.85	1.25	71.48	0.12	0.07	0.87	0.03	11.71	0.02	93.35
771	GL_1A-15	2.92	4.67	1.22	70.75	0.12	0.07	0.85	0.05	11.89	0.00	92.55
772	GL_1A-16	3.12	4.70	1.23	70.42	0.10	0.10	0.84	0.04	11.59	0.01	92.16
773	GL_1A-17	3.09	4.63	1.15	71.54	0.13	0.08	0.83	0.03	12	0.00	93.47
774	GL_1A-18	3.36	4.56	1.09	71.95	0.10	0.10	0.88	0.06	11.79	0.01	93.89
775	GL_1A-19	2.88	4.71	1.03	72.09	0.07	0.04	0.69	0.04	11.58	0.00	93.13
776	GL_1A-20	2.90	4.42	1.25	71.35	0.14	0.10	0.85	0.08	11.79	0.00	92.88
777	GL_1A-21	2.69	4.81	1.20	72.12	0.13	0.07	0.88	0.03	11.67	0.01	93.61
778	LUC_3A-1	2.42	4.19	0.96	72.30	0.05	0.04	0.93	0.03	11.62	0.07	92.61
779	LUC_3A-3	2.90	4.76	0.83	72.71	0.02	0.04	0.85	0.04	12.02	0.00	94.17
780	LUC_3A-4	2.94	4.76	1.10	70.48	0.10	0.06	0.83	0.03	11.88	0.02	92.20

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
781	LUC_3A-5	3.02	4.42	0.80	71.75	0.07	0.03	0.81	0.04	11.86	0.02	92.82
782	LUC_3A-6	3.18	4.62	0.78	72.75	0.05	0.00	0.82	0.03	11.62	0.02	93.86
783	LUC_3A-9	3.05	4.64	0.73	72.02	0.05	0.03	0.88	0.07	11.7	0.02	93.18
784	LUC_3A-10	2.93	4.95	0.83	72.75	0.08	0.08	0.76	0.04	12.32	0.00	94.75
785	LUC_3A-12	2.74	4.68	0.77	72.15	0.02	0.03	0.84	0.09	11.89	0.00	93.21
786	LUC_3A-14	2.68	4.75	0.72	71.72	0.07	0.03	0.84	0.03	11.83	0.00	92.67
787	LUC_3A-15	2.85	4.62	0.82	72.56	0.05	0.04	0.86	0.04	11.82	0.01	93.66
788	LUC_3A-16	2.87	4.69	0.76	72.37	0.08	0.01	0.84	0.07	11.78	0.00	93.46
789	LUC_3A-17	3.18	2.88	0.91	73.22	0.05	0.04	0.71	0.07	12.08	0.00	93.14
790	LUC_3A-19	2.96	4.42	0.79	73.16	0.04	0.05	0.83	0.03	11.87	0.01	94.15
791	LUC_3A-20	2.87	4.64	0.73	71.45	0.03	0.08	0.83	0.10	11.78	0.01	92.51
792	GL_2-2	2.62	4.98	0.92	71.58	0.07	0.01	0.59	0.04	11.71	0.00	92.53
793	GL_2-5	2.85	4.74	0.92	72.37	0.02	0.05	0.60	0.00	11.58	0.00	93.13
794	GL_2-6	2.99	4.73	1.01	73.01	0.02	0.02	0.62	0.02	11.72	0.02	94.16
795	GL_2-7	2.68	4.94	0.95	72.09	0.05	0.00	0.61	0.00	11.64	0.03	92.99
796	GL_2-8	2.56	5.00	1.01	71.99	0.02	0.00	0.58	0.07	11.58	0.00	92.81
797	GL_2-9	2.59	4.96	0.95	72.08	0.01	0.00	0.60	0.04	11.37	0.02	92.61
798	GL_2-10	2.22	5.13	0.97	71.55	0.00	0.03	0.61	0.00	11.52	0.03	92.06
799	GL_2-11	2.48	5.11	0.99	72.74	0.06	0.02	0.65	0.06	11.37	0.00	93.48
800	GL_2-12	2.49	4.90	1.00	71.61	0.05	0.01	0.63	0.06	11.56	0.01	92.33
801	GL_2-13	3.07	4.84	0.93	72.56	0.01	0.00	0.64	0.06	11.6	0.00	93.71
802	GL_2-14	2.21	5.16	0.88	72.33	0.03	0.00	0.62	0.00	11.29	0.00	92.52
803	GL_2-15	3.01	4.82	0.95	72.53	0.01	0.00	0.61	0.05	11.59	0.00	93.57
804	GL_2-17	2.66	4.99	0.91	72.30	0.04	0.01	0.65	0.02	11.81	0.02	93.40
805	GL_2-18	2.62	5.08	0.92	71.63	0.04	0.05	0.63	0.01	11.53	0.00	92.51
806	GL_2-19	2.79	4.92	0.85	71.62	0.01	0.00	0.63	0.03	11.5	0.02	92.38
807	GL_2-20	2.78	4.85	1.02	71.79	0.00	0.00	0.60	0.00	11.68	0.00	92.72
808	GL_2-21	2.74	4.70	0.98	71.41	0.02	0.05	0.64	0.04	11.52	0.00	92.11
	GEOMAR, Kiel (Listopad 2021)											
809	TUS-2	2.34	4.80	0.97	72.74	0.02	0.00	0.62	0.00	11.74	0.00	93.23
810	TUS-3	2.01	3.84	1.24	71.65	0.05	0.04	0.93	0.02	12.55	0.00	92.33
811	TUS-4	2.14	3.98	1.21	73.07	0.00	0.02	0.62	0.00	11.68	0.02	92.75
812	TUS-5	1.95	3.25	1.15	73.28	0.04	0.01	0.64	0.07	11.96	0.00	92.34
813	TUS-8	2.22	4.24	1.02	72.53	0.01	0.01	0.65	0.09	11.84	0.03	92.64
814	TUS-9	2.35	4.42	0.88	71.77	0.01	0.01	0.63	0.01	11.95	0.01	92.04
815	TUS-12	1.73	3.13	1.23	73.35	0.05	0.01	0.64	0.03	12.12	0.00	92.29
816	TUS-13	1.82	3.07	0.99	73.27	0.03	0.01	0.62	0.06	11.89	0.00	91.76
817	TUS-14	2.44	4.31	1.28	72.68	0.01	0.00	0.62	0.03	11.89	0.00	93.26
818	TUS-15	1.93	3.11	0.97	73.52	0.02	0.05	0.62	0.05	11.65	0.02	91.95
819	TUS-16	1.98	3.52	0.82	72.71	0.05	0.03	0.64	0.00	11.85	0.00	91.59
820	TUS-18	2.30	4.08	1.18	72.14	0.04	0.02	0.63	0.08	11.86	0.01	92.35
821	TUS-20	2.07	3.82	0.69	73.49	0.06	0.00	0.64	0.03	11.96	0.00	92.76
822	TUS-22	2.15	3.72	0.93	73.47	0.02	0.00	0.63	0.04	11.78	0.02	92.75
823	TUS-23	1.81	3.14	0.82	73.46	0.02	0.00	0.62	0.02	12.00	0.03	91.92
824	KAL_MG_2-2	3.02	4.18	0.16	74.32	0.00	0.03	0.96	0.00	12.12	0.00	94.80
825	KAL_MG_2-4	2.71	3.79	1.09	69.90	0.06	0.08	1.06	0.01	11.54	0.00	90.24
826	KAL_MG_2-5	2.94	3.92	1.06	74.48	0.04	0.06	1.07	0.13	12.31	0.03	96.04
827	KAL_MG_2-6	3.12	4.22	0.98	74.53	0.05	0.07	0.97	0.11	12.25	0.02	96.32
828	KAL_MG_2-7	3.07	4.37	0.76	74.31	0.03	0.05	1.13	0.02	12.10	0.01	95.85

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
829	KAL_MG_2-8	2.94	4.16	1.04	73.46	0.06	0.08	1.13	0.08	12.21	0.05	95.21
830	KAL_MG_2-9	3.01	4.37	1.10	73.63	0.06	0.04	1.17	0.00	12.19	0.02	95.59
831	KAL_MG_2-10	2.85	3.83	0.98	73.47	0.06	0.10	1.16	0.10	12.27	0.00	94.82
832	KAL_MG_2-11	2.87	4.11	1.20	73.27	0.12	0.07	1.18	0.03	12.20	0.00	95.06
833	KAL_MG_2-12	2.73	3.64	0.98	71.67	0.07	0.06	1.00	0.03	11.97	0.03	92.18
834	KAL_MG_2-13	2.77	3.95	0.81	73.70	0.05	0.02	0.98	0.06	12.16	0.00	94.49
835	KAL_MG_2-14	2.64	4.06	1.27	73.04	0.06	0.08	1.10	0.04	12.03	0.00	94.33
836	KAL_MG_2-15	3.06	4.33	1.12	73.69	0.09	0.09	1.18	0.03	12.20	0.02	95.81
837	KAL_MG_2-16	3.33	4.51	0.99	73.70	0.04	0.04	0.98	0.03	12.03	0.03	95.68
838	KAL_MG_2-17	2.97	4.40	1.13	73.65	0.05	0.02	1.01	0.03	12.10	0.00	95.36
839	KAL_MG_2-18	2.84	3.95	1.13	73.58	0.07	0.09	1.15	0.04	11.92	0.00	94.77
840	KAL_MG_2-19	2.93	4.16	0.86	73.51	0.05	0.05	1.00	0.09	11.98	0.00	94.64
841	KAL_MG_1-1	3.31	4.52	0.798	74.26	0.045	0.1	0.86	0.108	12.35	0.005	96.35
842	KAL_MG_1-3	3.19	4.54	0.814	74.42	0.025	0.078	0.83	0.041	12.25	0	96.19
843	KAL_MG_1-4	3.28	4.53	0.902	75.37	0.037	0.071	0.868	0	12.24	0.073	97.37
844	KAL_MG_1-5	3.02	4.19	0.889	73.69	0.033	0	0.848	0.122	12.28	0.017	95.09
845	KAL_MG_1-6	3.12	4.62	0.969	75.01	0.026	0.047	0.824	0	12.24	0	96.86
846	KAL_MG_1-7	2.91	4.42	1.33	74.72	0.079	0.155	1.173	0.056	12.3	0.02	97.16
847	KAL_MG_1-8	3.26	4.64	0.713	75.13	0.048	0.044	0.883	0.072	12.22	0.029	97.04
848	KAL_MG_1-9	3.1	4.69	0.752	74.74	0.073	0.024	0.879	0.073	12.25	0	96.58
849	KAL_MG_1-10	3.22	4.59	0.84	75.13	0.049	0.022	0.799	0.015	12.16	0.045	96.87
850	KAL_MG_1-11	3.2	4.52	0.844	74	0.025	0.036	0.862	0.038	12.08	0.001	95.61
851	KAL_MG_1-12	3.15	4.49	0.783	74.63	0.018	0	0.83	0.025	11.99	0.048	95.96
852	KAL_MG_1-13	2.81	4.1	0.747	73.51	0.04	0.042	0.836	0.107	12.07	0	94.26
853	KAL_MG_1-14	3.13	4.15	0.92	74.04	0.024	0.031	0.876	0.127	12.19	0	95.49
854	KAL_MG_1-15	3.09	4.34	0.688	74.44	0.033	0.036	0.832	0.031	12.1	0	95.59
855	KAL_MG_1-16	3.23	4.59	0.875	74.58	0.024	0.009	0.873	0.03	12.22	0.008	96.44
856	KAL_MG_1-17	3.28	4.6	0.916	74.66	0.031	0.01	0.881	0.077	12.12	0	96.57
857	KAL_MG_1-18	3.27	4.57	0.905	73.39	0.019	0.039	0.871	0.046	12.26	0.004	95.37
858	KAL_MG_1-19	3	4.28	0.82	74.65	0.058	0.028	0.922	0.059	12.07	0.037	95.92
859	KAL_MG_1-20	2.85	4.39	0.723	75.08	0.03	0.11	0.87	0.028	12	0.028	96.11
860	KAL_MG_4-1	3.31	4.03	0.89	74.77	0.03	0.03	0.83	0.09	12.29	0.01	96.28
861	KAL_MG_4-2	3.07	4.28	1.22	73.68	0.04	0.06	1.11	0.05	12.29	0.00	95.80
862	KAL_MG_4-3	3.09	3.95	0.77	74.11	0.02	0.04	1.01	0.02	12.27	0.02	95.31
863	KAL_MG_4-4	3.46	3.77	0.82	74.76	0.04	0.05	0.92	0.07	12.34	0.00	96.23
864	KAL_MG_4-5	3.21	4.01	0.93	74.28	0.03	0.00	0.86	0.09	12.27	0.03	95.71
865	KAL_MG_4-6	3.04	4.23	1.07	74.63	0.04	0.07	1.19	0.03	12.40	0.04	96.74
866	KAL_MG_4-7	3.42	4.01	0.72	73.66	0.04	0.04	0.82	0.08	12.30	0.00	95.09
867	KAL_MG_4-8	3.21	4.17	0.80	74.12	0.00	0.03	0.86	0.00	12.25	0.00	95.45
868	KAL_MG_4-9	3.65	4.17	0.86	74.20	0.01	0.07	0.85	0.03	11.92	0.02	95.78
869	KAL_MG_4-10	3.26	4.21	0.85	74.36	0.03	0.00	0.98	0.09	12.20	0.00	95.99
870	KAL_MG_4-11	3.51	4.26	0.73	74.53	0.03	0.01	0.88	0.02	12.17	0.02	96.16
871	KAL_MG_4-12	3.47	3.97	0.95	74.42	0.03	0.01	0.90	0.06	12.36	0.00	96.16
872	KAL_MG_4-13	3.13	4.04	1.27	73.94	0.12	0.07	1.18	0.05	12.11	0.01	95.92
873	KAL_MG_4-14	3.39	3.68	0.80	72.74	0.07	0.00	0.87	0.06	11.99	0.00	93.61
874	KAL_MG_4-15	3.26	4.24	0.75	74.35	0.04	0.06	0.87	0.00	12.16	0.03	95.76
875	KAL_MG_4-16	3.24	4.17	0.84	74.33	0.03	0.05	0.86	0.10	11.99	0.03	95.64
876	KAL_MG_4-17	3.31	4.05	0.92	74.66	0.05	0.10	1.05	0.00	12.18	0.00	96.31
877	KAL_MG_4-18	3.05	3.88	0.82	74.02	0.01	0.09	0.86	0.01	12.26	0.00	94.99

Ž

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
878	KAL_MG_4-19	3.20	4.37	0.76	74.33	0.04	0.04	0.87	0.06	12.36	0.01	96.03
879	KAL_MG_4-20	3.44	4.26	0.84	74.90	0.05	0.03	0.88	0.00	12.24	0.00	96.65
880	Ma_Br-1	2.37	5.64	1.051	75.31	0.046	0.053	0.98	0	12.37	0.008	97.83
881	Ma_Br-3	2.4	5.13	1.018	74.74	0.069	0.058	1.12	0	12.34	0.006	96.88
882	Ma_Br-5	2.84	5.31	1.106	74.35	0.046	0.036	0.967	0.024	12.02	0.017	96.72
883	Ma_Br-6	2.61	5.12	0.86	74.81	0.037	0.074	0.979	0.041	12.21	0.004	96.74
884	Ma_Br-7	2.86	5.22	0.763	74.73	0.044	0.026	0.888	0.012	12.16	0.015	96.72
885	Ma_Br-8	2.56	5.13	0.744	74.71	0.046	0.031	0.971	0.029	12.11	0	96.33
886	Ma_Br-9	2.72	5.1	1.024	74.79	0.018	0.091	1.007	0.003	12.12	0.006	96.88
887	Ma_Br-11	2.97	4.82	1.018	74.5	0.04	0.099	0.99	0.051	12.18	0	96.67
888	Ma_Br-12	2.76	5.26	1.012	74.83	0.041	0.024	1.004	0.094	12.2	0	97.22
889	Ma_Br-13	2.39	5.4	0.788	74.63	0.047	0.071	0.982	0.057	12.25	0.014	96.63
890	Ma_Br-14	2.46	5.64	0.779	74.53	0.045	0.021	0.798	0.06	12.51	0.026	96.87
891	Ma_Br-15	2.61	5.41	0.857	74.53	0.014	0.036	0.867	0	12.13	0	96.45
892	Ma_Br-16	2.35	5.43	0.982	74.49	0.047	0.067	0.989	0.044	12.08	0.023	96.50
893	Ma_Br-17	2.24	5.66	0.885	74.69	0.07	0.041	0.847	0.038	12.06	0.046	96.58
894	Ma_Br-18	2.53	5.07	0.988	74.93	0.07	0.031	1.001	0.051	12.26	0.013	96.94
895	Ma_Br-19	2.89	4.98	0.945	73.14	0.055	0.011	1.024	0.136	12.45	0	95.63
896	Ma_Br-20	2.38	5.16	0.955	74.18	0.023	0.024	0.985	0.078	12.35	0.013	96.15
897	Ma_Ip-1	1.238	4.02	0.592	76.53	0.072	0.063	0.852	0.037	9.16	0	92.56
898	Ma_Ip-3	2.86	4.76	1.178	74.56	0.063	0.124	1.075	0	12.25	0	96.87
899	Ma_Ip-5	2.97	4.42	1.199	72.81	0.077	0.059	1.13	0	12.16	0	94.83
900	Ma_Ip-6	2.36	5	1.117	74.67	0.092	0.04	1.12	0.048	11.94	0.085	96.47
901	Ma_Ip-7	2.15	5.19	0.99	74.21	0.055	0.085	1.128	0.059	12.37	0.016	96.25
902	Ma_Ip-8	3.14	4.66	1.34	74.52	0.047	0.019	1.117	0.068	12.3	0.072	97.28
903	Ma_Ip-9	2.35	4.97	1.114	74.21	0.066	0.073	1.11	0	12.42	0	96.31
904	Ma_Ip-10	2.81	4.68	1.175	74.32	0.074	0.063	1.118	0	12.35	0.041	96.63
905	Ma_Ip-12	2.83	4.78	1.165	74.04	0.055	0.104	1.118	0	12.03	0.037	96.16
906	Ma_Ip-13	2.4	4.75	1.042	73.76	0.079	0.023	1.136	0	12.4	0	95.59
907	Ma_Ip-15	2.53	4.85	1.133	74.09	0.056	0.069	1.132	0.04	12.35	0.024	96.27
908	Ma_Ip-16	2.89	4.45	1.209	74.25	0.099	0.056	1.156	0	12.14	0	96.25
909	Ma_Ip-17	2.64	4.81	0.942	74.56	0.051	0.071	1.142	0.124	12.04	0.058	96.44
910	Ma_Ip-18	3.01	4.34	1.118	74.18	0.034	0.095	1.106	0.027	12.22	0.017	96.15
911	Ma_Ip-19	2.19	5.11	1.235	73.8	0.062	0.1	1.138	0.027	12.24	0	95.90
912	Ma_Ip-20	2.83	4.49	1.268	73.63	0.07	0.068	1.137	0	12.13	0	95.62
913	Ma_Ip-21	2	5.08	1.232	73.51	0.08	0.045	1.111	0.04	12.21	0.007	95.31
	GEOMAR, Kiel (Rujan, 2023)											
914	KAL_MG-1C-1	3.07	4.33	0.92	74.34	0.04	0.01	0.88	0.06	12.02	0.00	95.68
915	KAL_MG-1C-2	3.08	4.54	0.73	73.97	0.03	0.00	0.82	0.06	11.84	0.01	95.08
916	KAL_MG-1C-4	3.24	4.50	0.87	73.56	0.02	0.01	0.89	0.05	11.85	0.00	94.99
917	KAL_MG-1C-5	3.11	4.10	0.76	73.02	0.04	0.01	0.82	0.11	11.56	0.00	93.53
918	KAL_MG-1C-6	2.95	4.26	0.92	73.64	0.08	0.00	0.89	0.03	12.09	0.02	94.88
919	KAL_MG-1C-7	3.09	4.56	0.82	74.09	0.03	0.01	0.83	0.00	12.17	0.00	95.60
920	KAL_MG-1C-8	3.20	4.31	0.64	73.89	0.06	0.02	0.77	0.09	11.72	0.03	94.73
921	KAL_MG-1C-9	3.16	4.52	0.68	74.15	0.03	0.05	0.84	0.03	12.16	0.01	95.62
922	KAL_MG-1C-10	2.96	3.70	1.14	72.05	0.06	0.08	1.12	0.00	11.66	0.05	92.83
923	KAL_MG-1C-11	2.99	4.66	0.63	73.80	0.02	0.00	0.78	0.14	11.75	0.00	94.77
924	KAL_MG-1C-12	3.18	4.36	0.90	73.49	0.03	0.05	0.85	0.06	12.11	0.03	95.06
925	KAL_MG-1C-13	3.21	4.50	0.97	74.10	0.06	0.01	0.84	0.05	11.96	0.01	95.71

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
926	KAL_MG-1C-14	3.27	4.11	0.93	73.00	0.06	0.01	0.83	0.02	12.08	0.02	94.32
927	KAL_MG-1C-15	3.09	4.18	0.78	74.00	0.02	0.04	0.81	0.08	12.14	0.00	95.15
928	KAL_MG-1C-16	3.21	4.15	0.81	74.40	0.07	0.05	0.84	0.04	12.33	0.02	95.90
929	KAL_MG-1C-17	2.83	4.09	0.86	72.23	0.02	0.04	1.13	0.09	11.70	0.03	93.01
930	KAL_MG-1C-18	2.76	3.77	0.75	71.23	0.06	0.09	0.99	0.06	11.60	0.00	91.31
931	KAL_MG-1C-19	3.15	4.30	0.77	72.96	0.04	0.05	0.83	0.04	11.53	0.04	93.71
932	KAL_MG-1C-20	3.17	4.22	0.81	72.99	0.02	0.04	0.84	0.00	11.90	0.04	94.03
933	KAL_MG-1d-1	3.16	4.02	1.14	73.99	0.09	0.08	1.33	0.01	11.91	0.00	95.72
934	KAL_MG-1d-4	3.16	4.18	0.76	73.73	0.04	0.06	0.86	0.11	11.72	0.00	94.62
935	KAL_MG-1d-5	3.19	4.31	1.15	73.51	0.06	0.02	1.13	0.01	11.92	0.00	95.30
936	KAL_MG-1d-6	2.66	3.63	0.98	68.37	0.05	0.14	0.92	0.04	11.42	0.02	88.23
937	KAL_MG-1d-8	3.26	4.55	0.82	73.94	0.03	0.06	0.84	0.00	12.01	0.00	95.51
938	KAL_MG-1d-9	2.85	4.29	0.72	73.96	0.02	0.02	0.84	0.00	11.82	0.02	94.55
939	KAL_MG-1d-10	3.15	3.88	0.78	73.52	0.04	0.04	0.82	0.00	11.54	0.00	93.76
940	KAL_MG-1d-11	2.98	4.05	1.16	72.63	0.05	0.08	1.14	0.04	11.75	0.00	93.89
941	KAL_MG-1d-12	3.15	4.49	0.87	72.65	0.05	0.04	0.88	0.12	11.71	0.02	93.98
942	KAL_MG-1d-13	2.38	3.15	0.90	63.29	0.03	0.11	1.00	0.00	10.37	0.00	81.24
943	KAL_MG-1d-14	3.02	4.06	0.94	72.58	0.03	0.09	1.11	0.05	12.07	0.02	93.96
944	KAL_MG-1d-16	2.68	3.73	0.83	69.48	0.03	0.09	0.82	0.04	11.36	0.00	89.06
945	KAL_MG-1d-17	3.34	4.55	0.93	73.90	0.02	0.00	0.83	0.09	11.64	0.00	95.30
946	KAL_MG-1d-18	2.96	4.03	0.60	72.91	0.03	0.06	0.85	0.02	11.80	0.00	93.26
947	KAL_MG-1d-19	3.20	4.24	0.80	72.88	0.02	0.00	0.90	0.08	11.82	0.00	93.93
948	KAL_MG-1d-20	2.71	3.83	0.62	73.26	0.03	0.04	0.88	0.08	11.65	0.02	93.11
949	KAL_MG-1e-2-1	3.09	4.14	0.72	73.29	0.01	0.03	0.87	0.06	11.78	0.00	93.99
950	KAL_MG-1e-2-2	3.08	4.04	0.91	73.99	0.05	0.01	0.85	0.06	11.92	0.04	94.96
951	KAL_MG-1e-2-3	3.10	3.91	0.75	73.52	0.06	0.02	0.81	0.05	11.81	0.03	94.06
952	KAL_MG-1e-2-4	3.13	4.21	0.83	73.59	0.01	0.05	0.81	0.00	11.99	0.01	94.64
953	KAL_MG-1e-2-5	3.11	4.59	0.69	73.02	0.00	0.04	0.83	0.08	11.77	0.06	94.19
954	KAL_MG-1e-2-6	3.43	4.44	0.79	73.24	0.04	0.01	0.82	0.03	11.94	0.00	94.74
955	KAL_MG-1e-2-7	2.91	3.98	0.87	73.48	0.03	0.03	0.84	0.00	11.88	0.03	94.05
956	KAL_MG-1e-2-8	3.20	3.94	0.87	73.29	0.02	0.02	0.86	0.00	11.65	0.04	93.89
957	KAL_MG-1e-2-9	2.99	3.70	1.16	72.37	0.04	0.08	1.09	0.00	11.92	0.01	93.36
958	KAL_MG-1e-2-1	3.17	4.40	0.78	73.07	0.03	0.02	0.86	0.13	12.10	0.05	94.60
959	KAL_MG-1e-2-1	3.02	4.04	0.79	73.28	0.06	0.03	0.79	0.00	11.75	0.00	93.75
960	KAL_MG-1e-2-1	3.43	4.19	0.90	73.79	0.03	0.07	0.87	0.02	11.66	0.04	94.99
961	KAL_MG-1e-2-1	3.11	4.19	0.78	73.60	0.02	0.03	0.82	0.00	11.89	0.02	94.46
962	KAL_MG-1e-2-1	3.12	3.77	0.99	73.01	0.05	0.07	1.04	0.13	12.06	0.00	94.24
963	KAL_MG-1e-2-1	3.11	4.44	0.98	74.26	0.04	0.03	0.83	0.09	11.93	0.03	95.74
964	KAL_MG-1e-2-1	3.05	3.91	0.97	73.59	0.06	0.01	0.98	0.00	11.79	0.00	94.36
965	KAL_MG-1e-2-1	3.07	4.07	0.75	73.90	0.05	0.05	0.84	0.00	11.93	0.03	94.68
966	KAL_MG-1e-2-1	3.25	4.17	0.86	73.53	0.01	0.05	0.84	0.11	12.09	0.00	94.92
967	KAL_MG-1e-2-2	3.12	4.29	0.93	73.37	0.02	0.06	0.98	0.10	12.09	0.01	94.97
968	KAL_MG-2c-1	2.92	4.04	1.07	73.26	0.06	0.06	1.09	0.14	11.81	0.00	94.45
969	KAL_MG-2c-2	3.01	4.31	0.96	73.51	0.05	0.09	0.98	0.04	12.02	0.00	94.97
970	KAL_MG-2c-3	2.96	4.11	1.02	72.83	0.07	0.07	1.12	0.06	11.99	0.04	94.27
971	KAL_MG-2c-4	3.32	4.39	0.85	73.78	0.05	0.07	0.84	0.04	11.84	0.00	95.18
972	KAL_MG-2c-5	2.76	4.19	1.03	73.27	0.08	0.00	1.05	0.16	11.92	0.00	94.47
973	KAL_MG-2c-6	2.81	4.05	1.05	73.05	0.09	0.06	1.12	0.05	11.95	0.03	94.25

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
974	KAL_MG-2c-8	2.79	3.94	1.06	73.46	0.04	0.07	1.09	0.01	11.99	0.02	94.48
975	KAL_MG-2c-9	2.97	3.93	0.91	73.01	0.05	0.08	0.98	0.08	11.95	0.02	93.98
976	KAL_MG-2c-10	3.18	4.41	0.83	73.22	0.05	0.04	0.94	0.00	11.89	0.00	94.56
977	KAL_MG-2c-11	2.67	3.49	0.79	68.82	0.04	0.08	0.80	0.00	11.82	0.01	88.53
978	KAL_MG-2c-12	3.06	4.16	1.13	73.05	0.08	0.07	1.07	0.03	11.73	0.02	94.40
979	KAL_MG-2c-14	2.67	3.77	1.04	71.58	0.05	0.07	1.06	0.00	11.60	0.00	91.84
980	KAL_MG-2c-15	2.89	4.32	1.03	73.70	0.09	0.08	1.13	0.09	11.96	0.01	95.31
981	KAL_MG-2c-16	2.89	4.22	0.98	73.21	0.04	0.06	1.03	0.02	11.80	0.00	94.25
982	KAL_MG-2c-17	2.86	4.00	1.13	72.20	0.05	0.08	1.08	0.00	11.68	0.00	93.08
983	KAL_MG-2c-18	2.28	3.90	1.02	72.41	0.06	0.07	1.08	0.00	12.00	0.00	92.81
984	KAL_MG-2c-19	2.99	4.27	1.04	72.46	0.07	0.05	1.16	0.07	11.97	0.00	94.08
985	KAL_MG-2c-20	3.00	4.18	1.05	73.41	0.06	0.13	1.15	0.07	11.83	0.05	94.93
986	KAL_MG-1f-1	3.28	4.54	0.87	73.97	0.04	0.04	0.89	0.00	12.14	0.03	95.79
987	KAL_MG-1f-2	3.09	4.55	0.77	74.31	0.03	0.01	0.84	0.02	12.21	0.03	95.87
988	KAL_MG-1f-3	3.03	4.60	0.85	73.75	0.04	0.02	0.85	0.03	11.84	0.00	95.00
989	KAL_MG-1f-4	2.89	4.60	0.81	73.93	0.01	0.03	0.91	0.08	12.03	0.00	95.30
990	KAL_MG-1f-5	3.36	4.67	0.79	74.54	0.02	0.08	0.88	0.01	12.17	0.02	96.54
991	KAL_MG-1f-6	3.18	4.58	0.88	74.13	0.04	0.01	0.87	0.02	12.04	0.00	95.75
992	KAL_MG-1f-7	2.94	4.29	1.11	73.73	0.13	0.08	1.22	0.07	11.96	0.01	95.53
993	KAL_MG-1f-8	3.33	4.63	0.88	73.52	0.06	0.03	0.82	0.00	11.84	0.00	95.11
994	KAL_MG-1f-9	3.15	4.49	0.75	73.76	0.02	0.02	0.84	0.05	11.88	0.00	94.96
995	KAL_MG-1f-10	2.98	4.31	0.96	74.23	0.06	0.06	0.85	0.01	11.68	0.00	95.14
996	KAL_MG-1f-11	3.11	4.15	0.72	73.60	0.05	0.04	0.82	0.00	11.57	0.00	94.06
997	KAL_MG-1f-12	3.01	4.56	0.78	73.74	0.03	0.04	0.91	0.19	11.72	0.00	94.98
998	KAL_MG-1f-13	3.22	4.53	0.85	73.94	0.04	0.04	0.87	0.09	11.92	0.00	95.51
999	KAL_MG-1f-14	3.18	4.51	0.77	73.08	0.03	0.01	0.87	0.02	12.04	0.00	94.51
1000	KAL_MG-1f-15	3.09	4.24	0.71	73.68	0.03	0.06	0.87	0.19	12.02	0.03	94.91
1001	KAL_MG-1f-16	2.91	4.51	0.84	74.28	0.02	0.02	0.81	0.21	11.88	0.00	95.48
1002	KAL_MG-1f-17	3.29	4.53	0.68	73.40	0.03	0.05	0.85	0.06	11.85	0.01	94.75
1003	KAL_MG-1f-18	3.05	4.31	0.92	73.29	0.05	0.07	0.99	0.00	12.02	0.00	94.69
1004	KAL_MG-1f-19	2.98	4.50	0.86	74.30	0.02	0.03	0.98	0.09	12.07	0.00	95.84
1005	KAL_MG-1f-20	3.10	4.36	0.69	72.92	0.05	0.04	0.90	0.02	11.84	0.00	93.92
1006	KAL-MG-1B-1	3.20	4.55	0.72	73.72	0.05	0.07	0.80	0.00	11.95	0.02	95.09
1007	KAL-MG-1B-3	3.10	4.51	0.80	73.74	0.00	0.03	0.81	0.11	11.85	0.00	94.95
1008	KAL-MG-1B-4	3.33	4.43	0.69	73.56	0.04	0.04	0.83	0.02	11.81	0.00	94.75
1009	KAL-MG-1B-5	3.31	4.30	0.78	73.91	0.04	0.03	0.85	0.11	12.12	0.01	95.46
1010	KAL-MG-1B-6	3.33	4.27	0.81	73.00	0.02	0.05	0.85	0.01	11.85	0.01	94.21
1011	KAL-MG-1B-7	3.10	4.53	0.80	73.52	0.03	0.01	0.86	0.00	11.85	0.00	94.70
1012	KAL-MG-1B-8	3.05	4.55	0.81	74.01	0.04	0.00	0.84	0.07	12.07	0.00	95.44
1013	KAL-MG-1B-9	3.26	4.35	0.79	73.71	0.02	0.05	0.85	0.11	12.16	0.03	95.32
1014	KAL-MG-1B-10	3.31	4.58	0.82	72.85	0.01	0.06	0.81	0.06	11.95	0.00	94.45
1015	KAL-MG-1B-11	3.22	4.12	0.71	73.74	0.05	0.04	0.83	0.02	11.84	0.00	94.57
1016	KAL-MG-1B-12	3.02	4.02	1.12	72.67	0.02	0.08	1.09	0.09	12.09	0.01	94.20
1017	KAL-MG-1B-13	3.23	4.54	0.67	73.31	0.03	0.00	0.82	0.07	11.86	0.00	94.53
1018	KAL-MG-1B-14	3.04	4.07	0.71	73.31	0.01	0.01	0.86	0.05	11.72	0.00	93.79
1019	KAL-MG-1B-15	3.07	4.55	0.84	74.63	0.05	0.04	0.82	0.00	11.87	0.01	95.88
1020	KAL-MG-1B-16	3.05	4.27	0.74	73.73	0.04	0.03	0.85	0.07	11.87	0.01	94.66
1021	KAL-MG-1B-17	2.86	3.85	1.22	71.91	0.08	0.08	1.31	0.00	11.62	0.00	92.93

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
1022	KAL-MG-1B-18	2.79	3.99	1.07	73.59	0.05	0.04	1.05	0.03	11.98	0.01	94.59
1023	KAL-MG-1B-19	3.09	4.04	1.06	73.38	0.09	0.07	1.17	0.00	11.76	0.04	94.71
1024	KAL-MG-1B-20	3.03	4.22	1.21	72.69	0.03	0.05	1.17	0.08	12.10	0.02	94.60
1025	KAL-MG-2A-1	3.21	4.48	0.78	73.14	0.04	0.03	0.83	0.10	11.97	0.03	94.61
1026	KAL-MG-2A-2	3.17	4.44	0.73	73.87	0.02	0.00	0.79	0.00	11.66	0.00	94.68
1027	KAL-MG-2A-3	3.09	4.48	0.90	73.44	0.03	0.04	0.99	0.05	11.87	0.02	94.91
1028	KAL-MG-2A-4	2.87	4.56	0.94	73.83	0.02	0.02	0.97	0.09	12.00	0.05	95.34
1029	KAL-MG-2A-5	3.20	4.33	0.89	73.46	0.05	0.05	0.99	0.07	11.73	0.00	94.77
1030	KAL-MG-2A-6	3.10	4.40	1.08	71.75	0.05	0.05	1.03	0.00	11.84	0.01	93.30
1031	KAL-MG-2A-7	2.97	4.47	0.63	73.68	0.02	0.07	0.84	0.09	12.39	0.00	95.16
1032	KAL-MG-2A-8	3.08	4.32	0.77	72.68	0.03	0.04	0.83	0.12	11.85	0.02	93.73
1033	KAL-MG-2A-9	2.88	4.53	0.97	73.72	0.06	0.05	0.96	0.05	11.96	0.00	95.19
1034	KAL-MG-2A-10	2.95	4.52	0.94	74.66	0.05	0.04	0.93	0.00	11.95	0.00	96.04
1035	KAL-MG-2A-11	3.14	3.67	0.82	72.41	0.03	0.03	0.78	0.07	11.69	0.00	92.65
1036	KAL-MG-2A-12	2.88	4.35	1.05	74.00	0.05	0.08	1.05	0.00	11.96	0.06	95.48
1037	KAL-MG-2A-13	3.12	3.61	0.98	72.63	0.05	0.08	0.97	0.11	11.69	0.01	93.24
1038	KAL-MG-2A-14	2.76	3.71	0.97	72.85	0.06	0.05	1.08	0.04	11.77	0.00	93.28
1039	KAL-MG-2A-15	3.22	3.94	0.82	73.05	0.03	0.00	0.73	0.06	11.60	0.02	93.47
1040	KAL-MG-2A-16	2.99	4.40	0.95	73.69	0.04	0.01	0.99	0.00	12.06	0.06	95.19
1041	KAL-MG-2A-17	3.04	4.48	0.94	74.02	0.04	0.05	0.97	0.01	11.61	0.03	95.19
1042	KAL-MG-2A-18	3.23	4.15	0.98	72.55	0.08	0.06	1.05	0.00	11.70	0.00	93.80
1043	KAL-MG-2A-19	3.04	3.75	0.84	72.46	0.06	0.03	0.93	0.06	11.60	0.00	92.78
1044	KAL-MG-2A-20	2.90	4.17	1.08	72.20	0.09	0.10	1.08	0.00	11.85	0.02	93.49
1045	KAL-MG-1E-1-1	3.33	4.06	0.87	73.29	0.00	0.05	0.84	0.06	11.73	0.00	94.23
1046	KAL-MG-1E-1-2	3.11	4.21	0.79	73.14	0.02	0.04	0.82	0.09	11.63	0.00	93.85
1047	KAL-MG-1E-1-3	3.33	4.39	0.85	73.26	0.04	0.02	0.79	0.13	12.02	0.00	94.84
1048	KAL-MG-1E-1-4	3.12	4.38	0.92	72.33	0.04	0.01	0.81	0.06	11.97	0.01	93.66
1049	KAL-MG-1E-1-5	3.31	3.98	0.72	73.34	0.03	0.04	0.85	0.08	11.79	0.02	94.15
1050	KAL-MG-1E-1-6	3.05	4.06	0.83	73.31	0.07	0.02	0.95	0.09	11.83	0.00	94.21
1051	KAL-MG-1E-1-7	3.06	4.38	0.77	73.37	0.03	0.05	0.84	0.03	11.95	0.06	94.54
1052	KAL-MG-1E-1-8	3.20	4.16	0.87	73.49	0.03	0.05	0.84	0.05	11.63	0.05	94.37
1053	KAL-MG-1E-1-9	3.40	4.34	0.72	73.82	0.02	0.07	0.83	0.13	11.84	0.01	95.17
1054	KAL-MG-1E-1-1	3.07	4.43	0.84	73.12	0.02	0.05	0.84	0.00	11.99	0.00	94.35
1055	KAL-MG-1E-1-1	3.12	4.30	0.92	72.87	0.04	0.03	1.06	0.04	12.00	0.00	94.37
1056	KAL-MG-1E-1-1	2.83	3.66	1.15	72.43	0.03	0.04	1.07	0.09	11.59	0.00	92.89
1057	KAL-MG-1E-1-1	2.92	3.89	1.08	73.15	0.01	0.09	1.00	0.04	11.66	0.00	93.84
1058	KAL-MG-1E-1-1	2.95	3.98	0.85	73.07	0.04	0.00	0.85	0.01	11.64	0.00	93.40
1059	KAL-MG-1E-1-1	3.11	4.07	0.69	73.17	0.02	0.04	0.84	0.00	11.87	0.00	93.81
1060	KAL-MG-1E-1-1	3.08	4.13	1.01	72.82	0.03	0.04	1.02	0.07	11.94	0.00	94.15
1061	KAL-MG-1E-1-1	3.06	4.37	0.91	73.30	0.04	0.03	0.84	0.00	11.83	0.00	94.38
1062	KAL-MG-1E-1-1	3.06	4.22	0.67	73.16	0.05	0.06	0.81	0.16	11.79	0.00	93.99
1063	KAL-MG-1E-1-1	3.09	3.95	0.92	73.06	0.04	0.03	0.81	0.07	11.76	0.02	93.76
1064	KAL-MG-1E-1-2	3.18	4.34	0.83	73.07	0.05	0.05	0.83	0.06	11.84	0.00	94.25

GEOMAR, Kiel (Listopad 2022)

Redni broj	Naziv uzorka	Na_2O	K_2O	FeO_t	SiO_2	TiO_2	MgO	CaO	MnO	Al_2O_3	P_2O_5	Total
1065	GL_2-2	2.62	4.98	0.92	71.58	0.07	0.01	0.59	0.04	11.71	0.00	92.53
1066	GL_2-5	2.85	4.74	0.92	72.37	0.02	0.05	0.60	0.00	11.58	0.00	93.13
1067	GL_2-6	2.99	4.73	1.01	73.01	0.02	0.02	0.62	0.02	11.72	0.02	94.16
1068	GL_2-7	2.68	4.94	0.95	72.09	0.05	0.00	0.61	0.00	11.64	0.03	92.99
1069	GL_2-8	2.56	5.00	1.01	71.99	0.02	0.00	0.58	0.07	11.58	0.00	92.81
1070	GL_2-9	2.59	4.96	0.95	72.08	0.01	0.00	0.60	0.04	11.37	0.02	92.61
1071	GL_2-10	2.22	5.13	0.97	71.55	0.00	0.03	0.61	0.00	11.52	0.03	92.06
1072	GL_2-11	2.48	5.11	0.99	72.74	0.06	0.02	0.65	0.06	11.37	0.00	93.48
1073	GL_2-12	2.49	4.90	1.00	71.61	0.05	0.01	0.63	0.06	11.56	0.01	92.33
1074	GL_2-13	3.07	4.84	0.93	72.56	0.01	0.00	0.64	0.06	11.6	0.00	93.71
1075	GL_2-14	2.21	5.16	0.88	72.33	0.03	0.00	0.62	0.00	11.29	0.00	92.52
1076	GL_2-15	3.01	4.82	0.95	72.53	0.01	0.00	0.61	0.05	11.59	0.00	93.57
1077	GL_2-17	2.66	4.99	0.91	72.30	0.04	0.01	0.65	0.02	11.81	0.02	93.40
1078	GL_2-18	2.62	5.08	0.92	71.63	0.04	0.05	0.63	0.01	11.53	0.00	92.51
1079	GL_2-19	2.79	4.92	0.85	71.62	0.01	0.00	0.63	0.03	11.5	0.02	92.38
1080	GL_2-20	2.78	4.85	1.02	71.79	0.00	0.00	0.60	0.00	11.68	0.00	92.72
1081	GL_2-21	2.74	4.70	0.98	71.41	0.02	0.05	0.64	0.04	11.52	0.00	92.11

Prilog 2. Geokemijski sastav elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

*Rezultati označeni s KNOL, MV, KAL-H, GL-1, LUC-3 objavljeni su članku Brlek i sur., 2023.

*Rezultati označeni s KAL-MG-2, KAL-MG-4, KAL-MG-1, GL-2, TUS, KAL-MG-1b, KAL-MG-1c, KAL-MG-1d, KAL-MG-1e-1, KAL-MG-1f, KAL-MG-2a, KAL-MG-2c iz članak Brlek i sur., 2024b

	Cs133	Rb85	Ba137	Th232	U238	Nb93	Ta181	La139	Ce140	Pb208	Pr141	Sr88	Nd146	Sm147
KNOL														
KNOL3b-1	5.23	158.16	1026.02	15.46	4.63	12.80	0.96	33.43	65.77	24.84	6.91	86.66	23.49	5.38
KNOL3b-2	4.69	142.60	1033.58	17.73	4.61	12.33	0.90	46.29	87.28	26.18	9.01	98.28	31.77	5.57
KNOL3b-3	4.28	122.05	907.17	15.39	4.20	10.82	0.97	35.80	68.92	24.69	7.39	83.83	25.42	4.53
KNOL3b-4	4.31	128.42	955.34	16.71	4.48	12.14	0.90	39.78	75.01	25.87	7.84	89.26	27.46	4.97
KNOL3b-5*	4.42	126.96	964.75	16.72	4.7	11.19	1.04	33.53	66.67	25.59	6.99	83.51	23.98	5.19
KNOL3b-6*	5.86	166.85	1451.5	20.43	5.97	13.88	1.2	36.35	74.55	34.57	7.8	92.93	27	5.33
KNOL3b-7*	7.83	183.34	764.34	22.5	7.64	16.14	1.76	28.27	57.85	40	6.64	61.77	22.92	5.91
KNOL3b-8*	8.27	202.78	791.34	23.45	8.28	17.02	1.73	29.02	59.88	39.15	6.77	62.2	25.46	5.62
KNOL3b-9*	4.74	129.38	1015.31	16.49	4.48	10.95	0.93	36.43	65.05	24.45	7	80.45	25.37	4.9
KNOL4-1b_1	5.73	156.61	1475.27	19.59	5.94	14.03	1.18	37.43	73.99	32.85	7.83	90.99	27.12	5.74
KNOL4-1b_2	9.47	218.46	589.20	25.24	9.51	19.80	1.85	26.97	58.92	46.67	6.39	54.00	24.52	6.28
KNOL4-1b_3	8.40	200.70	756.18	22.65	8.48	17.20	1.72	28.54	58.04	42.53	6.77	59.37	24.26	5.32
KNOL4-1b_4	6.52	166.43	1264.52	20.42	6.62	15.79	1.31	35.75	68.47	35.40	7.82	82.17	27.59	6.02
KNOL4-1b_5	10.4	233.65	382.12	25.54	10.4	19.28	2.21	23.84	52.94	47.31	6.05	42.83	23.02	5.21
KNOL4-1b_6*	6.45	175.21	1507.48	20.45	6.25	15.04	1.29	37.99	74.87	36.96	8.1	95.24	28.7	5.63
KNOL4-1b_7*	10.5	248.76	416.61	26.94	11	20.73	2.02	25.92	54.9	50.62	6.5	46.52	24.17	6.55
KNOL4-1b_8*	8.4	203.64	759.15	23.46	8.55	16.91	1.59	28.2	58.76	41.35	6.61	60.33	22.98	5.92
KNOL11-a-1	8.18	197.94	781.73	24.60	8.83	17.67	1.78	30.18	60.73	43.77	6.95	64.17	24.82	6.36
KNOL11-a-2	8.61	211.21	786.51	24.77	8.48	17.41	1.66	28.81	60.24	43.17	6.87	63.24	25.48	6.46
KNOL11-a-3	9.74	209.45	549.41	26.83	9.96	19.16	2.07	30.53	58.14	44.28	6.96	58.29	24.16	6.58
KNOL11-a-4*	8.31	226.19	980.42	23.95	8.67	17.5	1.63	32.09	65.39	43.39	7.45	71.86	27.26	6.19
KNOL11-a-5*	10.1	229.79	700.15	26.93	9.92	19.49	1.94	29.7	63.89	48.41	7.24	60.66	26.71	6.88
KNOL11-a-6*	5.3	129.61	976.52	13.86	4.6	14.11	1.17	41.67	58.72	29.27	7.39	78.81	25.69	4.77
KNOL11-a-7*	8.33	206.96	588.68	23.96	8.68	18.26	2.09	28.06	57.17	40.44	6.81	58.52	25.76	6.29
KNOL11-a-8*	7.17	202.69	1445.4	23.14	6.99	16.72	1.39	37.42	75.42	40.75	8.28	89.72	28.58	5.85
MV														
MV-1	6.88	154.22	702.39	19.71	4.87	7.96	0.89	20.38	35.39	19.59	3.65	65.30	10.71	2.30
MV-2	8.55	178.70	784.21	22.26	6.52	9.16	1.27	19.78	35.61	25.77	3.51	75.39	12.15	2.24
MV-3	7.40	165.68	753.68	20.81	5.54	8.13	1.04	22.58	40.29	21.74	3.91	71.51	12.55	2.38
MV-4	9.04	197.29	817.35	24.09	7.21	9.27	1.27	20.45	38.74	27.87	3.74	68.41	13.47	2.33
MV-5	9.18	196.44	781.93	23.09	6.65	9.27	1.26	20.30	36.96	25.68	3.76	69.94	12.06	2.50
KAL-H														
KAL-H-1	6.99	161.52	706.71	18.37	5.39	8.14	0.93	19.52	38.20	19.60	3.47	65.73	11.56	1.97
KAL-H-2	8.64	179.78	723.81	21.91	6.60	9.20	1.22	19.23	34.50	22.71	3.42	57.28	11.48	2.20
KAL-H-3	9.37	195.70	775.37	22.70	7.37	9.61	1.45	19.75	38.45	26.26	3.82	58.14	11.61	2.39
KAL-H-4	9.43	197.03	786.68	22.94	7.17	9.62	1.30	19.47	38.90	27.43	3.82	58.72	11.59	2.13
KAL-H-5	7.25	171.52	725.58	19.27	5.21	7.86	0.94	20.81	36.90	20.02	3.51	66.11	11.79	2.37
GL														
GL_1-1***	6.22	165.91	1121.51	17.68	4.68	13.25	1.04	32.6	58.02	23.97	5.88	73.22	18.31	2.96
GL_1-2***	6.3	163.72	1076.5	17.65	4.55	12.1	0.93	31.82	56.32	21.27	5.77	67.11	18.9	3.25
GL_1-3***	6.14	160.22	1103.53	17.46	4.6	12.99	0.94	32.2	57.08	22.36	5.77	73.52	17.42	3.07

Zr90	Hf178	Eu153	Gd157	Dy163	Y89	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Ca43	Sc45	Cr53	Co59	Tb159	Li7
KNOL																
65.86	2.12	0.76	3.31	3.49	20.57	0.68	2.11	0.35	2.02	0.28	5860.6	8.68	9.09	0.42	0.52	3.07
77.74	2.86	0.89	4.49	4.09	21.18	0.74	2.06	0.28	2.13	0.30	5860.6	8.07	3.37	0.36	0.63	2.43
66.51	2.70	0.68	3.71	3.29	18.83	0.68	1.98	0.28	1.81	0.29	5860.6	7.75	2.98	0.23	0.52	3.30
71.13	2.14	0.78	3.95	3.62	20.40	0.74	2.12	0.33	2.12	0.29	5860.6	7.89	2.62	0.28	0.58	2.48
68.26	2.72	0.776	4.7	3.65	20.98	0.727	2.1	0.26	1.93	0.308	5860.6	11.5	3.16	0.25	0.66	3.49
75.83	3.16	0.92	5.19	4.85	27.38	0.874	2.98	0.38	2.89	0.371	5860.6	13.38	2.19	0.3	0.72	2.89
67.98	2.98	0.613	5.68	5.9	34.21	1.26	3.4	0.47	3.52	0.508	5860.6	14.45	2.25	0.26	0.91	3.28
67.99	2.93	0.675	5.7	6.15	35.3	1.185	3.59	0.49	3.42	0.535	5860.6	14.37	2.67	0.26	0.88	3.46
69.21	2.54	0.741	4.63	3.97	23.61	0.855	2.3	0.34	2.33	0.368	5860.6	10.81	2.27	0.34	0.69	3.94
73.83	2.95	0.82	4.84	4.59	26.32	0.86	2.82	0.35	2.69	0.42	5717.6	8.85	4.00	0.30	0.76	1.52
69.12	2.87	0.65	6.08	6.64	38.35	1.41	4.02	0.58	3.71	0.61	5717.6	10.53	4.07	0.27	1.03	1.48
65.67	2.99	0.58	5.11	5.66	33.78	1.10	3.56	0.45	3.67	0.53	5717.6	10.26	4.37	0.27	0.94	1.88
73.39	2.71	0.72	5.45	4.90	29.35	1.05	2.98	0.42	3.08	0.42	5717.6	9.48	4.28	0.46	0.86	2.17
66.83	3.11	0.45	5.98	6.81	40.62	1.393	3.84	0.59	3.99	0.639	5717.6	10.52	4.79	0.23	1.02	1.36
75.64	2.97	0.943	5.23	4.75	26.67	0.997	2.72	0.37	2.65	0.357	5717.6	16.43	2.61	0.32	0.76	1.216
71.36	3.31	0.477	6.91	7.39	42.53	1.521	4.7	0.66	4.55	0.648	5717.6	17.65	3.18	0.3	1.17	2.28
66.22	3.03	0.638	5.83	6.02	34.2	1.243	3.41	0.48	3.29	0.536	5717.6	15.82	2.51	0.23	0.91	1.69
68.69	3.28	0.65	5.73	5.48	35.03	1.35	3.57	0.54	3.53	0.44	6003.5	8.83	3.97	0.53	0.94	2.80
69.91	3.18	0.60	6.17	6.08	36.60	1.33	3.83	0.52	4.00	0.56	6003.5	8.86	4.00	0.33	0.97	2.05
76.04	3.70	0.50	5.89	6.87	40.87	1.36	3.93	0.56	4.15	0.58	6003.5	9.39	4.51	0.86	1.08	5.02
73.26	2.98	0.745	5.98	5.85	34.6	1.29	3.76	0.51	3.55	0.521	6003.5	15.27	3.19	0.36	0.93	3.35
74.14	3.28	0.718	6.81	7.14	40.54	1.427	4.06	0.62	3.93	0.624	6003.5	15.49	3.2	0.3	1.09	2.93
71.17	2.79	0.672	4.32	3.95	25.13	0.829	2.2	0.31	2.13	0.303	6003.5	13.03	7.88	2.68	0.64	9.93
73.12	3.09	0.654	6.15	6.71	39.79	1.51	3.77	0.59	3.97	0.641	6003.5	14.44	3.46	0.43	1.01	2.75
78.32	2.89	0.958	5.5	5.75	31.39	1.155	3.42	0.4	3.08	0.492	6003.5	14.05	2.7	0.24	0.9	2.74
MV																
56.74	2.05	0.41	1.58	2.21	14.45	0.46	1.37	0.22	1.75	0.30	6861.1	4.65	3.41	0.28	0.29	3.35
60.32	2.67	0.38	2.23	2.44	16.88	0.55	1.52	0.27	2.12	0.31	6861.1	6.35	4.67	1.12	0.37	4.35
57.85	2.04	0.39	2.04	2.16	15.00	0.53	1.52	0.20	1.78	0.30	6861.1	4.69	2.77	0.33	0.35	5.35
63.81	2.46	0.39	1.84	2.61	16.54	0.48	1.71	0.25	2.45	0.37	6861.1	5.41	3.01	0.62	0.41	6.35
61.33	2.46	0.32	2.49	2.56	16.65	0.59	1.59	0.24	2.01	0.32	6861.1	6.23	3.62	0.81	0.42	7.35
KAL-H																
50.43	2.03	0.34	1.82	2.33	12.68	0.45	1.54	0.23	1.76	0.28	6575.3	3.75	2.80	0.42	0.34	7.45
59.01	2.24	0.33	2.04	2.50	16.04	0.52	1.83	0.29	1.86	0.35	6575.3	4.04	3.82	0.30	0.35	7.44
57.78	2.40	0.36	2.27	2.22	15.98	0.58	1.77	0.30	2.23	0.29	6575.3	4.72	3.44	0.29	0.37	9.79
57.36	2.19	0.41	2.44	2.45	16.18	0.50	1.44	0.25	2.43	0.29	6575.3	4.22	3.18	0.34	0.39	9.42
56.39	2.18	0.33	1.93	2.15	13.95	0.48	1.32	0.26	1.84	0.30	6575.3	4.00	3.62	0.32	0.31	7.11
GL																
122.6	3.9	0.467	3.37	3.2	19.43	0.637	1.83	0.32	2.45	0.35	6217.9	6.37	2.19	0.75	0.5	3.25
102.4	3.05	0.355	3.1	3.3	19.62	0.657	1.95	0.29	2.38	0.35	5503.2	5.39	3.11	0.46	0.51	4.65
122.4	3.13	0.34	2.81	2.99	19.48	0.585	2	0.35	2.38	0.362	6289.4	6.16	1.88	0.68	0.55	4.4

	Cs133	Rb85	Ba137	Th232	U238	Nb93	Ta181	La139	Ce140	Pb208	Pr141	Sr88	Nd146	Sm147
GL_1-4***	6.14	162.77	1142.63	18.74	4.88	12.69	1.03	33.32	57.91	23.48	5.71	73.96	19.42	3.83
GL_1-5***	5.14	138.97	1100.4	14.89	3.92	11.11	0.91	27.95	49.6	23.6	4.92	400.3	17.76	3.22
GL_1-6***	6.5	172.72	1158.23	18.37	4.97	13.3	1.09	33.13	58.73	24.36	5.76	72.09	19.39	3.07
LUC-3														
LUC_3-1***	7.47	164.07	738.73	20.37	5.98	8.23	1.03	20.6	38.86	22.72	3.72	69.71	11.97	2.48
LUC_3-3***	7.81	160.45	563.7	20.62	6.41	7.97	1.08	18.16	34.12	22.86	3.52	52.57	10.8	2.08
LUC_3-5***	8.67	185.65	724.02	21.45	6.41	8.87	1.19	18.88	34.01	25.64	3.35	58.35	11.5	2.12
LUC_3-6***	8.96	187.23	742.27	21.63	6.65	8.65	1.19	18.74	34.77	24.91	3.48	57.32	11.6	2.45
LUC_3-7***	8.63	180.92	742.59	21.41	6.12	8.11	1.11	18.83	34.7	22.63	3.44	58.06	11.92	2.16
LUC_3-8***	8.17	166.89	688.75	20.32	5.91	7.83	1.1	17.41	32.5	22.05	3.32	53.48	10.25	2.25
Academia Sinica in Taipei (Taiwan) (April2023)														
KAL-MG-2														
KAL-MG_2-01	7.48	188.78	1039.23	23.96	6.72	10.86	1.41	32.53	60.58	36.49	6.63	104.7	24.76	4.73
KAL-MG_2-02	5.7	159.42	1022.85	20	5.18	11.31	0.9	43.05	75.49	27.4	7.59	109.1	25.27	4.54
KAL-MG_2-03	5.15	141.07	954.08	19.59	4.51	9.89	0.86	38.78	70.26	23.77	7.61	102	23.39	4.63
KAL-MG_2-04	5.7	149.77	1030.76	19.56	4.52	10.75	0.72	38.37	72.93	27.18	7.2	105.4	23.12	4.54
KAL-MG_2-05	5.85	165.98	1068.74	20.35	5.2	11.64	1.04	43.65	80.38	28.45	8.27	115.1	25.36	4.8
KAL-MG-4														
KAL-MG_4-02	12	240.68	720.64	26.92	9.47	12.45	1.98	22.64	44.73	32.64	4.11	55.28	12.9	3.12
KAL-MG_4-03	6.97	157.67	664.92	17.54	5.2	8.05	1.03	20.07	36.26	23.3	3.41	64.43	10.97	2.91
KAL-MG_4-04	9.91	203.1	811.13	23.3	7.61	10.49	1.25	19.65	39.57	28.6	3.61	61.2	13.07	2.8
KAL-MG_4-05	8.91	195.64	752.22	21.43	7.47	9.35	1.36	18	36.88	26.4	3.95	57.06	10.04	1.96
KAL-MG-1														
KAL-MG_1-01	8.66	187.4	792.91	23.12	6.99	10.32	1.18	21.48	38.76	24.55	3.91	61.44	13.29	2.67
KAL-MG_1-02	10.3	234.05	833.9	23.8	7.87	10.31	1.68	21.21	39.98	28.53	4.02	62.77	12.8	3.55
KAL-MG_1-03	9.27	204.26	760.93	22.28	7.91	10.43	1.37	20.4	40.39	28.83	3.81	59.06	12.41	2.56
KAL-MG_1-04	10.6	207.97	822.25	22.67	7.42	11.32	1.49	20.66	40.92	27.26	4.19	61.08	12.16	2.89
KAL-MG_1-05	7.76	183.69	729	18.13	5.85	8.64	1.12	20.31	39.89	22.41	3.18	63.49	9.97	2.06
MANGO (bulk rock)														
Ma-Br-02	5.18	160.04	972.03	17	4.39	8.74	0.84	31.1	60.2	32.06	6.65	94.91	18.83	4.25
Ma-Br-03	11.9	266.56	1242.87	28.41	10.6	13.68	1.96	32.27	67.05	52.37	6.71	99.56	25.92	4.88
Ma-Br-04	5.39	169.84	978.99	18.26	4.89	10.7	0.99	41.11	76.79	28.8	7.62	98.48	21.43	3.03
GL-2														
GL-2-01	5.67	156.06	688.63	15.85	4.92	11.46	1.06	18.08	42.4	27.7	5.19	42.51	20.84	5.82
GL-2-04	6.52	177.95	725.38	16.94	5.89	12.78	1.36	18.93	44.55	31.94	5.11	46.64	20.15	5.18
GL-2-05	6.6	179.38	770.36	17.49	5.8	12.6	1.15	20.12	44.19	30.9	5.29	47.26	20.23	5.64
TUS														
TUS-01	6.57	181.27	684.71	14.87	5.67	12.37	1.39	18.65	41.41	31.64	4.69	62.74	20	5.35
TUS-02	4.67	126.94	537.41	12.53	3.79	9.51	0.64	15.33	35.2	21.76	4.21	47.73	18.42	4.79
TUS-03	6.43	182	725.48	16.54	6.01	12.56	1.22	22.52	47.74	33.19	5.5	87.63	23.23	5.28
TUS-04	6.48	206.5	726.6	15.74	6.39	12.89	1.43	18.33	45.44	35.13	5.58	50.74	19.45	4.97
TUS-05	7.52	212.41	816.26	19.13	6.93	15.31	1.42	20.58	49.68	38.06	5.84	49.72	24.51	6.81

Zr90	Hf178	Eu153	Gd157	Dy163	Y89	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Ca43	Sc45	Cr53	Co59	Tb159	Li7
123.7	3.94	0.513	3.08	3.42	20.04	0.691	2.44	0.41	2.57	0.449	6432.3	6.37	1.99	0.57	0.48	3.03
108.3	3.19	0.401	2.55	3.06	17.84	0.645	1.84	0.34	2.18	0.318	6003.5	5.5	1.69	0.52	0.48	6.86
126	4.01	0.46	3.25	3.36	19.63	0.651	2.11	0.36	2.29	0.371	6146.4	6.39	2.22	0.59	0.43	5.17
LUC-3																
58.51	2.22	0.346	2.04	2.34	14.29	0.421	1.6	0.22	1.69	0.222	6932.6	4.52	2.11	0.31	0.38	2.7
57.58	1.97	0.26	1.7	2.35	15.27	0.537	1.44	0.22	1.86	0.217	5789.1	4.99	2.25	0.17	0.36	1.39
56.26	2.07	0.341	1.87	2.27	15.08	0.486	1.35	0.25	2.12	0.34	6003.5	5.29	2.4	0.27	0.31	6.92
56.28	1.99	0.294	2.14	2.32	15.41	0.497	1.63	0.29	2.01	0.285	5932.0	4.65	2.5	0.25	0.34	7.82
56.13	2.39	0.313	1.97	2.32	15.96	0.467	1.47	0.23	1.97	0.311	6003.5	4.93	2.34	0.23	0.37	2.92
52.4	2.08	0.352	1.73	2.08	14.77	0.439	1.34	0.21	1.89	0.251	5789.1	4.32	2.31	0.31	0.32	1
KAL-MG-2																
81.55	2.98	0.52	4.78	3.38	24.57	0.505	2.83	0.63	2.94	0.65	8076.1	10.63	6.61	0.38	0.65	6.33
87.5	3.29	0.83	3.52	2.63	19.48	0.689	2.17	0.15	1.92	0.329	8076.1	9.01	6.76	0.56	0.53	6.16
79.99	2.8	0.453	3.73	2.86	18.49	0.581	1.72	0.27	2.15	0.284	8076.1	7.67	5.88	0.49	0.5	5.66
82.79	2.71	0.84	2.73	3.42	20.21	0.712	2.27	0.28	1.87	0.396	8076.1	8.41	5.48	0.5	0.54	5.47
89.96	2.82	0.97	4.15	3.04	20.09	0.601	2.25	0.34	2.37	0.287	8076.1	9.84	6.86	0.56	0.5	5.86
KAL-MG-4																
72.11	2.66	0.67	2.88	3.29	20.65	0.583	1.95	0.46	2.79	0.457	6646.7	10.83	8.41	0.49	0.39	7.45
55.25	2.29	0.196	2.1	2.06	13.42	0.38	1.47	0.24	1.76	0.318	6646.7	6.53	75.7	0.45	0.37	4.25
60.3	2.95	0.405	2.15	1.76	16.89	0.568	1.45	0.32	2.32	0.403	6646.7	7.65	6.76	0.28	0.23	7.26
55.88	2.1	0.348	1.8	2.32	14.7	0.406	1.44	0.29	2.32	0.397	6646.7	8.28	7.34	0.39	0.31	5.58
KAL-MG-1																
63.41	1.67	0.197	1.41	2.6	18.17	0.54	1.81	0.24	2.09	0.46	6360.8	8.67	9.42	0.46	0.49	7.03
61.27	2.96	0.51	2.78	2.14	16.4	0.63	1.56	0.32	2.06	0.341	6360.8	8.15	7.36	0.35	0.43	9.45
57.02	2.23	0.41	2	2.39	16.21	0.554	1.89	0.38	1.74	0.377	6360.8	8.08	7.96	0.24	0.37	9.05
60.48	2.15	0.7	1.95	3	15.8	0.491	1.61	0.32	1.96	0.236	6360.8	7.62	6.62	1.6	0.36	9.52
51.98	1.76	0.312	1.9	2.28	12.52	0.391	1.59	0.31	1.58	0.167	6360.8	7.94	5.95	0.33	0.31	8.63
MANGO (bulk rock)																
65.49	2.66	0.66	2.56	2.4	17.27	0.507	2.11	0.36	1.66	0.219	7361.4	9.18	5.59	0.56	0.57	10.97
82.53	3.17	0.89	4.15	5.36	24.78	0.93	2.97	0.45	4.15	0.46	7361.4	11.34	7.9	0.38	1.04	20.84
78.77	3.12	0.64	3.23	3.08	17.35	0.642	1.75	0.22	1.94	0.291	7361.4	8.72	5.73	0.55	0.63	17.99
GL-2																
60.53	2.84	0.56	6.32	6.02	33.51	1.12	3.74	0.6	3.26	0.45	4717.0	11.17	4.54	0.25	0.94	6.4
65.69	2.71	0.75	6.82	6.15	36.19	1.22	3.59	0.51	3.91	0.579	4717.0	12.02	6.93	0.29	0.84	5.55
66.15	3.01	0.82	6.46	6.26	36.87	1.41	4.16	0.53	3.72	0.519	4717.0	11.67	7.14	0.23	0.85	7.1
TUS																
59.93	2.6	0.55	5.34	4.92	31.18	1.11	3.28	0.45	3.36	0.427	5002.9	10.97	5.73	0.47	0.76	4.09
53.66	2.67	0.535	5.48	4.34	27.6	0.881	3.15	0.47	2.69	0.271	5002.9	8.59	5.72	0.49	0.74	3.7
62.45	2.85	0.66	5.45	6.05	34.78	1.28	3.01	0.46	3.74	0.635	5002.9	10.58	6.16	0.48	0.9	4
58.75	2.93	0.7	4.57	4.76	32.8	1.03	3.61	0.44	3.43	0.54	5002.9	12.12	5.78	0.45	0.88	2.99
67.58	3.68	0.65	5.62	6.22	37.16	1.29	3.53	0.55	4.77	0.613	5002.9	11.37	8.05	0.18	1.09	3.76

Academia Sinica in Taipei (Taiwan) (September 2023)

	Cs133	Rb85	Ba137	Th232	U238	Nb93	Ta181	La139	Ce140	Pb208	Pr141	Sr88	Nd146	Sm147
KAL-MG_1b														
KAL-MG-1B-1	9.61	209.56	777.41	23.39	7.93	9.6	1.22	19.77	38.54	26.67	3.65	57.98	11.73	2.65
KAL-MG-1B-3	9.71	200.01	733.08	22.83	6.84	9.08	1.11	18.55	36.81	27.1	3.64	55.27	11.68	2.19
KAL-MG-1B-4	9.02	196.25	752.64	22.55	6.87	8.79	1.3	19.69	37.7	25.86	3.64	57.82	12.45	1.85
KAL-MG-1B-5	8.59	173.77	721.05	20.05	5.9	8.15	1.23	19.24	34.71	21.98	3.35	62.97	10.47	2.14
KAL-MG-1B-6	9.81	207.13	787.79	22.81	7.44	10.24	1.33	20.91	39.41	29.16	3.76	60.24	11.61	2.39
KAL-MG_1c														
KAL_MG-1C-1	9.45	198.47	801.95	24.99	7.82	9.68	1.45	22.29	40.57	28.8	3.99	63.37	13.18	2.66
KAL_MG-1C-2	9.2	189.18	757.12	24.15	7.2	9.29	1.26	20.37	37.87	25.55	3.71	60.49	12.33	2.29
KAL_MG-1C-4	8.95	188.9	761.77	24.28	6.97	9.19	1.32	21.08	37.9	26.4	3.73	61.74	12.29	2.27
KAL_MG-1C-5	10.2	212.72	586.43	27.73	8.22	11.34	1.78	21.04	37.4	28.22	3.98	50.46	13.34	2.83
KAL_MG-1C-6	4.57	75.71	224.51	17.02	3.06	7.16	1.12	16.53	26.44	13.79	2.37	29.68	9.12	3.31
KAL-MG_1d														
KAL_MG-1d-1	6.77	166.12	961.62	19.38	4.16	9.58	0.87	39.29	67.38	22.02	6.3	104.4	20.02	3.9
KAL_MG-1d-4	8.91	181.43	719.4	23.48	6.85	9.41	1.51	20.5	39.35	25.61	3.63	60.69	11.16	2.4
KAL_MG-1d-5	6.82	171.9	876.54	20.4	4.26	10.11	0.9	41.8	64.29	20.73	6.55	95.84	19.82	2.8
KAL_MG-1d-6	9.54	194.86	741.75	22.34	7.08	10.26	1.42	20.84	37.43	27.96	4.19	62.54	11.75	2.85
KAL_MG-1d-8	8.69	192.36	713.5	21.21	6.84	8.96	1.14	18.63	37.23	25.15	3.31	54	11.13	1.8
KAL-MG_1e_1														
KAL-MG-1E-1-1	8.32	181.69	777.62	23.76	6.47	9.54	1.18	20.87	37.86	25.56	3.82	61.45	12.94	2.61
KAL-MG-1E-1-2	7.54	160.23	687.74	19.45	5.93	8.26	1.21	17.64	31.1	21.45	3.09	52.66	10.11	2.39
KAL-MG-1E-1-3	9.85	215.66	775.32	22.95	7.59	9.59	1.45	19.62	39.53	27.38	3.43	57.38	11.78	2.34
KAL-MG-1E-1-4	8.93	183.55	724.32	21.9	7.32	8.93	1.18	18.13	35.43	26.23	3.44	55.37	11.2	1.87
KAL-MG-1E-1-5	8.35	180.66	702.04	21.75	6.17	9.05	1.29	20.3	35.42	25.66	3.74	59.61	11.8	2.42
KAL-MG_1e_2														
KAL_MG-1e-2-1	10.6	224.9	832.1	25.42	8.39	10.4	1.61	21.64	41.54	30.47	4.23	63.39	13.55	2.6
KAL_MG-1e-2-2	6.47	142.82	560.82	13.29	4.75	9.67	0.96	17.88	31.28	22.24	2.91	55.27	9.81	1.61
KAL_MG-1e-2-3	9.47	195.1	767.17	23.51	7.5	10.19	1.32	19.98	37.76	27.31	3.65	57.59	11.71	2.21
KAL_MG-1e-2-4	8.76	177.79	655.47	22.6	6.5	9.59	1.28	20.4	36.74	25.31	3.82	55.41	13.04	2.96
KAL_MG-1e-2-5	9.95	200.67	811.66	24.54	7.49	10.09	1.43	20.85	38.64	29.06	3.82	61.49	11.88	2.69
KAL-MG_1f														
KAL_MG-1f-1	8.01	158.88	684.46	20.57	5.74	8.37	1	20.16	34.45	21.37	3.39	57.78	12.14	2.43
KAL_MG-1f-2	8.97	183.71	800.22	24.21	6.71	9.29	1.28	20.66	37.87	25.03	3.63	58.66	12.34	2.45
KAL_MG-1f-3	9.01	195.22	813.79	25.69	7.12	9.98	1.38	22.65	39.99	26.76	4.02	64.93	14.32	2.58
KAL_MG-1f-4	8.23	177.7	752.62	22.86	6.49	8.6	1.06	21.02	38.63	23.48	3.7	63.42	12.53	2.83
KAL_MG-1f-5	8.92	185.04	780.42	24.4	6.76	9.26	1.34	20.96	36.93	24.09	3.71	60.45	13.04	2.21
KAL-MG_2a														
KAL-MG-2A-1	8.42	189.82	857.12	21.98	7.2	9.8	1.33	23.11	45.15	37.86	4.78	76.95	16.62	3.88
KAL-MG-2A-2	11.3	245.51	763.51	22.62	9.46	12.11	1.48	22.34	49.45	44.85	4.83	69.73	17.5	3.8
KAL-MG-2A-3	8.35	203.72	893.2	20.05	6.99	11.12	1.11	25.94	56.06	38.83	5.69	89.33	19.82	3.87
KAL-MG-2A-4	8.11	216.64	897.43	21.93	7.2	11.06	1.19	27.78	55.68	37.15	5.63	90.47	19.03	3.95
KAL-MG-2A-5	7.86	199.83	965.99	22.97	7.39	11.49	1.45	31.05	60.62	38.48	5.99	99.94	20.59	4.36

Zr90	Hf178	Eu153	Gd157	Dy163	Y89	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Ca43	Sc45	Cr53	Co59	Tb159	Li7
KAL-MG_1b																
57.35	2.37	0.333	2.62	2.86	15.41	0.548	1.6	0.26	2.28	0.292	6075.0	4.09	<3.23	0.35	0.35	7.78
54.79	2.14	0.348	2.01	2.09	14.8	0.544	1.65	0.18	2.21	0.293	6075.0	3.5	<3.30	0.4	0.35	7.61
59.33	2.2	0.366	2.3	2.38	15.57	0.513	1.53	0.22	1.98	0.259	6289.4	3.82	<2.81	0.63	0.32	8.43
61.18	1.97	0.368	2.54	2.37	16.72	0.59	1.79	0.2	2.27	0.27	6360.8	2.92	4.52	0.41	0.45	5.29
64.85	2.28	0.447	2.78	2.69	16.58	0.508	1.99	0.3	2.02	0.361	6503.8	3.66	3.6	0.4	0.4	7.62
KAL-MG_1c																
63.49	2.55	0.41	1.9	2.35	17.73	0.611	1.71	0.28	2.13	0.395	6575.3	4.04	<2.70	0.35	0.43	6.22
60.76	2.57	0.346	2.39	2.46	16.77	0.651	1.64	0.27	1.94	0.298	6146.4	3.64	<2.97	<0.153	0.37	6.83
63	2.55	0.418	2.1	2.75	16.83	0.601	1.99	0.31	2.42	0.347	6718.2	3.97	<3.61	0.36	0.43	7.05
70.54	3.19	0.299	2.53	3.11	20.21	0.631	2	0.4	2.11	0.375	6289.4	4.73	2.66	0.42	0.5	5.7
27.85	0.56	0.28	1.85	1.53	7.83	0.31	0.94				<7551.76	<20.45	<97.06	<3.23	0.39	12.93
KAL-MG_1d																
90.24	2.7	0.428	3.29	2.89	15.94	0.508	1.46	0.22	2	0.349	9934.3	5.4	<3.42	1.58	0.36	8.23
61.29	2.88	0.286	2.01	2.46	17.11	0.669	1.58	0.28	1.9	0.301	6503.8	2.53	<2.77	0.52	0.26	6.51
79.77	2.44	0.527	2.86	1.96	15.46	0.346	1.32	0.2	1.39	0.309	8504.9	6.62	8.82	1.47	0.38	10.2
64.35	2.54	0.311	2.2	3.04	17.12	0.467	1.39	0.26	2.23	0.299	7432.9	4.44	14.5	0.92	0.36	11.1
53.22	2.33	0.294	2.2	2.46	15.2	0.555	1.4	0.18	1.89	0.296	6289.4	3.4	<2.75	0.25	0.35	7.87
KAL-MG_1e_1																
64.44	2.34	0.314	2.5	2.61	18.52	0.585	1.78	0.26	2.48	0.305	6360.8	3.68	<2.66	0.39	0.37	4.68
56.08	2.37	0.321	2.07	2.2	14.68	0.495	1.5	0.2	1.68	0.286	6217.9	4.35	3.38	0.84	0.37	7.24
59.74	2.44	0.276	2.43	2.71	16.33	0.564	1.67	0.31	2.36	0.37	5932.0	3.8	2.99	0.29	0.4	6.14
58.2	1.9	0.333	2.05	2.5	15.65	0.478	1.63	0.27	1.72	0.292	6146.4	2.98	<2.68	0.35	0.33	5.75
62.39	2.37	0.232	2.19	2.44	15.95	0.56	1.5	0.23	2.03	0.315	6503.8	4.27	<3.43	1.64	0.34	7.54
KAL-MG_1e_2																
65.32	2.67	0.328	2.89	3.44	20.66	0.746	2.09	0.37	2.78	0.413	6646.7	4.28	<3.96	0.27	0.52	5.72
71.12	2.68	0.245	1.58	1.7	10.36	0.372	1.18	0.18	1.01	0.228	6432.3	4.46	6.16	3.27	0.26	10.76
61.37	2.35	0.381	2.35	2.31	16.57	0.543	1.65	0.29	1.97	0.284	6146.4	4.13	<3.81	0.64	0.41	4.52
60.54	2.39	0.414	2.24	2.08	15.41	0.488	1.63	0.28	2	0.321	6146.4	4.05	2.94	1.14	0.32	6.69
61.35	2.45	0.356	2.21	2.38	17.01	0.584	1.52	0.25	1.89	0.251	6289.4	4.39	<3.56	0.3	0.42	7.59
KAL-MG_1f																
56	2.25	0.267	2.41	2.77	16.73	0.554	1.66	0.24	1.99	0.33	6646.7	4.19	4.6	0.55	0.36	6.59
63.29	2.46	0.341	2.53	2.44	17.9	0.499	1.55	0.3	2.15	0.332	6217.9	3.86	<2.40	0.35	0.35	6.64
68.78	2.77	0.376	2.85	2.82	18.9	0.615	1.81	0.33	2.41	0.412	6360.8	3.67	<2.99	0.26	0.4	7.6
62.01	2.45	0.332	2.28	2.36	15.96	0.603	1.55	0.24	1.97	0.319	6861.1	3.43	<2.47	0.2	0.32	7.23
65.16	2.86	0.319	2.45	2.72	17.4	0.579	1.75	0.32	2.19	0.367	6503.8	3.58	<2.98	0.32	0.41	7.64
KAL-MG_2a																
64.3	2.52	0.412	3.23	3.47	20.88	0.694	2.07	0.31	2.32	0.325	6289.4	4.49	<3.37	0.25	0.55	6.53
66.26	2.68	0.497	3.38	3.46	22.75	0.828	2.48	0.28	2.8	0.335	6003.5	4.73	<3.18	0.32	0.56	6.7
67.08	2.62	0.54	3.35	3.06	19.37	0.746	1.69	0.33	2.11	0.373	7432.9	3.91	<2.82	0.26	0.43	7.49
71.47	3.01	0.486	3.62	3.04	20.56	0.629	2.18	0.34	2.16	0.37	7290.0	4.19	<4.19	0.34	0.5	8.14
77.92	3.07	0.559	3.25	3.39	21.9	0.806	2.2	0.38	2.8	0.353	7504.4	4.28	<3.59	0.34	0.61	6.51

	Cs133	Rb85	Ba137	Th232	U238	Nb93	Ta181	La139	Ce140	Pb208	Pr141	Sr88	Nd146	Sm147
KAL-MG_2c														
KAL_MG-2c-1	5.47	149.75	983.36	18.45	4.7	9.74	0.94	39.84	73.95	24.7	7.25	108.8	23.53	4.13
KAL_MG-2c-2	8.64	194.43	937.25	20.81	7.07	11.06	1.06	29.14	58.86	37.5	5.83	92.77	20.64	3.98
KAL_MG-2c-3	6.14	169.57	1059.91	21.1	5.31	11.39	0.94	43	82.31	29.84	7.83	113.1	26.13	4.38
KAL_MG-2c-4	9.14	207.78	901.12	22.51	8.26	11.29	1.46	23.34	46.9	40.79	5.08	79.95	17.7	3.69
KAL_MG-2c-5	5.74	168.74	1009.51	20.3	4.94	10.64	1.04	38.52	70.91	29.1	6.99	109.4	24.63	4.34

Zr90	Hf178	Eu153	Gd157	Dy163	Y89	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Ca43	Sc45	Cr53	Co59	Tb159	Li7
KAL-MG_2c																
87.19	2.6	0.432	2.98	3.3	20.48	0.625	1.76	0.29	2	0.325	8290.5	4.05	<2.46	0.4	0.54	4.1
76.63	2.68	0.678	3.89	3.05	20.35	0.59	2.07	0.33	2.17	0.252	7361.4	5.19	24.4	0.71	0.52	5.7
87.92	3	0.66	3.41	3.17	19.8	0.731	1.94	0.3	2.52	0.365	8504.9	4.64	<3.07	0.54	0.45	7.66
67.06	2.72	0.525	3.28	3.17	21.52	0.661	2.2	0.33	2.43	0.369	6360.8	5.69	6.82	0.51	0.6	6.02
87.8	3.25	0.654	3.32	3.31	21.43	0.71	2.04	0.32	2.05	0.357	8004.7	4.22	<3.36	0.28	0.57	5.54

Prilog 3. Rezultati izotopnih mjerenja minerala cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

*Rezultati označeni s 15a, KNOL 3B, KNOL 11objavljeni su u članku Brlek i sur., 2023.

* Rezultati označeni s KAL-MG-2, GL-2 objavljeni su u članaku Brlek i sur., 2024b

15a, Hrvatsko zagorje		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
M3-15A	1	352.1535	3.5360	0.0620	0.0029	671.96	199.94	24.33	2.30	18.28	0.37	97	24.87
M3-15A	2	354.8836	2.4848	0.0542	0.0016	380.29	135.25	21.17	1.29	18.14	0.25	95	14.31
M3-15A	3	359.9230	2.8292	0.0470	0.0009	46.90	92.40	18.10	0.75	17.89	0.28	62	1.19
M3-15A	4	362.6983	3.4338	0.0479	0.0006	91.25	58.83	18.30	0.57	17.75	0.34	81	3.01
M3-15A	5	359.5475	2.7290	0.0463	0.0007	12.16	76.12	17.86	0.62	17.90	0.27	-47	-0.24
M3-15A	6	15.9637	0.2237	0.0868	0.0026	1354.76	114.92	567.76	28.64	391.67	10.65	71	31.01
M3-15A	7	355.8783	2.3414	0.0478	0.0012	86.52	114.91	18.61	0.93	18.09	0.24	79	2.80
M3-15A	8	333.0036	5.0058	0.1870	0.0045	2715.56	79.87	75.71	4.16	19.33	0.58	99	74.47
M3-15A	9	355.3960	2.9681	0.0567	0.0021	477.39	165.50	22.07	1.67	18.11	0.30	96	17.92
M3-15A	10	362.6426	3.0347	0.0474	0.0009	69.91	92.68	18.14	0.76	17.75	0.30	75	2.14
M3-15A	11	362.2836	2.0260	0.0502	0.0012	201.38	106.92	19.19	0.90	17.77	0.20	91	7.42
M3-15A	12	364.2988	2.0688	0.0498	0.0007	184.75	62.78	18.95	0.55	17.67	0.20	90	6.76
M3-15A	13	353.1494	2.5252	0.0501	0.0021	197.98	194.94	19.66	1.66	18.23	0.26	91	7.26
M3-15A	14	358.3857	2.5141	0.0464	0.0017	15.84	178.60	17.95	1.35	17.96	0.25	-13	-0.09
M3-15A	15	356.0140	2.3582	0.0470	0.0010	49.51	105.15	18.32	0.83	18.08	0.24	63	1.29
M3-15A	16	363.1023	1.9087	0.0454	0.0013	0.00	131.60	17.36	0.98	17.73	0.19	-11551670	-2.14
M3-15A	17	353.0756	2.5222	0.0640	0.0024	742.01	159.18	25.07	1.90	18.23	0.26	98	27.27
M3-15A	18	358.7385	3.7620	0.0575	0.0015	507.88	114.12	22.17	1.23	17.94	0.38	96	19.05
M3-15A	19	361.6656	3.4890	0.0480	0.0011	96.30	110.99	18.39	0.92	17.80	0.34	82	3.21
M3-15A	20	360.5462	2.0643	0.0464	0.0008	19.77	84.82	17.87	0.66	17.85	0.20	10	0.08
M3-15A	21	358.2958	1.8999	0.0456	0.0012	0.00	124.89	17.64	0.94	17.97	0.19	-11706422	-1.87

KNOL 3B, Kalnik		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
KNOL 3B	1	350.6311	2.5818	0.0680	0.0017	867.62	103.76	26.78	1.38	18.36	0.27	0.0680	0.0017
KNOL 3B	2	362.0565	2.6217	0.0476	0.0008	78.37	74.97	18.23	0.63	17.78	0.26	0.0476	0.0008
KNOL 3B	3	352.4850	2.7334	0.0558	0.0010	443.42	79.83	21.91	0.85	18.26	0.28	0.0558	0.0010
KNOL 3B	4	177.9359	4.7492	0.4070	0.0110	3934.47	81.57	278.23	18.49	36.13	1.92	0.4070	0.0110
KNOL 3B	5	363.2401	2.7048	0.0484	0.0007	117.81	63.47	18.48	0.56	17.72	0.26	0.0484	0.0007
KNOL 3B	6	348.9184	2.4958	0.0751	0.0015	1070.28	80.43	29.68	1.24	18.45	0.26	0.0751	0.0015
KNOL 3B	7	357.2705	2.6167	0.0464	0.0003	17.37	35.47	18.01	0.37	18.02	0.26	0.0464	0.0003
KNOL 3B	8	362.3188	2.5599	0.0464	0.0006	17.37	57.11	17.76	0.49	17.77	0.25	0.0464	0.0006
KNOL 3B	9	362.3188	2.7568	0.0464	0.0006	17.37	62.28	17.76	0.53	17.77	0.27	0.0464	0.0006
KNOL 3B	10	354.4842	2.5760	0.0464	0.0005	18.41	47.80	18.16	0.44	18.16	0.26	0.0464	0.0005
KNOL 3B	14a	356.7606	4.9638	0.0484	0.0027	117.81	258.21	18.81	2.11	18.04	0.50	0.0484	0.0027
KNOL 3B	14b	18.6289	0.1353	0.0585	0.0004	549.05	32.78	365.36	6.40	337.08	4.79	0.0585	0.0004
KNOL 3B	15	339.2130	3.1643	0.0948	0.0048	1523.26	190.95	38.37	3.88	18.98	0.35	0.0948	0.0048
KNOL 3B	18	360.2305	2.4656	0.0471	0.0006	54.24	55.86	18.14	0.49	17.87	0.25	0.0471	0.0006
KNOL 3B	20	361.9254	2.6853	0.0468	0.0007	37.96	71.72	17.94	0.59	17.79	0.26	0.0468	0.0007
KNOL 3B	21	361.9254	2.9473	0.0446	0.0012	0.00	121.35	17.10	0.92	17.79	0.29	0.0446	0.0012
KNOL 3B	22	355.9606	2.3441	0.0511	0.0004	243.86	33.66	19.89	0.39	18.08	0.24	0.0511	0.0004
KNOL 3B	23	350.6311	2.3974	0.0476	0.0005	75.87	46.17	18.80	0.44	18.36	0.25	0.0476	0.0005
KNOL 3B	24	360.2305	2.4656	0.0497	0.0005	179.47	47.11	19.12	0.46	17.87	0.25	0.0497	0.0005
KNOL 3B	25	362.1876	3.0171	0.0511	0.0016	244.31	139.82	19.55	1.22	17.77	0.30	0.0511	0.0016
KNOL 3B	28	355.9986	2.5981	0.0454	0.0007	0.00	64.05	17.69	0.56	18.08	0.26	0.0454	0.0007
KNOL 3B	29	9.8814	0.1758	0.8321	0.0055	4977.06	21.19	2573.11	35.65	621.44	21.08	0.8321	0.0055

KNOL 3B, Kalnik		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
KNOL 3B	30	348.1894	2.6672	0.0627	0.0020	697.11	136.00	24.89	1.61	18.49	0.28	0.0627	0.0020
KNOL 3B	31	362.9764	3.3597	0.0434	0.0013	0.00	135.68	16.60	1.00	17.74	0.33	0.0434	0.0013
KNOL 3B	32	354.8616	2.5185	0.0541	0.0010	374.20	79.17	21.11	0.79	18.14	0.26	0.0541	0.0010
KNOL 3B	33	357.0154	2.5492	0.0480	0.0004	95.74	39.24	18.62	0.40	18.03	0.26	0.0480	0.0004
KNOL 3B	34	361.4022	2.8081	0.0480	0.0009	98.20	88.84	18.42	0.74	17.81	0.28	0.0480	0.0009
KNOL 3B	35	357.9098	2.8182	0.0485	0.0007	122.67	63.29	18.79	0.58	17.99	0.28	0.0485	0.0007
KNOL 3B	36	358.5515	2.5069	0.0461	0.0008	1.77	83.74	17.83	0.66	17.95	0.25	0.0461	0.0008
KNOL 3B	37	357.7818	2.5602	0.0480	0.0006	98.20	59.31	18.60	0.53	17.99	0.26	0.0480	0.0006
KNOL 3B	38	362.3188	2.4942	0.0470	0.0005	49.17	50.97	18.00	0.45	17.77	0.25	0.0470	0.0005
KNOL 3B	40	239.5783	2.7838	0.3275	0.0049	3604.73	46.13	175.26	6.06	26.85	0.62	0.3275	0.0049
KNOL 3B	41	360.7504	2.4076	0.0562	0.0007	459.28	51.50	21.57	0.57	17.84	0.24	0.0562	0.0007
KNOL 3B	42	144.7178	5.0264	0.5340	0.0110	4337.26	61.06	417.47	27.65	44.39	3.07	0.5340	0.0110
KNOL 3B	45	339.6739	4.0959	0.0860	0.0055	1337.31	247.33	34.83	4.46	18.95	0.46	0.0860	0.0055
KNOL 3B	46	247.5248	5.5142	0.2390	0.0125	3112.61	166.73	126.85	13.56	25.99	1.16	0.2390	0.0125
KNOL 3B	47	360.6203	2.6009	0.0467	0.0006	32.84	61.70	17.96	0.53	17.85	0.26	0.0467	0.0006
KNOL 3B	48	355.7453	2.5944	0.0582	0.0013	536.31	97.88	22.64	1.05	18.10	0.26	0.0582	0.0013
KNOL 3B	49	362.9764	2.7668	0.0481	0.0007	103.13	64.04	18.38	0.57	17.74	0.27	0.0481	0.0007
KNOL 3B	50	359.1954	3.0965	0.0464	0.0007	17.37	72.61	17.92	0.62	17.92	0.31	0.0464	0.0007
KNOL 3B	51	355.1136	2.7113	0.0498	0.0012	184.62	107.64	19.44	0.94	18.13	0.28	0.0498	0.0012
KNOL 3B	2	353.7319	2.6277	0.0847	0.0028	1307.81	128.45	32.97	2.20	18.20	0.27	0.0847	0.0028
KNOL 3B	3	327.1181	5.1363	0.1460	0.0090	2298.82	211.96	60.61	7.49	19.68	0.62	0.1460	0.0090
KNOL 3B	3 Rim	339.2130	5.0629	0.0662	0.0024	811.77	151.72	26.95	2.09	18.98	0.57	0.0662	0.0024
KNOL 3B	14	361.9254	1.7029	0.0531	0.0009	332.05	72.73	20.33	0.67	17.79	0.17	0.0531	0.0009
KNOL 3B	15	347.9471	2.0581	0.0969	0.0017	1564.44	66.01	38.24	1.39	18.50	0.22	0.0969	0.0017
KNOL 3B	16	362.1876	1.9021	0.0475	0.0008	73.37	75.20	18.19	0.60	17.77	0.19	0.0475	0.0008
KNOL 3B	18	361.2717	1.7620	0.0462	0.0006	6.99	57.47	17.74	0.45	17.82	0.17	0.0462	0.0006
KNOL 3B	19	363.1082	1.9118	0.0453	0.0008	0.00	77.53	17.31	0.63	17.73	0.19	0.0453	0.0008
KNOL 3B	20	362.7131	1.9076	0.0465	0.0006	22.54	62.09	17.78	0.49	17.75	0.19	0.0465	0.0006
KNOL 3B	21	353.3569	2.6221	0.0502	0.0006	203.22	51.04	19.69	0.52	18.22	0.27	0.0502	0.0006
KNOL 3B	22	357.2705	2.1061	0.0514	0.0009	257.78	76.13	19.94	0.69	18.02	0.21	0.0514	0.0009
KNOL 3B	23	353.1073	2.4937	0.0459	0.0006	0.00	59.90	18.03	0.53	18.23	0.26	0.0459	0.0006
KNOL 3B	25 Rim	357.7818	5.1843	0.0546	0.0015	394.87	123.30	21.13	1.30	17.99	0.52	0.0546	0.0015
KNOL 3B	26	355.2398	2.5239	0.0475	0.0007	73.37	65.20	18.54	0.57	18.12	0.26	0.0475	0.0007
KNOL 3B	28	343.6426	1.9485	0.0455	0.0007	0.00	75.71	18.36	0.60	18.73	0.21	0.0455	0.0007
KNOL 3B	29	347.3428	2.4129	0.0546	0.0016	394.87	127.41	21.76	1.26	18.53	0.26	0.0546	0.0016
KNOL 3B	30	363.3721	2.4427	0.0492	0.0013	156.32	119.03	18.77	0.98	17.72	0.24	0.0492	0.0013
KNOL 3B	30 Rim	322.0612	5.1862	0.1021	0.0038	1661.81	137.91	43.42	3.45	19.99	0.64	0.1021	0.0038
KNOL 3B	31	355.9986	2.1545	0.0516	0.0011	266.69	97.92	20.08	0.88	18.08	0.22	0.0516	0.0011
KNOL 3B	32	355.1136	2.7113	0.0510	0.0015	239.79	135.69	19.90	1.20	18.13	0.28	0.0510	0.0015
KNOL 3B	32 Rim	356.3792	5.4613	0.0489	0.0014	141.98	134.47	19.02	1.22	18.06	0.55	0.0489	0.0014
KNOL 3B	33	344.4712	1.8986	0.0492	0.0010	156.32	90.51	19.79	0.79	18.69	0.21	0.0492	0.0010
KNOL 3B	35	353.8570	2.3791	0.0480	0.0007	98.20	69.15	18.81	0.60	18.19	0.25	0.0480	0.0007
KNOL 3B	36	348.6750	2.0060	0.0466	0.0008	27.70	77.30	18.53	0.63	18.46	0.21	0.0466	0.0008
KNOL 3B	37	361.2717	1.8925	0.0472	0.0005	57.28	50.22	18.11	0.42	17.82	0.19	0.0472	0.0005

KNOL 11, Kalnik		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
KNOL 11	1	358.9375	2.7056	0.0494	0.0008	165.81	75.81	19.08	0.68	17.93	0.27	0.0494	0.0008
KNOL 11	2	350.7541	2.8297	0.0455	0.0006	0.00	64.94	17.99	0.55	18.35	0.30	0.0455	0.0006
KNOL 11	3	360.1008	2.6583	0.0469	0.0006	42.55	56.26	18.06	0.50	17.88	0.26	0.0469	0.0006
KNOL 11	4	365.2301	2.6679	0.0601	0.0004	604.40	30.62	22.75	0.46	17.63	0.26	0.0601	0.0004
KNOL 11	5	358.6801	2.6374	0.0464	0.0005	17.89	51.42	17.95	0.46	17.95	0.26	0.0464	0.0005
KNOL 11	6	9.6386	0.0743	0.0622	0.0004	680.03	26.19	646.03	9.40	636.35	9.37	0.0622	0.0004
KNOL 11	7	364.9635	2.8638	0.0494	0.0007	165.81	66.37	18.77	0.60	17.64	0.28	0.0494	0.0007
KNOL 11	8	358.2945	2.8242	0.0471	0.0009	53.23	86.24	18.23	0.71	17.97	0.28	0.0471	0.0009
KNOL 11	9	360.3604	2.5972	0.0471	0.0005	54.75	48.28	18.14	0.45	17.86	0.26	0.0471	0.0005
KNOL 11	10	354.4842	2.8273	0.0475	0.0010	73.37	95.19	18.58	0.79	18.16	0.29	0.0475	0.0010
KNOL 11	11	314.6633	2.5248	0.1176	0.0030	1919.26	91.68	51.00	2.66	20.45	0.33	0.1176	0.0030
KNOL 11	12a	314.6633	3.1684	0.0875	0.0028	1370.66	121.07	38.19	2.47	20.45	0.41	0.0875	0.0028
KNOL 11	12b	167.2241	1.9575	0.4390	0.0090	4047.69	61.72	313.56	12.74	38.43	0.90	0.4390	0.0090
KNOL 11	13	358.5515	2.7640	0.0486	0.0009	127.52	87.27	18.79	0.75	17.95	0.28	0.0486	0.0009
KNOL 11	14	356.8879	2.9295	0.0499	0.0008	189.29	74.73	19.38	0.69	18.04	0.30	0.0499	0.0008
KNOL 11	15	351.9887	2.4160	0.0470	0.0003	48.15	32.80	18.52	0.36	18.29	0.25	0.0470	0.0003
KNOL 11	16	327.4394	3.0021	0.1275	0.0048	2062.99	131.54	53.08	3.97	19.66	0.36	0.1275	0.0048
KNOL 11	17	23.6295	0.1815	0.0516	0.0003	268.03	28.77	267.28	4.65	267.20	4.03	0.0516	0.0003
KNOL 11	18a	355.6188	3.4778	0.0482	0.0019	108.04	186.26	18.79	1.51	18.10	0.35	0.0482	0.0019
KNOL 11	18b	130.2083	1.4411	0.0533	0.0023	340.57	191.21	55.73	4.73	49.32	1.09	0.0533	0.0023
KNOL 11	19	352.6093	2.5488	0.0561	0.0013	455.33	102.95	22.02	1.06	18.26	0.26	0.0561	0.0013
KNOL 11	20	360.4903	2.6640	0.0480	0.0007	98.20	69.15	18.46	0.60	17.86	0.26	0.0480	0.0007
KNOL 11	21	345.1847	2.7405	0.0847	0.0030	1307.81	137.61	33.77	2.41	18.65	0.30	0.0847	0.0030
KNOL 11	22	328.5151	2.8060	0.0813	0.0029	1227.82	137.76	34.05	2.42	19.59	0.33	0.0813	0.0029
KNOL 11	23	344.3526	2.4902	0.0695	0.0015	912.69	88.98	27.86	1.25	18.69	0.27	0.0695	0.0015
KNOL 11	24	357.9098	2.6260	0.0457	0.0006	0.00	53.67	17.71	0.50	17.99	0.26	0.0457	0.0006
KNOL 11	25	265.0411	2.7747	0.2280	0.0044	3037.34	61.57	113.76	4.69	24.28	0.51	0.2280	0.0044
KNOL 11	26	32.0513	0.7191	0.0515	0.0003	260.90	31.10	203.01	8.62	198.05	8.75	0.0515	0.0003
KNOL 11	27	355.9986	2.5981	0.0485	0.0006	120.73	53.66	18.87	0.51	18.08	0.26	0.0485	0.0006
KNOL 11	28	339.5586	2.4790	0.0505	0.0008	217.03	73.48	20.60	0.71	18.96	0.28	0.0505	0.0008
KNOL 11	29	360.3604	2.4673	0.0464	0.0004	15.82	42.19	17.85	0.39	17.86	0.25	0.0464	0.0004
KNOL 11	30a	345.1847	2.8597	0.0660	0.0026	805.43	165.01	26.41	2.10	18.65	0.31	0.0660	0.0026
KNOL 11	30b	241.2545	2.2990	0.2686	0.0029	3297.16	34.71	144.94	3.90	26.67	0.51	0.2686	0.0029
KNOL 11	31	7.5878	0.0518	0.0758	0.0005	1089.16	25.61	879.13	10.97	798.07	10.29	0.0758	0.0005
KNOL 11	32	358.0380	2.4997	0.0466	0.0006	28.73	56.73	18.06	0.49	17.98	0.25	0.0466	0.0006
KNOL 11	33	345.3039	2.9213	0.0503	0.0017	207.84	152.20	20.18	1.35	18.64	0.32	0.0503	0.0017
KNOL 11	34	313.1851	2.9916	0.0677	0.0011	858.45	67.63	29.81	1.11	20.55	0.39	0.0677	0.0011
KNOL 11	35a	351.2469	4.3798	0.0482	0.0024	108.04	235.26	19.02	1.93	18.33	0.46	0.0482	0.0024
KNOL 11	35b	15.4321	0.2024	0.0617	0.0004	661.37	26.83	445.43	10.47	404.75	10.30	0.0617	0.0004
KNOL 11	36	354.9876	2.8354	0.0477	0.0007	83.35	69.78	18.63	0.62	18.13	0.29	0.0477	0.0007
KNOL 11	37	349.5281	2.4434	0.0469	0.0004	43.06	44.05	18.61	0.43	18.42	0.26	0.0469	0.0004
KNOL 11	3	360.8805	5.6001	0.0487	0.0018	132.36	169.04	18.71	1.45	17.84	0.55	0.0487	0.0018
KNOL 11	4a	358.5515	6.0423	0.0527	0.0012	314.88	99.37	20.36	1.11	17.95	0.60	0.0527	0.0012
KNOL 11	4b	186.5672	4.0028	0.4050	0.0065	3927.07	48.93	265.76	12.54	34.46	1.48	0.4050	0.0065

KNOL 11, Kalnik		$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
KNOL 11	4 Rim	321.1304	5.6719	0.1200	0.0060	1955.41	178.66	50.99	5.27	20.04	0.71	0.1200	0.0060
KNOL 11	5	9.7752	0.1481	0.0621	0.0001	675.22	10.12	638.26	14.52	627.87	18.14	0.0621	0.0001
KNOL 11	6	353.6068	5.4391	0.0493	0.0011	161.07	99.72	19.33	1.01	18.20	0.56	0.0493	0.0011
KNOL 11	7	367.3769	5.8035	0.0477	0.0007	83.35	64.81	18.01	0.75	17.52	0.55	0.0477	0.0007
KNOL 11	8	359.4536	5.4267	0.0484	0.0009	117.81	82.92	18.67	0.86	17.91	0.54	0.0484	0.0009
KNOL 11	10	365.8983	6.5602	0.0474	0.0009	68.36	90.46	17.97	0.93	17.59	0.63	0.0474	0.0009
KNOL 11	11	362.8447	5.7270	0.0498	0.0008	184.62	70.28	19.03	0.82	17.74	0.56	0.0498	0.0008
KNOL 11	12	358.1662	5.7727	0.0519	0.0022	279.98	189.69	20.08	1.77	17.97	0.58	0.0519	0.0022
KNOL 11	13	367.5119	5.6052	0.0474	0.0007	68.36	65.40	17.89	0.73	17.52	0.53	0.0474	0.0007
KNOL 11	14	357.2705	5.4886	0.0604	0.0017	616.96	121.62	23.39	1.48	18.02	0.55	0.0604	0.0017
KNOL 11	15	355.1136	5.3595	0.0481	0.0010	103.13	98.39	18.78	0.96	18.13	0.55	0.0481	0.0010
KNOL 11	16	368.4598	5.4305	0.0478	0.0010	88.32	99.28	17.99	0.91	17.47	0.51	0.0478	0.0010
KNOL 11	17	17.1380	0.2497	0.0569	0.0002	486.28	13.23	382.51	9.47	365.58	10.36	0.0569	0.0002
KNOL 11	17 Rim	362.9764	5.9947	0.0482	0.0019	108.04	181.36	18.41	1.53	17.74	0.59	0.0482	0.0019
KNOL 11	21	13.6799	0.2714	0.0748	0.0005	1061.15	25.53	570.06	18.15	454.81	17.43	0.0748	0.0005
KNOL 11	21 Rim	364.0335	5.7646	0.0469	0.0018	43.06	178.47	17.87	1.44	17.68	0.56	0.0469	0.0018
KNOL 11	22	345.4231	5.2500	0.0466	0.0009	27.70	92.72	18.71	0.91	18.64	0.57	0.0466	0.0009
KNOL 11	23	340.3676	4.9816	0.0463	0.0012	12.19	119.54	18.86	1.08	18.91	0.55	0.0463	0.0012
KNOL 11	24a	240.9058	4.0625	0.2910	0.0040	3422.26	43.42	156.36	6.31	26.70	0.90	0.2910	0.0040
KNOL 11	24b	348.6750	5.8964	0.0920	0.0048	1466.53	196.19	36.27	3.87	18.46	0.62	0.0920	0.0048
KNOL 11	25	23.9636	0.3446	0.0519	0.0002	281.74	20.74	265.40	7.04	263.55	7.43	0.0519	0.0002
KNOL 11	25 Rim	354.2331	5.4584	0.0500	0.0010	193.95	93.10	19.56	0.98	18.17	0.56	0.0500	0.0010
KNOL 11	26	352.4850	5.4668	0.0630	0.0020	707.27	131.75	24.71	1.69	18.26	0.57	0.0630	0.0020
KNOL 11	27	353.8570	5.1964	0.0548	0.0008	403.07	65.54	21.44	0.88	18.19	0.53	0.0548	0.0008
KNOL 11	28	361.4022	7.8367	0.0417	0.0016	0.00	165.14	16.02	1.37	17.81	0.77	0.0417	0.0016
KNOL 11	29	360.8805	5.6001	0.0581	0.0010	532.55	75.52	22.28	1.02	17.84	0.55	0.0581	0.0010
KNOL 11	30	353.6068	5.1891	0.0512	0.0008	248.81	72.06	20.06	0.85	18.20	0.53	0.0512	0.0008
KNOL 11	31	362.5816	5.5215	0.0468	0.0010	37.96	97.25	17.90	0.90	17.75	0.54	0.0468	0.0010
KNOL 11	32	361.1412	5.4126	0.0474	0.0008	68.36	80.44	18.20	0.81	17.83	0.53	0.0474	0.0008
KNOL 11	33	346.1405	5.0322	0.0470	0.0004	47.14	37.87	18.82	0.62	18.60	0.54	0.0470	0.0004
KNOL 11	34	348.3107	5.2168	0.0461	0.0008	1.77	78.52	18.35	0.80	18.48	0.55	0.0461	0.0008
KNOL 11	35	357.5259	5.3047	0.0456	0.0008	0.00	76.72	17.69	0.78	18.01	0.53	0.0456	0.0008
KNOL 11	36	348.4321	5.1597	0.0583	0.0014	540.07	101.39	23.15	1.26	18.47	0.55	0.0583	0.0014
KNOL 11	37	345.3039	5.9617	0.0404	0.0015	0.00	169.05	16.24	1.32	18.64	0.64	0.0404	0.0015
KNOL 11	39	364.2987	5.3085	0.0462	0.0008	6.99	78.27	17.59	0.76	17.67	0.51	0.0462	0.0008
KNOL 11	40	360.4903	5.1981	0.0596	0.0011	588.11	76.58	22.88	1.03	17.86	0.51	0.0596	0.0011
KNOL 11	41	360.8805	5.6001	0.0432	0.0015	0.00	161.29	16.61	1.22	17.84	0.55	0.0432	0.0015
KNOL 11	42	356.7606	5.0911	0.0493	0.0006	161.07	57.10	19.16	0.71	18.04	0.51	0.0493	0.0006
KNOL 11	43	365.8983	5.2214	0.0458	0.0007	0.00	69.40	17.37	0.72	17.59	0.50	0.0458	0.0007
KNOL 11	44	359.0664	5.1571	0.0476	0.0006	78.37	60.03	18.38	0.70	17.93	0.51	0.0476	0.0006
KNOL 11	45	365.3635	5.4731	0.0482	0.0008	108.04	78.52	18.30	0.81	17.62	0.53	0.0482	0.0008
KNOL 11	46	353.8570	5.6347	0.0465	0.0009	22.54	93.01	18.22	0.91	18.19	0.53	0.0465	0.0009
KNOL 11	47	359.9712	5.1184	0.0477	0.0006	83.35	59.85	18.38	0.69	17.88	0.53	0.0477	0.0006

KAL-MG-2, Kalnik	$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
KAL-MG-2_1	376.9215	11.3914	0.0469	0.0025	43.06	244.70	17.26	1.95	17.08	0.84	-152	0.9
KAL-MG-2_10	364.7853	10.0148	0.0447	0.0021	0.00	212.33	17.00	1.71	17.65	0.75	100	-3
KAL-MG-2_11	362.7326	9.2014	0.0467	0.0034	32.84	348.81	17.86	2.66	17.75	0.66	-85	0.5
KAL-MG-2_12	381.7357	10.3677	0.0436	0.0031	0.00	315.90	15.86	2.30	16.87	0.70	100	-5
KAL-MG-2_13	375.2973	9.3678	0.0427	0.0027	0.00	279.65	15.80	2.06	17.15	0.62	100	-7
KAL-MG-2_14	376.4406	8.8483	0.0436	0.0022	0.00	227.86	16.08	1.69	17.10	0.54	100	-5
KAL-MG-2_15	373.3788	12.2401	0.0473	0.0037	63.33	367.59	17.57	2.86	17.24	0.96	-267	2
KAL-MG-2_16	378.9418	10.2885	0.0714	0.0054	967.97	308.69	26.03	4.03	16.99	0.71	-5598	40
KAL-MG-2_17	373.7813	9.5552	0.0463	0.0032	12.19	332.42	17.19	2.44	17.22	0.65	29	-0.2
KAL-MG-2_18	380.5607	12.9314	0.0462	0.0031	6.99	317.84	16.85	2.41	16.92	0.99	59	-0.3
KAL-MG-2_19	376.0643	9.5699	0.0523	0.0035	297.52	301.02	19.28	2.62	17.12	0.64	-1638	10
KAL-MG-2_2	380.7544	11.7127	0.0461	0.0027	1.77	282.26	16.80	2.13	16.91	0.86	90	-0.5
KAL-MG-2_20	376.6301	9.7028	0.0591	0.0057	569.80	419.76	21.72	4.23	17.09	0.65	-3233	20
KAL-MG-2_21	370.9090	12.3126	0.0445	0.0035	0.00	357.33	16.65	2.73	17.36	0.98	100	-3
KAL-MG-2_22	397.7613	10.0254	0.0456	0.0032	0.00	331.44	15.92	2.29	16.19	0.59	100	-1
KAL-MG-2_23	394.8964	10.2951	0.0438	0.0034	0.00	352.15	15.40	2.45	16.30	0.63	100	-5
KAL-MG-2_24	363.1945	12.5470	0.0665	0.0075	821.21	474.16	25.30	5.87	17.72	1.06	-4533	30
KAL-MG-2_26	375.4809	10.1921	0.0489	0.0035	141.98	335.99	18.06	2.67	17.15	0.72	-728	4
KAL-MG-2_27	385.1357	9.5314	0.0443	0.0023	0.00	238.22	15.97	1.74	16.72	0.59	100	-4
KAL-MG-2_28	388.5357	11.4317	0.0434	0.0075	0.00	776.81	15.51	5.37	16.57	0.79	100	-5
KAL-MG-2_29	391.6414	14.1860	0.0684	0.0084	879.77	508.17	24.15	6.06	16.44	1.04	-5252	30
KAL-MG-2_3	383.6652	14.7644	0.0462	0.0032	6.99	333.47	16.71	2.56	16.78	1.15	58	-0.3
KAL-MG-2_30	383.4691	10.3468	0.0658	0.0032	799.08	203.83	23.73	2.48	16.79	0.69	-4660	30
KAL-MG-2_31	381.2788	10.9299	0.0426	0.0032	0.00	326.26	15.52	2.38	16.89	0.77	100	-7
KAL-MG-2_32	386.6435	10.5945	0.0467	0.0031	32.84	312.90	16.76	2.28	16.65	0.71	-97	0.6

KAL-MG-2, Kalnik	$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
KAL-MG-2_33	363.3006	8.6583	0.0442	0.0033	0.00	341.80	16.88	2.56	17.72	0.58	100	-4
KAL-MG-2_34	381.0258	10.8129	0.0497	0.0028	179.94	257.94	18.09	2.14	16.90	0.76	-965	6
KAL-MG-2_35	382.7679	10.0452	0.0444	0.0026	0.00	269.29	16.10	1.97	16.82	0.66	100	-4
KAL-MG-2_36	395.7199	12.6770	0.0574	0.0073	505.95	563.38	20.10	5.21	16.27	0.88	-3010	20
KAL-MG-2_37	386.6521	12.5103	0.0450	0.0062	0.00	647.34	16.16	4.54	16.65	0.91	100	-2
KAL-MG-2_38	389.7250	11.7985	0.0421	0.0045	0.00	460.91	15.01	3.23	16.52	0.82	100	-8
KAL-MG-2_39	381.5722	12.6353	0.0539	0.0046	365.86	384.74	19.58	3.49	16.87	0.95	-2068	10
KAL-MG-2_4	358.4547	10.8211	0.0494	0.0030	165.81	279.10	19.10	2.45	17.96	0.89	-823	5
KAL-MG-2_40	363.7306	10.6759	0.0473	0.0029	63.33	292.06	18.04	2.35	17.70	0.84	-258	2
KAL-MG-2_5	371.5062	9.7269	0.0468	0.0029	37.96	296.59	17.48	2.25	17.33	0.68	-119	0.7
KAL-MG-2_6	381.3764	9.4710	0.0500	0.0037	193.95	344.07	18.18	2.74	16.88	0.60	-1049	6
KAL-MG-2_7	376.0369	10.4101	0.0489	0.0032	141.98	307.19	18.04	2.46	17.12	0.74	-729	4
KAL-MG-2_8	390.4495	12.3213	0.0447	0.0069	0.00	709.49	15.90	4.90	16.49	0.87	100	-3
KAL-MG-2_9	383.9150	11.7514	0.0480	0.0032	98.20	315.51	17.35	2.45	16.77	0.85	-486	3

GL-2, Sinjski bazen	$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
GL-2_1	407.0632	14.3771	0.0495	0.0069	170.53	650.92	16.88	4.78	15.82	0.97	-978	5
GL-2_10	374.5926	9.1915	0.0514	0.0036	257.78	321.90	19.02	2.72	17.19	0.60	-1400	8
GL-2_11	408.8817	10.1709	0.0545	0.0032	390.76	259.43	18.48	2.22	15.75	0.56	-2382	10
GL-2_12	369.4579	10.0514	0.0463	0.0031	12.19	316.84	17.39	2.38	17.42	0.73	30	-0.2
GL-2_13	391.0693	11.1868	0.0498	0.0036	184.62	336.69	17.67	2.65	16.46	0.75	-1021	6
GL-2_14	389.1089	10.8252	0.0554	0.0036	427.40	285.78	19.73	2.64	16.55	0.72	-2483	10
GL-2_15	369.8228	11.4071	0.0544	0.0045	386.64	371.56	20.38	3.49	17.41	0.89	-2121	10
GL-2_16	368.4389	10.7202	0.0610	0.0048	638.27	331.51	22.91	3.65	17.47	0.82	-3553	20
GL-2_17	401.1225	10.6956	0.0578	0.0062	521.20	474.51	19.97	4.35	16.05	0.65	-3147	20
GL-2_18	390.3270	10.9079	0.0502	0.0036	203.22	328.25	17.84	2.62	16.49	0.72	-1132	6
GL-2_19	383.1773	12.3829	0.0502	0.0041	203.22	374.49	18.17	3.07	16.80	0.92	-1110	6
GL-2_2	410.7965	10.3638	0.0515	0.0023	262.24	205.09	17.39	1.67	15.67	0.57	-1573	9
GL-2_20	391.3743	10.8099	0.0739	0.0050	1037.83	270.50	26.09	3.62	16.45	0.71	-6209	40
GL-2_21	392.6119	11.9537	0.0466	0.0029	27.70	298.44	16.48	2.19	16.40	0.82	-69	0.4
GL-2_22	377.3289	10.2321	0.0463	0.0046	12.19	472.66	17.03	3.39	17.06	0.71	29	-0.2
GL-2_23	388.9192	13.7403	0.0443	0.0083	0.00	854.49	15.82	5.92	16.55	1.02	100	-4
GL-2_24	43.7526	1.3167	0.0546	0.0023	394.87	188.94	161.14	14.54	145.68	7.09	-171	9

GL-2, Sinjski bazen	$^{238}U/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$	abs 1SE	$^{207}Pb/^{206}Pb$ age	abs 2SE	$^{207}Pb/^{235}U$ age	abs 2SE	$^{206}Pb/^{238}U$ age	abs 2SE	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{206}Pb$)	% Dis ($^{206}Pb/^{238}U$)/($^{207}Pb/^{235}U$)
GL-2_25	386.0820	17.4725	0.0446	0.0076	0.00	787.17	16.04	5.58	16.68	1.39	100	-3
GL-2_26	371.4392	10.4782	0.0450	0.0022	0.00	222.69	16.81	1.76	17.33	0.77	100	-2
GL-2_27	386.6483	17.2881	0.0521	0.0112	288.77	978.13	18.68	8.07	16.65	1.37	-1634	10
GL-2_28	415.5560	11.4597	0.0477	0.0033	83.35	328.32	15.94	2.29	15.49	0.66	-438	2
GL-2_29	377.2088	14.6088	0.0487	0.0071	132.36	680.77	17.91	5.28	17.07	1.18	-675	4
GL-2_3	413.4763	13.7995	0.0475	0.0018	73.37	180.17	15.95	1.50	15.57	0.89	-371	2
GL-2_30	379.6510	9.9466	0.0442	0.0070	0.00	719.84	16.16	5.08	16.96	0.67	100	-4
GL-2_31	373.3989	8.7719	0.0480	0.0038	98.20	374.66	17.83	2.85	17.24	0.55	-470	3
GL-2_32	376.2204	9.1861	0.0549	0.0028	407.15	224.19	20.22	2.12	17.11	0.59	-2279	10
GL-2_33	384.2464	9.2329	0.0467	0.0020	32.84	200.05	16.87	1.50	16.75	0.56	-96	0.5
GL-2_34	370.9466	11.7621	0.0430	0.0046	0.00	471.26	16.09	3.48	17.35	0.92	100	-6
GL-2_35	342.1339	12.1690	0.1008	0.0132	1638.06	484.45	40.41	10.63	18.81	1.17	-8606	60
GL-2_36	395.4766	14.0722	0.0378	0.0059	0.00	611.09	13.29	4.20	16.28	1.01	100	-20
GL-2_37	387.0667	21.1857	0.0574	0.0114	505.95	873.81	20.54	8.35	16.63	1.72	-2942	20
GL-2_38	393.6664	11.7488	0.0467	0.0025	32.84	256.48	16.47	1.92	16.35	0.79	-101	0.6
GL-2_39	369.1727	26.0504	0.0295	0.0061	0.00	636.98	11.12	4.85	17.44	2.38	100	-40
GL-2_4	390.0785	9.9387	0.0464	0.0030	17.37	305.49	16.51	2.17	16.50	0.62	-5	0.03
GL-2_40	383.6480	11.2475	0.0472	0.0019	58.29	191.94	17.07	1.58	16.78	0.79	-247	1
GL-2_5	383.4279	10.8279	0.0486	0.0026	127.52	251.81	17.58	2.02	16.79	0.75	-659	4
GL-2_6	376.3484	19.1358	0.0593	0.0037	577.15	267.55	21.81	3.36	17.11	1.63	-3274	20
GL-2_7	396.1365	15.9252	0.0437	0.0090	0.00	932.17	15.32	6.36	16.25	1.18	100	-5
GL-2_9	367.4718	13.1973	0.1018	0.0126	1656.36	456.73	38.05	9.50	17.52	1.10	-9355	60

Prilog 4. Geokemijski sastav minerala cirkona vulkanoklastičnih naslaga donjeg miocena

		Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)
	KNOL-3B																		
1	3BM2-1C	0	4	735	185	0	791	0.0	1.6	0.0	0.1	1899.0	108.2	473118.0	19170.5	5.43	0.91	0.1	0.1
2	3BM2-1R	0	3	488	210	0	839	0.0	1.2	0.0	0.2	2169.5	89.8	500968.5	15950.2	7.42	1.05	0.0	0.0
3	3BM2-2C	9	5	691	285	0	1319	0.0	2.7	0.0	0.5	958.3	54.1	480812.2	24808.7	1.99	0.65	0.0	0.0
4	3BM2-2R	0	5	415	205	0	1238	0.0	2.3	0.0	0.3	1654.9	85.0	474691.3	23232.0	3.44	0.86	0.0	0.0
5	3BM2-3C	0	3	494	151	0	774	7.4	4.5	0.0	0.0	1142.4	63.1	498346.8	19377.4	3.29	0.76	0.0	0.0
6	3BM2-3R	6	4	570	177	0	889	6.7	2.8	0.0	0.3	2322.9	123.1	473561.6	25218.4	4.53	0.87	0.4	0.2
7	3BM2-4C	0	3	458	134	0	756	3.4	1.8	0.0	0.3	1821.9	79.1	492062.3	20558.4	1.98	0.55	0.0	0.0
8	3BM2-4R	0	3	477	180	0	859	5.0	1.6	0.0	0.3	1776.2	71.1	467691.9	15679.9	6.54	1.11	0.0	0.0
9	3BM2-5C	0	4	572	212	0	1044	4.8	1.9	0.0	0.4	1453.4	110.8	412635.8	25611.2	3.21	0.72	0.0	0.0
10	3BM2-5R	0	3	721	216	0	861	4.4	1.5	0.0	0.3	1218.1	70.9	413057.5	18072.3	7.19	1.33	0.0	0.0
11	3BM2-6C	11	5	0	218	0	896	9.5	2.7	0.0	0.3	336.3	18.3	453896.5	23091.0	0.91	0.35	0.0	0.0
12	3BM2-6R	0	3	0	194	0	1079	8.9	2.9	0.0	0.4	963.4	51.8	468698.2	18829.1	3.54	0.92	0.0	0.0
13	3BM2-7C	0	4	676	262	0	1384	2.3	1.9	0.0	0.4	1456.0	90.6	483762.6	22206.1	4.23	0.97	0.0	0.0
14	3BM2-8R	11	6	421	184	0	895	7.4	2.4	0.0	0.3	1610.1	73.2	461004.8	22449.3	2.17	0.57	0.0	0.1
15	3BM2-9R	0	3	912	202	0	638	0.0	1.4	0.0	0.4	2570.9	141.2	457269.6	18456.4	7.79	1.16	0.0	0.1
16	3BM2-10C	0	2	558	171	0	544	5.9	2.0	0.0	0.3	2407.4	169.5	453859.6	27179.4	3.65	0.78	0.0	0.0
17	3BM2-11C	0	2	316	114	0	809	0.0	1.4	0.0	0.2	1265.5	72.9	491444.5	32178.4	2.38	0.51	0.0	0.0
18	3BM2-11R	0	3	440	157	0	559	0.0	1.2	0.0	0.2	1208.2	146.5	493783.9	19764.5	2.86	0.70	0.0	0.0
19	3BM2-12C	0	3	405	157	0	788	6.8	2.3	0.0	0.3	1261.4	59.7	488231.2	18815.0	1.58	0.54	0.0	0.0
20	3BM2-12R	0	3	588	232	0	1417	0.0	1.6	0.0	0.3	2175.3	114.7	476887.4	24401.7	18.22	1.42	0.0	0.0
21	3BM2-13C	0	2	733	240	0	784	0.0	2.1	0.0	0.3	1400.6	100.1	429424.2	19220.8	2.37	0.53	0.0	0.0
22	3BM2-13R	0	4	678	262	0	921	4.9	2.8	0.8	0.5	1746.7	89.6	443092.5	22741.7	16.63	1.91	0.4	0.2
23	3BM2-14R	0	3	521	186	0	592	6.0	2.8	0.0	0.3	1496.8	84.5	479289.7	19419.3	7.18	1.40	0.0	0.0
24	3BM2-15C	0	3	442	206	0	473	7.0	2.6	0.0	0.3	1378.7	51.3	485496.3	22948.9	2.79	0.56	0.0	0.0
25	3BM2-15R	0	2	606	172	0	590	6.0	1.9	0.0	0.4	1784.9	92.2	458239.9	19242.7	9.26	1.20	0.0	0.0
26	3BM2-16C	0	4	423	177	0	1858	7.8	2.7	1.2	0.8	893.9	80.1	438741.8	20822.8	1.43	0.44	0.0	0.0
27	3BM2-16R	0	3	0	159	0	870	8.5	2.8	0.0	0.4	1229.6	80.7	426199.2	22928.0	5.45	1.11	0.0	0.0
28	3BM1-1C	0	3	0	216	0	1022	7.7	3.6	0.0	0.4	1649.8	107.5	430789.4	14466.2	1.56	0.44	0.0	0.0
29	3BM1-1R	0	2	0	231	0	976	8.8	2.6	0.8	0.5	1163.8	72.1	428841.7	19058.6	2.13	0.56	0.0	0.0
30	3BM1-2C	0	3	0	272	0	833	0.0	3.0	0.0	0.4	1696.5	68.3	429903.4	18071.5	3.31	0.87	0.0	0.0
31	3BM1-2R	0	2	0	272	0	833	0.0	2.2	0.0	0.4	1556.3	68.6	461866.6	18121.2	3.74	0.77	0.0	0.0
32	3BM1-3C	0	3	665	238	0	802	0.0	2.6	0.0	0.5	1635.0	59.8	426622.5	17439.8	8.76	1.12	0.0	0.0
33	3BM1-3R	0	4	0	214	0	945	0.0	2.9	0.0	0.7	1116.4	67.2	414877.6	23807.0	7.38	1.01	0.1	0.1
34	3BM1-4C	0	3	743	232	0	932	0.0	2.1	0.0	0.5	1245.3	61.4	440337.7	15444.6	3.00	0.57	0.0	0.1
35	3BM1-4R	0	3	0	275	0	1077	0.0	3.9	0.0	0.5	1509.6	66.3	460095.7	21809.8	9.06	1.28	0.0	0.0
36	3BM1-5C	0	2	362	151	0	869	4.1	1.7	0.0	0.4	896.4	78.5	413511.7	14934.2	1.71	0.51	0.0	0.0
37	3BM1-5R	9	4	453	161	0	866	5.3	2.6	0.0	0.3	1089.1	64.2	496360.3	18130.6	2.35	0.59	0.0	0.0
38	3BM1-6C	0	3	678	222	0	768	0.0	2.1	0.0	0.3	1152.0	63.8	453060.9	22520.4	2.39	0.43	0.0	0.0
39	3BM1-6R	0	2	577	216	0	742	0.0	2.1	0.0	0.4	1913.2	79.3	444538.0	19168.6	4.17	0.92	0.0	0.0
40	3BM1-7C	0	2	0	208	0	871	8.1	3.0	0.0	0.5	595.2	33.7	460784.6	17116.6	1.00	0.36	0.0	0.0
41	3BM1-7R	0	4	429	234	0	923	0.0	2.7	0.0	0.3	418.3	23.8	463625.8	16013.7	1.38	0.44	0.0	0.0
42	3BM1-8C	0	3	528	252	0	1188	8.9	3.1	0.0	0.4	1516.4	71.7	446297.2	18027.8	1.86	0.51	0.0	0.1
43	3BM1-8R	0	3	0	216	0	845	6.6	4.2	0.0	0.5	971.4	41.4	456736.7	16800.7	4.51	0.76	0.0	0.0
44	3BM1-9C	0	2	0	275	0	720	0.0	2.5	0.0	0.2	1393.6	58.1	433152.6	15397.6	4.48	0.78	0.0	0.0

		Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean	Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)
	KNOL-3B																				
1	3BM2-1C	9.2	1.8	0.0	0.0	0.8	0.6	3.2	1.6	0.6	0.3	28.4	4.5	10.8	1.3	159.2	15.6	63.2	4.8	325.4	29.7
2	3BM2-1R	16.6	1.3	0.1	0.1	1.0	0.6	6.7	2.0	0.9	0.3	35.9	4.9	14.6	1.1	194.0	13.6	76.0	3.8	363.6	16.9
3	3BM2-2C	11.6	1.6	0.0	0.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.3	0.3	16.1	3.9	6.0	0.8	82.7	9.0	32.4	2.6	159.9	13.1
4	3BM2-2R	16.9	2.0	0.0	0.0	2.0	1.0	5.7	1.4	0.9	0.5	40.8	5.2	11.7	1.5	163.6	11.4	57.1	4.7	277.8	17.8
5	3BM2-3C	8.7	1.1	0.0	0.0	0.4	0.4	1.9	1.1	0.5	0.2	14.5	2.1	6.8	0.7	95.1	9.5	37.7	2.5	201.4	15.4
6	3BM2-3R	27.3	2.1	0.5	0.2	8.2	2.2	14.4	2.3	2.1	0.6	57.3	7.5	18.8	1.4	236.4	16.3	82.0	5.5	380.9	18.9
7	3BM2-4C	24.6	2.0	0.3	0.2	7.5	2.2	11.9	2.7	2.1	0.6	51.4	5.9	15.8	1.6	186.5	14.0	63.5	5.5	284.3	18.3
8	3BM2-4R	35.5	2.7	0.2	0.1	3.0	1.7	5.1	1.6	1.2	0.4	33.0	5.2	11.8	1.1	158.7	10.5	60.3	2.7	293.8	18.5
9	3BM2-5C	13.3	1.1	0.0	0.0	2.4	1.1	6.1	2.3	0.7	0.3	30.1	3.8	10.3	1.3	129.5	11.2	50.8	3.9	225.0	18.4
10	3BM2-5R	16.9	1.5	0.0	0.0	0.9	0.6	3.4	1.3	0.3	0.2	19.4	3.6	7.9	0.7	106.8	7.0	41.9	3.0	210.5	18.6
11	3BM2-6C	6.0	0.9	0.1	0.1	0.5	0.5	1.2	0.7	0.3	0.2	7.1	1.6	2.2	0.4	29.4	3.5	12.3	1.5	53.8	5.2
12	3BM2-6R	12.3	1.2	0.1	0.1	0.6	0.5	2.4	1.3	0.3	0.2	18.1	3.0	6.8	0.7	81.6	6.1	33.5	2.8	163.9	13.7
13	3BM2-7C	16.7	1.5	0.1	0.1	1.6	1.1	5.6	2.2	1.0	0.4	33.9	5.0	10.7	1.3	137.4	10.2	50.6	3.7	248.3	15.0
14	3BM2-8R	21.0	1.8	0.1	0.1	3.5	1.1	7.2	2.1	1.2	0.4	42.7	5.2	13.1	1.1	157.7	12.1	54.1	4.6	260.2	13.2
15	3BM2-9R	12.9	1.2	0.1	0.1	2.1	0.8	5.9	1.8	0.7	0.3	43.0	5.7	16.1	1.4	240.7	14.6	89.9	7.5	438.5	32.0
16	3BM2-10C	24.5	2.3	0.7	0.3	8.2	1.7	11.0	2.2	2.2	0.4	65.6	6.2	19.2	2.5	243.7	22.5	82.0	9.1	377.9	36.7
17	3BM2-11C	12.0	1.5	0.0	0.0	0.9	0.7	3.0	1.0	0.6	0.3	25.1	2.9	7.3	0.9	105.8	9.7	42.5	2.9	220.9	11.3
18	3BM2-11R	14.0	2.5	0.1	0.1	2.1	0.8	4.2	1.6	0.7	0.3	24.7	5.4	8.5	1.4	104.9	15.4	41.4	6.2	196.6	23.1
19	3BM2-12C	15.4	1.6	0.1	0.1	3.4	1.0	5.1	1.7	1.5	0.5	28.5	3.8	10.3	0.8	125.2	8.8	43.2	3.3	201.9	12.1
20	3BM2-12R	18.3	1.4	0.1	0.1	0.8	0.5	2.7	0.9	0.4	0.3	25.4	2.4	11.2	1.2	165.7	15.0	69.3	5.8	372.2	25.3
21	3BM2-13C	18.0	1.8	0.1	0.1	3.2	1.0	6.1	1.6	1.4	0.4	31.4	3.3	10.3	1.1	124.5	11.3	46.8	3.7	234.7	16.4
22	3BM2-13R	16.7	2.3	0.2	0.2	1.3	0.7	3.4	1.3	0.6	0.3	23.3	3.9	9.7	1.3	139.8	10.4	62.1	4.5	307.0	20.7
23	3BM2-14R	25.8	2.3	0.0	0.1	2.1	0.8	2.5	1.0	0.9	0.3	24.4	3.5	8.6	1.1	119.7	11.1	47.8	3.5	257.3	16.6
24	3BM2-15C	16.1	1.1	0.3	0.1	3.9	1.5	6.6	1.6	1.4	0.5	33.1	5.1	11.0	1.1	137.6	10.8	46.5	2.6	229.8	14.3
25	3BM2-15R	34.6	2.7	0.1	0.1	2.3	1.1	4.7	1.1	1.2	0.4	34.2	4.9	12.1	1.2	154.3	13.3	59.4	4.3	290.9	23.0
26	3BM2-16C	10.3	1.3	0.2	0.1	1.5	0.7	3.4	1.2	1.0	0.3	20.3	4.1	6.7	0.9	78.8	10.3	28.4	3.7	137.9	17.6
27	3BM2-16R	21.7	2.0	0.1	0.1	1.3	0.7	3.9	1.3	0.7	0.3	21.6	3.7	8.8	1.3	109.3	13.0	40.1	4.8	204.4	20.2
28	3BM1-1C	18.2	1.4	0.2	0.1	3.9	1.0	10.0	2.1	1.9	0.4	42.1	5.3	13.3	1.2	151.9	10.2	55.2	3.9	259.0	18.1
29	3BM1-1R	14.5	1.5	0.1	0.1	5.0	1.8	3.7	1.3	0.9	0.3	29.5	5.7	8.1	1.1	108.9	11.5	42.4	4.1	182.7	17.6
30	3BM1-2C	20.4	1.7	0.1	0.1	3.8	1.3	8.5	2.1	1.3	0.4	37.9	3.0	13.1	1.2	166.1	7.4	63.2	3.5	283.3	13.0
31	3BM1-2R	16.3	1.2	0.2	0.1	1.7	1.0	5.0	1.4	1.1	0.4	32.4	2.7	12.0	1.3	146.2	8.8	56.8	2.9	265.6	14.3
32	3BM1-3C	18.6	1.8	0.2	0.1	2.1	1.0	5.5	1.5	1.0	0.4	33.1	4.0	11.8	0.9	157.9	12.8	58.1	3.4	266.8	11.9
33	3BM1-3R	11.5	1.1	0.0	0.0	0.3	0.3	1.4	0.9	0.5	0.3	19.3	4.0	7.1	0.6	91.8	6.9	38.7	2.4	196.2	14.7
34	3BM1-4C	13.7	1.3	0.0	0.1	2.3	1.0	2.1	1.1	0.6	0.4	19.5	3.2	7.9	0.9	97.0	8.0	41.7	3.2	203.3	14.0
35	3BM1-4R	17.7	1.7	0.0	0.1	0.8	0.6	4.1	1.6	0.5	0.3	28.8	4.8	10.4	0.9	131.0	9.2	53.9	2.6	258.0	14.4
36	3BM1-5C	14.1	1.7	0.1	0.1	1.7	0.8	3.7	1.5	1.4	0.5	19.9	4.1	6.5	1.1	77.2	10.7	28.5	3.2	139.2	14.4
37	3BM1-5R	15.9	1.2	0.2	0.1	3.3	1.3	4.3	1.2	1.0	0.3	22.1	3.0	7.8	1.0	96.5	8.4	35.1	2.1	174.6	15.6
38	3BM1-6C	14.0	1.4	0.0	0.0	1.3	0.7	4.7	1.5	0.6	0.3	22.7	3.5	7.2	1.0	98.4	6.9	37.8	3.1	187.0	11.4
39	3BM1-6R	24.5	2.2	0.3	0.1	3.7	1.3	10.0	2.6	1.3	0.5	48.4	6.4	15.2	1.4	187.4	12.5	68.9	4.8	306.3	20.4
40	3BM1-7C	9.8	1.3	0.0	0.0	1.3	0.7	3.2	1.1	0.5	0.2	16.6	2.7	4.7	0.6	60.9	5.8	21.4	1.7	97.4	6.1
41	3BM1-7R	8.2	0.9	0.0	0.0	0.7	0.5	0.8	0.6	0.2	0.1	7.0	1.3	2.7	0.4	32.8	3.9	15.0	1.5	67.6	6.3
42	3BM1-8C	18.4	1.7	0.3	0.2	7.1	1.5	8.5	1.5	1.5	0.3	39.7	5.1	12.5	1.4	149.0	8.1	53.1	3.6	244.1	8.1
43	3BM1-8R	16.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	0.7	0.5	0.2	17.2	2.7	5.5	0.7	80.1	6.1	33.5	2.2	157.5	9.5
44	3BM1-9C	6.7	0.7	0.1	0.1	0.0	0.4	2.2	1.1	0.2	0.2	21.7	3.1	7.9	0.8	121.0	6.8	46.5	2.6	242.1	13.8

		Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)	Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
	KNOL-3B														
1	3BM2-1C	66.2	5.1	591.0	41.4	124.4	6.2	13326.6	468.2	2.1	0.3	246.3	13.0	958.2	79.3
2	3BM2-1R	72.5	5.5	643.1	32.6	130.6	8.2	12158.2	852.2	2.3	0.4	335.5	21.6	783.0	63.8
3	3BM2-2C	30.9	2.9	314.8	29.6	63.7	4.9	10064.1	558.5	0.7	0.2	111.7	11.4	263.5	23.9
4	3BM2-2R	52.4	3.3	485.5	42.3	90.0	6.5	11648.9	794.5	1.4	0.3	248.2	12.4	474.7	34.9
5	3BM2-3C	40.3	2.2	391.9	24.7	81.7	4.9	12389.6	590.0	1.4	0.3	154.1	10.9	505.4	34.5
6	3BM2-3R	72.6	4.7	626.6	46.8	123.7	4.8	10986.6	384.7	1.4	0.3	438.0	18.5	652.3	38.7
7	3BM2-4C	53.7	3.1	466.5	32.8	94.9	7.1	10170.2	364.2	0.9	0.2	338.6	15.0	375.4	15.8
8	3BM2-4R	58.9	2.6	523.8	22.9	104.4	4.7	10316.5	457.0	2.0	0.3	335.9	14.0	568.8	21.6
9	3BM2-5C	44.2	3.9	406.2	34.8	79.8	5.5	9217.9	703.3	1.1	0.3	237.4	16.7	465.5	30.8
10	3BM2-5R	40.0	3.9	360.6	35.8	73.6	5.7	9656.9	540.5	2.0	0.4	243.4	13.5	553.7	31.2
11	3BM2-6C	11.4	1.2	107.3	8.7	22.6	2.2	9258.1	415.4	0.3	0.1	27.2	2.9	65.4	3.8
12	3BM2-6R	32.7	2.5	298.1	14.8	58.4	4.3	10087.7	628.7	1.2	0.3	114.4	7.0	273.4	18.9
13	3BM2-7C	44.6	3.7	398.7	33.9	83.4	7.2	10815.0	466.6	1.0	0.3	226.3	15.4	405.2	22.2
14	3BM2-8R	47.7	4.4	431.0	30.3	83.2	6.5	9885.1	760.1	0.8	0.2	224.1	21.1	338.3	26.3
15	3BM2-9R	87.2	4.0	821.2	39.1	161.8	7.2	12425.6	852.9	2.7	0.5	383.7	18.8	1264.2	98.6
16	3BM2-10C	73.4	5.5	674.4	38.2	123.4	7.0	10589.5	530.3	1.5	0.3	484.1	53.1	672.6	67.5
17	3BM2-11C	44.6	2.0	393.6	26.7	77.0	4.0	12325.0	550.5	0.9	0.2	184.1	17.0	424.9	21.4
18	3BM2-11R	40.1	4.1	348.3	33.1	71.5	9.6	11450.2	532.8	0.8	0.2	159.8	29.5	322.7	38.7
19	3BM2-12C	39.6	2.9	353.9	23.4	70.0	4.0	10271.5	761.6	0.8	0.2	166.5	6.7	243.6	9.4
20	3BM2-12R	78.6	5.9	721.2	56.9	146.1	10.4	11470.3	880.3	4.8	0.7	285.6	22.7	1021.8	48.8
21	3BM2-13C	44.8	4.5	428.2	30.9	87.1	6.9	9669.0	535.1	1.4	0.3	265.6	20.0	411.5	46.8
22	3BM2-13R	67.1	4.2	643.8	36.3	129.4	5.3	11542.4	409.7	5.6	0.8	257.3	15.2	1012.9	60.5
23	3BM2-14R	52.3	4.0	493.3	38.2	105.0	7.8	9651.3	652.4	1.7	0.3	265.9	20.5	545.3	29.6
24	3BM2-15C	45.8	2.9	382.9	25.8	76.6	3.8	11009.4	719.8	1.1	0.2	224.3	10.6	357.2	20.2
25	3BM2-15R	58.0	5.0	531.4	44.1	101.7	9.7	9877.4	572.5	2.4	0.4	383.8	22.1	644.4	45.1
26	3BM2-16C	28.8	2.7	261.3	23.7	52.6	4.6	8162.8	619.3	0.6	0.2	102.4	14.2	194.0	21.4
27	3BM2-16R	43.7	3.2	378.9	22.1	74.8	6.7	9958.0	838.6	1.9	0.4	342.3	18.7	567.1	43.8
28	3BM1-1C	50.2	4.4	450.1	24.7	87.6	5.7	10415.8	541.1	0.8	0.3	242.7	16.2	341.1	23.0
29	3BM1-1R	38.5	2.8	337.1	30.3	67.5	6.2	9430.5	446.6	0.8	0.2	148.2	18.5	252.1	18.6
30	3BM1-2C	55.0	2.8	481.8	18.6	90.2	4.1	10192.8	465.9	1.2	0.2	283.5	12.6	466.2	21.3
31	3BM1-2R	51.5	3.0	463.0	21.1	93.2	3.7	11009.6	559.7	1.6	0.3	244.6	13.5	478.0	20.8
32	3BM1-3C	54.0	2.3	464.4	18.6	87.2	4.0	11738.7	469.4	2.6	0.4	860.8	44.1	1198.9	53.0
33	3BM1-3R	38.8	3.1	354.4	22.5	67.9	4.4	9913.4	424.2	2.6	0.4	213.9	14.8	703.3	49.8
34	3BM1-4C	43.0	2.8	405.7	18.4	84.8	6.0	9351.5	484.6	1.0	0.2	198.5	11.5	456.4	33.7
35	3BM1-4R	53.0	2.6	472.4	21.4	92.7	4.7	11249.4	504.8	2.7	0.5	303.7	13.4	709.2	37.3
36	3BM1-5C	27.9	3.7	280.3	29.0	55.5	6.3	7609.2	547.2	0.8	0.2	118.3	16.5	204.7	24.7
37	3BM1-5R	35.7	3.4	328.8	14.0	68.4	3.0	10450.9	381.0	0.9	0.2	174.3	19.5	285.1	28.6
38	3BM1-6C	40.3	2.8	357.2	18.2	67.0	6.0	10012.2	465.1	1.0	0.2	143.1	10.2	327.6	14.4
39	3BM1-6R	59.7	4.8	564.2	24.8	104.8	7.4	10063.2	668.0	1.5	0.3	322.0	15.9	521.6	34.6
40	3BM1-7C	19.8	1.6	172.3	16.7	33.9	2.2	9077.5	521.1	0.3	0.1	56.6	5.9	92.0	8.8
41	3BM1-7R	15.2	1.3	135.0	7.1	28.9	2.3	9966.4	396.8	0.5	0.1	42.8	3.0	95.6	5.8
42	3BM1-8C	47.3	1.9	445.5	21.5	85.0	5.8	9101.0	387.9	1.0	0.2	264.7	15.0	351.0	21.5
43	3BM1-8R	34.6	2.5	318.6	20.0	66.2	3.9	10235.3	337.1	1.3	0.3	128.3	5.1	307.9	18.0
44	3BM1-9C	50.5	3.2	461.1	26.4	90.1	3.3	11574.7	342.5	1.6	0.3	182.5	7.9	664.9	21.6

		Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)
45	3BM1-9R	0	3	713	252	0	904	0.0	2.2	0.0	0.3	2728.8	128.5	452249.0	20371.6	25.68	2.71	0.0	0.0
46	3BM1-10C	6	3	875	198	0	827	6.0	3.0	0.0	0.2	1356.2	63.8	485836.7	24533.7	2.93	0.62	0.0	0.0
47	3BM1-10R	0	3	0	217	0	525	0.0	2.2	0.0	0.3	1099.9	49.8	468960.2	23193.2	5.70	0.92	0.0	0.0
48	3BM1-11C	0	3	514	216	0	852	14.8	2.9	0.0	0.3	1091.4	55.6	444150.9	23519.4	0.80	0.32	0.0	0.0
49	3BM1-11R	0	2	1076	228	0	892	0.0	2.6	0.0	0.4	3128.9	156.1	443384.9	24231.6	25.66	1.98	0.2	0.1
50	3BM1-12C	0	3	548	224	0	873	0.0	3.0	0.0	0.2	1321.3	70.1	447876.0	22888.6	1.97	0.46	0.0	0.0
51	3BM1-12R	26	10	669	201	0	972	4.3	3.0	0.0	0.4	2138.8	98.4	442886.8	19901.3	14.09	1.25	0.2	0.1
52	3BM1-13C	0	2	570	185	0	888	0.0	2.5	0.0	0.3	1152.6	75.7	473578.5	20847.5	2.42	0.52	0.0	0.0
53	3BM1-15C	0	3	549	216	0	739	5.4	2.3	0.0	0.5	1146.7	80.6	446394.1	20995.4	4.40	0.75	0.0	0.0
54	3BM1-15R	0	4	724	272	0	1072	4.4	2.6	0.0	0.7	1006.9	57.3	440485.1	23041.5	5.12	0.76	0.0	0.0
55	3BM1-16R	0	3	0	230	0	791	5.9	2.1	0.0	0.3	1084.8	67.6	443191.4	21108.6	5.51	0.80	0.0	0.0
56	3BM1-17C	0	2	847	253	0	951	0.0	1.8	0.0	0.5	1650.8	152.3	455029.6	20157.0	5.57	0.89	0.0	0.0
57	3BM1-17R	0	3	701	253	0	921	0.0	1.7	0.0	0.4	1013.7	44.3	437996.5	20268.0	4.07	0.74	0.0	0.0
58	3BM1-18C	0	6	1025	264	0	1659	0.0	1.2	0.0	0.6	1257.2	170.2	477830.0	22193.9	3.43	1.09	0.0	0.0
59	3BM1-18R	0	4	1373	358	0	1439	3.6	2.9	0.0	0.4	3723.8	195.2	455373.3	19840.8	24.96	3.29	0.0	0.0
60	3BM1-19C	0	3	664	190	0	793	0.0	1.9	0.0	0.2	823.4	85.5	451929.1	23916.5	3.34	0.74	0.0	0.0
	KNOL-11																		
61	11M2-1C	0	3	342	152	0	772	3.4	2.1	0.0	0.2	929.6	75.4	523245.4	21570.8	2.15	0.62	0.0	0.0
62	11M2-1R	0	3	0	140	0	614	3.2	1.4	0.0	0.2	608.3	32.5	494855.7	20723.1	2.13	0.52	0.0	0.0
63	11M2-2C	0	3	0	156	0	692	0.0	1.4	0.0	0.2	708.1	27.3	504703.1	19659.6	1.74	0.48	0.0	0.0
64	11M2-2R	0	2	0	121	0	609	2.0	1.7	0.0	0.2	1025.0	64.6	507990.0	21288.3	2.08	0.47	0.0	0.0
65	11M2-3C	34	8	1024	172	0	778	6.0	2.3	0.0	0.4	2368.9	97.5	494256.6	21855.5	1.64	0.44	0.0	0.0
66	11M2-3R	0	2	451	149	0	761	4.9	2.1	0.0	0.2	1381.3	81.7	480290.3	21656.3	4.67	0.94	0.0	0.0
67	11M2-4C	0	3	489	209	0	707	0.0	1.2	0.0	0.1	843.5	62.0	473830.4	27167.4	3.50	0.67	0.0	0.0
68	11M2-4R	0	2	0	167	0	696	4.5	1.9	0.0	0.3	1066.6	49.7	452406.6	17040.4	4.01	0.72	0.0	0.0
69	11M2-5C	0	2	682	173	0	591	0.0	1.0	0.0	0.4	2293.4	308.5	498036.8	21860.6	5.27	1.19	0.0	0.0
70	11M2-5R	0	4	862	182	0	718	0.0	1.0	0.0	0.3	2794.9	146.7	479296.8	22923.1	18.35	1.49	0.3	0.1
71	11M2-6C	0	3	567	176	0	687	4.8	1.3	0.0	0.1	813.3	66.0	504590.9	23228.9	1.68	0.42	0.0	0.0
72	11M2-6R	0	3	577	150	0	867	5.9	2.1	0.7	0.5	1693.1	172.6	473303.4	21207.1	2.96	0.67	0.0	0.0
73	11M2-7C	6	3	388	153	0	709	11.4	2.6	0.5	0.3	2874.3	145.5	488183.2	24882.2	2.86	0.60	0.1	0.1
74	11M2-7R	54	24	424	156	0	573	11.2	2.2	0.0	0.3	2381.5	98.7	487674.7	23091.5	3.91	0.70	0.1	0.1
75	11M2-8C	0	3	440	148	0	709	0.0	2.0	0.0	0.2	2326.3	123.7	499691.2	23682.4	3.64	0.61	0.0	0.0
76	11M2-8R	10	4	597	203	0	682	0.0	2.7	0.0	0.2	1463.0	59.3	402021.5	19308.7	2.76	0.82	0.0	0.0
77	11M2-9C	0	2	368	142	0	537	0.0	1.9	0.0	0.2	2031.5	104.2	491165.0	16871.0	3.05	0.74	0.0	0.0
78	11M2-10C	0	3	0	157	0	694	0.0	1.4	0.0	0.2	1301.5	53.1	486815.3	26175.4	2.10	0.56	0.0	0.0
79	11M2-10R	0	3	547	156	0	522	0.0	1.5	0.0	0.2	1255.3	62.4	494315.9	26053.0	3.28	0.63	0.0	0.0
80	11M2-11C	0	5	452	238	0	1201	3.5	1.8	0.0	0.3	2334.9	156.0	357183.7	23318.4	3.90	1.01	0.2	0.2
81	11M2-11R	0	3	589	186	0	687	3.9	2.2	0.0	0.3	3356.5	291.0	469507.6	22616.9	4.56	0.83	0.0	0.0
82	11M2-12C	0	2	437	156	0	808	0.0	2.5	0.0	0.1	1079.3	54.4	501184.8	23829.8	5.85	0.74	0.0	0.0
83	11M2-12R	0	3	640	162	0	739	0.0	1.6	0.0	0.4	1521.0	72.7	492934.5	26089.0	8.72	1.29	0.0	0.0
84	11M2-13C	0	3	661	210	0	685	5.9	2.9	0.0	0.3	1586.2	119.6	484715.8	28414.7	3.42	0.74	0.0	0.0
85	11M2-13R	35	19	404	159	0	704	3.4	1.6	0.0	0.4	1458.5	67.1	477500.6	21444.3	7.66	0.89	0.0	0.0
86	11M2-14R	0	2	399	124	0	828	0.0	1.7	0.0	0.3	1093.0	67.2	482922.9	23232.4	6.72	1.15	0.0	0.0
87	11M2-15R	0	3	522	145	0	797	0.0	1.8	0.0	0.3	1995.9	67.3	450312.2	17226.6	3.26	0.67	0.0	0.0
88	11M1-1C	0	4	0	173	0	1021	6.8	2.2	0.0	0.4	887.0	90.0	461285.5	20666.5	1.03	0.47	0.0	0.0

		Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean	Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)
45	3BM1-9R	16.1	0.9	0.0	0.0	1.1	0.7	3.4	1.3	0.3	0.3	29.9	3.8	14.3	1.4	215.7	12.4	91.9	5.7	485.4	31.8
46	3BM1-10C	15.4	1.5	0.2	0.1	0.9	0.6	4.1	1.3	1.1	0.3	27.2	4.0	9.6	1.3	118.0	5.6	46.9	2.6	220.8	11.4
47	3BM1-10R	15.7	1.4	0.0	0.0	0.3	0.3	2.4	1.2	0.9	0.4	20.3	3.5	7.5	0.8	99.5	5.7	39.3	2.7	196.3	10.8
48	3BM1-11C	5.5	0.7	0.3	0.1	5.0	1.5	6.9	2.1	2.0	0.5	28.9	3.8	8.7	0.9	107.3	8.5	37.3	2.5	171.9	11.5
49	3BM1-11R	23.1	1.9	0.1	0.1	0.7	0.5	5.4	1.8	0.2	0.1	42.4	5.4	18.0	1.8	274.7	12.8	109.9	6.0	547.6	26.6
50	3BM1-12C	15.9	1.5	0.0	0.0	2.9	0.9	5.1	1.6	1.2	0.5	28.0	3.5	9.9	1.0	118.0	8.0	44.8	3.8	212.7	11.1
51	3BM1-12R	18.2	1.3	0.0	0.0	2.0	0.9	4.6	1.8	0.2	0.2	28.5	4.0	12.5	1.0	182.9	9.5	75.9	4.2	363.9	21.9
52	3BM1-13C	14.5	1.4	0.1	0.1	1.7	0.9	4.5	1.9	1.1	0.3	19.3	2.7	7.4	0.9	99.1	8.5	40.4	2.4	193.9	12.2
53	3BM1-15C	19.1	2.1	0.0	0.0	1.0	0.6	4.8	1.6	0.7	0.4	19.3	2.7	7.3	0.8	97.2	8.2	36.1	3.6	183.0	16.3
54	3BM1-15R	14.1	1.1	0.0	0.0	1.3	0.8	2.8	1.2	0.7	0.3	14.3	2.6	5.7	0.8	78.7	7.7	33.1	2.7	177.7	12.0
55	3BM1-16R	13.8	1.4	0.0	0.0	1.0	0.6	2.8	1.0	0.6	0.3	17.7	2.7	6.2	0.6	81.6	8.4	35.0	3.1	182.8	11.1
56	3BM1-17C	5.9	0.8	0.0	0.0	0.4	0.4	2.9	1.2	0.2	0.1	18.4	3.1	8.8	1.2	136.4	15.0	56.4	6.9	291.7	31.8
57	3BM1-17R	7.7	1.0	0.0	0.0	1.3	0.9	1.7	0.9	0.3	0.2	15.4	3.2	5.4	0.6	79.9	5.2	34.4	2.3	179.0	10.1
58	3BM1-18C	13.6	2.0	0.0	0.1	0.2	0.4	5.0	2.2	1.2	0.6	26.3	5.7	8.8	1.7	108.1	17.2	43.2	7.0	206.3	32.9
59	3BM1-18R	23.4	2.7	0.0	0.0	1.6	1.0	7.0	2.1	0.7	0.4	52.0	5.9	21.7	2.1	309.9	26.3	133.9	8.8	652.5	52.8
60	3BM1-19C	7.4	1.0	0.0	0.0	0.6	0.4	1.5	0.8	0.4	0.2	10.5	2.7	4.6	0.6	67.1	9.5	26.7	3.2	137.3	15.4
	KNOL-11																				
61	11M2-1C	14.4	1.2	0.0	0.0	1.2	0.7	2.1	0.9	0.3	0.2	16.6	3.9	5.5	0.7	74.5	8.8	30.8	2.9	144.4	15.9
62	11M2-1R	11.9	1.5	0.0	0.0	1.0	0.6	1.3	0.7	0.4	0.2	9.5	1.8	3.6	0.5	48.3	4.0	18.2	1.5	102.4	4.8
63	11M2-2C	8.7	0.7	0.0	0.1	0.6	0.5	1.8	0.8	0.6	0.3	11.4	2.2	4.2	0.3	59.6	4.4	23.9	1.6	117.2	8.4
64	11M2-2R	10.7	1.1	0.1	0.1	2.4	1.0	2.6	1.1	1.1	0.4	19.6	2.8	6.5	0.7	90.0	5.7	33.8	1.9	160.4	8.7
65	11M2-3C	1.3	0.4	0.0	0.0	0.7	0.5	3.0	1.3	0.2	0.1	25.6	3.7	13.1	1.2	193.9	11.8	75.5	5.8	384.0	28.7
66	11M2-3R	24.0	2.3	0.0	0.0	1.5	0.9	3.1	1.0	1.0	0.4	24.7	3.6	8.3	0.9	120.6	6.9	47.9	3.6	240.7	14.0
67	11M2-4C	6.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.7	0.2	0.2	9.8	2.0	4.2	0.8	61.3	6.7	25.9	3.3	137.9	10.1
68	11M2-4R	11.7	1.2	0.0	0.0	0.6	0.5	1.9	0.9	0.5	0.2	16.5	3.2	6.4	0.9	85.4	8.0	34.6	2.5	186.4	11.2
69	11M2-5C	13.5	2.9	0.1	0.1	2.7	1.2	4.4	1.6	1.0	0.4	36.7	6.8	13.6	2.3	180.9	24.3	74.3	12.2	360.9	49.0
70	11M2-5R	20.7	1.8	0.1	0.1	1.7	0.7	3.5	1.3	0.5	0.2	38.8	5.8	16.4	1.2	238.2	13.1	94.5	5.6	461.1	30.0
71	11M2-6C	14.8	1.5	0.1	0.1	0.6	0.5	1.8	1.1	0.8	0.4	14.4	2.6	5.3	0.7	67.8	8.4	27.1	3.0	137.2	16.2
72	11M2-6R	21.7	2.9	0.2	0.1	3.9	1.6	5.5	1.4	1.1	0.4	33.0	5.0	11.1	1.6	138.2	17.3	52.9	6.4	259.2	34.4
73	11M2-7C	31.8	2.6	0.8	0.2	13.4	2.3	20.3	3.7	5.8	1.1	95.5	7.1	27.1	1.4	310.8	15.1	100.5	4.3	443.7	20.4
74	11M2-7R	28.8	2.1	0.8	0.2	10.1	2.0	14.6	3.1	3.7	0.7	64.9	8.0	21.6	1.6	240.2	16.4	85.8	5.4	383.6	14.9
75	11M2-8C	15.9	1.8	0.2	0.1	2.7	0.9	7.6	1.9	1.1	0.4	41.9	4.5	16.4	1.3	217.9	12.0	80.5	4.3	367.8	18.0
76	11M2-8R	20.8	1.5	0.0	0.1	4.1	1.7	7.3	1.7	1.1	0.4	41.9	6.6	11.7	1.2	143.4	8.5	52.9	2.6	234.9	10.2
77	11M2-9C	15.8	1.2	0.1	0.1	1.7	0.7	8.7	2.0	1.4	0.5	41.8	5.2	15.2	1.1	184.6	10.1	68.9	2.7	321.2	20.4
78	11M2-10C	19.3	1.5	0.1	0.1	1.6	0.8	5.7	1.7	0.8	0.3	28.0	4.1	9.8	0.9	122.5	11.2	43.3	3.7	205.1	14.9
79	11M2-10R	17.2	1.9	0.1	0.1	1.8	0.9	2.4	1.1	0.8	0.3	18.9	2.9	7.4	0.7	108.5	7.1	40.7	4.4	201.1	16.1
80	11M2-11C	30.3	3.2	0.6	0.3	9.0	2.7	12.9	2.9	2.9	0.7	65.7	8.6	19.9	2.1	228.2	14.1	80.4	3.9	361.2	15.8
81	11M2-11R	37.2	4.0	0.5	0.2	11.3	2.2	17.6	3.2	2.9	0.7	75.4	9.2	26.2	2.3	309.9	33.2	114.2	10.5	504.0	44.9
82	11M2-12C	14.4	1.5	0.0	0.0	0.4	0.4	2.4	1.1	0.5	0.2	16.7	2.8	5.8	0.8	84.3	6.4	35.5	2.5	182.6	17.3
83	11M2-12R	17.5	1.9	0.0	0.0	1.6	0.8	3.9	1.2	0.5	0.3	25.3	4.1	9.6	1.0	131.2	10.4	51.6	3.4	264.2	16.2
84	11M2-13C	15.0	1.4	0.0	0.0	2.4	1.1	4.7	1.4	1.5	0.4	27.3	4.1	10.4	1.5	130.0	9.7	49.8	4.6	257.7	19.1
85	11M2-13R	26.0	1.9	0.1	0.1	0.4	0.4	3.4	1.3	0.8	0.3	26.6	4.3	9.8	1.3	129.7	8.5	46.8	3.2	234.5	13.8
86	11M2-14R	12.8	1.2	0.0	0.0	0.8	0.5	2.0	0.8	0.2	0.2	19.2	3.5	6.5	0.9	89.5	8.6	37.2	3.7	169.2	14.4
87	11M2-15R	18.8	1.4	0.1	0.1	4.0	1.4	8.2	2.0	1.0	0.4	40.8	5.1	13.8	1.3	177.3	14.0	65.6	3.9	305.2	18.0
88	11M1-1C	10.8	1.3	0.2	0.1	5.0	2.0	5.4	1.8	1.3	0.6	20.8	4.8	7.2	0.9	79.7	10.2	28.7	3.8	139.8	14.1

		Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)	Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
45	3BM1-9R	101.2	6.7	927.2	66.9	182.2	7.5	13345.6	851.8	9.4	0.9	409.9	17.0	1811.5	70.6
46	3BM1-10C	46.8	3.0	429.7	21.7	85.6	4.5	10086.0	459.8	1.1	0.3	202.3	13.0	381.0	20.2
47	3BM1-10R	40.3	2.3	400.5	18.6	79.5	3.2	10988.0	426.1	2.0	0.4	148.3	7.4	405.9	20.6
48	3BM1-11C	34.2	2.8	301.4	18.9	59.7	4.0	7681.4	648.6	0.4	0.1	99.8	6.7	125.3	9.9
49	3BM1-11R	110.8	4.8	999.5	46.5	193.9	11.6	13510.9	597.0	10.0	1.3	832.1	46.1	2731.7	152.8
50	3BM1-12C	44.4	2.6	399.8	21.0	76.5	4.5	10824.0	515.8	0.8	0.2	212.8	13.1	385.4	22.6
51	3BM1-12R	76.2	4.5	673.0	27.8	131.2	5.9	12389.0	581.0	6.5	0.8	499.9	26.9	1539.6	73.4
52	3BM1-13C	43.5	2.9	392.1	24.2	80.9	7.6	9656.4	398.2	0.8	0.3	176.3	16.3	376.6	25.1
53	3BM1-15C	42.0	3.2	373.4	35.2	73.9	5.5	10051.7	592.3	1.4	0.3	169.4	18.3	352.6	31.0
54	3BM1-15R	38.6	2.5	377.1	22.3	78.9	4.5	10050.7	676.3	2.3	0.4	153.4	9.4	423.0	22.0
55	3BM1-16R	39.5	2.8	382.9	25.6	75.3	4.3	10306.6	431.5	2.2	0.4	199.6	11.3	515.6	26.2
56	3BM1-17C	61.6	6.2	570.1	54.8	116.1	9.2	12608.8	450.5	2.3	0.4	181.1	12.9	936.5	98.8
57	3BM1-17R	36.6	2.1	343.2	18.1	69.8	4.5	10457.2	587.1	1.5	0.3	113.3	6.0	402.0	24.4
58	3BM1-18C	39.9	6.7	374.6	55.1	77.9	11.0	10543.6	447.3	1.4	0.4	221.6	46.5	482.7	106.9
59	3BM1-18R	123.3	10.6	1135.3	72.3	226.1	14.6	13377.7	660.0	10.5	1.1	1740.3	98.8	4416.5	263.2
60	3BM1-19C	29.0	3.7	277.5	30.2	58.1	5.6	10578.4	368.2	1.1	0.2	104.0	15.3	330.2	39.5
	KNOL-11														
61	11M2-1C	31.2	3.3	301.9	31.5	61.6	6.5	11140.2	492.3	0.9	0.3	130.2	20.2	289.3	31.4
62	11M2-1R	22.2	1.6	194.4	19.5	42.1	2.8	11082.1	412.3	0.6	0.2	81.3	3.3	186.9	8.4
63	11M2-2C	25.0	2.1	235.8	14.3	49.0	2.9	11958.7	472.3	0.7	0.2	82.1	6.3	206.3	15.4
64	11M2-2R	32.5	2.7	303.2	22.0	62.7	3.7	10620.4	445.7	0.7	0.2	127.2	9.8	244.6	18.7
65	11M2-3C	83.3	5.4	765.3	29.0	144.8	6.6	12745.9	493.9	1.3	0.3	72.2	6.2	486.9	32.1
66	11M2-3R	51.4	3.5	485.8	27.0	100.0	5.5	10131.6	584.3	1.5	0.3	208.8	15.7	533.9	37.4
67	11M2-4C	29.4	3.1	281.3	20.4	57.8	5.6	12254.9	567.0	1.5	0.3	89.2	6.8	376.8	28.4
68	11M2-4R	38.1	2.7	333.2	22.2	71.8	5.8	11052.9	566.4	1.3	0.3	147.1	9.9	399.4	27.7
69	11M2-5C	76.1	10.5	683.9	88.8	136.5	15.8	10595.6	440.2	1.4	0.3	415.9	72.5	894.1	113.4
70	11M2-5R	97.2	5.5	868.7	60.8	165.9	8.9	14910.9	618.4	8.3	0.9	569.5	41.4	2098.5	90.1
71	11M2-6C	28.3	3.0	256.6	29.7	52.3	6.0	10384.8	566.0	0.6	0.2	101.1	12.8	218.3	29.1
72	11M2-6R	52.9	6.2	491.2	62.0	104.3	12.7	8789.4	405.6	1.5	0.4	310.5	51.0	587.1	82.4
73	11M2-7C	82.9	4.9	732.5	33.1	138.8	6.0	8874.5	353.9	1.1	0.3	436.5	23.5	484.6	27.3
74	11M2-7R	68.2	4.3	630.8	32.9	113.5	8.2	9046.8	509.3	1.1	0.3	382.1	27.8	449.2	29.7
75	11M2-8C	75.7	5.1	651.7	40.3	126.5	7.4	12084.3	561.5	1.7	0.3	382.2	21.3	736.9	39.6
76	11M2-8R	43.7	1.6	387.7	19.0	76.5	3.7	9591.2	502.0	1.1	0.3	237.4	10.7	374.4	15.1
77	11M2-9C	64.3	4.6	558.3	32.0	110.8	7.8	11882.9	487.2	1.5	0.3	330.5	12.2	608.5	20.8
78	11M2-10C	39.6	3.0	351.6	26.7	71.1	2.9	11674.4	476.9	0.8	0.2	180.0	10.5	280.6	13.7
79	11M2-10R	44.0	1.8	405.8	15.7	83.8	3.5	11081.7	517.5	1.1	0.2	183.0	8.6	368.9	16.1
80	11M2-11C	69.0	4.0	567.3	26.4	109.1	5.4	7055.4	395.1	1.6	0.3	443.2	25.9	662.3	32.3
81	11M2-11R	91.9	6.7	785.6	48.1	144.3	14.3	9626.9	299.5	1.8	0.5	628.4	75.9	850.9	72.6
82	11M2-12C	41.5	2.7	412.5	18.3	83.2	5.4	11596.4	324.2	1.9	0.4	171.8	7.8	478.8	17.2
83	11M2-12R	52.1	3.5	464.9	22.6	91.2	5.1	12945.5	543.5	2.9	0.5	382.5	21.0	903.0	31.5
84	11M2-13C	54.2	5.0	517.4	29.5	109.8	10.8	9349.9	440.2	1.2	0.3	344.4	42.4	593.5	63.5
85	11M2-13R	47.9	2.9	425.2	28.0	86.1	5.6	10712.2	366.3	2.0	0.4	331.2	15.3	598.0	37.6
86	11M2-14R	36.8	2.9	336.6	12.9	65.9	5.4	13929.1	544.2	2.6	0.4	237.2	13.2	755.5	37.9
87	11M2-15R	63.7	2.5	551.0	23.2	105.4	4.7	10017.2	704.4	1.4	0.3	339.9	17.8	600.1	21.0
88	11M1-1C	28.2	3.4	268.1	24.4	54.7	3.7	8868.2	451.6	0.5	0.2	127.1	18.0	196.0	19.5

		Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)
89	11M1-1R	0	4	0	233	0	1133	6.2	1.6	0.0	0.4	1660.4	107.0	465285.0	17915.6	5.64	1.09	0.0	0.0
90	11M1-2C	0	3	521	199	0	991	3.5	1.8	0.0	0.2	1489.0	69.6	465526.6	19545.3	3.87	0.78	0.0	0.1
91	11M1-2R	85	22	0	281	0	955	2.1	1.7	0.0	0.4	950.4	45.5	433438.2	23997.8	6.50	1.26	0.3	0.2
92	11M1-5C	0	3	336	182	0	773	5.9	2.2	0.0	0.3	810.9	36.6	469371.3	21650.1	1.98	0.49	0.0	0.0
93	11M1-6C	0	2	0	140	0	809	3.8	1.8	0.0	0.3	1124.7	58.2	437565.2	19759.2	4.36	0.72	0.0	0.0
94	11M1-6R	0	4	0	246	0	862	0.0	1.3	0.0	0.6	1035.7	63.7	463066.5	28820.2	4.17	0.95	0.0	0.0
95	11M1-7C	0	3	1347	203	0	738	0.0	1.7	0.0	0.2	5003.5	201.0	439447.1	19107.2	36.10	2.43	0.0	0.0
96	11M1-8C	0	4	564	228	0	1075	5.7	1.6	0.0	0.6	1165.0	55.8	460315.9	18412.8	0.83	0.35	0.0	0.0
97	11M1-8R	0	4	539	216	0	1049	0.0	1.6	0.0	0.3	1657.2	82.6	428339.3	13230.5	15.08	1.28	0.0	0.0
98	11M1-9R	0	2	470	234	0	722	0.0	2.7	0.0	0.3	2392.9	154.9	454835.5	24348.5	5.00	0.91	0.0	0.0
99	11M1-10C	0	3	358	155	0	689	0.0	1.5	0.0	0.2	1639.4	73.8	471886.7	16039.6	2.94	0.60	0.0	0.0
100	11M1-11C	0	3	470	153	0	762	0.0	1.9	0.0	0.3	2371.2	149.0	464031.6	31076.2	9.08	1.42	0.0	0.0
101	11M1-11R	0	2	0	208	0	1201	4.6	2.7	0.0	0.1	1590.8	107.2	476817.6	24744.1	8.46	1.21	0.0	0.0
102	11M1-12C	0	3	486	203	0	800	0.0	2.1	0.0	0.4	1218.9	68.6	472743.9	22644.9	5.70	0.95	0.0	0.0
103	11M1-12R	0	6	678	286	0	1384	0.0	1.9	0.0	0.6	1572.0	81.4	389305.6	18283.6	12.31	1.80	0.3	0.2
104	11M1-13R	0	2	923	153	0	713	0.0	1.8	0.0	0.2	2794.0	153.7	444726.2	20859.0	23.90	2.08	0.0	0.0

		Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean	Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)
89	11M1-1R	28.8	2.1	0.1	0.1	3.2	1.3	5.3	1.7	1.6	0.5	28.3	3.8	10.0	1.3	143.2	10.5	52.9	4.2	257.8	15.9
90	11M1-2C	10.4	1.2	0.0	0.0	0.8	0.5	4.2	1.8	1.0	0.3	26.9	3.8	9.2	0.9	130.8	11.7	51.5	2.9	262.2	18.1
91	11M1-2R	9.7	1.4	0.1	0.1	1.4	0.7	1.2	0.9	0.4	0.2	12.0	2.6	4.8	0.7	75.8	6.0	31.3	2.1	165.7	8.7
92	11M1-5C	13.1	1.6	0.0	0.1	1.5	0.8	2.8	1.3	0.7	0.3	14.9	2.6	5.7	0.6	67.5	6.5	26.7	2.0	135.6	8.3
93	11M1-6C	14.1	1.3	0.0	0.1	2.1	0.9	4.0	1.6	0.7	0.3	22.8	3.8	7.1	0.9	90.0	6.9	36.2	2.3	185.8	8.9
94	11M1-6R	18.4	1.8	0.0	0.0	1.5	0.8	2.3	1.1	0.3	0.2	14.6	3.3	6.7	1.0	82.4	5.7	35.0	2.7	182.4	8.5
95	11M1-7C	21.7	1.9	0.0	0.0	1.0	0.7	9.3	2.6	0.6	0.2	76.2	5.4	31.5	1.7	417.4	22.0	170.1	9.7	827.4	43.9
96	11M1-8C	11.5	1.4	0.0	0.1	2.5	0.9	5.3	1.7	1.1	0.4	28.9	4.5	10.0	1.2	110.6	10.1	41.5	2.7	189.7	10.6
97	11M1-8R	14.1	1.8	0.0	0.0	0.6	0.5	2.7	1.4	0.3	0.2	19.4	3.6	9.2	0.9	128.4	11.1	53.7	3.6	283.4	15.6
98	11M1-9R	22.0	2.0	0.1	0.1	4.1	1.3	8.1	2.0	1.3	0.3	53.2	6.8	18.1	1.4	237.7	12.3	85.3	5.2	396.3	23.5
99	11M1-10C	14.3	1.7	0.1	0.1	1.5	0.6	5.9	2.0	1.2	0.4	30.5	4.4	11.1	1.3	144.8	13.3	56.6	3.6	276.2	14.2
100	11M1-11C	19.2	2.6	0.1	0.1	1.4	0.8	6.2	1.8	0.6	0.3	34.9	3.8	14.4	1.5	204.4	15.7	80.5	5.3	406.4	23.6
101	11M1-11R	20.5	2.0	0.0	0.1	1.8	1.0	3.3	1.5	0.7	0.4	26.0	3.7	9.6	1.1	135.6	10.2	56.5	3.5	284.4	18.5
102	11M1-12C	11.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.2	1.9	0.8	0.5	0.3	18.3	2.9	7.0	0.9	100.1	9.3	39.9	2.8	213.0	13.8
103	11M1-12R	12.9	1.3	0.2	0.1	1.3	0.9	2.6	1.5	0.5	0.3	20.5	3.3	9.6	1.0	126.8	10.4	53.8	3.6	265.4	14.5
104	11M1-13R	11.5	1.3	0.0	0.0	0.3	0.4	2.8	1.1	0.3	0.2	31.0	5.1	16.0	1.1	230.6	13.1	96.5	5.7	500.4	28.5

		Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)	Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
89	11M1-1R	55.9	4.0	518.7	34.1	103.9	8.0	8892.3	452.3	1.7	0.4	261.4	24.1	491.2	33.6
90	11M1-2C	51.5	3.1	450.5	19.7	93.2	4.8	11453.6	445.0	1.4	0.3	239.0	13.3	655.9	34.1
91	11M1-2R	35.8	2.5	335.5	20.3	69.6	3.7	10314.2	440.0	2.4	0.5	186.8	10.4	517.5	22.7
92	11M1-5C	26.6	2.2	232.8	14.5	48.5	2.5	8880.1	392.5	0.8	0.2	84.9	5.0	164.4	8.0
93	11M1-6C	39.0	2.3	372.1	21.0	73.8	3.7	8287.7	455.5	1.2	0.2	154.2	7.1	307.8	16.0
94	11M1-6R	38.8	2.7	356.6	21.5	67.8	4.3	9398.8	416.9	1.2	0.3	207.7	9.9	413.2	25.3
95	11M1-7C	158.4	8.1	1444.9	72.0	265.6	8.7	14405.3	492.5	11.6	1.3	1609.9	51.5	4574.5	189.4
96	11M1-8C	38.9	2.4	335.3	20.4	63.7	3.8	9414.9	500.5	0.7	0.2	139.1	10.1	229.5	12.9
97	11M1-8R	60.4	3.7	548.6	39.5	111.7	6.3	11061.0	717.6	4.5	0.7	285.6	18.0	1034.8	44.2
98	11M1-9R	76.5	4.5	676.9	38.9	126.3	5.7	10280.6	475.6	1.9	0.4	439.2	21.0	789.6	41.5
99	11M1-10C	54.6	3.0	486.5	26.0	96.1	4.4	9859.1	413.3	1.2	0.3	269.9	14.9	543.5	23.6
100	11M1-11C	79.9	4.6	754.4	45.8	139.5	9.3	11435.7	693.3	3.5	0.5	501.8	41.4	1188.2	58.0
101	11M1-11R	53.4	4.1	493.6	33.7	95.5	6.5	10237.3	456.6	2.6	0.5	404.3	21.3	845.2	39.5
102	11M1-12C	43.7	4.5	387.1	24.5	72.6	5.2	10879.7	771.0	2.3	0.5	220.5	18.6	740.9	61.1
103	11M1-12R	55.3	4.0	493.4	28.3	96.8	5.5	10890.1	545.7	5.1	0.5	313.1	17.5	1347.6	71.0
104	11M1-13R	105.7	6.9	943.9	46.7	183.7	10.8	12228.1	606.3	7.7	1.0	308.1	15.1	1629.4	80.4

		Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)
	GL-2														
105	GL-2_1	1175.99	150.67	604640.54	21196.88	1.02	0.13	2.83	0.45	5.65	0.74	1.25	0.18	31.13	4.50
106	GL-2_2	1923.81	74.01	589167.69	23423.05	10.66	0.63	3.48	0.89	8.30	0.77	1.08	0.10	48.25	2.44
107	GL-2_3	2016.51	79.54	601336.61	17844.27	9.94	0.55	2.62	0.28	7.35	0.70	1.06	0.10	46.82	1.89
108	GL-2_4	2480.30	435.49	589393.24	28163.76	3.65	0.54	6.06	1.72	14.71	3.63	2.25	0.42	67.83	14.42
109	GL-2_5	3690.58	219.88	583929.70	18189.49	4.33	0.46	10.79	0.86	23.00	1.82	3.75	0.25	110.76	6.84
110	GL-2_6	2309.59	279.43	593602.47	47098.16	9.22	1.13	320.91	64.89	75.72	11.44	5.80	0.64	107.66	15.28
111	GL-2_7	812.11	32.48	580800.56	19424.93	0.88	0.10	0.98	0.18	2.17	0.29	0.40	0.06	14.45	0.95
112	GL-2_9	888.72	46.22	562876.46	28094.79	3.95	0.52	0.55	0.23	1.94	0.49	0.23	0.07	13.75	1.53
113	GL-2_10	1814.40	95.67	583307.74	28623.10	5.68	0.43	2.53	0.34	6.23	0.57	1.11	0.14	35.33	2.13
114	GL-2_11	2523.43	139.09	611791.82	35976.72	8.62	0.34	19.78	12.77	11.97	3.03	1.42	0.27	59.23	5.48
115	GL-2_12	1652.04	84.98	596115.13	28378.45	4.92	0.44	1.59	0.29	4.24	0.60	0.59	0.08	31.06	1.88
116	GL-2_13	1542.01	65.79	608421.92	23323.23	4.56	0.28	2.05	0.24	4.90	0.55	0.90	0.07	25.90	1.27
117	GL-2_14	1948.75	100.02	577762.35	24310.00	5.36	0.33	2.29	0.27	5.58	0.52	0.98	0.09	35.01	1.89
118	GL-2_15	1164.53	45.34	602693.19	27543.77	3.35	0.23	2.00	0.24	4.04	0.35	0.76	0.08	25.24	1.59
119	GL-2_16	835.11	67.94	622074.17	23022.64	2.89	0.30	1.21	0.17	2.64	0.42	0.57	0.10	13.75	1.15
120	GL-2_17	1329.20	47.18	597577.20	27699.82	2.10	0.16	2.44	0.29	5.15	0.44	1.32	0.14	27.78	1.67
121	GL-2_18	3250.16	199.07	585642.53	35171.04	12.11	0.94	35.47	20.41	20.67	4.00	2.38	0.29	86.36	6.14
122	GL-2_19	1515.68	67.82	608223.02	25584.74	3.27	0.23	1.60	0.31	4.26	0.39	1.04	0.14	27.29	2.07
123	GL-2_20	2822.82	186.66	615616.95	31512.70	4.24	0.35	105.88	39.36	33.43	8.43	2.86	0.59	84.26	9.09
124	GL-2_21	3039.06	174.31	593183.91	42285.76	11.04	0.92	6.85	0.69	16.32	1.40	2.05	0.19	85.44	4.87
125	GL-2_22	2074.54	125.43	589120.48	44323.94	2.13	0.19	6.01	0.63	12.00	1.12	2.19	0.31	58.30	4.47
126	GL-2_23	654.70	34.87	619870.12	27481.41	1.20	0.10	0.96	0.16	2.33	0.29	0.46	0.06	13.27	1.06
127	GL-2_24	1141.24	55.61	614773.23	32387.89	1.02	0.11	2.95	0.37	6.59	0.82	1.26	0.15	30.93	2.36
128	GL-2_25	925.98	63.21	619645.96	44421.10	1.37	0.21	2.18	0.50	5.24	0.72	1.01	0.17	24.75	3.65
129	GL-2_26	3789.61	183.00	611701.41	31582.57	4.92	0.75	13.59	1.45	24.09	1.94	3.79	0.27	114.67	8.54
130	GL-2_27	576.68	31.98	606018.43	22998.43	0.84	0.08	0.87	0.12	2.11	0.29	0.54	0.09	12.93	1.31
131	GL-2_28	2703.22	125.83	570378.86	23989.86	13.79	1.27	4.24	0.76	10.40	0.65	1.39	0.16	62.79	4.75
132	GL-2_29	1475.52	58.18	601069.98	19462.26	0.82	0.10	4.59	0.38	8.00	0.51	1.89	0.11	43.21	1.71
133	GL-2_30	849.87	64.98	581703.43	22787.33	1.38	0.15	1.22	0.15	2.88	0.28	0.48	0.08	16.84	0.99
134	GL-2_31	1544.71	54.94	610560.98	24974.38	4.05	0.26	2.41	0.31	5.67	0.36	1.07	0.08	34.84	1.38
135	GL-2_32	1945.62	91.82	601353.08	20767.27	4.98	0.36	5.57	1.43	7.04	0.93	1.09	0.18	40.28	2.96
136	GL-2_33	5367.67	554.53	593189.19	32686.03	13.91	2.70	16.17	1.92	32.09	3.61	4.11	0.53	156.33	15.61
137	GL-2_34	1183.80	54.53	617619.65	23039.30	2.59	0.19	1.82	0.35	3.63	0.38	0.92	0.13	21.88	1.33
138	GL-2_35	932.73	73.12	597403.62	19740.10	2.73	0.48	1.63	0.38	3.38	0.58	0.53	0.12	18.92	2.02
139	GL-2_36	817.58	77.23	604374.49	24420.07	1.01	0.09	1.66	0.47	3.66	0.84	0.77	0.14	17.42	2.63
140	GL-2_37	447.69	21.13	590304.98	28111.94	0.68	0.08	0.66	0.16	1.50	0.25	0.41	0.05	9.48	0.82
141	GL-2_38	2549.40	133.14	602305.20	26948.56	12.53	3.28	5.44	0.73	13.81	1.86	1.87	0.20	69.50	5.31
142	GL-2_39	836.55	60.38	623686.30	70181.19	2.15	0.19	0.61	0.19	2.30	0.30	0.30	0.11	13.47	1.53
143	GL-2_40	2014.63	142.17	605816.31	22767.34	7.71	0.58	3.46	0.44	8.47	0.78	1.29	0.13	50.78	4.18

		Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)
	KAL-MG-2														
144	KAL-MG-2_1	2105.30	98.15	602739.82	20022.89	3.61	0.25	4.54	0.32	9.57	0.70	1.50	0.10	45.65	2.77
145	KAL-MG-2_2	1667.27	70.03	580535.71	21953.39	6.05	0.52	1.82	0.20	4.09	0.50	0.83	0.09	26.34	1.64
146	KAL-MG-2_3	1689.57	174.98	561482.52	26794.54	2.29	0.28	4.24	0.63	8.07	1.31	1.58	0.29	40.37	5.10
147	KAL-MG-2_4	750.99	54.08	593357.79	20780.76	2.99	0.57	0.53	0.14	1.44	0.22	0.27	0.06	10.09	0.85
148	KAL-MG-2_5	839.20	44.54	594078.56	24869.24	3.56	0.47	0.72	0.15	1.36	0.21	0.34	0.07	10.81	1.00
149	KAL-MG-2_6	1194.00	83.33	583541.97	25065.07	4.16	0.27	1.23	0.18	2.93	0.28	0.61	0.07	18.14	1.40
150	KAL-MG-2_7	1235.83	57.27	569808.32	28862.51	1.54	0.11	2.23	0.29	5.38	0.55	1.04	0.09	25.16	1.41
151	KAL-MG-2_8	648.79	69.34	605299.68	25772.10	1.10	0.14	1.28	0.33	2.14	0.42	0.68	0.14	11.93	2.10
152	KAL-MG-2_9	1439.43	125.51	573278.34	19287.24	4.43	0.36	1.36	0.23	3.70	0.35	0.75	0.10	21.86	1.88
153	KAL-MG-2_10	665.17	28.20	588518.05	26154.31	2.57	0.19	1.06	0.39	1.77	0.20	0.33	0.06	10.27	0.81
154	KAL-MG-2_11	824.26	34.66	601759.92	15111.02	3.71	0.53	0.93	0.14	2.22	0.27	0.43	0.05	12.97	0.60
155	KAL-MG-2_12	1059.85	51.53	591443.98	21498.16	3.31	0.23	1.15	0.22	2.70	0.32	0.56	0.07	16.05	1.05
156	KAL-MG-2_13	1173.31	69.69	571692.03	23578.88	5.29	0.30	1.03	0.14	2.73	0.32	0.53	0.09	16.03	1.19
157	KAL-MG-2_14	869.22	43.82	585577.26	26933.80	3.46	0.31	0.91	0.42	2.34	0.39	0.37	0.07	14.11	1.05
158	KAL-MG-2_15	1843.24	120.51	596840.35	28463.25	6.78	0.46	1.93	0.38	4.01	0.48	0.99	0.16	25.98	1.82
159	KAL-MG-2_16	1682.19	55.95	581624.36	27219.31	4.80	0.33	3.42	0.53	5.77	0.53	1.15	0.12	31.13	1.96
160	KAL-MG-2_17	699.22	46.14	606512.73	26048.86	1.92	0.28	0.58	0.14	1.62	0.26	0.24	0.05	10.32	1.24
161	KAL-MG-2_18	2025.39	159.13	587692.17	40072.07	2.80	0.39	5.37	0.62	9.63	0.96	1.74	0.20	46.67	4.07
162	KAL-MG-2_19	1703.37	145.74	614328.61	26453.26	2.30	0.22	4.86	0.68	7.30	0.82	1.32	0.18	37.46	4.04
163	KAL-MG-2_20	1203.16	114.43	608706.94	20429.34	1.84	0.18	6.16	3.32	4.63	0.79	0.56	0.13	20.97	2.27
164	KAL-MG-2_21	1166.10	115.95	630853.46	20205.43	1.34	0.11	2.47	0.48	5.29	0.75	1.10	0.17	24.62	2.89
165	KAL-MG-2_22	1187.52	72.23	634948.19	24076.66	6.58	0.70	0.62	0.10	2.19	0.25	0.43	0.06	14.88	1.11
166	KAL-MG-2_23	874.52	62.70	625532.40	33629.13	3.23	0.27	7.63	4.72	3.16	0.99	0.44	0.09	13.87	1.72
167	KAL-MG-2_24	834.62	73.58	660689.02	28623.46	1.53	0.16	1.54	0.46	3.06	0.81	0.59	0.17	15.70	2.31
168	KAL-MG-2_25	0.00	0.00	-65.66	236.53	-0.36	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
169	KAL-MG-2_26	981.67	71.67	619372.27	13952.65	1.97	0.25	1.61	0.27	3.45	0.41	0.66	0.08	18.51	1.26
170	KAL-MG-2_27	1350.85	116.70	664982.98	23195.87	5.93	0.72	3.16	3.60	3.05	0.81	0.59	0.10	17.99	1.78
171	KAL-MG-2_28	587.66	30.64	656900.96	23183.30	1.59	0.15	0.83	0.25	1.49	0.42	0.39	0.10	9.20	1.10
172	KAL-MG-2_29	1086.23	69.21	659671.18	33569.90	1.07	0.12	1.83	0.43	4.16	0.66	0.79	0.16	23.13	2.32
173	KAL-MG-2_30	997.57	43.30	659644.97	29240.00	3.37	0.23	51.86	9.61	11.46	1.19	1.11	0.15	23.25	2.02
174	KAL-MG-2_31	1002.20	89.76	675260.40	70462.89	3.49	0.50	0.81	0.27	2.38	0.36	0.54	0.10	15.70	2.34
175	KAL-MG-2_32	1114.98	44.32	618136.91	20323.66	3.91	0.33	1.97	0.30	3.27	0.34	0.58	0.08	18.68	0.76
176	KAL-MG-2_33	572.92	19.44	612436.99	20299.35	2.09	0.18	0.50	0.12	1.41	0.23	0.32	0.06	8.21	0.48
177	KAL-MG-2_34	986.46	60.38	622612.75	30360.42	4.15	0.47	4.66	1.98	3.04	0.31	0.49	0.09	16.33	1.54
178	KAL-MG-2_35	958.37	46.45	623221.59	25736.61	4.89	0.47	0.60	0.11	1.83	0.27	0.39	0.06	11.67	0.72
179	KAL-MG-2_36	669.52	40.81	596365.90	26260.90	1.89	0.19	0.92	0.32	1.82	0.21	0.38	0.06	10.98	1.00
180	KAL-MG-2_37	735.54	47.96	612041.53	29957.20	2.16	0.18	0.77	0.16	1.96	0.35	0.40	0.09	12.04	0.96
181	KAL-MG-2_38	850.59	68.32	621641.08	20643.16	2.06	0.23	0.71	0.19	2.05	0.37	0.33	0.07	12.88	1.41
182	KAL-MG-2_39	753.18	40.85	596075.20	26465.17	1.89	0.16	1.12	0.17	2.27	0.29	0.52	0.07	13.00	0.83
183	KAL-MG-2_40	1540.16	66.59	573655.50	22073.76	6.84	0.65	1.51	0.23	4.17	0.56	0.75	0.11	24.21	1.92

		Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)	Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)
	GL-2														
105	GL-2_1	10.21	1.38	117.94	15.29	41.74	5.18	183.10	21.89	36.98	4.16	341.53	31.17	56.81	6.46
106	GL-2_2	16.25	0.60	193.59	8.44	71.07	3.55	316.02	14.79	65.33	2.91	615.09	30.70	99.15	4.38
107	GL-2_3	15.39	0.61	188.54	6.59	70.37	2.72	314.14	12.63	65.74	3.34	597.48	30.93	97.67	4.66
108	GL-2_4	22.18	4.63	255.31	50.82	90.77	17.46	391.25	70.92	78.65	14.95	726.00	136.56	111.95	18.57
109	GL-2_5	33.25	2.02	390.61	24.20	136.56	8.16	581.87	36.85	115.98	7.06	1055.24	60.80	167.74	10.50
110	GL-2_6	26.13	3.73	263.47	39.03	85.75	11.56	355.28	37.80	77.19	7.56	688.25	64.00	104.14	10.66
111	GL-2_7	5.37	0.24	67.45	2.67	27.87	1.37	131.33	6.25	28.75	1.09	277.68	11.98	49.14	2.49
112	GL-2_9	5.59	0.40	75.56	3.29	30.67	2.12	153.71	11.84	33.27	2.58	308.01	15.91	58.52	3.76
113	GL-2_10	13.53	0.78	170.79	7.96	64.88	3.80	308.00	15.50	63.85	3.29	576.36	34.00	99.04	5.80
114	GL-2_11	19.72	1.44	249.50	15.45	90.43	4.95	402.53	19.49	82.07	4.07	704.91	30.94	117.92	6.78
115	GL-2_12	11.18	0.72	149.31	8.23	57.05	4.16	268.06	14.32	55.48	3.53	491.97	21.20	85.69	4.62
116	GL-2_13	9.66	0.42	129.22	5.36	52.95	2.43	256.84	12.27	56.70	3.43	551.11	24.17	93.57	4.09
117	GL-2_14	13.12	0.67	165.08	6.98	65.96	3.60	317.39	16.50	67.76	3.29	616.62	32.78	103.54	5.68
118	GL-2_15	8.62	0.51	105.21	4.77	40.47	1.88	188.66	8.63	41.09	1.93	365.15	21.44	63.74	2.49
119	GL-2_16	5.04	0.46	67.06	6.26	27.09	2.05	139.27	10.75	33.33	3.11	337.79	33.43	60.26	4.48
120	GL-2_17	9.70	0.51	121.31	6.03	46.58	1.96	215.53	10.10	44.37	2.11	424.70	25.18	71.24	3.28
121	GL-2_18	28.88	1.70	322.44	23.74	119.37	10.57	502.99	35.34	102.89	6.55	980.09	83.77	145.97	9.93
122	GL-2_19	9.71	0.46	132.69	6.43	52.75	2.74	255.30	15.27	53.89	2.34	519.39	32.44	85.78	4.21
123	GL-2_20	24.72	2.00	283.01	18.99	102.95	6.85	458.40	27.97	91.76	6.20	790.74	46.19	134.85	8.49
124	GL-2_21	27.71	1.93	324.51	21.15	113.38	6.99	489.34	29.22	96.97	5.63	930.23	50.47	140.29	8.70
125	GL-2_22	19.58	1.43	215.92	18.17	78.39	5.90	331.90	27.05	70.69	4.75	626.43	54.62	99.10	8.11
126	GL-2_23	4.68	0.26	58.74	3.71	22.87	1.14	107.36	5.58	23.47	1.19	227.73	12.95	39.83	1.61
127	GL-2_24	10.13	0.65	113.91	7.24	39.51	2.13	173.13	11.84	35.40	2.02	346.68	24.44	54.41	3.57
128	GL-2_25	7.86	1.10	95.68	9.72	32.20	3.07	153.74	16.53	31.79	2.39	307.81	36.66	49.48	4.43
129	GL-2_26	36.33	2.67	409.51	25.72	141.95	9.02	604.45	33.09	120.24	7.34	1126.60	92.86	171.85	9.31
130	GL-2_27	4.48	0.38	53.27	3.68	19.81	0.95	91.42	5.09	18.71	0.95	183.44	13.59	30.83	1.42
131	GL-2_28	21.67	1.16	266.06	12.94	96.03	5.16	432.36	22.62	85.95	4.74	769.52	41.06	130.84	7.52
132	GL-2_29	13.33	0.69	154.20	7.04	53.47	2.46	228.68	10.35	45.44	2.27	420.87	22.56	68.20	3.25
133	GL-2_30	6.00	0.41	77.15	4.68	30.09	2.32	143.51	11.15	30.23	1.97	299.44	19.23	51.19	3.99
134	GL-2_31	12.20	0.55	149.88	5.37	55.68	2.32	249.77	9.05	50.97	2.26	485.26	23.12	79.72	3.22
135	GL-2_32	14.22	0.88	177.74	10.42	67.35	3.10	314.46	14.91	64.52	3.26	611.80	29.54	105.52	5.09
136	GL-2_33	49.64	5.06	544.20	57.94	190.03	18.64	821.13	84.46	161.71	18.01	1411.13	162.93	235.26	23.03
137	GL-2_34	7.65	0.47	99.38	4.97	40.15	1.90	196.81	8.29	42.54	2.20	405.89	22.89	70.18	2.61
138	GL-2_35	6.89	0.68	87.20	7.70	34.05	2.73	157.79	12.27	34.40	2.35	330.88	20.46	56.60	4.22
139	GL-2_36	5.96	0.87	71.87	9.22	27.33	3.17	132.46	12.31	28.56	2.37	295.25	32.22	49.30	2.87
140	GL-2_37	3.48	0.25	41.74	2.60	15.92	0.96	73.73	4.26	15.90	1.04	158.60	10.01	27.72	1.69
141	GL-2_38	23.00	1.35	255.26	19.06	92.92	5.63	405.22	24.13	78.03	5.59	711.09	53.27	119.39	8.45
142	GL-2_39	5.80	0.57	70.57	5.10	28.95	3.24	133.35	12.21	30.42	2.65	289.22	13.81	47.40	3.42
143	GL-2_40	16.89	1.32	196.68	14.68	70.80	5.43	313.49	23.96	62.79	4.23	586.55	36.21	92.36	7.22

		Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)	Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)
	KAL-MG-2														
144	KAL-MG-2_1	15.45	0.72	190.64	10.45	70.01	3.64	341.77	17.54	73.35	3.68	732.23	31.52	127.43	6.55
145	KAL-MG-2_2	10.01	0.54	139.96	8.15	54.30	2.64	282.89	15.62	63.79	3.71	645.84	40.06	115.96	6.57
146	KAL-MG-2_3	13.20	1.67	161.79	20.56	57.33	6.45	271.95	27.51	59.60	6.59	573.64	61.06	98.09	8.34
147	KAL-MG-2_4	4.08	0.32	58.47	4.68	23.16	1.82	128.26	11.21	30.95	2.90	327.58	28.55	61.96	4.72
148	KAL-MG-2_5	4.82	0.28	62.61	4.25	27.09	1.38	137.83	8.43	33.84	2.73	375.82	30.65	69.40	5.59
149	KAL-MG-2_6	6.82	0.42	92.62	5.64	39.45	2.66	199.87	13.71	46.36	2.74	494.19	24.00	87.78	6.25
150	KAL-MG-2_7	8.79	0.46	108.46	5.86	40.49	2.03	199.60	8.39	45.95	2.07	490.45	19.78	82.45	4.43
151	KAL-MG-2_8	4.27	0.58	54.94	6.56	21.48	2.42	104.14	10.82	24.19	2.44	258.25	27.67	45.95	4.40
152	KAL-MG-2_9	8.39	0.71	117.45	11.08	45.50	4.12	237.46	18.93	53.00	4.03	571.54	35.85	100.49	7.38
153	KAL-MG-2_10	3.94	0.28	51.98	2.82	21.14	0.93	110.65	4.82	27.31	1.62	292.80	15.83	53.21	2.39
154	KAL-MG-2_11	4.71	0.24	65.56	3.05	26.26	1.04	135.44	5.68	33.15	1.44	360.03	19.12	66.92	2.67
155	KAL-MG-2_12	6.17	0.36	82.08	5.06	34.05	2.08	173.07	10.48	40.69	1.72	423.15	18.90	76.31	4.30
156	KAL-MG-2_13	6.35	0.45	91.39	5.71	37.77	2.14	198.94	8.24	45.87	2.30	516.04	22.71	93.36	5.03
157	KAL-MG-2_14	5.17	0.34	69.50	4.41	27.70	1.12	143.84	8.67	33.59	2.24	351.46	21.13	66.85	3.44
158	KAL-MG-2_15	10.47	0.83	144.80	9.71	58.51	4.52	301.22	18.45	67.32	4.01	687.10	36.68	127.44	6.43
159	KAL-MG-2_16	11.12	0.43	144.59	6.40	57.70	2.33	275.88	12.87	60.24	2.90	634.04	35.86	106.90	5.19
160	KAL-MG-2_17	4.00	0.41	54.54	4.45	22.94	1.65	116.91	6.89	28.23	1.66	308.77	16.53	55.04	2.62
161	KAL-MG-2_18	15.59	1.21	189.26	15.41	71.42	5.39	323.78	30.27	68.80	5.96	756.08	66.09	115.73	8.65
162	KAL-MG-2_19	12.64	1.25	150.95	13.40	56.49	4.49	268.65	22.03	58.40	4.71	563.93	37.64	106.44	7.25
163	KAL-MG-2_20	7.52	0.74	97.04	11.66	38.46	3.90	191.16	17.54	43.01	4.07	451.03	37.86	82.83	5.86
164	KAL-MG-2_21	8.40	0.89	104.75	11.41	39.76	4.04	182.67	17.01	40.92	3.84	420.74	40.00	74.87	6.65
165	KAL-MG-2_22	6.32	0.41	88.20	5.28	39.52	2.62	207.20	13.95	51.59	3.68	563.03	32.83	103.87	7.54
166	KAL-MG-2_23	5.02	0.51	68.79	6.50	28.91	2.63	147.40	9.65	35.09	2.53	392.68	35.47	70.95	4.09
167	KAL-MG-2_24	5.68	0.73	73.04	7.22	28.21	2.32	139.50	9.47	29.28	2.46	289.49	15.39	54.79	2.96
168	KAL-MG-2_25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.31	0.30
169	KAL-MG-2_26	6.39	0.39	81.94	5.04	33.36	2.43	162.69	11.94	37.34	2.81	379.79	28.42	69.23	5.35
170	KAL-MG-2_27	7.64	0.72	105.21	10.36	43.90	3.94	230.84	19.64	52.21	4.47	560.31	49.66	104.74	6.83
171	KAL-MG-2_28	3.56	0.38	45.06	3.03	19.20	1.45	100.30	7.45	23.88	1.35	241.62	15.57	48.49	2.85
172	KAL-MG-2_29	7.99	0.71	94.70	8.66	36.81	3.07	175.22	12.81	38.06	4.37	349.92	29.15	65.28	5.04
173	KAL-MG-2_30	7.05	0.35	85.18	4.62	33.35	1.84	160.65	8.70	35.51	1.77	372.05	22.67	70.07	3.54
174	KAL-MG-2_31	6.04	0.57	77.59	6.22	32.26	2.76	166.31	13.45	36.82	3.32	414.71	35.59	74.86	7.56
175	KAL-MG-2_32	7.04	0.31	91.05	4.18	37.53	1.20	178.64	6.44	39.09	1.37	389.29	15.76	72.79	2.94
176	KAL-MG-2_33	3.45	0.17	43.69	1.83	18.66	0.80	100.18	4.59	23.23	1.21	252.89	12.28	48.36	1.60
177	KAL-MG-2_34	5.89	0.44	81.05	6.12	33.43	2.54	163.92	10.79	37.82	2.65	410.48	43.02	72.56	5.29
178	KAL-MG-2_35	4.80	0.23	72.19	3.21	30.44	1.43	164.29	8.10	39.38	2.05	419.95	17.99	82.77	4.03
179	KAL-MG-2_36	4.24	0.32	54.48	3.85	22.54	1.71	107.96	6.97	24.80	1.71	253.54	17.86	46.76	3.61
180	KAL-MG-2_37	4.15	0.37	55.86	2.99	23.89	1.19	116.75	6.44	26.72	1.64	267.51	14.32	53.01	2.47
181	KAL-MG-2_38	5.16	0.53	69.36	5.61	28.83	2.54	146.70	12.49	32.77	2.76	329.88	27.11	65.36	5.80
182	KAL-MG-2_39	4.53	0.36	59.01	3.09	24.57	1.46	122.21	6.30	28.58	1.07	289.29	15.35	56.51	2.75
183	KAL-MG-2_40	9.21	0.52	119.55	6.80	52.44	2.81	264.80	12.80	60.51	3.40	641.80	44.84	114.32	4.60

		Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
	GL-2						
105	GL-2_1	7877.26	281.39	105.86	16.90	153.49	12.17
106	GL-2_2	8628.12	338.93	1112.60	56.77	1275.01	63.66
107	GL-2_3	9131.18	358.51	941.67	51.13	1229.83	68.46
108	GL-2_4	7959.11	492.00	463.86	86.17	565.17	93.61
109	GL-2_5	7776.79	260.81	619.43	54.98	741.85	51.54
110	GL-2_6	8783.02	878.14	862.58	211.28	1073.83	168.39
111	GL-2_7	8606.38	322.12	45.64	2.43	112.78	5.21
112	GL-2_9	10779.81	570.04	126.55	9.42	410.67	23.22
113	GL-2_10	8121.73	421.18	426.74	28.90	577.38	32.21
114	GL-2_11	9322.38	442.10	963.43	72.25	1100.13	77.20
115	GL-2_12	9967.76	574.46	505.99	34.63	713.35	38.14
116	GL-2_13	7864.48	317.25	175.65	6.43	372.71	13.00
117	GL-2_14	7799.27	341.22	280.78	16.11	477.00	20.40
118	GL-2_15	8372.40	390.43	262.38	42.31	392.27	24.84
119	GL-2_16	9106.01	373.46	152.89	12.76	340.49	30.23
120	GL-2_17	7175.86	269.27	135.75	7.56	229.31	14.37
121	GL-2_18	8178.88	677.28	1168.54	97.03	1430.16	105.44
122	GL-2_19	7418.73	383.28	181.99	16.49	337.89	24.87
123	GL-2_20	9551.99	464.85	465.49	28.71	807.93	43.65
124	GL-2_21	8172.14	410.00	1051.03	64.94	1401.75	104.18
125	GL-2_22	7756.28	441.67	265.33	20.09	438.15	29.61
126	GL-2_23	8216.67	309.25	59.30	2.68	136.59	9.57
127	GL-2_24	8012.57	437.74	92.20	4.37	228.48	26.35
128	GL-2_25	7940.66	660.95	98.33	11.12	181.65	19.67
129	GL-2_26	8222.12	394.66	593.12	44.30	931.67	92.10
130	GL-2_27	8245.46	343.69	38.50	2.31	74.45	6.08
131	GL-2_28	9078.64	386.31	1321.89	151.32	1514.98	82.01
132	GL-2_29	7153.97	302.37	117.46	5.24	146.57	6.65
133	GL-2_30	7987.17	282.87	81.58	7.10	181.05	12.48
134	GL-2_31	8666.25	293.76	351.89	29.19	505.06	19.14
135	GL-2_32	8925.18	448.76	310.00	22.76	601.86	34.52
136	GL-2_33	8118.07	530.12	2303.01	495.76	2187.47	397.08
137	GL-2_34	7547.65	318.73	117.98	6.66	249.22	17.05
138	GL-2_35	9319.86	558.16	109.08	10.44	289.34	21.21
139	GL-2_36	7930.50	312.80	60.84	6.79	127.40	9.74
140	GL-2_37	7292.68	483.72	27.58	1.87	62.39	4.51
141	GL-2_38	8149.82	401.89	1080.11	92.36	1146.95	90.65
142	GL-2_39	10136.31	887.37	89.97	8.31	336.51	43.42
143	GL-2_40	8824.94	427.77	1097.17	140.11	1140.05	105.53

		Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
	KAL-MG-2						
144	KAL-MG-2_1	9652.48	420.39	489.28	21.76	775.87	47.01
145	KAL-MG-2_2	8712.56	415.04	312.78	19.03	616.48	52.91
146	KAL-MG-2_3	8088.25	370.83	290.93	30.17	446.70	37.03
147	KAL-MG-2_4	10365.81	356.22	136.96	13.70	408.42	57.68
148	KAL-MG-2_5	10540.13	502.13	196.76	8.90	599.99	36.46
149	KAL-MG-2_6	8662.30	334.38	201.89	14.25	458.62	26.03
150	KAL-MG-2_7	9498.87	440.66	283.47	16.99	555.04	30.93
151	KAL-MG-2_8	8113.03	361.64	86.35	18.09	159.94	19.23
152	KAL-MG-2_9	8653.71	381.25	325.92	27.86	612.45	36.79
153	KAL-MG-2_10	9920.65	450.55	171.36	10.10	385.73	17.88
154	KAL-MG-2_11	9576.22	312.61	250.91	9.15	615.39	45.11
155	KAL-MG-2_12	8551.02	200.89	147.18	8.33	362.74	19.02
156	KAL-MG-2_13	8745.80	436.26	218.16	12.65	595.38	34.45
157	KAL-MG-2_14	9899.21	485.35	428.92	26.95	746.84	44.68
158	KAL-MG-2_15	8590.41	391.47	435.33	34.47	766.83	41.18
159	KAL-MG-2_16	7600.02	326.19	328.00	12.20	557.71	22.19
160	KAL-MG-2_17	10224.52	414.72	129.31	9.21	408.57	21.29
161	KAL-MG-2_18	8346.25	680.28	446.75	44.18	756.01	104.48
162	KAL-MG-2_19	8723.19	472.49	386.54	39.48	556.61	33.15
163	KAL-MG-2_20	10327.34	387.35	239.30	21.55	559.56	54.59
164	KAL-MG-2_21	8876.81	372.30	226.51	27.12	384.52	47.65
165	KAL-MG-2_22	9461.66	454.73	233.17	13.72	824.47	55.14
166	KAL-MG-2_23	9549.34	407.11	184.80	14.00	586.72	74.87
167	KAL-MG-2_24	9589.25	435.36	120.57	8.00	243.91	10.50
168	KAL-MG-2_25	-1.03	1.47	0.00	0.00	0.08	0.16
169	KAL-MG-2_26	8745.47	253.62	190.74	15.95	386.30	39.54
170	KAL-MG-2_27	9637.41	385.85	192.68	21.69	655.32	71.32
171	KAL-MG-2_28	9509.44	446.09	93.30	5.51	238.94	10.31
172	KAL-MG-2_29	9382.52	537.73	175.81	16.29	255.03	24.29
173	KAL-MG-2_30	9848.47	431.58	419.31	25.44	750.90	27.44
174	KAL-MG-2_31	8791.08	792.66	195.40	31.26	517.64	53.71
175	KAL-MG-2_32	8737.68	353.13	400.06	21.55	637.82	34.45
176	KAL-MG-2_33	9331.52	297.71	123.81	5.03	329.72	21.68
177	KAL-MG-2_34	9418.00	522.33	287.34	19.81	654.39	44.00
178	KAL-MG-2_35	9904.37	424.11	240.37	13.16	810.21	46.68
179	KAL-MG-2_36	8358.27	330.46	90.73	6.98	205.92	11.69
180	KAL-MG-2_37	9462.92	428.97	133.53	7.04	288.01	19.03
181	KAL-MG-2_38	9308.72	535.29	132.21	13.62	369.82	37.98
182	KAL-MG-2_39	9007.96	409.93	121.44	5.90	276.21	19.23
183	KAL-MG-2_40	9130.07	354.84	317.95	18.31	740.10	54.19

Prilog 5. Geokemijski sastav glavnih elemenata pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocen

*Rezultati od br. 1 do 69 objavljeni su u članku Trinajstić i sur., 2023.

* Rezultati od br. 70 do 186 objavljeni su u članku Brlek i sur., 2024b

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
1	PL-1-1	3.52	2.95	0.84	72.27	0.01	0.06	0.90	0.06	11.45	0.02	92.09
2	PL-1-2	3.67	2.77	1.08	71.48	0.09	0.07	1.03	0.08	11.69	0.01	91.96
3	PL-1-3	3.18	3.80	1.15	73.27	0.09	0.06	1.06	0.05	11.71	0.01	94.38
4	PL-1-4	3.38	3.25	0.89	72.57	0.04	0.06	0.99	0.02	11.58	0.01	92.78
5	PL-1-5	3.15	3.03	1.24	70.96	0.08	0.10	1.04	0.07	11.43	0.00	91.09
6	PL-1-6	3.70	3.22	0.88	72.77	0.06	0.05	0.87	0.08	11.60	0.00	93.23
7	PL-1-7	3.30	3.32	0.97	72.75	0.05	0.06	0.85	0.07	11.67	0.00	93.03
8	PL-1-8	3.54	2.95	1.05	71.72	0.06	0.09	1.07	0.08	11.84	0.02	92.43
9	PL-1-9	3.29	3.06	0.94	72.31	0.08	0.09	1.00	0.00	11.67	0.03	92.46
10	PL-1-10	3.64	2.95	1.05	71.82	0.07	0.06	0.89	0.06	11.36	0.00	91.89
11	PL-1-11	3.41	3.43	0.94	72.93	0.06	0.07	0.93	0.00	11.73	0.01	93.51
12	PL-1-12	3.26	2.32	0.77	71.97	0.04	0.04	0.90	0.00	11.59	0.04	90.92
13	PL-1-13	3.51	3.27	0.96	71.55	0.09	0.08	1.05	0.04	11.70	0.02	92.28
14	PL-1-14	3.01	1.97	1.12	71.36	0.05	0.08	1.05	0.04	11.72	0.02	90.43
15	PL-1-15	3.42	3.34	0.88	70.02	0.08	0.08	0.97	0.00	11.53	0.02	90.34
16	PL-1-16*	3.59	3.27	1.10	71.20	0.07	0.05	0.94	0.00	10.78	0.00	91.00
17	PL-1-17*	3.61	3.21	0.81	71.48	0.05	0.03	0.87	0.01	10.98	0.00	91.03
18	PL-1-18*	3.72	2.54	1.07	73.22	0.04	0.02	0.93	0.06	11.71	0.02	93.32
19	PL-1-19*	3.48	3.29	1.12	72.21	0.09	0.08	1.01	0.08	11.68	0.00	93.04
20	PL-1-20*	3.44	2.43	0.90	71.48	0.04	0.08	0.86	0.04	11.33	0.01	90.60
	PL-1 average	**3.44**	**3.02**	**0.99**	**71.97**	**0.06**	**0.07**	**0.96**	**0.04**	**11.54**	**0.01**	**92.09**
	PL-1 stddev	*0.20*	*0.43*	*0.13*	*0.82*	*0.02*	*0.02*	*0.08*	*0.03*	*0.26*	*0.01*	*1.16*
21	PL-2-1	3.23	3.37	0.01	72.77	0.00	0.08	1.06	0.02	11.90	0.00	92.43
22	PL-2-2	3.27	1.97	0.98	70.95	0.02	0.07	0.96	0.09	11.28	0.00	89.58
23	PL-2-3	3.43	3.36	0.94	72.45	0.03	0.10	0.97	0.16	11.55	0.00	92.99
24	PL-2-4	3.68	3.10	1.06	71.50	0.05	0.05	1.02	0.08	11.65	0.00	92.19
25	PL-2-5	3.54	3.29	1.08	72.10	0.05	0.08	1.01	0.05	11.87	0.00	93.08
26	PL-2-6	3.56	3.45	0.93	72.81	0.04	0.07	1.01	0.02	11.77	0.02	93.68
27	PL-2-7	3.53	3.22	1.06	72.03	0.05	0.07	0.98	0.01	11.53	0.04	92.53
28	PL-2-8	3.72	3.03	0.94	72.41	0.04	0.06	0.93	0.00	11.48	0.02	92.63
29	PL-2-9	3.53	3.22	1.17	72.18	0.09	0.10	1.04	0.07	11.79	0.00	93.19
30	PL-2-10	3.20	2.68	0.87	72.79	0.04	0.02	0.89	0.05	11.60	0.03	92.17
31	PL-2-11	3.58	3.26	0.96	71.12	0.06	0.07	1.08	0.04	11.70	0.00	91.87
32	PL-2-12	3.57	3.29	0.78	73.03	0.03	0.04	0.86	0.04	11.38	0.01	93.03
33	PL-2-13	3.70	3.16	0.93	71.41	0.06	0.11	1.03	0.05	11.51	0.04	92.01
34	PL-2-14	3.56	3.22	0.99	71.87	0.06	0.08	1.06	0.06	11.91	0.00	92.81
35	PL-2-15	3.10	2.01	1.07	72.23	0.07	0.07	1.08	0.05	11.72	0.00	91.41
	PL-2 average	**3.48**	**3.04**	**0.92**	**72.11**	**0.05**	**0.07**	**1.00**	**0.05**	**11.64**	**0.01**	**92.37**
	PL-2 stdev	*0.19*	*0.46*	*0.27*	*0.64*	*0.02*	*0.02*	*0.07*	*0.04*	*0.19*	*0.02*	*0.97*
36	Cuc-6coarse-1	3.50	3.58	0.79	72.31	0.05	0.04	0.81	0.05	11.83	0.00	92.96
37	Cuc-6coarse-2	3.33	3.60	0.63	72.03	0.03	0.06	0.83	0.07	11.68	0.02	92.27
38	Cuc-6coarse-3	3.47	3.68	0.71	72.97	0.04	0.04	0.80	0.07	11.80	0.00	93.57
39	Cuc-6coarse-4	3.42	3.32	1.07	72.18	0.07	0.10	0.97	0.01	11.73	0.00	92.88
40	Cuc-6coarse-5	3.27	3.44	0.91	72.53	0.07	0.08	1.05	0.03	12.00	0.00	93.39
41	Cuc-6coarse-6	3.48	3.44	0.86	72.41	0.05	0.06	0.99	0.05	11.75	0.01	93.10
42	Cuc-6coarse-7	3.26	3.46	0.92	72.76	0.06	0.07	1.01	0.10	12.00	0.01	93.64
43	Cuc-6coarse-8	3.27	2.95	0.87	71.94	0.07	0.08	1.02	0.12	11.47	0.01	91.80
44	Cuc-6coarse-10	2.98	3.19	0.99	71.56	0.09	0.07	1.05	0.07	11.77	0.00	91.77

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
45	Cuc-6coarse-11	3.74	3.63	0.72	72.92	0.02	0.04	0.70	0.10	11.83	0.02	93.72
46	Cuc-6coarse-12	3.37	3.58	0.91	72.46	0.04	0.04	0.86	0.03	11.81	0.00	93.10
47	Cuc-6coarse-13	3.27	3.49	1.10	72.69	0.06	0.08	1.00	0.01	11.60	0.00	93.31
48	Cuc-6coarse-14	3.72	3.67	0.82	72.87	0.02	0.01	0.70	0.04	11.87	0.01	93.73
49	Cuc-6coarse-15	3.51	3.57	1.00	73.49	0.07	0.07	0.99	0.02	11.72	0.01	94.45
50	Cuc-6coarse-17	3.34	3.55	0.99	73.35	0.08	0.06	1.02	0.04	11.84	0.00	94.28
51	Cuc-6coarse-18	3.31	3.46	0.99	72.72	0.06	0.09	1.00	0.06	11.81	0.03	93.52
52	Cuc-6coarse-19	3.58	3.76	0.85	72.68	0.04	0.05	0.81	0.09	11.41	0.02	93.29
53	Cuc-6coarse-20	3.53	3.71	0.77	73.57	0.05	0.04	0.79	0.06	11.85	0.02	94.40
54	Cuc-6coarse-21	3.36	3.49	0.73	72.50	0.04	0.03	0.78	0.07	11.60	0.01	92.62
	Cuc-6 coarse average	**3.41**	**3.50**	**0.88**	**72.63**	**0.05**	**0.06**	**0.90**	**0.06**	**11.76**	**0.01**	**93.25**
	Cuc-6 coarse stddev	*0.18*	*0.19*	*0.13*	*0.52*	*0.02*	*0.02*	*0.12*	*0.03*	*0.15*	*0.01*	*0.77*
55	Cuc-6fine-3	3.43	3.64	0.88	73.03	0.05	0.03	0.82	0.03	11.59	0.03	93.53
56	Cuc-6fine-5	3.50	3.53	0.74	69.85	0.03	0.06	0.70	0.04	11.78	0.01	90.25
57	Cuc-6fine-6	3.64	3.64	0.73	72.78	0.07	0.03	0.74	0.00	11.72	0.00	93.36
58	Cuc-6fine-7	3.51	3.62	0.85	73.59	0.05	0.04	0.85	0.04	11.88	0.00	94.42
59	Cuc-6fine-8	3.66	3.76	0.80	73.54	0.04	0.02	0.72	0.05	11.75	0.00	94.34
60	Cuc-6fine-9	3.22	3.32	0.72	73.03	0.03	0.04	0.71	0.07	11.82	0.00	92.96
61	Cuc-6fine-10	3.42	3.56	1.04	72.16	0.07	0.07	0.98	0.07	11.75	0.01	93.14
62	Cuc-6fine-11	3.51	3.59	0.78	72.94	0.06	0.03	0.83	0.07	11.72	0.04	93.56
63	Cuc-6fine-15	3.23	3.47	0.87	72.40	0.04	0.06	0.96	0.05	11.58	0.02	92.69
	Cuc-6 fine average	**3.46**	**3.57**	**0.82**	**72.59**	**0.05**	**0.04**	**0.81**	**0.05**	**11.73**	**0.01**	**93.14**
	Cuc-6 fine stddev	*0.15*	*0.12*	*0.10*	*1.13*	*0.02*	*0.02*	*0.11*	*0.02*	*0.10*	*0.01*	*1.23*
64	CUC-6-inc-1	3.30	3.91	1.13	73.08	0.04	0.05	0.81	0.02	11.74	0.01	94.10
65	CUC-6-inc-2	3.18	4.03	1.04	70.78	0.10	0.12	1.16	0.04	12.49	0.01	92.95
66	CUC-6-inc-3	3.76	4.62	1.75	71.01	0.92	0.35	1.14	0.01	13.17	0.10	96.84
67	CUC-6-inc-7	3.14	3.71	1.40	73.70	0.09	0.09	1.16	0.07	12.19	0.04	95.59
68	CUC-6-inc-12	2.54	3.03	1.17	71.89	0.06	0.05	0.90	0.06	11.61	0.00	91.32
69	CUC-6-inc-13	3.25	4.19	1.45	74.55	1.10	0.03	0.57	0.09	11.95	0.01	97.19
	CUC-6-inc average	**3.20**	**3.92**	**1.32**	**72.50**	**0.39**	**0.11**	**0.96**	**0.05**	**12.19**	**0.03**	**94.67**
	CUC-6-inc stddev	*0.39*	*0.53*	*0.26*	*1.52*	*0.49*	*0.12*	*0.24*	*0.03*	*0.57*	*0.04*	*2.30*
70	Mand-1	2.31	4.85	1.30	72.44	0.07	0.02	0.80	0.07	11.88	0.02	93.76
71	Mand-2	2.08	4.91	0.99	72.15	0.09	0.02	0.85	0.04	11.77	0.02	92.93
72	Mand-3	2.06	4.80	1.12	72.11	0.10	0.07	0.82	0.08	11.83	0.00	92.99
73	Mand-4	2.14	4.96	1.11	72.92	0.06	0.03	0.71	0.00	11.69	0.00	93.63
74	Mand-5	2.15	5.12	0.83	72.84	0.08	0.05	0.61	0.03	11.74	0.03	93.47
75	Mand-6	2.32	5.15	1.00	72.12	0.07	0.02	0.62	0.05	11.51	0.03	92.90
76	Mand-7	2.14	4.95	1.14	71.23	0.12	0.08	0.85	0.00	11.70	0.00	92.21
77	Mand-8	2.35	5.19	0.90	73.05	0.06	0.04	0.61	0.05	11.68	0.00	93.92
78	Mand-9	2.64	5.17	1.02	73.05	0.05	0.03	0.62	0.00	11.50	0.01	94.10
79	Mand-10	2.27	4.90	0.99	72.74	0.08	0.05	0.84	0.07	11.66	0.00	93.61
80	Mand-11	2.16	4.82	1.07	72.43	0.10	0.04	0.80	0.03	11.65	0.00	93.09
81	Mand-12	2.15	5.15	1.02	73.55	0.05	0.00	0.63	0.01	11.79	0.01	94.35
82	Mand-13	2.23	4.87	1.08	71.79	0.10	0.03	0.85	0.06	11.67	0.00	92.68

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
83	Mand-14	2.39	5.19	1.11	72.87	0.06	0.01	0.62	0.07	11.62	0.01	93.95
84	Mand-15	2.20	4.87	0.99	71.11	0.10	0.05	0.84	0.03	11.65	0.02	91.86
85	Mand-16	2.20	4.98	1.10	73.64	0.05	0.09	0.80	0.02	11.91	0.01	94.80
86	Mand-17	2.15	5.20	0.94	73.03	0.04	0.02	0.54	0.08	11.83	0.05	93.87
87	Mand-18	2.20	4.92	1.16	72.70	0.05	0.02	0.63	0.02	11.56	0.02	93.28
88	Mand-19	2.12	5.13	1.00	72.63	0.06	0.03	0.57	0.03	11.59	0.02	93.17
89	Mand-20	2.40	4.89	0.92	72.81	0.07	0.07	0.87	0.10	12.05	0.02	94.21
	MAND average	**2.23**	**5.00**	**1.04**	**72.56**	**0.07**	**0.04**	**0.72**	**0.04**	**11.71**	**0.01**	**93.44**
	MAND stdev	*0.14*	*0.14*	*0.11*	*0.66*	*0.02*	*0.02*	*0.12*	*0.03*	*0.14*	*0.01*	*0.73*
90	BD_1-1	2.20	5.34	1.06	72.18	0.07	0.04	0.87	0.07	11.78	0.00	93.61
91	*BD_1-2*	*2.01*	*5.46*	*1.09*	*70.31*	*0.08*	*0.06*	*0.87*	*0.02*	*11.36*	*0.00*	*91.26*
92	BD_1-3	2.29	5.44	1.04	70.94	0.09	0.08	0.84	0.08	11.89	0.02	92.71
93	BD_1-4	2.22	5.35	1.11	70.87	0.05	0.04	0.84	0.04	11.94	0.00	92.47
94	BD_1-5	2.22	5.29	1.13	71.85	0.05	0.05	0.85	0.03	11.79	0.00	93.27
95	BD_1-6	2.15	5.56	1.16	70.86	0.11	0.11	0.85	0.05	11.71	0.00	92.56
96	BD_1-7	1.43	5.60	1.04	71.08	0.07	0.00	0.61	0.07	11.62	0.05	91.57
97	BD_1-8	2.55	5.57	0.91	70.34	0.06	0.01	0.66	0.00	11.62	0.00	91.71
98	BD_1-9	2.06	4.98	1.05	71.69	0.07	0.02	0.83	0.07	11.89	0.01	92.68
99	BD_1-10	1.30	4.19	1.19	71.86	0.09	0.10	0.85	0.05	11.62	0.00	91.25
100	BD_1-11	2.58	5.26	1.36	72.63	0.11	0.05	0.89	0.00	12.02	0.04	94.94
101	BD_1-12	2.37	5.23	0.94	72.30	0.10	0.04	0.88	0.00	11.96	0.00	93.82
102	BD_1-13	2.08	5.72	1.04	72.40	0.06	0.01	0.59	0.05	11.63	0.00	93.58
103	BD_1-14	2.22	5.58	1.03	72.76	0.07	0.01	0.65	0.05	11.86	0.06	94.29
104	BD_1-15	2.08	6.09	1.01	73.14	0.06	0.00	0.63	0.05	11.64	0.00	94.70
105	BD_1-16	2.22	5.60	0.79	72.31	0.04	0.00	0.63	0.03	11.45	0.01	93.08
106	BD_1-17	2.44	5.22	0.87	71.36	0.07	0.06	0.80	0.03	11.59	0.00	92.43
107	BD_1-18	2.30	5.49	1.24	71.59	0.06	0.09	0.86	0.04	11.78	0.07	93.52
108	**BD_1-19**	**2.24**	**5.41**	**1.08**	**70.22**	**0.08**	**0.06**	**0.86**	**0.00**	**11.36**	**0.00**	**91.31**
109	*BD_1-20*	*2.12*	*5.50*	*1.09*	*70.76*	*0.07*	*0.03*	*0.84*	*0.08*	*11.71*	*0.00*	*92.20*
110	BD_1-21	1.96	5.44	0.98	70.52	0.08	0.03	0.74	0.09	11.35	0.00	91.19
	BD-1 average	**2.14**	**5.40**	**1.06**	**71.52**	**0.07**	**0.04**	**0.78**	**0.04**	**11.69**	**0.01**	**92.77**
	BD-1 stddev	*0.31*	*0.35*	*0.12*	*0.88*	*0.02*	*0.03*	*0.11*	*0.03*	*0.20*	*0.02*	*1.15*
111	BD-T1-1	2.17	5.43	1.00	71.46	0.08	0.07	0.67	0.06	11.27	0.00	92.22
112	BD-T1-2	2.28	5.29	1.12	70.94	0.09	0.09	0.86	0.06	11.52	0.00	92.25
113	BD-T1-3	1.60	5.32	0.99	70.71	0.12	0.07	0.83	0.08	11.46	0.02	91.20
114	BD-T1-4	2.46	5.22	0.96	71.50	0.12	0.07	0.86	0.02	11.48	0.00	92.69
115	BD-T1-5	1.65	4.80	1.04	70.86	0.08	0.09	0.84	0.04	11.44	0.02	90.85
116	BD-T1-6	2.53	5.08	1.10	72.09	0.09	0.10	0.86	0.00	11.50	0.03	93.38
117	BD-T1-7	2.22	5.26	0.97	71.82	0.07	0.09	0.81	0.00	11.27	0.00	92.51
118	BD-T1-8	2.41	5.13	1.05	70.96	0.08	0.07	0.82	0.04	11.52	0.07	92.15
119	BD-TA-9	2.34	5.23	1.05	71.32	0.07	0.06	0.84	0.06	11.63	0.01	92.61
120	BD-T1-10	2.36	5.24	0.98	71.81	0.11	0.07	0.83	0.02	11.56	0.00	92.99
121	BD-T1-11	2.19	5.28	1.05	71.82	0.10	0.06	0.85	0.00	11.54	0.04	92.91
122	BD-T1-12	2.12	5.24	1.07	72.14	0.08	0.06	0.83	0.03	11.63	0.02	93.22
123	BD-T1-13	2.77	5.15	1.07	72.20	0.09	0.05	0.87	0.00	11.79	0.00	93.98
124	BD-T1-14	3.19	4.61	1.11	72.25	0.09	0.04	0.88	0.00	11.86	0.00	94.03
125	BD-T1-15	1.77	5.04	1.00	71.79	0.07	0.00	0.74	0.00	11.48	0.00	91.89
126	BD-T1-16	1.82	5.68	1.06	72.15	0.04	0.05	0.62	0.07	11.35	0.00	92.84

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
127	BD-T1-17	1.61	5.47	0.99	70.30	0.05	0.00	0.53	0.02	10.88	0.00	89.84
128	BD-T1-18	1.98	5.61	0.85	72.44	0.07	0.01	0.62	0.09	11.48	0.04	93.19
129	BD-T1-19	2.09	5.49	0.88	72.36	0.05	0.00	0.65	0.04	11.39	0.00	92.96
130	BD-T1-20	1.86	5.50	1.02	71.88	0.05	0.09	0.61	0.03	11.36	0.00	92.40
	BD-T1 average	**2.17**	**5.25**	**1.02**	**71.64**	**0.08**	**0.06**	**0.77**	**0.03**	**11.47**	**0.01**	**92.51**
	BD-T1 stddev	*0.40*	*0.25*	*0.07*	*0.61*	*0.02*	*0.03*	*0.11*	*0.03*	*0.20*	*0.02*	*1.01*
131	BD-T4-1	2.29	5.20	1.09	71.97	0.08	0.07	0.85	0.00	11.92	0.05	93.53
132	BD-T4-2	2.07	5.24	1.01	70.60	0.11	0.06	0.82	0.17	11.70	0.08	91.87
133	BD-T4-3	1.98	5.27	1.06	71.54	0.10	0.10	0.85	0.05	11.46	0.01	92.42
134	BD-T4-4	2.24	5.40	1.06	71.99	0.09	0.09	0.85	0.03	11.93	0.02	93.70
135	BD-T4-5	2.45	5.22	1.20	71.17	0.07	0.08	0.83	0.00	11.62	0.00	92.64
136	BD-T4-6	2.20	5.32	1.12	71.63	0.08	0.03	0.84	0.09	11.70	0.00	93.01
137	BD-T4-7	2.20	5.57	0.94	72.62	0.03	0.03	0.60	0.06	11.59	0.03	93.67
138	BD-T4-8	2.19	5.41	1.09	70.59	0.12	0.07	0.82	0.08	11.58	0.04	91.98
139	BD-T4-9	2.24	5.28	0.95	70.33	0.09	0.08	0.82	0.14	11.63	0.00	91.56
140	BD-T4-10	2.75	4.97	1.01	70.81	0.10	0.02	0.79	0.00	11.56	0.00	92.01
141	BD-T4-11	2.37	5.22	0.93	71.12	0.06	0.07	0.86	0.01	11.34	0.01	91.99
142	BD-T4-12	2.01	5.30	1.07	71.83	0.10	0.06	0.85	0.00	11.72	0.03	92.97
143	BD-T4-13	2.46	5.24	1.08	70.86	0.08	0.05	0.89	0.08	11.67	0.00	92.41
144	BD-T4-14	1.96	5.31	0.99	71.71	0.07	0.02	0.64	0.06	11.57	0.01	92.33
145	BD-T4-15	1.84	5.16	0.98	71.14	0.08	0.08	0.81	0.03	11.59	0.01	91.72
146	BD-T4-16	1.94	5.37	1.25	72.31	0.07	0.03	0.84	0.03	11.87	0.00	93.71
147	BD-T4-17	1.59	5.00	0.93	71.58	0.08	0.10	0.85	0.11	11.62	0.00	91.85
148	BD-T4-18	2.44	5.22	1.05	71.10	0.08	0.02	0.78	0.00	11.53	0.00	92.21
149	BD-T4-19	2.09	5.41	1.22	71.19	0.09	0.01	0.85	0.02	11.79	0.00	92.68
150	BD-T4-20	2.02	5.41	1.09	70.87	0.06	0.04	0.79	0.00	11.53	0.01	91.81
	BD-T4 average	**2.17**	**5.28**	**1.06**	**71.35**	**0.08**	**0.06**	**0.81**	**0.05**	**11.65**	**0.02**	**92.50**
	BD-T4 stddev	*0.26*	*0.14*	*0.09*	*0.61*	*0.02*	*0.03*	*0.07*	*0.05*	*0.15*	*0.02*	*0.71*
151	DRZ-1	2.25	4.84	1.06	71.42	0.09	0.11	0.86	0.10	11.52	0.06	92.31
152	DRZ-2	2.06	5.28	0.98	71.56	0.08	0.02	0.84	0.03	11.28	0.00	92.13
153	DRZ-4	2.15	5.18	1.03	71.56	0.09	0.06	0.82	0.06	11.44	0.00	92.39
154	DRZ-5	2.38	4.98	0.97	72.27	0.06	0.08	0.84	0.04	11.40	0.03	93.05
155	DRZ-6	3.04	4.85	0.94	72.69	0.07	0.06	0.75	0.10	11.52	0.01	94.03
156	DRZ-7	2.19	5.12	1.14	72.13	0.10	0.07	0.75	0.05	11.35	0.02	92.93
157	DRZ-8	2.12	5.04	1.01	71.48	0.06	0.06	0.82	0.00	11.57	0.05	92.21
158	DRZ-9	2.42	4.95	1.00	71.59	0.08	0.09	0.88	0.06	11.48	0.00	92.55
159	DRZ-10	2.03	5.49	1.02	71.01	0.10	0.06	0.85	0.02	11.35	0.00	91.92
160	DRZ-11	1.68	5.13	0.95	71.73	0.07	0.01	0.58	0.08	11.18	0.02	91.43
161	DRZ-13	2.13	5.02	0.99	71.82	0.06	0.09	0.84	0.08	11.36	0.03	92.42
162	DRZ-14	2.16	5.10	1.05	71.63	0.09	0.04	0.83	0.00	11.55	0.00	92.44
163	DRZ-15	2.12	5.12	1.19	72.29	0.07	0.05	0.82	0.06	11.51	0.00	93.23
164	DRZ-16	2.00	5.07	1.05	71.72	0.06	0.07	0.82	0.03	11.41	0.04	92.27
165	DRZ-17	1.34	5.27	0.93	71.16	0.07	0.06	0.80	0.03	11.34	0.00	90.99
166	DRZ-18	1.24	4.60	1.11	70.47	0.08	0.10	0.86	0.07	11.56	0.00	90.09
167	DRZ-19	1.89	4.94	1.10	71.82	0.05	0.10	0.86	0.06	11.10	0.03	91.94
	DRZ average	**2.07**	**5.06**	**1.03**	**71.67**	**0.08**	**0.07**	**0.81**	**0.05**	**11.41**	**0.02**	**92.26**
	DRZ stddev	*0.41*	*0.20*	*0.07*	*0.52*	*0.02*	*0.03*	*0.07*	*0.03*	*0.13*	*0.02*	*0.89*
168	PS-1	2.11	5.74	0.78	72.45	0.03	0.01	0.57	0.04	11.31	0.03	93.07
169	PS-2	3.12	5.14	1.36	72.08	0.08	0.01	0.75	0.00	11.59	0.04	94.18

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
170	PS-3	2.50	5.41	1.20	70.66	0.08	0.02	0.71	0.05	11.57	0.03	92.24
171	PS-4	2.25	5.54	0.95	72.11	0.08	0.03	0.68	0.01	11.36	0.01	93.02
172	PS-5	2.11	5.45	1.02	71.92	0.04	0.05	0.64	0.00	11.33	0.00	92.56
173	PS-6	2.71	5.28	1.35	72.95	0.08	0.02	0.73	0.00	11.88	0.00	95.01
174	PS-7	2.48	5.62	0.93	73.78	0.05	0.00	0.59	0.10	11.58	0.03	95.15
175	PS-8	2.63	5.63	0.88	73.35	0.04	0.04	0.56	0.00	11.58	0.00	94.71
176	PS-9	2.00	5.59	1.08	71.55	0.08	0.01	0.65	0.00	11.31	0.02	92.28
177	PS-10	1.82	5.61	1.02	72.90	0.08	0.04	0.65	0.15	11.44	0.02	93.74
178	PS-11	2.54	5.64	0.99	73.63	0.05	0.06	0.58	0.02	11.24	0.00	94.76
179	PS-12	2.50	5.49	1.10	71.36	0.06	0.02	0.70	0.07	11.15	0.00	92.44
180	PS-13	2.09	5.25	1.17	72.14	0.12	0.07	0.72	0.05	11.62	0.00	93.24
181	PS-14	2.24	5.36	1.11	72.59	0.03	0.00	0.67	0.03	11.71	0.01	93.75
182	PS-16	2.55	5.35	1.34	71.67	0.07	0.03	0.75	0.02	11.66	0.02	93.46
183	PS-17	1.98	5.57	1.27	71.40	0.09	0.07	0.72	0.00	11.65	0.05	92.80
184	PS-18	1.96	5.47	1.30	71.81	0.09	0.02	0.71	0.00	11.46	0.01	92.83
185	PS-19	2.22	5.53	1.06	71.76	0.07	0.03	0.67	0.11	11.32	0.01	92.79
186	PS-20	2.11	5.48	1.29	71.65	0.08	0.03	0.74	0.20	11.65	0.00	93.23
	PS average	**2.31**	**5.48**	**1.12**	**72.20**	**0.07**	**0.03**	**0.67**	**0.04**	**11.50**	**0.01**	**93.43**
	PS stddev	*0.32*	*0.15*	*0.17*	*0.83*	*0.02*	*0.02*	*0.06*	*0.06*	*0.19*	*0.02*	*0.93*

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
1	**SKR_3\21_D-1**	**2.86**	**4.19**	**1.03**	**71.54**	**0.03**	**0.07**	**0.88**	**0.03**	**11.52**	**0.01**	**92.17**
2	SKR_3\21_D-2	3.23	4.19	0.85	72.13	0.03	0.06	0.80	0.04	11.66	0.01	92.99
3	SKR_3\21_D-3	3.07	4.02	1.05	71.54	0.04	0.08	0.91	0.02	11.80	0.02	92.55
4	SKR_3\21_D-4	3.00	3.99	1.07	71.94	0.06	0.04	0.92	0.08	11.69	0.03	92.82
5	SKR_3\21_D-12	3.18	4.00	1.00	71.40	0.10	0.02	0.99	0.05	11.57	0.00	92.31
6	SKR_3\21_D-13	3.05	4.09	1.06	72.65	0.14	0.12	0.97	0.00	11.68	0.03	93.79
7	SKR_3\21_D-15	2.87	4.25	1.11	72.02	0.07	0.08	1.02	0.02	11.68	0.00	93.12
8	SKR_3\21_D-16	3.36	4.50	0.81	72.52	0.00	0.02	0.73	0.05	11.74	0.00	93.73
9	SKR_3\21_D-17	3.16	4.19	0.81	71.49	0.05	0.06	0.77	0.05	11.71	0.00	92.29
10	SKR_3\21_D-19	3.28	4.17	1.06	71.95	0.04	0.05	0.94	0.04	11.67	0.00	93.21
11	SKR_3\21_D-20	3.11	4.08	0.95	71.77	0.05	0.05	0.91	0.05	11.65	0.01	92.63
12	SKR_3\21_D-21	3.07	4.51	0.86	73.22	0.00	0.05	0.69	0.06	11.75	0.02	94.23
13	**SKR-3\21_F-1**	**3.04**	**4.55**	**0.69**	**72.54**	**0.08**	**0.02**	**0.71**	**0.08**	**11.90**	**0.00**	**93.61**
14	SKR-3\21_F-2	3.16	3.96	0.98	72.30	0.07	0.08	0.94	0.00	11.76	0.00	93.25
15	SKR-3\21_F-3	3.02	3.81	1.04	72.93	0.00	0.07	0.97	0.08	12.27	0.01	94.19
16	SKR-3\21_F-10	2.99	3.91	0.97	72.24	0.03	0.11	0.92	0.07	11.86	0.00	93.11
17	SKR-3\21_F-11	3.19	4.14	1.03	72.29	0.08	0.03	0.96	0.04	11.92	0.03	93.72
18	SKR-3\21_F-12	3.10	3.98	1.02	71.81	0.07	0.02	0.94	0.04	11.78	0.02	92.76
19	SKR-3\21_F-13	3.25	4.09	1.06	71.28	0.11	0.08	0.92	0.02	11.81	0.04	92.66
20	SKR-3\21_F-14	3.24	4.43	0.82	72.89	0.03	0.02	0.70	0.03	11.97	0.00	94.13
21	SKR-3\21_F-15	3.17	3.92	0.98	71.83	0.04	0.08	0.97	0.07	11.92	0.02	92.99
22	SKR-3\21_F-16	2.76	4.03	1.09	71.38	0.09	0.06	0.94	0.06	11.73	0.01	92.15
23	SKR-3\21_F-17	2.92	4.06	1.02	72.50	0.04	0.05	1.00	0.03	12.00	0.00	93.62
24	SKR-3\21_F-18	3.02	4.13	1.06	72.34	0.04	0.06	0.94	0.01	11.98	0.02	93.60
25	SKR-3\21_F-19	3.03	3.95	1.00	71.85	0.02	0.06	1.01	0.07	11.61	0.03	92.63
26	SKR-3\21_F-20	3.12	4.04	0.93	71.53	0.03	0.05	0.94	0.07	11.93	0.03	92.67
27	SKR-3\21_F-21	3.19	4.19	0.80	72.09	0.06	0.03	0.78	0.00	11.97	0.00	93.12
28	**SKR_3\21_G-1**	**2.62**	**4.26**	**0.96**	**71.81**	**0.06**	**0.04**	**0.92**	**0.05**	**11.9**	**0.02**	**92.64**
29	SKR_3\21_G-2	1.92	5.16	0.75	71.78	0.06	0.02	0.69	0.03	11.66	0.00	92.07
30	SKR_3\21_G-3	3.09	4.46	0.71	72.69	0.02	0.01	0.70	0.06	11.84	0.04	93.62
31	SKR_3\21_G-4	2.95	4.10	0.96	72.23	0.01	0.07	0.97	0.02	11.85	0.00	93.16
32	SKR_3\21_G-5	3.15	4.04	0.92	72.90	0.04	0.09	0.97	0.13	11.67	0.01	93.92
33	SKR_3\21_G-6	3.30	4.27	0.72	72.66	0.06	0.02	0.67	0.04	11.88	0.05	93.67
34	SKR_3\21_G-7	2.79	4.53	0.83	72.32	0.04	0.04	0.78	0.01	11.9	0.02	93.26
35	SKR_3\21_G-8	2.91	4.25	0.80	72.34	0.06	0.03	0.83	0.06	11.92	0.03	93.24
36	SKR_3\21_G-9	2.74	4.09	0.91	72.49	0.08	0.05	0.99	0.01	11.79	0.00	93.15
37	SKR_3\21_G-10	3.29	4.14	0.87	72.24	0.04	0.01	0.81	0.02	11.83	0.03	93.28
38	SKR_3\21_G-13	3.10	3.92	1.00	72.39	0.05	0.02	1.01	0.04	11.87	0.01	93.41
39	SKR_3\21_G-14	3.01	4.17	0.91	73.15	0.05	0.10	0.87	0.05	11.73	0.00	94.04
40	SKR_3\21_G-15	3.02	3.98	0.96	72.09	0.04	0.03	0.95	0.05	12	0.03	93.15
41	SKR_3\21_G-16	3.18	4.53	0.77	72.42	0.07	0.04	0.71	0.06	11.85	0.03	93.66
42	SKR_3\21_G-17	3.21	4.00	0.96	72.52	0.06	0.08	0.91	0.03	11.94	0.00	93.71
43	SKR_3\21_G-18	2.89	4.58	0.77	72.80	0.00	0.04	0.72	0.05	11.95	0.01	93.81
44	SKR_3\21_G-19	3.04	4.37	0.74	73.21	0.07	0.00	0.76	0.08	11.71	0.00	93.98
45	SKR_3\21_G-20	3.33	3.97	1.04	72.17	0.05	0.05	0.95	0.02	11.66	0.04	93.28
46	**SKR_3\21_H-1**	**3.15**	**3.87**	**1.06**	**71.78**	**0.04**	**0.05**	**0.96**	**0.05**	**11.79**	**0.00**	**92.75**
47	SKR_3\21_H-2	3.14	4.07	0.95	71.99	0.07	0.09	0.97	0.04	11.9	0.02	93.23
48	SKR_3\21_H-3	3.09	3.98	1.08	72.13	0.08	0.04	0.97	0.00	11.92	0.00	93.29
49	SKR_3\21_H-4	2.65	4.33	1.00	73.16	0.08	0.04	1.00	0.09	11.86	0.01	94.22

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
50	SKR_3\21_H-5	3.38	4.29	0.78	72.12	0.01	0.00	0.73	0.07	11.96	0.00	93.34
51	SKR_3\21_H-6	2.99	4.09	0.76	71.97	0.05	0.10	0.83	0.07	11.94	0.00	92.80
52	SKR_3\21_H-8	3.16	4.46	0.79	72.02	0.05	0.01	0.72	0.04	12.01	0.00	93.26
53	SKR_3\21_H-9	3.27	3.87	0.95	71.31	0.05	0.07	0.92	0.04	11.55	0.00	92.03
54	SKR_3\21_H-11	3.06	4.28	0.74	72.52	0.03	0.05	0.79	0.09	11.85	0.00	93.42
55	SKR_3\21_H-12	3.04	4.16	1.02	72.84	0.11	0.06	1.00	0.04	11.93	0.00	94.20
56	SKR_3\21_H-13	3.19	4.33	0.93	71.67	0.00	0.05	0.79	0.02	11.94	0.00	92.92
57	SKR_3\21_H-14	3.21	3.88	1.12	71.66	0.03	0.07	0.99	0.00	12	0.00	92.95
58	SKR_3\21_H-15	3.05	4.14	1.08	72.30	0.08	0.04	0.95	0.08	11.84	0.01	93.57
59	SKR_3\21_H-16	2.86	4.05	1.15	71.42	0.04	0.08	0.96	0.00	11.58	0.04	92.17
60	SKR_3\21_H-17	2.44	4.05	1.00	71.93	0.10	0.07	1.01	0.04	11.92	0.02	92.57
61	SKR_3\21_H-18	3.15	4.58	0.79	72.33	0.02	0.02	0.70	0.03	12.03	0.02	93.67
62	SKR_3\21_H-19	3.01	3.89	1.12	71.74	0.08	0.07	1.05	0.04	12.05	0.00	93.06
63	SKR_3\21_H-20	2.25	4.52	0.73	72.56	0.02	0.04	0.70	0.01	11.91	0.00	92.73
64	SKR-3/21_H<2,9-1	2.86	4.18	0.97	72.89	0.05	0.08	1.06	0.09	12.00	0.00	94.18
65	SKR-3/21_H<2,9-2	3.34	4.02	1.23	72.05	0.06	0.06	1.10	0.04	12.08	0.01	93.99
66	SKR-3/21_H<2,9-3	3.47	4.18	1.04	73.70	0.04	0.03	0.92	0.00	12.04	0.00	95.43
67	SKR-3/21_H<2,9-4	3.26	4.30	1.19	73.95	0.05	0.04	0.97	0.02	11.95	0.04	95.76
68	SKR-3/21_H<2,9-5	2.88	4.24	0.99	73.36	0.05	0.06	1.02	0.03	11.87	0.00	94.50
69	SKR-3/21_H<2,9-6	3.38	4.32	0.86	72.90	0.02	0.02	0.84	0.11	11.86	0.02	94.33
70	SKR-3/21_H<2,9-7	3.46	4.23	1.21	71.91	0.05	0.03	1.02	0.08	12.45	0.01	94.45
71	SKR-3/21_H<2,9-8	2.99	4.15	1.09	71.63	0.07	0.05	0.98	0.00	11.82	0.03	92.81
72	SKR-3/21_H<2,9-9	3.20	4.30	1.06	72.58	0.04	0.07	0.97	0.06	12.02	0.00	94.29
73	SKR-3/21_H<2,9-10	3.34	4.34	0.86	72.09	0.02	0.04	0.78	0.02	12.11	0.00	93.61
74	SKR-3/21_H<2,9-11	3.03	4.10	1.10	72.60	0.09	0.01	1.08	0.06	11.88	0.00	93.96
75	SKR-3/21_H<2,9-12	3.26	4.42	0.66	73.04	0.01	0.04	0.83	0.09	12.07	0.02	94.44
76	SKR-3/21_H<2,9-13	3.37	4.37	0.93	72.82	0.06	0.03	0.83	0.00	11.85	0.06	94.32
77	SKR-3/21_H<2,9-14	3.28	4.54	0.63	73.14	0.03	0.02	0.73	0.12	12.08	0.00	94.58
78	SKR-3/21_H<2,9-15	3.30	4.02	0.99	73.09	0.07	0.08	0.99	0.07	11.90	0.04	94.55
79	SKR-3/21_H<2,9-16	3.28	4.17	0.94	72.89	0.06	0.03	1.00	0.05	11.95	0.05	94.42
80	SKR-3/21_H<2,9-17	3.06	4.08	1.11	72.21	0.08	0.06	0.97	0.04	11.70	0.03	93.34
81	SKR-3/21_H<2,9-18	3.19	4.20	1.21	72.04	0.04	0.03	1.04	0.07	11.95	0.04	93.80
82	SKR-3/21_H<2,9-20	2.96	4.42	0.80	72.62	0.04	0.03	0.85	0.07	11.77	0.07	93.62
83	**SKR-3\21_L-1**	**3.14**	**4.45**	**0.83**	**73.44**	**0.08**	**0.02**	**0.80**	**0.07**	**12.16**	**0.01**	**95.01**
84	SKR-3\21_L-2	3.02	3.97	0.93	72.50	0.03	0.09	1.00	0.05	11.81	0.02	93.42
85	SKR-3\21_L-3	2.82	4.12	0.95	72.15	0.09	0.03	0.98	0.02	11.76	0.02	92.94
86	SKR-3\21_L-5	3.25	4.44	0.84	72.14	0.04	0.03	0.71	0.02	12.09	0.02	93.58
87	SKR-3\21_L-6	2.96	4.36	0.88	72.15	0.08	0.02	0.79	0.04	11.89	0.00	93.17
88	SKR-3\21_L-7	3.16	4.55	0.80	74.25	0.05	0.03	0.74	0.05	12.22	0.04	95.88
89	SKR-3\21_L-8	3.02	4.40	0.77	72.70	0.07	0.03	0.75	0.03	12.03	0.04	93.83
90	SKR-3\21_L-9	3.11	3.93	1.06	72.07	0.06	0.05	0.95	0.03	11.84	0.02	93.13
91	SKR-3\21_L-11	3.19	4.25	0.91	71.19	0.03	0.02	0.79	0.09	11.96	0.00	92.42
92	SKR-3\21_L-12	2.87	4.05	1.06	71.92	0.06	0.07	0.95	0.09	11.85	0.00	92.93
93	SKR-3\21_L-13	2.98	3.90	1.00	71.69	0.06	0.03	1.00	0.06	11.94	0.02	92.68
94	SKR-3\21_L-14	3.10	4.35	0.80	71.33	0.02	0.03	0.71	0.01	11.81	0.00	92.16
95	SKR-3\21_L-15	3.00	3.97	0.88	71.86	0.09	0.08	0.92	0.03	11.59	0.02	92.44
96	SKR-3\21_L-16	2.78	4.26	0.98	72.93	0.08	0.09	0.95	0.10	12.09	0.02	94.27
97	SKR-3\21_L-17	3.02	4.37	0.81	72.67	0.01	0.00	0.82	0.02	11.94	0.00	93.67
98	SKR-3\21_L-18	2.97	4.01	1.02	72.08	0.00	0.10	1.02	0.03	11.74	0.00	92.97

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
99	SKR-3\21_L-19	2.84	4.11	1.08	71.66	0.09	0.07	0.95	0.06	11.84	0.00	92.70
100	SKR_3\21_L_fine-1	2.63	4.17	1.01	72.70	0.09	0.10	0.98	0.05	12.06	0.00	93.79
101	SKR_3\21_L_fine-2	2.99	4.03	1.09	71.41	0.14	0.04	1.03	0.08	11.81	0.02	92.64
102	SKR_3\21_L_fine-3	2.57	4.79	0.82	72.58	0.02	0.02	0.71	0.09	11.52	0.04	93.17
103	SKR_3\21_L_fine-4	3.13	4.13	1.00	72.56	0.10	0.06	0.98	0.00	11.86	0.01	93.83
104	SKR_3\21_L_fine-5	3.17	4.30	0.71	71.90	0.03	0.03	0.70	0.01	11.88	0.00	92.73
105	SKR_3\21_L_fine-6	3.03	4.05	1.05	71.76	0.06	0.14	0.92	0.09	11.75	0.03	92.89
106	SKR_3\21_L_fine-7	3.04	4.11	1.10	73.20	0.13	0.11	0.94	0.05	11.57	0.06	94.31
107	SKR_3\21_L_fine-9	3.05	4.04	1.02	72.37	0.05	0.09	1.00	0.03	11.99	0.00	93.64
108	SKR_3\21_L_fine-10	2.50	4.89	0.84	72.35	0.00	0.00	0.57	0.05	11.38	0.00	92.58
109	SKR_3\21_L_fine-11	3.01	4.18	0.94	72.69	0.01	0.11	0.95	0.06	11.81	0.00	93.76
110	SKR_3\21_L_fine-12	3.09	4.36	1.01	73.21	0.10	0.03	1.00	0.06	11.95	0.00	94.81
111	SKR_3\21_L_fine-13	2.47	4.99	0.77	72.52	0.04	0.06	0.76	0.05	11.91	0.01	93.58
112	SKR_3\21_L_fine-14	3.30	4.47	0.75	72.96	0.06	0.05	0.74	0.04	11.79	0.00	94.16
113	SKR_3\21_L_fine-15	3.06	4.40	0.80	72.54	0.00	0.01	0.82	0.07	11.93	0.03	93.67
114	SKR_3\21_L_fine-17	3.00	4.51	0.80	73.36	0.09	0.01	0.72	0.05	11.79	0.03	94.36
115	SKR_3\21_L_fine-18	3.10	4.29	0.85	72.07	0.00	0.03	0.83	0.06	11.84	0.00	93.08
116	SKR_3\21_L_fine-19	3.05	3.87	1.02	71.63	0.09	0.09	0.97	0.01	11.74	0.01	92.48
117	SKR_3\21_L_fine-20	2.72	4.27	0.88	72.72	0.04	0.06	0.78	0.07	11.74	0.03	93.30
118	SKR_3\21_L_coarse-1	3.35	4.18	0.82	73.03	0.00	0.06	0.89	0.04	11.59	0.00	93.96
119	SKR_3\21_L_coarse-2	2.73	4.43	0.82	72.28	0.02	0.03	0.78	0.07	11.97	0.03	93.17
120	SKR_3\21_L_coarse-4	2.90	4.36	0.79	71.33	0.05	0.10	0.83	0.08	11.72	0.00	92.16
121	SKR_3\21_L_coarse-5	3.09	4.00	1.08	71.62	0.10	0.07	1.02	0.06	11.79	0.00	92.84
122	SKR_3\21_L_coarse-6	3.29	4.57	0.73	73.34	0.06	0.05	0.73	0.05	11.83	0.06	94.71
123	SKR_3\21_L_coarse-7	3.15	4.34	0.90	71.73	0.01	0.03	0.81	0.03	11.65	0.06	92.72
124	SKR_3\21_L_coarse-8	3.15	4.24	0.77	72.18	0.04	0.03	0.80	0.08	11.72	0.00	93.01
125	SKR_3\21_L_coarse-9	3.00	4.51	0.83	73.02	0.06	0.05	0.87	0.09	12	0.00	94.43
126	SKR_3\21_L_coarse-10	3.18	4.26	0.63	71.31	0.05	0.03	0.70	0.05	11.76	0.05	92.01
127	SKR_3\21_L_coarse-11	3.07	4.48	0.85	72.94	0.03	0.01	0.72	0.03	11.86	0.06	94.04
128	SKR_3\21_L_coarse-12	2.77	4.04	1.09	71.70	0.08	0.00	1.03	0.09	11.83	0.01	92.64
129	SKR_3\21_L_coarse-13	2.99	4.10	1.00	72.24	0.06	0.02	0.92	0.01	12	0.02	93.35
130	SKR_3\21_L_coarse-14	3.04	4.34	0.85	71.71	0.04	0.01	0.80	0.04	11.75	0.01	92.58
131	SKR_3\21_L_coarse-16	2.94	4.07	1.04	71.89	0.05	0.05	0.96	0.05	11.75	0.02	92.80
132	SKR_3\21_L_coarse-17	2.99	4.00	1.02	72.18	0.07	0.04	0.99	0.01	11.93	0.01	93.25
133	SKR_3\21_L_coarse-18	3.07	4.29	1.09	72.66	0.08	0.05	1.01	0.08	12.12	0.01	94.45
134	SKR_3\21_L_coarse-19	3.32	4.39	0.83	71.29	0.02	0.01	0.73	0.10	11.48	0.02	92.19
135	SKR_3\21_L_coarse-20	3.24	3.95	0.99	71.94	0.09	0.11	1.02	0.07	11.84	0.02	93.28
136	**SKR-3\21_Pa_fine-1**	**3.08**	**4.11**	**1.05**	**72.50**	**0.05**	**0.08**	**1.00**	**0.04**	**12.09**	**0.01**	**94.01**
137	SKR-3\21_Pa_fine-2	3.15	4.15	0.88	73.39	0.05	0.06	0.91	0.04	11.76	0.00	94.39
138	SKR-3\21_Pa_fine-3	3.18	4.16	1.04	72.85	0.05	0.10	0.95	0.08	11.89	0.02	94.31
139	SKR-3\21_Pa_fine-4	2.57	4.70	0.79	73.37	0.01	0.05	0.70	0.07	11.97	0.00	94.24
140	SKR-3\21_Pa_fine-5	3.14	4.03	0.97	72.59	0.08	0.06	1.01	0.07	12.00	0.00	93.95
141	SKR-3\21_Pa_fine-6	2.43	5.07	0.80	73.12	0.06	0.00	0.70	0.07	11.88	0.02	94.15
142	SKR-3\21_Pa_fine-7	2.71	4.55	0.79	72.14	0.05	0.04	0.79	0.03	11.70	0.04	92.85
143	SKR-3\21_Pa_fine-8	3.20	4.09	1.07	71.97	0.04	0.06	0.98	0.02	11.82	0.00	93.26
144	SKR-3\21_Pa_fine-9	3.02	4.04	1.03	72.16	0.08	0.08	0.99	0.05	11.94	0.00	93.39
145	SKR-3\21_Pa_fine-10	2.94	4.33	0.79	72.31	0.02	0.03	0.84	0.02	11.90	0.02	93.19
146	SKR-3\21_Pa_fine-11	2.85	4.51	0.80	73.03	0.00	0.01	0.71	0.05	11.93	0.00	93.89
147	SKR-3\21_Pa_fine-12	2.84	4.10	0.97	73.22	0.02	0.04	0.99	0.09	11.87	0.00	94.14

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
148	SKR-3\21_Pa_fine-13	2.04	4.80	0.82	71.54	0.05	0.07	0.81	0.07	11.98	0.00	92.18
149	SKR-3\21_Pa_fine-14	2.84	4.06	0.96	72.71	0.10	0.06	1.05	0.04	12.09	0.00	93.91
150	SKR-3\21_Pa_fine-15	2.36	3.92	1.05	72.51	0.16	0.09	1.04	0.04	12.13	0.02	93.31
151	SKR-3\21_Pa_fine-16	2.84	4.16	1.08	72.53	0.08	0.05	0.92	0.10	11.78	0.03	93.58
152	SKR-3\21_Pa_fine-17	3.02	4.33	0.88	72.40	0.04	0.03	0.81	0.07	12.12	0.00	93.70
153	SKR-3\21_Pa_fine-18	2.60	4.59	0.70	73.40	0.02	0.01	0.68	0.07	11.87	0.00	93.94
154	SKR-3\21_Pa_fine-19	3.06	4.45	0.76	72.93	0.06	0.08	0.80	0.04	12.03	0.00	94.21
155	SKR-3\21_Pa_fine-20	3.17	4.12	0.98	72.48	0.12	0.09	0.95	0.07	11.71	0.01	93.70
156	SKR_3\21_P-1	2.72	4.20	1.04	71.71	0.09	0.08	0.95	0.11	11.69	0.00	92.59
157	SKR_3\21_P-2	3.15	4.13	0.86	71.50	0.08	0.04	0.93	0.06	11.75	0.01	92.52
158	SKR_3\21_P-3	3.07	4.05	1.09	71.95	0.08	0.10	1.06	0.07	12.08	0.00	93.55
159	SKR_3\21_P-4	3.07	3.97	1.00	72.10	0.00	0.10	1.00	0.08	11.87	0.01	93.21
160	SKR_3\21_P-5	2.86	4.07	1.04	71.77	0.05	0.07	0.95	0.03	11.66	0.02	92.52
161	SKR_3\21_P-7	3.06	4.03	0.98	71.89	0.10	0.04	0.95	0.08	11.93	0.00	93.05
162	SKR_3\21_P-9	3.33	4.08	0.98	72.64	0.01	0.04	0.97	0.04	11.91	0.00	94.00
163	SKR_3\21_P-10	3.14	3.76	0.98	71.32	0.06	0.07	0.99	0.03	11.94	0.00	92.30
164	SKR_3\21_P-12	3.00	4.38	0.89	71.87	0.08	0.03	0.78	0.05	11.91	0.01	93.00
165	SKR_3\21_P-14	3.33	4.45	0.72	71.86	0.05	0.04	0.70	0.07	11.83	0.00	93.05
166	SKR_3\21_P-15	3.03	4.23	0.78	71.52	0.03	0.00	0.82	0.07	11.77	0.00	92.25
167	SKR_3\21_P-16	2.90	4.45	0.81	71.55	0.04	0.06	0.80	0.04	11.59	0.01	92.26
168	SKR_3\21_P-20	3.21	4.14	1.07	71.38	0.00	0.08	1.00	0.05	11.66	0.00	92.58
169	**SKR_3\21_V-1**	**2.94**	**4.00**	**1.05**	**72.44**	**0.06**	**0.05**	**0.97**	**0.04**	**11.59**	**0.01**	**93.15**
170	SKR_3\21_V-2	2.88	4.30	0.96	72.98	0.07	0.03	0.90	0.00	11.88	0.00	94.00
171	SKR_3\21_V-3	3.11	4.16	0.99	73.02	0.07	0.06	0.87	0.05	11.59	0.03	93.95
172	SKR_3\21_V-4	3.11	4.00	1.08	73.35	0.06	0.03	0.98	0.03	11.93	0.00	94.57
173	SKR_3\21_V-5	2.85	4.12	1.00	72.36	0.11	0.10	0.98	0.07	11.69	0.04	93.32
174	SKR_3\21_V-6	3.06	4.29	0.80	72.45	0.02	0.04	0.85	0.07	11.74	0.00	93.32
175	SKR_3\21_V-7	2.92	4.45	0.82	73.02	0.00	0.05	0.82	0.07	11.82	0.01	93.98
176	SKR_3\21_V-8	2.67	4.15	1.03	72.53	0.08	0.07	1.02	0.03	11.65	0.04	93.25
177	SKR_3\21_V-9	2.73	4.50	0.83	72.17	0.00	0.03	0.78	0.04	11.9	0.03	93.02
178	SKR_3\21_V-10	3.21	4.14	0.97	72.90	0.10	0.06	0.98	0.07	11.81	0.00	94.24
179	SKR_3\21_V-11	2.99	4.07	1.06	72.65	0.06	0.05	0.95	0.08	12.09	0.01	94.01
180	SKR_3\21_V-12	3.20	4.10	1.02	72.79	0.04	0.07	0.94	0.03	12.25	0.02	94.46
181	SKR_3\21_V-13	2.97	4.12	1.14	72.62	0.09	0.06	1.03	0.09	11.96	0.00	94.08
182	SKR_3\21_V-14	2.95	4.49	0.80	73.33	0.06	0.05	0.71	0.02	11.8	0.03	94.24
183	SKR_3\21_V-15	2.98	4.13	0.98	72.42	0.10	0.04	0.92	0.00	11.83	0.01	93.40
184	SKR_3\21_V-16	2.90	4.13	1.06	73.25	0.08	0.07	0.99	0.00	11.78	0.00	94.26
185	SKR_3\21_V-17	2.77	4.45	0.86	72.29	0.06	0.02	0.77	0.00	11.57	0.00	92.78
186	SKR_3\21_V-18	2.97	4.03	1.07	72.00	0.01	0.07	0.99	0.00	11.87	0.00	93.01
187	SKR_3\21_V-19	2.79	4.57	0.83	72.82	0.07	0.02	0.82	0.00	11.77	0.01	93.70
188	SKR_3\21_V-20	2.89	4.54	0.84	72.68	0.06	0.04	0.73	0.04	11.87	0.02	93.70
189	**SKR_3\21_Z1-1**	3.25	4.35	0.85	72.56	0.05	0.04	0.81	0.05	11.84	0.01	93.81
190	SKR_3\21_Z1-2	2.94	4.27	0.97	72.62	0.07	0.03	0.93	0.04	11.7	0.00	93.58
191	SKR_3\21_Z1-3	3.03	4.38	0.83	72.76	0.04	0.01	0.81	0.07	11.71	0.03	93.67
192	SKR_3\21_Z1-4	3.07	4.07	1.07	72.18	0.08	0.05	0.96	0.01	11.98	0.04	93.51
193	SKR_3\21_Z1-5	2.75	4.61	0.78	72.66	0.01	0.00	0.71	0.10	11.69	0.02	93.33
194	SKR_3\21_Z1-6	2.81	4.57	0.82	73.45	0.09	0.04	0.82	0.09	11.78	0.00	94.46
195	SKR_3\21_Z1-7	3.04	3.95	1.04	71.66	0.08	0.13	0.98	0.11	11.85	0.04	92.88
196	SKR_3\21_Z1-8	2.95	4.32	0.83	72.43	0.08	0.06	0.85	0.05	11.89	0.00	93.46

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
197	SKR_3\21_Z1-9	2.93	4.59	0.75	71.95	0.00	0.00	0.73	0.08	11.74	0.01	92.77
198	SKR_3\21_Z1-10	3.20	4.27	0.93	72.27	0.07	0.05	0.93	0.05	11.95	0.00	93.73
199	SKR_3\21_Z1-11	3.24	4.47	0.75	72.38	0.03	0.04	0.70	0.03	11.58	0.01	93.23
200	SKR_3\21_Z1-12	3.01	4.31	0.83	72.05	0.06	0.03	0.82	0.03	11.78	0.00	92.92
201	SKR_3\21_Z1-13	3.21	4.36	0.71	72.39	0.00	0.02	0.71	0.06	12.15	0.00	93.61
202	SKR_3\21_Z1-14	2.98	4.08	0.92	72.86	0.11	0.04	1.00	0.04	11.97	0.06	94.06
203	SKR_3\21_Z1-15	2.84	4.10	1.04	72.48	0.03	0.07	0.94	0.12	11.96	0.02	93.60
204	SKR_3\21_Z1-16	3.18	4.16	1.11	71.95	0.08	0.04	0.99	0.06	11.81	0.01	93.39
205	SKR_3\21_Z1-18	3.17	4.39	0.76	72.50	0.03	0.00	0.74	0.04	11.81	0.00	93.44
206	SKR_3\21_Z1-19	3.19	4.30	0.81	72.55	0.02	0.04	0.80	0.00	11.75	0.00	93.46
207	SKR_3\21_Z1-20	3.10	3.98	1.05	71.60	0.01	0.10	0.93	0.07	11.75	0.04	92.63
208	SKR_3\21_Z1-21	2.98	4.09	0.98	72.44	0.08	0.07	0.97	0.07	11.73	0.01	93.41
	SKR_3/21-Z1 average	**3.02**	**4.23**	**0.93**	**72.35**	**0.05**	**0.05**	**0.88**	**0.05**	**11.85**	**0.01**	**93.43**
	SKR_3/21-Z1 stdev	*0.23*	*0.23*	*0.13*	*0.58*	*0.03*	*0.03*	*0.11*	*0.03*	*0.16*	*0.02*	*0.72*
209	Cuc-1fine-1	3.77	3.91	0.75	73.90	0.06	0.04	0.68	0.01	12.05	0.02	95.19
210	Cuc-1fine-2	3.86	3.94	0.84	73.30	0.04	0.04	0.68	0.05	11.98	0.01	94.74
211	Cuc-1fine-3	3.65	2.78	0.79	72.29	0.06	0.03	0.86	0.00	11.66	0.01	92.13
212	Cuc-1fine-4	3.48	3.02	0.94	73.15	0.06	0.05	0.95	0.04	11.75	0.01	93.45
213	Cuc-1fine-6	3.22	2.67	1.03	73.11	0.07	0.08	1.00	0.05	12.17	0.02	93.42
214	Cuc-1fine-7	3.39	2.29	0.72	72.51	0.07	0.01	0.72	0.04	11.70	0.01	91.46
215	Cuc-1fine-9	3.51	3.08	0.96	72.83	0.07	0.09	0.96	0.03	11.93	0.00	93.45
216	Cuc-1fine-10	3.51	2.72	1.09	71.08	0.08	0.07	1.01	0.05	11.47	0.00	91.07
217	Cuc-1fine-12	3.40	2.74	1.10	70.92	0.05	0.10	1.02	0.07	11.56	0.00	90.95
218	Cuc-1fine-13	3.40	2.34	0.75	72.39	0.01	0.04	0.83	0.07	11.44	0.03	91.31
219	Cuc-1fine-15	3.39	2.94	1.04	72.77	0.10	0.07	1.00	0.00	11.70	0.01	93.02
220	Cuc-1coarse-1	3.33	3.07	1.01	73.44	0.07	0.12	1.03	0.08	11.91	0.02	94.08
221	Cuc-1coarse-2	3.65	2.87	1.01	72.60	0.07	0.07	1.03	0.11	11.89	0.04	93.35
222	Cuc-1coarse-3	3.36	2.41	0.74	72.92	0.04	0.07	0.82	0.03	11.71	0.07	92.15
223	Cuc-1coarse-4	3.56	2.91	1.00	72.00	0.07	0.10	0.97	0.11	11.82	0.03	92.55
224	Cuc-1coarse-5	3.25	3.04	1.10	73.06	0.07	0.04	1.03	0.04	11.86	0.04	93.52
225	Cuc-1coarse-6	3.74	3.60	0.90	73.01	0.04	0.03	0.82	0.04	11.76	0.02	93.96
226	Cuc-1coarse-7	3.76	2.99	1.08	72.16	0.09	0.07	0.96	0.09	11.65	0.00	92.84
227	Cuc-1coarse-8	3.56	3.19	0.85	71.95	0.04	0.03	0.84	0.05	11.56	0.01	92.07
228	Cuc-1coarse-9	3.71	3.13	1.01	72.43	0.06	0.10	0.98	0.10	11.67	0.01	93.20
229	Cuc-1coarse-10	3.56	2.93	0.83	72.75	0.03	0.05	0.83	0.03	11.66	0.01	92.70
230	Cuc-1coarse-11	3.61	2.90	0.91	72.04	0.04	0.03	0.82	0.00	11.70	0.04	92.09
231	Cuc-1coarse-12	3.58	3.08	0.86	72.39	0.04	0.00	0.81	0.08	11.84	0.04	92.71
232	Cuc-1coarse-13	3.72	3.37	0.65	72.80	0.06	0.02	0.80	0.08	11.95	0.02	93.46
233	Cuc-1coarse-14	3.69	2.62	0.85	71.96	0.05	0.06	0.82	0.12	11.72	0.02	91.90
234	Cuc-1coarse-15	3.54	2.95	0.91	71.80	0.05	0.09	0.97	0.03	11.54	0.01	91.89
235	Cuc-1coarse-16	3.25	2.44	1.04	72.55	0.09	0.06	0.68	0.03	12.12	0.01	92.27
236	Cuc-1coarse-17	3.41	2.59	0.88	71.72	0.09	0.07	0.97	0.03	11.83	0.03	91.61
237	Cuc-1coarse-18	3.53	3.02	0.90	72.41	0.03	0.08	0.96	0.12	11.68	0.04	92.76
238	Cuc-1coarse-20	3.48	3.00	0.93	72.94	0.07	0.09	0.94	0.06	11.76	0.01	93.28
239	CUC_1d_coarse-1	3.28	2.64	1.07	71.29	0.15	0.08	0.98	0.10	11.71	0.04	91.34
240	CUC_1d_coarse-2	3.47	2.56	0.97	71.20	0.09	0.07	0.93	0.07	11.79	0.02	91.17
241	CUC_1d_coarse-3	3.53	2.47	0.78	71.65	0.04	0.01	0.78	0.05	11.78	0.00	91.09
242	CUC_1d_coarse-4	3.55	2.03	0.76	71.06	0.01	0.04	0.80	0.04	11.81	0.00	90.10
243	CUC_1d_coarse-5	3.49	2.90	0.80	72.22	0.04	0.07	0.82	0.04	12.03	0.00	92.40
244	CUC_1d_coarse-6	3.42	2.39	1.05	71.52	0.08	0.05	0.95	0.07	11.76	0.03	91.32

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
245	CUC_1d_coarse-7	3.43	2.64	1.07	71.60	0.08	0.08	1.04	0.03	11.81	0.05	91.83
246	CUC_1d_coarse-8	3.46	2.55	0.92	71.77	0.00	0.08	0.96	0.06	11.71	0.00	91.51
247	CUC_1d_coarse-9	3.42	2.61	0.99	71.00	0.05	0.06	0.95	0.07	11.86	0.00	91.01
248	CUC_1d_coarse-10	3.38	2.76	0.99	71.64	0.06	0.09	0.94	0.08	11.80	0.02	91.77
249	CUC_1d_coarse-11	3.47	3.12	0.81	72.34	0.05	0.05	0.77	0.07	11.88	0.00	92.57
250	CUC_1d_coarse-12	3.59	2.81	1.12	71.46	0.05	0.11	0.98	0.01	11.97	0.00	92.10
251	CUC_1d_coarse-13	3.40	2.53	0.95	71.01	0.08	0.05	0.94	0.08	11.79	0.00	90.84
252	CUC_1d_coarse-14	2.95	2.70	1.12	72.23	0.10	0.06	1.06	0.06	11.77	0.01	92.05
253	CUC_1d_coarse-15	3.49	2.71	0.94	71.34	0.03	0.07	1.00	0.06	11.95	0.00	91.59
254	CUC_1d_coarse-17	3.65	2.16	0.73	71.91	0.05	0.05	0.71	0.08	12.07	0.03	91.43
255	CUC_1d_coarse-18	3.36	2.81	1.02	71.75	0.10	0.09	0.96	0.10	11.77	0.01	91.97
256	CUC_1d_coarse-19	3.45	2.25	0.86	71.82	0.05	0.06	0.93	0.07	11.78	0.00	91.26
257	CUC_1d_coarse-20	3.17	2.19	0.96	71.19	0.00	0.06	0.88	0.02	11.65	0.01	90.13
258	CUC_1d_fine-1	3.35	2.48	1.06	72.24	0.08	0.07	0.96	0.05	11.74	0.00	92.03
259	CUC_1d_fine-2	3.75	2.68	0.84	71.75	0.05	0.04	0.81	0.00	11.99	0.01	91.91
260	CUC_1d_fine-3	3.62	2.68	1.09	71.46	0.11	0.11	1.00	0.06	12	0.00	92.13
261	CUC_1d_fine-4	3.76	2.84	0.90	72.37	0.07	0.05	0.80	0.08	11.79	0.04	92.70
262	CUC_1d_fine-5	3.55	3.09	0.82	73.28	0.05	0.06	0.81	0.11	12.08	0.00	93.85
263	CUC_1d_fine-6	3.46	2.25	0.77	72.70	0.04	0.09	0.70	0.11	11.73	0.00	91.85
264	CUC_1d_fine-8	3.50	2.22	1.05	71.47	0.06	0.08	1.03	0.02	11.7	0.01	91.14
265	CUC_1d_fine-9	3.45	2.84	1.08	72.95	0.06	0.10	0.95	0.06	11.79	0.02	93.31
266	CUC_1d_fine-10	3.66	2.76	1.23	71.18	0.08	0.06	1.06	0.03	12.13	0.00	92.18
267	CUC_1d_fine-11	3.45	3.22	1.30	71.52	0.11	0.08	1.16	0.05	12.68	0.00	93.57
268	CUC_1d_fine-12	3.44	2.83	1.08	72.57	0.05	0.10	1.02	0.08	11.94	0.00	93.11
269	CUC_1d_fine-13	3.36	3.09	0.98	72.87	0.03	0.11	0.99	0.01	11.8	0.01	93.24
270	CUC_1d_fine-14	3.48	2.86	1.05	71.77	0.06	0.08	0.92	0.04	11.77	0.00	92.03
271	CUC_1d_fine-15	3.52	2.76	1.12	72.45	0.06	0.04	0.97	0.05	11.76	0.00	92.72
272	CUC_1d_fine-16	3.36	2.40	0.95	72.44	0.07	0.05	0.97	0.01	11.69	0.01	91.95
273	CUC_1d_fine-17	3.25	2.45	1.00	71.80	0.04	0.09	1.01	0.04	11.74	0.01	91.45
274	CUC_1d_fine-20	3.11	2.81	1.01	72.63	0.09	0.06	1.01	0.02	11.81	0.00	92.55
275	CUC_1d_fine-21	3.44	2.42	1.11	72.06	0.09	0.12	0.95	0.03	11.93	0.00	92.14
276	CUC_1d_A-1	3.80	2.67	1.02	70.84	0.09	0.04	0.95	0.03	11.71	0.02	91.17
277	CUC_1d_A-2	3.69	2.74	1.00	71.90	0.07	0.04	0.95	0.07	11.85	0.00	92.32
278	CUC_1d_A-3	3.56	2.54	1.01	71.80	0.08	0.09	0.96	0.06	12.19	0.01	92.30
279	CUC_1d_A-4	3.52	2.56	0.77	72.24	0.05	0.10	0.77	0.00	11.63	0.02	91.64
280	CUC_1d_A-5	3.73	2.83	0.99	70.82	0.10	0.04	0.93	0.09	11.87	0.00	91.39
281	CUC_1d_A-7	3.34	2.45	0.95	72.20	0.07	0.07	0.99	0.04	12.03	0.01	92.15
282	CUC_1d_A-8	3.56	2.57	1.07	70.76	0.05	0.09	0.93	0.08	11.73	0.00	90.84
283	CUC_1d_A-9	3.52	2.69	0.99	71.45	0.11	0.07	1.00	0.08	11.61	0.01	91.55
284	CUC_1d_A-10	3.58	2.52	0.80	71.39	0.01	0.05	0.77	0.00	11.68	0.00	90.80
285	CUC_1d_A-11	3.46	3.12	0.81	72.20	0.02	0.02	0.82	0.03	11.7	0.02	92.21
286	CUC_1d_A-12	3.54	2.72	1.11	71.77	0.10	0.05	1.01	0.06	11.77	0.00	92.13
287	CUC_1d_A-13	3.34	2.04	1.04	71.97	0.10	0.06	0.95	0.01	11.98	0.02	91.52
288	CUC_1d_A-16	3.36	3.06	0.91	72.28	0.06	0.00	0.87	0.04	11.72	0.00	92.30
289	CUC_1d_A-17	3.61	2.91	0.78	71.91	0.02	0.03	0.70	0.08	11.94	0.02	92.00
290	CUC_1d_A-18	3.45	2.74	1.00	71.10	0.03	0.06	1.00	0.06	11.59	0.00	91.03
291	CUC_1d_A-19	3.68	2.82	1.10	71.70	0.03	0.08	0.97	0.06	11.95	0.02	92.41
	CUC-1d_A average	**3.49**	**2.76**	**0.95**	**72.06**	**0.06**	**0.06**	**0.91**	**0.05**	**11.82**	**0.01**	**92.19**
	CUC-1d_A stdev	*0.16*	*0.35*	*0.13*	*0.69*	*0.03*	*0.03*	*0.11*	*0.03*	*0.18*	*0.01*	*0.97*

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
292	LUC_1.1-1	3.26	3.67	1.16	72.36	0.03	0.04	1.00	0.04	11.81	0.02	93.39
293	LUC_1.1-2	3.00	4.32	0.91	73.43	0.06	0.07	0.81	0.06	11.87	0.00	94.52
294	LUC_1.1-3	3.28	3.53	0.94	72.09	0.04	0.05	0.93	0.09	11.61	0.01	92.57
295	LUC_1.1-4	2.19	4.36	1.04	73.08	0.06	0.05	0.96	0.03	11.79	0.00	93.55
296	LUC_1.1-5	2.96	4.14	0.87	72.96	0.13	0.11	0.91	0.08	11.72	0.00	93.88
297	LUC_1.1-6	3.05	4.07	1.01	72.10	0.09	0.09	0.97	0.02	11.96	0.00	93.36
298	LUC_1.1-7	3.03	3.95	1.08	72.13	0.05	0.04	0.95	0.05	11.78	0.02	93.10
299	LUC_1.1-8	2.52	5.53	0.63	73.33	0.05	0.05	0.57	0.15	11.86	0.02	94.70
300	LUC_1.1-9	3.40	3.82	0.99	71.85	0.12	0.06	1.01	0.05	11.8	0.00	93.10
301	LUC_1.1-10	2.96	4.73	0.81	72.54	0.01	0.05	0.81	0.01	11.7	0.00	93.61
302	LUC_1.1-11	3.14	3.83	1.05	72.68	0.09	0.01	0.94	0.02	12	0.01	93.75
303	LUC_1.1-12	2.17	4.25	1.01	71.79	0.11	0.09	0.98	0.01	11.8	0.01	92.22
304	LUC_1.1-13	1.94	4.49	1.09	71.77	0.08	0.06	1.01	0.05	11.68	0.04	92.19
305	LUC_1.1-15	2.14	4.37	0.99	72.84	0.04	0.07	0.94	0.09	11.88	0.00	93.36
306	LUC_1.1-16	2.36	4.12	1.02	72.59	0.05	0.06	0.98	0.09	11.87	0.02	93.17
307	LUC_1.1-17	2.28	4.75	0.95	73.68	0.16	0.04	0.91	0.04	12.09	0.00	94.90
308	LUC_1.1-18	2.85	4.09	1.01	73.35	0.13	0.04	1.03	0.01	12.04	0.01	94.56
309	LUC_1.1-19	1.47	4.55	1.00	72.22	0.01	0.06	0.98	0.06	11.8	0.00	92.15
310	LUC_1.1-20	2.56	3.85	0.91	72.74	0.09	0.08	0.98	0.05	11.91	0.00	93.16
	LUC 1.1. average	**2.66**	**4.23**	**0.97**	**72.61**	**0.07**	**0.06**	**0.93**	**0.05**	**11.84**	**0.01**	**93.43**
	LUC 1.1. stdev	*0.53*	*0.46*	*0.12*	*0.59*	*0.04*	*0.02*	*0.11*	*0.04*	*0.12*	*0.01*	*0.83*
311	KUC_fine-1	2.43	4.89	0.90	71.54	0.02	0.04	0.78	0.06	11.86	0.03	92.56
312	KUC_fine-2	3.11	3.97	1.08	72.96	0.07	0.06	0.96	0.08	11.89	0.00	94.19
313	KUC_fine-3	3.13	4.13	1.07	72.67	0.06	0.06	1.02	0.05	11.8	0.01	94.01
314	KUC_fine-4	3.18	3.87	1.02	72.75	0.07	0.04	0.96	0.03	11.58	0.02	93.52
315	KUC_fine-5	3.13	4.15	0.95	72.16	0.04	0.06	0.89	0.13	11.72	0.00	93.24
316	KUC_fine-6	2.69	4.28	1.08	72.03	0.11	0.07	0.98	0.06	11.78	0.01	93.09
317	KUC_fine-8	3.16	4.48	0.94	72.30	0.00	0.05	0.81	0.06	11.93	0.02	93.76
318	KUC_fine-9	2.60	4.66	0.85	71.99	0.09	0.06	0.87	0.06	11.61	0.01	92.80
319	KUC_fine-10	2.71	4.32	1.04	71.90	0.00	0.05	1.00	0.07	11.87	0.02	92.97
320	KUC_fine-11	2.89	4.75	0.70	71.61	0.03	0.04	0.64	0.05	11.71	0.03	92.46
321	KUC_fine-12	3.16	4.35	0.93	73.29	0.08	0.02	0.77	0.09	11.76	0.00	94.45
322	KUC_fine-13	2.74	4.52	0.99	71.99	0.03	0.06	0.86	0.08	11.71	0.00	92.97
323	KUC_fine-14	2.36	5.40	0.77	72.24	0.07	0.00	0.67	0.06	11.69	0.03	93.30
324	KUC_fine-15	3.04	4.06	0.98	71.85	0.07	0.05	0.96	0.05	11.88	0.02	92.96
325	KUC_fine-16	2.98	4.40	0.78	72.07	0.04	0.02	0.84	0.00	11.51	0.00	92.63
326	KUC_fine-17	3.03	4.17	1.02	72.86	0.11	0.04	0.99	0.04	11.83	0.02	94.12
327	KUC_fine-18	2.97	4.17	0.99	72.15	0.05	0.06	0.96	0.06	11.74	0.00	93.14
328	KUC_fine-19	3.30	4.25	0.82	72.57	0.08	0.08	0.83	0.04	11.83	0.03	93.83
329	KUC_fine-20	3.13	3.91	1.03	72.60	0.08	0.04	0.99	0.05	11.97	0.00	93.80
330	KUC_coarse-1	3.04	3.95	0.95	72.19	0.05	0.03	0.99	0.04	11.74	0.00	92.98
331	KUC_coarse-2	2.42	4.95	0.88	72.08	0.03	0.02	0.77	0.02	11.73	0.01	92.92
332	KUC_coarse-3	3.08	4.00	1.07	72.41	0.00	0.08	1.00	0.01	11.79	0.05	93.48
333	KUC_coarse-5	2.70	4.87	0.74	72.43	0.00	0.02	0.68	0.02	11.78	0.00	93.24
334	KUC_coarse-7	3.06	4.16	0.97	72.72	0.04	0.07	0.98	0.08	11.92	0.01	94.01
335	KUC_coarse-8	3.02	4.65	0.90	72.06	0.02	0.08	0.79	0.10	11.76	0.00	93.39
336	KUC_coarse-10	2.61	4.44	1.03	73.26	0.06	0.08	0.97	0.04	11.84	0.00	94.33
337	KUC_coarse-11	2.61	4.51	0.97	71.89	0.05	0.07	0.83	0.11	11.75	0.00	92.80
338	KUC_coarse-12	3.26	3.80	1.06	72.33	0.05	0.02	0.96	0.03	11.86	0.01	93.38

Br.	Naziv uzorka	Na2O	K2O	FeO	SiO2	TiO2	MgO	CaO	MnO	Al2O3	P2O5	Total
339	KUC_coarse-13	2.70	4.33	1.03	72.78	0.05	0.06	0.94	0.10	11.94	0.02	93.95
340	KUC_coarse-14	3.15	4.07	0.99	72.38	0.04	0.02	0.94	0.06	11.76	0.02	93.42
341	KUC_coarse-16	2.90	4.20	0.99	72.02	0.07	0.06	0.99	0.04	11.65	0.05	92.97
342	KUC_coarse-17	2.90	4.21	0.94	72.51	0.09	0.09	1.03	0.02	11.64	0.01	93.44
343	KUC_coarse-18	3.02	3.91	1.04	72.53	0.02	0.06	0.94	0.05	11.72	0.00	93.29
344	KUC_coarse-19	3.14	3.85	1.04	71.16	0.05	0.09	0.97	0.04	11.77	0.00	92.12
345	KUC_coarse-21	3.16	4.16	0.90	72.31	0.07	0.01	0.85	0.03	11.74	0.00	93.23
	KUC_coarse average	**2.93**	**4.31**	**0.95**	**72.30**	**0.05**	**0.05**	**0.90**	**0.06**	**11.77**	**0.01**	**93.34**
	KUC_coarse stdev	*0.25*	*0.36*	*0.10*	*0.46*	*0.03*	*0.02*	*0.11*	*0.03*	*0.10*	*0.01*	*0.55*

Prilog 6. Geokemijski sastav elemenata u tragovima pojedinačnih krhotina vulkanskog stakla vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

*Rezultati od br. 1 do 15 objavljeni su u članku Trinajstić i sur., 2023.

* Rezultati od br. 16 do 44 objavljeni su u članku Brlek i sur., 2024b

Br.	Uzorak	Li7	Sc45	Cr53	Co59	Rb85	Sr88	Y89	Zr90	Nb93	Cs133	Ba137	La139	Ce140	Pr141	Nd146
1	PL-2-1	18.37	2.81	1.64	0.63	123.45	92.09	6.83	66.25	6.23	9.25	511.45	23.17	36.15	3.34	10.05
2	PL-2-2	11.78	3.41	2.54	0.51	215.68	108.49	11.29	79.33	8.99	15.77	844.84	33.62	53.18	4.78	13.32
3	PL-2-4	8.12	2.96	2.03	0.45	199.77	110.88	9.19	84.31	8.03	14.27	762.36	30.27	46.68	4.27	12.07
4	PL-2-5	14.60	2.91	2.67	0.59	196.66	103.54	9.94	78.70	8.35	15.52	805.68	31.77	49.90	4.51	12.72
5	PL-2-6	13.87	2.74	2.53	0.63	194.23	108.55	8.52	73.08	7.61	13.77	713.54	26.47	42.55	3.84	10.72
6	PL-2-7	4.26	2.72	1.66	0.55	185.88	103.19	9.36	81.66	7.54	12.84	739.86	29.85	47.76	4.14	11.52
7	PL1-2	2.16	4.29	2.81	0.45	227.92	104.58	10.91	83.64	8.33	15.27	872.52	33.90	53.07	4.42	13.50
8	PL1-3	2.65	4.61	2.61	0.44	228.14	95.87	10.65	75.31	8.64	15.30	831.47	34.62	56.55	4.56	12.46
9	PL1-4	3.60	3.91	2.47	0.38	199.95	101.24	9.19	83.76	7.82	13.50	783.10	29.01	47.11	4.07	11.57
10	Cuc-6-1	9.54	6.38	2.20	0.75	109.67	75.23	13.75	63.28	11.06	4.78	692.93	28.20	47.88	4.94	14.56
11	Cuc-6-2	10.68	7.37	2.22	0.57	132.41	83.87	14.92	70.18	13.56	6.19	779.37	31.00	54.45	5.40	17.26
12	Cuc-6-4	9.95	7.79	6.50	0.72	118.93	79.09	15.49	72.41	13.07	5.69	762.72	31.84	49.61	4.83	16.70
13	Cuc-6-5	9.82	8.52	3.76	0.67	187.44	67.29	26.65	82.68	17.36	8.93	644.43	24.41	46.20	5.37	17.83
14	Cuc-6-6	10.44	7.29	2.30	0.67	133.82	83.87	16.79	73.36	13.88	6.28	788.13	31.74	55.67	5.64	17.80
15	Cuc-6-7	10.49	6.97	2.57	0.82	141.85	73.23	17.09	69.76	14.05	6.85	819.18	22.74	40.61	4.12	14.90
16	MAND-01	5.12	8.50	4.31	0.46	119.43	49.36	22.13	88.00	12.58	3.86	700.31	28.32	55.52	5.99	19.60
17	MAND-02	16.08	12.53	5.36	0.16	168.36	37.45	38.39	101.84	17.96	5.83	997.54	29.38	66.09	7.40	28.25
18	MAND-03	6.98	13.67	6.41	0.16	165.99	35.92	38.33	103.44	17.33	5.05	971.75	29.57	63.08	6.68	24.60
19	MAND-04	6.67	8.56	4.70	0.43	128.09	50.26	23.38	91.77	13.06	4.22	725.40	29.62	58.41	5.85	20.73
20	MAND-05	5.57	8.45	4.65	0.31	119.10	48.21	22.00	83.70	13.45	4.19	713.98	29.37	56.35	6.23	19.93
21	BD-1-01	5.71	9.30	4.75	0.57	139.74	55.61	25.24	94.52	14.59	4.41	779.83	31.39	64.24	6.29	22.13
22	BD-1-02	7.13	8.69	5.26	0.47	134.31	50.63	22.38	90.43	13.94	5.10	704.75	28.24	60.90	5.70	21.08
23	BD-1-03	8.63	9.22	5.95	0.46	156.38	55.49	25.51	96.87	16.30	4.88	796.80	31.27	67.19	6.88	22.87
24	BD-1-04	10.69	10.49	5.95	0.22	167.28	56.57	26.31	100.56	15.93	5.16	852.37	33.84	73.97	6.90	23.48
25	BD-T1-1	5.80	5.27	<3.30	0.28	150.47	45.16	23.43	76.91	14.52	4.79	799.38	31.19	62.46	6.39	22.23
26	BD-T1-2	8.92	7.84	<3.98	0.51	175.51	62.74	29.09	111.63	16.00	5.30	906.63	35.54	71.02	7.58	26.08
27	BD-T1-3	5.27	6.67	<3.28	0.48	152.90	58.13	26.28	104.75	14.41	4.98	824.03	32.22	66.61	6.56	23.80
28	BD-T1-4	9.69	7.10	<3.50	0.46	154.34	58.35	26.22	102.76	15.88	4.87	824.08	33.07	66.68	6.41	24.55
29	BD-T1-5	4.12	6.57	<3.18	0.46	160.59	59.38	27.13	104.33	16.07	5.23	842.84	33.64	67.55	6.90	25.67
30	BD-T4-1	7.87	7.01	<3.01	0.35	154.06	63.34	30.63	114.79	14.97	4.84	889.85	36.69	68.50	6.89	25.15
31	BD-T4-2	6.68	7.50	<2.99	0.44	149.27	63.09	30.03	115.33	15.66	5.04	895.33	37.29	72.38	7.58	27.54
32	BD-T4-3	6.33	7.47	<3.28	0.34	151.11	62.15	28.94	112.09	15.93	4.76	876.85	36.95	69.44	7.66	27.32
33	BD-T4-4	6.23	6.79	<3.35	0.40	152.82	60.06	28.37	110.89	15.23	4.89	846.48	35.63	66.84	6.98	24.36
34	BD-T4-5	8.67	6.94	<3.79	0.33	150.97	60.17	29.00	109.43	15.70	4.91	851.63	35.25	67.38	7.18	25.83
35	DRZ-1	5.97	6.26	<3.58	0.37	150.14	62.21	27.95	109.11	15.87	5.34	871.72	34.77	69.58	7.14	25.81
36	DRZ-2	5.05	7.43	<3.33	0.43	156.57	63.48	29.28	112.24	15.22	5.41	894.16	36.33	68.45	7.43	26.12
37	DRZ-4	4.53	6.53	123.83	1.68	143.69	57.92	27.50	102.82	14.81	4.99	835.24	33.82	65.78	6.96	26.33
38	DRZ-5	7.44	7.55	4.62	0.41	146.25	61.03	27.48	106.92	15.94	5.08	864.58	33.92	66.20	7.03	25.70
39	DRZ-6	9.98	5.54	<2.36	0.18	131.69	50.92	25.26	91.62	13.84	4.38	796.04	31.55	61.28	6.40	22.65
40	PS-3	2.62	10.24	<2.80	<0.118	142.38	47.01	40.88	149.68	17.76	4.57	858.78	36.18	72.43	8.28	31.97
41	PS-5	3.44	10.13	13.51	<0.52	141.92	44.11	44.27	150.02	16.11	4.17	885.35	38.82	76.66	10.68	39.40
42	PS-6	3.37	11.45	<5.18	<0.224	143.76	45.02	34.88	123.13	15.41	4.42	777.04	32.31	61.71	7.65	28.69
43	PS-7	2.66	1.68	<0.67	0.27	26.03	20.67	5.35	18.81	2.44	0.84	120.13	5.18	9.39	1.18	4.48
44	PS-8	3.87	8.89	<2.99	<0.128	161.87	30.95	39.49	109.96	17.17	5.69	910.27	25.67	53.24	6.58	24.78

Br.	Uzorak	Sm147	Eu153	Gd157	Tb159	Dy163	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Hf178	Ta181	Pb208	Th232	U238	Ca43
1	PL-2-1	1.39	0.24	0.99	0.18	1.28	0.24	0.73	0.14	1.08	0.19	2.21	0.68	23.98	19.00	5.25	7718.77
2	PL-2-2	1.97	0.32	1.45	0.21	1.48	0.35	1.12	0.18	1.48	0.25	2.83	1.16	44.94	29.21	8.12	7718.77
3	PL-2-4	1.81	0.30	1.21	0.21	1.38	0.32	0.79	0.15	1.26	0.23	2.48	0.98	33.98	26.63	7.61	7718.77
4	PL-2-5	1.35	0.29	1.30	0.24	1.32	0.30	0.91	0.20	1.49	0.19	2.75	0.95	37.25	26.47	7.70	7718.77
5	PL-2-6	1.51	0.26	1.01	0.20	1.26	0.25	0.77	0.13	1.15	0.22	2.29	0.99	31.21	23.38	6.37	7718.77
6	PL-2-7	1.24	0.30	1.14	0.26	1.28	0.35	0.85	0.19	1.66	0.22	2.74	0.90	32.24	25.81	6.60	7718.77
7	PL1-2	1.95	0.30	1.52	0.25	1.37	0.29	1.01	0.22	1.79	0.25	3.09	1.26	38.58	30.53	8.49	7432.89
8	PL1-3	1.56	0.31	1.19	0.37	1.62	0.37	1.47	0.13	1.41	0.29	2.68	1.03	39.24	28.39	8.14	7432.89
9	PL1-4	2.01	0.22	1.13	0.23	1.32	0.25	0.88	0.21	1.36	0.25	2.75	0.94	34.76	25.73	7.38	7432.89
10	Cuc-6-1	3.12	0.60	2.13	0.30	1.90	0.43	1.50	0.24	1.55	0.21	2.71	1.09	17.67	14.36	4.02	6932.60
11	Cuc-6-2	3.00	0.53	2.51	0.36	2.30	0.46	1.47	0.24	1.92	0.25	2.71	1.20	22.79	16.49	5.10	6932.60
12	Cuc-6-4	3.30	0.41	2.45	0.34	2.27	0.46	1.40	0.18	2.41	0.33	3.18	1.37	21.55	15.80	4.32	6932.60
13	Cuc-6-5	4.53	0.44	4.08	0.61	3.86	0.90	3.05	0.39	2.73	0.58	3.66	2.09	39.90	25.35	8.78	6932.60
14	Cuc-6-6	3.32	0.51	2.71	0.45	2.66	0.49	1.54	0.30	1.91	0.30	2.56	1.40	24.75	17.13	5.18	6932.60
15	Cuc-6-7	2.69	0.51	2.42	0.35	2.70	0.59	1.73	0.34	1.91	0.33	2.53	1.42	26.81	17.03	5.65	6932.60
16	MAND-01	4.59	0.44	4.01	0.53	3.68	0.86	2.50	0.33	2.80	0.37	2.83	1.01	16.94	11.40	3.56	5360.26
17	MAND-02	7.03	0.71	6.40	1.25	6.28	1.39	4.45	0.65	4.05	0.52	4.87	1.49	24.53	14.33	5.24	5360.26
18	MAND-03	6.83	0.50	5.33	1.06	5.81	1.41	3.71	0.49	4.17	0.69	3.79	1.29	23.53	14.70	4.73	5360.26
19	MAND-04	3.13	0.42	3.79	0.72	4.43	0.75	2.71	0.37	2.22	0.34	2.86	1.06	18.89	11.79	3.58	5360.26
20	MAND-05	4.46	0.51	3.54	0.51	3.98	0.83	2.05	0.33	2.63	0.40	3.14	0.88	17.62	11.40	3.89	5360.26
21	BD-1-01	4.61	0.57	5.18	0.72	4.19	0.94	2.45	0.41	2.83	0.43	3.36	1.20	20.89	12.15	4.23	5932.02
22	BD-1-02	5.24	0.43	3.73	0.54	4.01	0.79	2.31	0.34	2.69	0.38	2.92	0.94	19.91	11.33	4.12	5932.02
23	BD-1-03	4.16	0.70	4.47	0.68	4.60	0.89	2.73	0.48	2.67	0.49	3.87	1.20	22.53	12.69	4.80	5932.02
24	BD-1-04	4.91	0.59	4.56	0.63	4.73	0.98	2.92	0.41	2.41	0.42	3.38	1.55	26.92	13.70	5.60	5932.02
25	BD-T1-1	3.84	0.50	4.01	0.58	3.88	0.81	2.41	0.41	2.68	0.43	3.01	1.23	21.54	13.29	4.61	5217.32
26	BD-T1-2	5.96	0.69	4.99	0.74	4.91	0.95	3.17	0.46	3.69	0.44	3.84	1.15	23.35	13.77	4.76	6646.72
27	BD-T1-3	4.51	0.51	4.50	0.68	4.55	1.04	2.96	0.42	3.07	0.45	3.77	1.01	22.17	12.88	4.62	6503.78
28	BD-T1-4	4.35	0.56	4.62	0.65	4.35	0.95	2.80	0.48	2.84	0.41	3.52	1.25	22.62	13.52	4.55	6575.25
29	BD-T1-5	4.94	0.54	4.63	0.74	4.47	1.07	2.76	0.39	3.15	0.45	3.41	1.20	23.93	13.37	4.62	6575.25
30	BD-T4-1	5.06	0.46	4.72	0.78	4.71	1.05	2.90	0.46	3.41	0.52	3.91	1.22	21.34	14.69	4.35	6432.31
31	BD-T4-2	5.96	0.49	3.93	0.74	4.32	1.11	2.94	0.55	3.06	0.47	4.63	1.37	24.08	14.22	4.41	6360.84
32	BD-T4-3	5.26	0.69	4.83	0.72	4.98	1.13	2.89	0.41	3.33	0.49	3.88	1.22	21.69	14.84	4.58	6575.25
33	BD-T4-4	4.69	0.55	5.00	0.76	4.98	0.98	2.93	0.43	3.02	0.49	3.85	1.24	22.51	13.92	4.57	6503.78
34	BD-T4-5	4.82	0.53	4.53	0.79	4.81	1.07	3.00	0.43	3.09	0.54	3.66	1.22	22.76	14.44	4.43	6360.84
35	DRZ-1	5.01	0.58	5.12	0.67	4.87	0.91	3.20	0.48	2.79	0.39	3.76	1.16	22.51	14.13	4.67	6646.72
36	DRZ-2	5.70	0.70	4.93	0.87	5.01	0.98	2.81	0.45	3.10	0.44	4.14	1.30	22.76	13.83	4.50	6575.25
37	DRZ-4	5.12	0.59	4.25	0.79	4.46	1.00	2.96	0.47	3.06	0.52	3.76	1.24	22.61	13.53	4.19	6360.84
38	DRZ-5	5.21	0.62	4.13	0.67	4.60	0.84	3.17	0.50	3.45	0.43	3.32	1.10	21.28	13.55	4.84	6432.31
39	DRZ-6	4.01	0.60	3.88	0.62	4.02	1.00	2.84	0.41	2.43	0.45	3.20	1.18	19.03	12.97	4.16	5717.61
40	PS-3	7.49	0.76	6.57	1.15	7.12	1.37	3.91	0.66	3.70	0.60	5.30	1.15	20.35	14.33	4.03	5503.20
41	PS-5	6.90	0.64	6.13	1.27	7.67	1.48	3.74	1.02	6.86	0.70	5.47	1.49	22.66	16.69	4.44	4931.44
42	PS-6	5.84	0.67	5.45	0.92	4.87	1.23	3.54	0.51	3.61	0.49	3.65	1.11	19.53	11.51	3.36	5503.20
43	PS-7	0.91	0.09	0.88	0.15	0.93	0.20	0.60	0.07	0.58	0.08	0.61	0.17	3.40	1.87	0.58	4431.15
44	PS-8	5.93	0.53	5.90	1.06	6.58	1.32	3.82	0.61	4.02	0.66	4.63	1.34	24.28	14.98	4.73	4216.74

Br.	Uzorak	Eu153	Gd157	Dy163	Y89	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Ca43	Sc45	Cr53	Co59	Tb159	Li7
44	**SKR SKR Z (NP-8_1)**	**0.54**	**2.97**	**2.28**	**14.62**	**0.52**	**1.39**	**0.23**	**1.87**	**0.25**	**7147.01**	**5.99**	**5.18**	**0.53**	**0.40**	**12.10**
45	NP-8_2	0.47	2.87	2.36	16.92	0.51	1.87	0.25	1.64	0.30	6932.60	7.67	7.21	1.64	0.43	25.04
46	NP-8_3	0.50	2.12	2.27	14.80	0.45	1.70	0.26	1.44	0.34	7218.48	5.64	2.03	0.87	0.42	11.44
47	NP-8_4	0.56	2.88	2.53	16.18	0.55	1.75	0.29	1.99	0.28	7218.48	5.74	2.87	0.43	0.40	8.07
48	NP-8_5	0.38	2.44	2.70	16.08	0.55	1.73	0.31	2.14	0.31	5860.55	6.30	2.31	0.99	0.44	10.69
49	NP-8_6	0.53	2.40	2.30	15.30	0.48	1.43	0.26	1.75	0.28	7289.95	5.86	3.27	0.71	0.44	13.26
50	NP-8_7	0.72	2.20	2.65	14.94	0.54	1.72	0.27	1.81	0.32	7432.89	5.34	2.24	0.37	0.44	7.40
51	Cuc-1-1	0.44	2.71	2.11	15.01	0.56	1.52	0.24	1.84	0.26					0.34	9.40
52	Cuc-1-2	0.52	3.64	4.21	25.40	0.89	2.74	0.41	3.29	0.48					0.64	15.18
53	Cuc-1-3	0.48	2.26	2.25	15.89	0.49	1.49	0.23	2.08	0.27					0.37	6.51
54	Cuc-1-4	0.47	3.37	3.17	20.91	0.65	2.45	0.33	2.54	0.34					0.46	8.77
55	Cuc-1-7	0.42	2.25	2.34	14.92	0.44	1.36	0.23	1.71	0.27					0.34	19.33
56	NP5-1	0.46	2.34	2.55	13.30	0.47	1.45	0.19	2.01	0.29	6932.60	4.11	1.91	0.44	0.32	10.62
57	NP5-2	0.51	2.56	2.59	16.08	0.48	1.73	0.27	1.80	0.30	7504.36	4.80	2.53	0.41	0.44	8.15
58	NP5-3	0.32	1.36	1.29	8.90	0.27	0.98	0.18	1.18	0.17	5574.67	3.00	4.19	0.42	0.17	19.75
59	NP5-5	0.50	2.22	2.36	15.22	0.55	1.68	0.24	2.15	0.28	7004.07	4.73	2.85	0.27	0.36	9.91
60	NP5-6	0.44	2.15	2.48	15.59	0.51	1.58	0.25	1.78	0.28	5860.55	4.82	2.05	0.23	0.36	7.92
61	NP5-7	0.50	2.49	2.32	15.20	0.56	1.53	0.24	1.77	0.28	7647.30	4.97	2.17	0.48	0.36	9.47
62	NP11-1	0.53	2.73	2.64	15.91	0.48	1.68	0.24	2.02	0.30	7575.83	4.37	2.29	2.38	0.43	3.39
63	NP11-2	0.45	2.54	2.45	14.45	0.42	1.39	0.24	1.58	0.28	6861.13	4.11	2.46	0.41	0.33	6.20
64	NP11-3	0.34	2.05	2.65	15.26	0.54	1.47	0.22	1.84	0.27	5717.61	4.51	5.20	0.44	0.39	21.40
65	NP11-4	0.50	2.03	2.27	14.13	0.46	1.32	0.22	1.86	0.25	7361.42	4.12	3.06	0.32	0.36	14.20
66	NP11-5	0.39	1.86	2.28	14.71	0.50	1.67	0.23	1.79	0.32	6289.37	3.77	6.38	0.36	0.44	12.02
67	NP11-6	0.34	2.28	2.41	16.70	0.55	1.87	0.24	1.97	0.30	5360.26	5.05	2.36	0.23	0.39	8.79
68	KUC-F-01	0.36	1.99	1.97	13.25	0.41	1.29	0.17	1.58	0.22	6789.66	4.00	4.63	0.48	0.37	13.11
69	KUC-F-02	0.48	1.98	1.86	14.04	0.42	1.46	0.22	1.66	0.31	6789.66	3.43	3.91	0.53	0.32	9.18
70	KUC-F-03	0.55	3.05	2.71	18.61	0.67	1.95	0.28	1.86	0.40	6789.66	5.25	5.79	0.21	0.41	5.61
71	KUC-F-04	0.41	2.11	1.86	11.94	0.41	1.23	0.18	1.48	0.18	6789.66	3.55	4.34	0.72	0.30	20.47
72	KUC-F-05	0.44	3.20	3.11	19.59	0.68	1.85	0.33	2.32	0.39	6789.66	5.22	5.40	0.42	0.45	5.67
73	KUC-F-06	0.34	2.08	2.12	14.11	0.50	1.74	0.24	1.62	0.29	6789.66	3.77	4.79	0.43	0.37	6.58
74	KUC-C-01	0.49	2.01	2.36	14.46	0.52	1.56	0.25	1.87	0.26	7004.07	3.39	4.38	0.45	0.32	9.27
75	KUC-C-02	0.37	1.69	2.19	14.77	0.54	1.76	0.21	1.21	0.21	7004.07	4.45	6.56	0.61	0.40	7.82
76	KUC-C-03	0.47	1.51	1.86	14.18	0.40	1.30	0.20	1.36	0.24	7004.07	3.54	3.36	0.60	0.19	9.18
77	KUC-C-04	0.52	2.35	2.59	14.39	0.49	1.41	0.29	1.62	0.26	7004.07	5.63	5.21	1.69	0.43	30.79
78	LUC-1-1-01	21.65	5.39	5.57	32.26	1.16	3.27	0.54	3.66	0.59	7147.01	4.34	7.19	0.18	5.39	30.13
79	LUC-1-1-02	0.24	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	7147.01	0.15	0.60	0.02	0.01	0.86
80	LUC-1-1-03	17.37	2.90	2.26	15.92	0.52	1.50	0.25	2.16	0.38	7147.01	4.20	5.18	0.41	2.90	54.32

Br.	Uzorak	Cs133	Rb85	Ba137	Th232	U238	Nb93	Ta181	La139	Ce140	Pb208	Pr141	Sr88	Nd146	Sm147	Zr90	Hf178
1	**SKR-D (NP-9_1)**	**6.93**	**152.88**	**856.84**	**17.37**	**5.54**	**13.86**	**1.42**	**31.62**	**57.63**	**25.42**	**5.77**	**78.69**	**18.81**	**3.65**	**71.34**	**2.72**
2	NP-9_2	5.40	126.35	781.84	16.22	4.72	12.08	1.08	32.62	58.09	20.59	5.88	81.39	17.57	2.88	64.75	2.32
3	NP-9_3	6.11	138.71	848.24	16.80	5.03	13.57	1.30	35.04	61.73	23.67	5.99	86.40	18.64	2.90	69.35	2.64
4	NP-9_4	8.51	170.04	1017.71	20.07	7.23	14.54	1.65	26.63	49.63	33.98	5.08	75.12	17.98	1.98	168.30	2.43
5	**SKR F (NP-6-1)**	**5.76**	**119.21**	**379.77**	**12.66**	**4.15**	**9.79**	**1.02**	**15.51**	**28.79**	**20.31**	**3.22**	**40.46**	**11.63**	**2.28**	**47.99**	**2.00**
6	NP-6-2	5.52	124.74	738.63	15.46	4.39	12.15	1.05	33.26	58.24	20.78	5.92	82.13	18.96	3.15	67.81	2.35
7	NP-6-3	5.42	122.50	765.62	16.51	4.83	12.19	1.13	31.60	56.34	20.14	5.47	83.01	17.75	2.92	66.40	2.75
8	NP-6-4	6.59	154.95	867.24	17.72	5.63	14.33	1.37	34.16	60.75	25.23	5.98	84.86	19.24	3.03	70.76	2.70
9	NP-6-5	4.02	99.79	616.94	12.83	3.37	10.18	0.83	27.15	45.66	18.71	4.48	70.17	14.37	2.75	61.04	2.13
10	**SKR G (NP-7-1)**	**4.36**	**95.69**	**546.32**	**16.38**	**4.52**	**10.50**	**1.08**	**33.81**	**65.79**	**22.03**	**6.02**	**68.94**	**20.98**	**4.19**	**61.07**	**2.00**
11	NP-7-2	6.19	145.23	883.33	16.86	4.96	13.74	1.26	35.88	62.79	22.66	6.07	90.72	19.31	3.25	71.30	2.75
12	NP-7-3	5.69	128.13	755.01	15.77	4.82	12.60	1.19	31.20	56.03	21.86	5.50	79.70	17.70	2.88	65.24	2.40
13	NP-7-4	6.11	139.67	827.97	17.14	5.33	13.36	1.22	35.60	63.03	22.68	6.14	87.94	20.12	3.00	71.06	2.69
14	NP-7-5	5.47	128.06	803.76	16.87	5.19	12.52	1.09	32.66	57.33	24.38	5.81	84.09	16.80	2.85	68.81	2.54
15	**SKR H (NP-4-1)**	**8.16**	**171.74**	**907.95**	**18.39**	**6.25**	**14.00**	**1.47**	**22.64**	**43.97**	**30.34**	**4.70**	**65.37**	**16.15**	**3.04**	**66.19**	**2.86**
16	NP-4-2	4.52	107.43	611.51	15.49	3.63	9.64	1.30	28.60	50.54	20.29	5.43	73.36	15.20	2.25	55.03	2.37
17	NP-4-3	7.92	165.84	531.30	16.80	6.51	12.95	1.51	18.34	35.21	27.38	3.83	44.98	13.23	2.72	56.59	2.63
18	NP-4-4	4.46	94.35	499.20	12.72	3.50	10.44	0.95	22.15	37.90	19.95	4.18	55.37	13.76	2.40	52.55	1.77
19	NP-4-5	5.52	123.73	732.13	15.08	4.44	12.39	1.15	31.77	54.91	22.86	5.40	81.05	17.27	2.99	67.68	2.43
20	**SKR L (NP-2-1)**	**7.19**	**146.39**	**749.00**	**16.41**	**5.86**	**12.71**	**1.36**	**22.23**	**42.19**	**26.75**	**4.47**	**61.31**	**15.14**	**2.78**	**62.61**	**2.39**
21	NP-2-2	4.83	115.65	707.00	14.98	4.19	12.09	1.12	30.72	53.79	20.41	5.20	77.10	16.92	2.82	68.74	2.48
22	NP-2-4	5.33	122.83	763.66	15.47	4.36	12.48	1.21	31.32	54.15	21.45	5.34	79.53	18.73	3.17	65.45	2.97
23	NP-2-5	5.63	129.78	767.16	15.99	4.52	12.64	1.10	31.86	57.07	21.74	5.57	83.68	18.22	3.44	65.66	2.51
24	NP-2-6	6.62	151.14	794.75	15.67	5.29	12.58	1.34	20.16	38.34	24.82	3.85	60.40	13.16	2.34	58.28	2.29
25	NP-2-7	6.09	136.82	892.25	18.06	5.40	13.58	1.42	35.84	65.55	26.07	6.45	92.58	20.27	3.20	76.19	2.65
26	SKRL (NP-3-1)	6.94	139.32	706.88	14.86	5.05	11.24	1.29	19.31	35.88	29.34	3.96	60.65	12.41	2.28	54.90	2.29
27	NP-3-2	4.45	91.54	486.37	11.39	3.20	9.32	0.99	19.49	34.47	21.18	3.45	54.70	11.19	1.95	56.58	2.01
28	NP-3-3	5.72	128.51	738.42	15.81	4.74	12.33	1.18	30.71	54.21	22.62	5.48	78.26	18.37	2.69	67.57	2.32
29	NP-3-4	4.06	87.68	515.81	12.83	3.27	10.70	0.90	24.94	43.39	21.15	4.10	67.88	13.90	2.06	61.90	2.39
30	NP-3-5	3.01	59.54	335.85	13.33	2.49	9.46	1.16	17.41	32.59	19.06	3.33	42.20	13.62	3.03	50.40	1.68
31	NP-3-6	6.12	133.54	715.36	15.35	4.86	12.44	1.18	26.45	47.61	23.42	4.83	73.35	15.68	2.77	63.68	2.22
32	**SKR P (NP-12_1)**	**5.21**	**112.57**	**741.25**	**15.06**	**4.29**	**10.77**	**1.12**	**31.33**	**53.89**	**19.45**	**5.03**	**73.36**	**16.60**	**2.02**	**61.52**	**2.81**
33	NP-12_3	5.65	132.46	795.24	16.61	4.41	12.38	1.30	33.23	57.56	20.01	5.89	86.99	17.14	2.78	68.67	2.41
34	NP-12_4	6.24	137.67	764.45	16.03	5.03	13.52	1.25	32.21	59.65	25.15	5.67	82.80	21.25	3.13	70.00	2.40
35	NP-12_5	6.37	116.54	597.96	14.70	4.71	11.67	1.05	22.39	39.28	21.13	4.25	56.04	14.64	3.64	56.35	1.77
36	NP-12_6	5.61	116.51	641.84	15.10	4.80	12.56	1.06	29.47	51.63	24.10	5.49	75.28	17.37	2.76	68.09	2.27
37	SKR P (NP-1-1)	5.52	128.21	771.52	15.19	4.56	12.87	1.16	30.53	55.02	24.86	5.32	79.64	17.64	2.82	67.25	2.41
38	NP-1-2	7.62	165.88	850.02	17.04	6.24	13.49	1.44	21.39	40.39	27.62	4.15	63.23	14.14	3.02	61.00	2.46
39	NP-1-3	6.68	155.80	701.07	13.50	4.96	10.85	1.11	19.85	37.17	25.48	3.90	60.91	12.86	2.71	54.04	1.97
40	NP-1-4	6.03	132.26	761.82	16.42	5.19	13.15	1.14	33.13	58.07	25.22	5.83	82.56	19.44	2.94	70.18	2.20
41	NP-1-5	7.42	139.87	703.44	16.26	5.46	13.52	1.43	23.97	42.41	28.66	4.66	70.53	14.98	2.78	68.21	2.58
42	NP-1-6	9.27	164.84	693.45	19.61	6.78	14.49	1.64	24.85	41.84	42.32	4.56	72.35	18.48	4.01	84.60	2.43
43	NP-1-7	5.86	131.81	735.78	16.05	4.81	12.72	1.11	34.13	59.28	28.57	6.19	79.78	19.78	3.26	67.41	2.24

Br.	Uzorak	Cs133	Rb85	Ba137	Th232	U238	Nb93	Ta181	La139	Ce140	Pb208	Pr141	Sr88	Nd146	Sm147	Zr90	Hf178
44	**SKR SKR Z (NP-8_1)**	**5.79**	**131.19**	**806.62**	**16.32**	**4.86**	**12.66**	**1.17**	**33.04**	**57.94**	**23.28**	**5.66**	**84.08**	**19.38**	**3.12**	**68.62**	**2.51**
45	NP-8_2	7.20	145.11	653.22	14.89	4.92	12.70	1.30	25.54	46.53	28.31	5.16	65.69	17.83	3.48	67.29	2.28
46	NP-8_3	6.05	133.21	802.14	16.49	4.96	12.85	1.09	33.96	63.70	24.61	5.49	86.53	17.90	2.95	67.63	2.69
47	NP-8_4	6.50	146.04	861.68	17.43	5.19	13.63	1.27	36.02	62.65	24.32	6.22	88.42	20.10	2.95	72.33	2.94
48	NP-8_5	6.81	150.48	864.70	15.90	5.64	13.26	1.41	21.39	41.32	26.64	4.32	61.83	13.69	2.91	59.01	2.67
49	NP-8_6	6.29	143.60	822.75	16.03	5.12	13.58	1.22	33.43	59.58	25.94	5.83	87.29	18.14	2.68	69.69	2.71
50	NP-8_7	6.51	146.57	866.76	17.59	5.47	13.47	1.29	36.78	65.28	24.79	6.16	90.13	19.61	3.45	72.91	2.84
51	Cuc-1-1	5.44	119.55	741.99	15.86	4.59	12.75	1.14	30.86	53.94	21.92	5.40	83.61	18.27	3.36	70.81	2.48
52	Cuc-1-2	9.67	198.56	669.01	23.38	10.61	60.31	3.08	24.00	45.76	38.11	4.78	74.13	17.82	3.72	104.27	4.43
53	Cuc-1-3	5.65	129.80	819.44	17.28	5.11	13.50	1.23	33.93	59.01	21.96	5.99	90.47	19.60	3.34	74.24	2.68
54	Cuc-1-4	8.50	172.88	950.31	19.43	6.53	15.01	1.59	26.13	48.17	29.19	5.08	77.95	17.81	4.14	74.09	2.79
55	Cuc-1-7	5.81	126.07	759.06	16.06	4.79	13.06	1.24	29.62	53.11	24.36	5.21	89.49	18.33	2.71	70.29	2.31
56	NP5-1	5.50	119.16	720.69	15.08	4.70	12.25	1.23	30.25	54.91	21.10	5.33	82.89	16.47	2.58	64.15	2.02
57	NP5-2	6.48	144.19	850.28	18.07	5.32	13.81	1.30	35.04	61.34	23.56	5.95	94.05	20.65	2.90	73.13	2.57
58	NP5-3	3.36	68.35	469.78	10.20	2.83	8.15	0.81	20.28	33.43	16.71	3.33	69.80	10.87	1.75	45.92	1.80
59	NP5-5	6.17	132.41	755.09	15.96	5.11	12.47	1.21	27.21	49.56	23.69	5.05	81.04	16.29	2.93	65.96	2.41
60	NP5-6	6.90	148.52	764.25	15.66	5.64	12.02	1.29	19.51	36.81	24.62	3.91	63.14	13.38	2.38	56.93	2.27
61	NP5-7	6.76	154.77	845.58	17.49	5.55	14.19	1.38	34.68	61.74	25.50	6.13	93.66	20.02	3.00	71.90	2.39
62	NP11-1	6.68	153.14	877.01	18.00	5.59	14.73	1.32	35.88	65.68	29.63	6.20	92.26	19.68	3.38	72.04	2.57
63	NP11-2	6.47	143.09	805.96	15.83	5.25	13.05	1.24	30.85	54.00	23.81	5.34	82.86	17.41	3.07	65.08	2.66
64	NP11-3	7.23	109.69	601.23	14.83	5.31	40.33	3.31	16.28	31.00	21.74	3.23	62.00	11.74	2.61	56.89	2.24
65	NP11-4	5.46	123.16	777.66	15.33	4.71	12.27	1.18	29.89	52.25	20.88	5.24	89.80	16.58	2.61	65.93	2.33
66	NP11-5	5.63	125.66	720.03	13.80	4.63	11.05	1.20	18.12	34.54	20.74	3.75	65.61	13.33	2.27	55.25	1.79
67	NP11-6	8.10	166.89	615.22	16.46	6.45	13.20	1.48	16.93	33.42	28.17	3.60	49.04	12.19	2.89	55.23	2.36
68	KUC-F-01	5.50	126.97	673.35	13.90	4.59	12.27	1.34	20.94	37.68	24.14	3.97	66.20	13.17	2.34	61.45	2.27
69	KUC-F-02	5.57	134.49	776.32	16.13	4.95	12.67	1.26	29.26	55.52	24.08	5.28	77.30	16.79	3.12	64.70	2.44
70	KUC-F-03	8.47	188.44	952.98	18.48	7.28	16.63	1.85	23.03	48.59	31.35	4.86	69.54	17.65	3.10	67.83	2.78
71	KUC-F-04	4.96	119.14	663.01	13.83	4.18	12.33	1.11	22.73	41.69	25.15	4.08	64.85	13.29	1.93	60.71	2.41
72	KUC-F-05	8.75	198.33	982.38	19.70	8.00	16.92	1.75	24.19	50.00	34.18	4.83	72.01	15.74	3.46	70.56	2.65
73	KUC-F-06	6.50	143.69	815.86	16.52	5.85	14.09	1.30	31.20	56.78	24.55	5.50	78.15	17.77	2.91	66.41	2.35
74	KUC-C-01	5.56	127.00	770.49	17.09	4.61	13.51	1.35	32.74	56.85	22.15	5.62	79.55	18.00	2.80	69.48	2.49
75	KUC-C-02	5.78	126.91	802.63	17.04	4.94	13.96	1.23	31.50	51.16	19.89	5.90	81.99	17.29	3.32	70.57	2.64
76	KUC-C-03	6.09	143.81	768.38	16.32	5.43	14.95	1.16	28.27	53.56	24.72	6.06	75.03	17.25	2.64	65.03	2.27
77	KUC-C-04	5.24	131.40	647.08	19.60	4.26	15.34	1.60	23.32	41.71	31.39	4.79	71.16	14.71	2.88	74.75	3.01
78	LUC-1-1-01	8.63	190.85	754.63	20.08	6.53	22.60	2.25	26.10	50.13	34.14	5.56	63.42	21.65	4.59	90.48	4.41
79	LUC-1-1-02	0.01	0.05	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.28	0.77	0.09	81.72	0.24	0.03	0.01	0.01
80	LUC-1-1-03	9.01	204.45	905.16	21.76	7.90	14.34	1.63	34.08	65.34	34.29	6.12	73.29	17.37	3.37	73.33	2.92

Br.	Uzorak	Eu153	Gd157	Dy163	Y89	Ho165	Er166	Tm169	Yb172	Lu175	Ca43	Sc45	Cr53	Co59	Tb159	Li7
1	**SKR-D (NP-9_1)**	**0.49**	**2.93**	**2.76**	**16.63**	**0.56**	**1.88**	**0.31**	**2.07**	**0.34**	**6718.19**	**5.72**	**2.93**	**0.27**	**0.40**	**6.84**
2	NP-9_2	0.51	2.51	2.46	14.64	0.47	1.59	0.21	1.64	0.22	7075.54	5.17	2.26	0.40	0.36	7.90
3	NP-9_3	0.49	2.40	2.53	15.29	0.54	1.67	0.25	1.85	0.30	7361.42	5.33	2.49	0.49	0.41	8.95
4	NP-9_4	0.38	4.68	2.98	18.86	0.89	1.88	0.45	2.71	0.56	7147.01	5.66	7.08	0.33	0.74	10.80
5	**SKR F (NP-6-1)**	**0.30**	**1.92**	**2.05**	**12.31**	**0.44**	**1.24**	**0.18**	**1.35**	**0.22**	**5288.79**	**5.16**	**7.07**	**0.50**	**0.33**	**42.89**
6	NP-6-2	0.54	2.48	2.31	14.24	0.48	1.51	0.24	1.67	0.28	7432.89	4.35	2.55	0.47	0.33	24.91
7	NP-6-3	0.40	2.40	2.46	14.35	0.58	1.43	0.27	1.78	0.24	6932.60	4.15	1.98	0.25	0.32	6.35
8	NP-6-4	0.63	2.80	2.44	15.61	0.47	1.68	0.27	1.85	0.31	7004.07	4.31	2.28	0.42	0.40	8.56
9	NP-6-5	0.33	2.19	1.65	11.31	0.30	1.23	0.09	1.72	0.20	7075.54	4.70	2.16	0.32	0.30	28.53
10	**SKR G (NP-7-1)**	**0.57**	**2.78**	**2.99**	**14.70**	**0.57**	**1.72**	**0.28**	**1.43**	**0.28**	**7147.01**	**4.52**	**9.10**	**2.47**	**0.45**	**44.99**
11	NP-7-2	0.47	2.68	2.48	15.63	0.52	1.59	0.26	1.97	0.31	7147.01	4.64	2.19	0.36	0.39	8.93
12	NP-7-3	0.47	2.06	2.22	14.13	0.50	1.54	0.19	1.73	0.28	6861.13	4.49	1.84	0.44	0.37	17.12
13	NP-7-4	0.52	2.30	2.34	14.75	0.49	1.48	0.24	1.71	0.28	7218.48	4.75	1.88	0.44	0.35	12.13
14	NP-7-5	0.60	2.22	2.25	14.58	0.48	1.33	0.30	1.79	0.26	7218.48	4.43	1.75	0.26	0.36	10.46
15	**SKR H (NP-4-1)**	**0.39**	**2.94**	**3.02**	**19.16**	**0.58**	**2.17**	**0.28**	**2.38**	**0.35**	**6217.90**	**5.64**	**2.28**	**0.15**	**0.54**	**8.37**
16	NP-4-2	0.58	1.94	1.26	12.83	0.57	1.61	0.20	2.25	0.28	5789.08	4.66	3.89	0.34	0.31	11.81
17	NP-4-3	0.31	2.53	2.84	18.29	0.61	2.01	0.26	2.26	0.30	5360.26	5.22	2.08	0.19	0.48	13.42
18	NP-4-4	0.39	2.21	1.76	11.71	0.36	1.19	0.18	1.34	0.20	6003.49	4.64	5.16	0.59	0.33	36.15
19	NP-4-5	0.47	2.39	1.98	13.62	0.44	1.42	0.25	1.71	0.21	7218.48	4.64	2.15	0.47	0.33	22.76
20	**SKR L (NP-2-1)**	**0.48**	**2.29**	**2.59**	**15.97**	**0.53**	**1.73**	**0.25**	**1.87**	**0.30**	**6432.31**	**9.08**	**2.34**	**0.84**	**0.41**	**24.49**
21	NP-2-2	0.53	2.97	2.27	14.08	0.40	1.23	0.23	1.27	0.26	6789.66	7.37	3.61	0.58	0.39	21.78
22	NP-2-4	0.51	2.52	2.34	14.32	0.45	1.48	0.16	1.84	0.26	7004.07	6.65	2.36	0.50	0.40	12.15
23	NP-2-5	0.57	2.68	2.08	14.50	0.48	1.50	0.17	1.76	0.25	7004.07	7.50	2.75	0.54	0.38	14.62
24	NP-2-6	0.48	2.48	2.34	16.15	0.53	1.65	0.29	1.84	0.32	5932.02	7.96	1.99	0.24	0.36	10.19
25	NP-2-7	0.54	2.90	2.36	15.53	0.59	1.55	0.22	2.07	0.34	7647.30	7.59	2.40	0.48	0.52	14.03
26	SKRL (NP-3-1)	0.42	2.46	2.06	14.66	0.47	1.55	0.18	1.57	0.29	5860.55	5.33	2.76	0.54	0.35	20.16
27	NP-3-2	0.36	1.59	1.87	11.46	0.39	0.96	0.11	4.37	0.15	5717.61	4.80	5.31	1.19	0.33	47.51
28	NP-3-3	0.46	2.55	2.30	14.94	0.46	1.40	0.23	1.88	0.25	6932.60	4.84	2.16	0.62	0.37	19.10
29	NP-3-4	0.36	1.65	1.58	10.81	0.41	1.38	0.15	1.38	0.14	7147.01	4.17	3.60	1.23	0.32	42.63
30	NP-3-5	0.35	1.76	1.56	8.25	0.59	0.96	0.19	0.90	0.18	6074.96	4.56	18.08	1.59	0.34	52.07
31	NP-3-6	0.48	2.43	2.25	14.39	0.49	1.53	0.26	1.82	0.28	6575.25	5.27	2.10	0.54	0.37	16.27
32	**SKR P (NP-12_1)**	**0.42**	**1.78**	**1.88**	**11.20**	**0.44**	**1.22**	**0.23**	**1.44**	**0.25**	**6503.78**	**2.92**	**1.43**	**0.39**	**0.28**	**6.98**
33	NP-12_3	0.54	2.29	2.55	14.96	0.48	1.65	0.28	1.53	0.32	7289.95	3.54	3.16	0.45	0.35	10.41
34	NP-12_4	0.42	2.43	2.14	13.90	0.49	1.36	0.24	1.79	0.24	7289.95	4.35	4.95	0.88	0.38	25.35
35	NP-12_5	0.41	2.65	2.54	13.99	0.42	1.30	0.23	1.70	0.26	5860.55	5.41	14.24	1.53	0.33	40.75
36	NP-12_6	0.45	2.18	2.23	13.74	0.42	1.34	0.20	1.46	0.19	7361.42	5.49	18.23	2.28	0.37	50.99
37	SKR P (NP-1-1)	0.49	2.45	2.52	14.66	0.49	1.83	0.33	1.53	0.31	7147.01	9.18	3.71	0.41	0.39	18.71
38	NP-1-2	0.50	2.50	2.59	17.12	0.54	1.59	0.30	1.96	0.30	5932.02	10.58	2.40	0.24	0.43	8.95
39	NP-1-3	0.43	2.09	2.16	14.30	0.52	1.41	0.26	1.90	0.23	6003.49	9.25	25.26	1.80	0.37	31.07
40	NP-1-4	0.57	2.33	2.54	14.75	0.55	1.38	0.22	1.77	0.31	7432.89	9.38	3.82	0.62	0.34	20.39
41	NP-1-5	0.49	2.51	2.53	15.91	0.45	1.33	0.22	1.84	0.25	7289.95	10.46	12.56	0.99	0.46	41.58
42	NP-1-6	0.40	2.96	3.42	20.86	0.74	2.22	0.34	2.45	0.34	7861.71	12.41	5.29	1.08	0.43	46.14
43	NP-1-7	0.52	2.64	2.45	15.27	0.52	1.59	0.28	1.62	0.26	7147.01	8.35	3.26	0.70	0.39	25.38

Prilog 7. Geokemijski sastav minerala vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

*Rezultati s nazivima uzorka PL-1, i CUC-6 objavljeni su u članku Trinajstić i sur., 2023.

AMFIBOLI

wt%	PL-1-1	PL-1-2	PL-1-3	PL-1-4	PL-1-5	PL-1-6	PL-1-7	PL-1-8	PL-1-9	PL-1-10	PL-1-11	PL-1-12	PL-1-13	PL-1-14
SiO2	43.66	44.19	42.28	43.99	43.36	42.91	43.89	43.73	42.36	44.39	44.21	44.09	42.94	43.08
TiO2	2.06	1.54	2.47	1.73	1.19	2.06	2.08	2.08	2.61	1.78	1.96	2.16	2.37	2.39
Al2O3	9.10	9.34	10.68	9.56	11.70	9.95	9.26	9.03	10.72	9.19	9.20	9.30	10.67	10.59
Cr2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.00	0.00
FeO	20.46	20.62	19.30	20.63	13.19	21.00	19.32	19.92	19.49	22.02	19.99	19.84	19.13	19.32
MnO	0.47	0.42	0.35	0.40	0.26	0.34	0.25	0.36	0.27	0.53	0.47	0.27	0.37	0.26
MgO	9.87	10.30	10.53	10.13	14.49	9.93	10.67	10.81	10.05	9.40	10.33	10.75	10.57	10.47
CaO	11.32	11.00	11.20	11.05	11.58	10.96	11.31	11.21	11.14	11.08	11.09	11.30	11.10	11.14
Na2O	1.55	1.55	1.89	1.58	2.15	1.67	1.48	1.52	1.89	1.50	1.49	1.51	1.85	1.75
K2O	0.94	0.73	0.94	0.82	0.71	0.83	0.98	1.00	0.84	0.92	0.86	0.91	0.86	0.87
F	0.02	0.12	0.11	0.05	0.00	0.05	0.04	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06	0.10	0.03
Cl	0.26	0.22	0.17	0.17	0.06	0.17	0.25	0.25	0.10	0.21	0.19	0.22	0.13	0.12
TOTAL	99.7	100.0	99.9	100.1	98.7	99.9	99.5	100.0	99.6	101.1	99.9	100.4	100.1	100.0
Si	6.44	6.43	6.19	6.41	6.20	6.28	6.44	6.39	6.22	6.45	6.45	6.40	6.25	6.27
Al (iv)	1.56	1.57	1.81	1.59	1.80	1.72	1.56	1.55	1.78	1.55	1.55	1.59	1.75	1.73
∑T	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	7.99	8.00	7.94	8.00	8.00	8.00	7.99	8.00	8.00
Al (vi)	0.02	0.03	0.03	0.05	0.17	0.00	0.04	0.00	0.08	0.02	0.04	0.00	0.08	0.08
Ti	0.23	0.17	0.27	0.19	0.13	0.23	0.23	0.23	0.29	0.19	0.22	0.24	0.26	0.26
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.89	1.19	1.02	1.12	1.10	1.21	0.91	1.09	0.92	1.09	1.03	1.02	1.02	1.00
Fe(ii)	1.64	1.32	1.34	1.40	0.48	1.36	1.46	1.34	1.48	1.58	1.41	1.39	1.31	1.36
Mn	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.06	0.06	0.03	0.05	0.03
Mg	2.17	2.24	2.30	2.20	3.09	2.17	2.33	2.35	2.20	2.04	2.25	2.33	2.29	2.27
C	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.01	5.00	5.06	5.00	5.00	5.00	5.01	5.00	5.00
Ca	1.79	1.72	1.76	1.72	1.77	1.72	1.78	1.75	1.75	1.72	1.73	1.76	1.73	1.74
Na	0.21	0.28	0.24	0.28	0.23	0.28	0.22	0.25	0.25	0.28	0.27	0.24	0.27	0.26
B	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na	0.23	0.15	0.29	0.17	0.37	0.19	0.20	0.18	0.29	0.15	0.16	0.18	0.25	0.23
K	0.18	0.14	0.18	0.15	0.13	0.16	0.18	0.19	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.16
A	0.41	0.29	0.47	0.32	0.50	0.35	0.38	0.37	0.45	0.32	0.32	0.35	0.41	0.39

Standardi

	F	K2O	FeO	SiO2	CaO	Na2O	TiO2	MnO	Al2O3	P2O5	MgO	Cr2O3	Cl	Total
Kakhorn	0.12	2.02	10.68	40.13	10.36	2.55	4.77	0.06	14.87	0.04	12.84	0.00	0.04	98.49
Kakhorn	0.09	2.00	11.11	40.77	10.24	2.55	4.74	0.10	14.87	0.01	12.79	0.01	0.04	99.32
Ahorn	0.00	0.20	11.78	41.88	11.65	2.12	1.39	0.18	14.86	0.03	14.45	0.11	0.02	98.67
Ahorn	0.00	0.20	11.95	41.83	11.66	2.07	1.34	0.16	14.85	0.01	14.40	0.03	0.04	98.53
Kakhorn	0.10	2.01	11.03	40.24	10.31	2.57	4.72	0.07	14.77	0.01	13.05	0.00	0.02	98.90
Kakhorn	0.06	2.03	11.23	39.98	10.29	2.66	4.81	0.15	15.06	0.01	12.87	0.00	0.02	99.17
Ahorn	0.00	0.20	12.14	41.53	11.72	2.16	1.33	0.17	15.03	0.00	14.40	0.03	0.02	98.73
Ahorn	0.00	0.19	12.08	41.36	11.68	2.10	1.37	0.18	14.96	0.03	14.60	0.01	0.03	98.60

wt%	PL-1-15	PL-1-16	PL-1-17	PL-1-18	PL-1-19	PL-1-20	PL-1-21	PL-1-22	PL-1-23	PL-1-24	PL-1-25	PL-1-26	PL-1-27	PL-1-28	PL-1-29
SiO2	42.12	44.66	39.75	44.81	44.64	43.81	41.80	43.73	45.46	43.38	41.83	45.08	43.84	43.95	41.23
TiO2	1.97	1.83	2.07	1.00	1.06	1.82	2.67	2.03	1.28	1.94	2.25	2.15	2.03	1.56	2.35
Al2O3	12.21	8.70	11.98	8.48	8.39	9.15	13.05	9.13	8.02	8.91	12.23	8.87	8.99	9.62	12.20
Cr2O3	0.00	0.06	0.00	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00
FeO	17.32	19.00	22.29	21.58	20.94	20.43	12.41	19.39	19.94	20.82	13.24	17.29	19.78	18.13	16.16
MnO	0.41	0.40	0.61	0.61	0.44	0.49	0.18	0.39	0.57	0.47	0.34	0.20	0.34	0.45	0.30
MgO	11.71	11.46	8.12	10.15	10.35	10.33	14.01	10.66	10.77	9.68	13.97	12.06	10.59	11.62	11.80
CaO	11.42	11.35	11.14	11.13	11.14	11.16	12.01	11.25	11.18	11.23	11.71	11.16	11.31	11.12	11.47
Na2O	2.19	1.42	1.83	1.29	1.43	1.54	2.28	1.54	1.31	1.51	2.13	1.67	1.54	1.63	2.09
K2O	0.53	0.83	1.08	0.76	0.75	0.95	0.59	0.90	0.82	0.91	0.78	0.72	0.97	0.73	0.78
F	0.03	0.06	0.04	0.05	0.09	0.00	0.11	0.01	0.06	0.01	0.09	0.11	0.03	0.15	0.03
Cl	0.05	0.21	0.34	0.26	0.25	0.25	0.04	0.24	0.26	0.22	0.06	0.09	0.23	0.17	0.10
TOTAL	100.0	100.0	99.2	100.1	99.5	100.0	99.2	99.3	99.7	99.1	98.6	99.4	99.7	99.1	98.5

Si	6.07	6.48	5.96	6.53	6.55	6.41	6.00	6.43	6.63	6.44	6.03	6.53	6.43	6.40	6.04
Al (iv)	1.93	1.49	2.04	1.46	1.45	1.58	2.00	1.57	1.37	1.56	1.97	1.47	1.55	1.60	1.96
∑ T	8.00	7.96	8.00	7.98	8.00	7.98	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	7.99	8.00	8.00
Al (vi)	0.14	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.20	0.01	0.01	0.00	0.11	0.04	0.00	0.04	0.15
Ti	0.21	0.20	0.23	0.11	0.12	0.20	0.29	0.22	0.14	0.22	0.24	0.23	0.22	0.17	0.26
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	1.14	1.07	1.18	1.29	1.17	1.09	0.79	0.97	1.05	0.95	1.01	0.89	0.95	1.15	0.95
Fe(ii)	0.95	1.23	1.62	1.34	1.39	1.40	0.70	1.42	1.38	1.63	0.59	1.20	1.48	1.05	1.03
Mn	0.05	0.05	0.08	0.08	0.05	0.06	0.02	0.05	0.07	0.06	0.04	0.02	0.04	0.06	0.04
Mg	2.51	2.48	1.82	2.20	2.26	2.25	3.00	2.34	2.34	2.14	3.00	2.60	2.32	2.52	2.58
C	5.00	5.04	5.00	5.02	5.00	5.02	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.01	5.00	5.00
Ca	1.76	1.76	1.79	1.74	1.75	1.75	1.85	1.77	1.75	1.79	1.81	1.73	1.78	1.73	1.80
Na	0.24	0.24	0.21	0.26	0.25	0.25	0.15	0.23	0.25	0.21	0.19	0.27	0.22	0.27	0.20
B	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na	0.37	0.16	0.32	0.10	0.16	0.18	0.48	0.21	0.12	0.22	0.41	0.20	0.22	0.19	0.39
K	0.10	0.15	0.21	0.14	0.14	0.18	0.11	0.17	0.15	0.17	0.14	0.13	0.18	0.14	0.15
A	0.47	0.32	0.53	0.24	0.30	0.36	0.59	0.38	0.27	0.39	0.55	0.33	0.40	0.33	0.54

wt%	PL-1-30	PL-1-31	PL-1-32	CUC-6-1	CUC-6-2	CUC-6-3	CUC-6-4	CUC-6-5	CUC-6-6	CUC-6-7	CUC-6-8	CUC-6-9	CUC-6-10	CUC-6-11
SiO2	43.99	44.04	40.45	43.16	42.76	43.94	45.34	42.81	43.03	44.18	42.61	43.61	45.56	45.52
TiO2	1.84	2.02	2.88	2.12	2.97	1.67	1.40	2.13	2.08	1.83	3.17	1.96	1.26	1.36
Al2O3	8.47	9.04	13.29	10.19	10.82	9.61	8.45	10.22	10.20	9.35	11.04	10.31	8.12	8.27
Cr2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
FeO	20.67	19.41	14.07	18.41	16.34	20.12	20.67	21.74	22.83	20.73	13.89	19.23	21.52	20.58
MnO	0.56	0.28	0.19	0.45	0.25	0.38	0.64	0.57	0.58	0.37	0.29	0.41	0.65	0.42
MgO	10.31	11.20	12.52	11.26	12.33	10.55	10.81	8.86	8.97	10.17	13.78	11.28	10.75	11.33
CaO	11.00	11.27	11.98	10.69	10.72	10.65	10.60	10.69	10.70	10.73	11.33	10.72	10.53	10.52
Na2O	1.47	1.48	2.20	2.03	2.01	1.76	1.46	1.73	1.82	1.59	2.53	1.83	1.45	1.52
K2O	0.86	0.97	0.66	0.66	0.49	0.60	0.54	0.67	0.65	0.62	0.55	0.66	0.50	0.54
F	0.06	0.10	0.12	0.10	0.08	0.07	0.13	0.08	0.04	0.05	0.30	0.04	0.06	0.13
Cl	0.22	0.24	0.04	0.06	0.04	0.08	0.12	0.07	0.07	0.06	0.02	0.07	0.10	0.10
TOTAL	99.5	100.0	98.4	99.1	98.8	99.4	100.2	99.6	101.0	99.7	99.5	100.1	100.5	100.3
				Strukturna formula na temelju 23O										
Si	6.46	6.41	5.92	6.28	6.18	6.39	6.53	6.30	6.24	6.43	6.13	6.27	6.53	6.52
Al (iv)	1.47	1.55	2.08	1.72	1.82	1.61	1.43	1.70	1.74	1.57	1.87	1.73	1.37	1.40
∑ T	7.93	7.96	8.00	8.00	8.00	8.00	7.96	8.00	7.99	8.00	8.00	8.00	7.91	7.92
Al (vi)	0.00	0.00	0.21	0.03	0.02	0.04	0.00	0.07	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00
Ti	0.20	0.22	0.32	0.23	0.32	0.18	0.15	0.24	0.23	0.20	0.34	0.21	0.14	0.15
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	1.16	1.09	0.74	1.20	1.19	1.28	1.43	1.17	1.35	1.24	0.89	1.37	1.56	1.52
Fe(ii)	1.38	1.27	0.98	1.04	0.78	1.16	1.06	1.51	1.42	1.28	0.78	0.94	1.02	0.95
Mn	0.07	0.03	0.02	0.06	0.03	0.05	0.08	0.07	0.07	0.05	0.04	0.05	0.08	0.05
Mg	2.26	2.43	2.73	2.44	2.65	2.29	2.32	1.94	1.94	2.21	2.95	2.42	2.30	2.42
C	5.07	5.04	5.00	5.00	5.00	5.00	5.04	5.00	5.01	5.00	5.00	5.00	5.09	5.08
Ca	1.73	1.76	1.88	1.67	1.66	1.66	1.63	1.68	1.66	1.67	1.75	1.65	1.62	1.61
Na	0.27	0.24	0.12	0.33	0.34	0.34	0.37	0.32	0.34	0.33	0.25	0.35	0.38	0.39
B	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na	0.15	0.17	0.50	0.24	0.22	0.16	0.04	0.18	0.18	0.12	0.45	0.16	0.02	0.04
K	0.16	0.18	0.12	0.12	0.09	0.11	0.10	0.13	0.12	0.12	0.10	0.12	0.09	0.10
A	0.31	0.35	0.62	0.36	0.31	0.27	0.14	0.30	0.30	0.24	0.55	0.28	0.11	0.13

wt%	SKR-3/21-H-1	SKR-3/21-H-2	SKR-3/21-H-3	SKR-3/21-H-4	SKR-3/21-H-5	SKR-3/21-H-6	SKR-3/21-H-7	SKR-3/21-H-8	SKR-3/21-H-9	SKR-3/21-H-10	SKR-3/21-H-11
SiO2	46.41	45.32	44.81	45.54	45.16	43.86	45.18	44.17	43.87	44.73	44.93
TiO2	1.35	1.37	1.38	1.43	1.49	1.64	1.24	1.51	1.59	1.49	1.60
Al2O3	8.16	8.33	8.43	8.13	8.45	9.38	8.51	8.66	8.98	8.96	9.26
Cr2O3	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	19.09	20.45	21.97	22.60	19.67	21.52	20.44	23.36	20.90	21.77	19.38
MnO	0.37	0.50	0.64	0.60	0.45	0.43	0.50	0.80	0.38	0.37	0.69
MgO	12.24	11.08	10.01	9.69	11.45	10.13	11.37	9.08	10.76	10.23	11.00
CaO	10.62	8.71	10.76	10.60	10.69	10.66	10.38	10.43	10.55	10.31	10.63
Na2O	1.43	1.39	1.56	1.42	1.62	1.76	1.52	1.55	1.65	1.63	1.75
K2O	0.44	0.53	0.59	0.53	0.54	0.67	0.40	0.53	0.60	0.47	0.55
F	0.16	0.04	0.02	0.08	0.01	0.16	0.05	0.10	0.13	0.01	0.08
Cl	0.08	0.07	0.12	0.09	0.09	0.14	0.07	0.14	0.08	0.06	0.05
TOTAL	**100.4**	**97.8**	**100.3**	**100.8**	**99.6**	**100.3**	**99.7**	**100.3**	**99.5**	**100.0**	**99.9**

Si	6.59	6.53	6.50	6.57	6.51	6.36	6.48	6.43	6.37	6.45	6.47
Al (iv)	1.37	1.41	1.44	1.38	1.44	1.60	1.44	1.49	1.54	1.52	1.53
∑ T	7.95	7.95	7.94	7.95	7.95	7.97	7.92	7.92	7.91	7.97	8.00
Al (vi)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Ti	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.18	0.13	0.17	0.17	0.16	0.17
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	1.46	2.05	1.36	1.39	1.36	1.38	1.64	1.52	1.51	1.53	1.26
Fe(ii)	0.80	0.41	1.30	1.34	1.01	1.23	0.81	1.32	1.03	1.09	1.07
Mn	0.04	0.06	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.10	0.05	0.05	0.08
Mg	2.59	2.38	2.16	2.08	2.46	2.19	2.43	1.97	2.33	2.20	2.36
C	5.05	5.05	5.06	5.05	5.05	5.03	5.08	5.08	5.09	5.03	5.00
Ca	1.61	1.34	1.67	1.64	1.65	1.66	1.60	1.63	1.64	1.59	1.64
Na	0.39	0.39	0.33	0.36	0.35	0.34	0.40	0.37	0.36	0.41	0.36
B	2.00	1.73	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na	0.01	0.00	0.11	0.04	0.10	0.15	0.02	0.07	0.11	0.05	0.13
K	0.08	0.10	0.11	0.10	0.10	0.12	0.07	0.10	0.11	0.09	0.10
A	0.09	0.10	0.22	0.13	0.20	0.28	0.09	0.16	0.22	0.13	0.23

wt%	SKR-3/21-H-12	SKR-3/21-H-13	SKR-3/21-H-14	SKR-3/21-H-15	SKR-3/21-H-16	SKR-3/21-H-17	SKR-3/21-H-18	SKR-3/21-H-19	SKR-3/21-H-20
SiO2	43.38	40.06	43.88	43.88	43.23	42.80	42.50	45.40	45.10
TiO2	1.69	2.81	1.33	0.99	2.24	2.28	2.56	1.57	1.59
Al2O3	9.55	12.57	8.84	8.71	9.91	10.73	10.83	8.68	8.45
Cr2O3	0.01	0.03	0.00	0.06	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00
FeO	22.66	22.72	23.27	22.16	18.38	19.98	17.52	18.18	20.74
MnO	0.49	0.54	0.59	0.68	0.29	0.25	0.39	0.28	0.52
MgO	8.96	7.98	9.36	9.30	11.57	10.82	11.63	12.62	11.19
CaO	7.96	10.73	10.63	11.26	11.06	10.77	10.90	10.81	10.76
Na2O	1.67	2.19	1.50	1.47	1.91	2.03	2.03	1.65	1.55
K2O	0.63	0.58	0.61	0.88	0.75	0.76	0.61	0.50	0.57
F	0.07	0.04	0.00	0.13	0.15	0.12	0.14	0.11	0.11
Cl	0.07	0.06	0.11	0.13	0.08	0.06	0.04	0.06	0.08
TOTAL	**97.1**	**100.3**	**100.1**	**99.6**	**99.6**	**100.6**	**99.2**	**99.9**	**100.7**

Si	6.36	5.89	6.39	6.49	6.28	6.17	6.17	6.48	6.46
Al (iv)	1.64	2.11	1.52	1.51	1.70	1.82	1.83	1.46	1.43
∑ T	8.00	8.00	7.91	8.00	7.98	7.99	8.00	7.94	7.89
Al (vi)	0.01	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Ti	0.19	0.31	0.15	0.11	0.24	0.25	0.28	0.17	0.17
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	2.16	1.29	1.54	1.12	1.13	1.31	1.17	1.39	1.47
Fe(ii)	0.62	1.50	1.29	1.62	1.10	1.09	0.96	0.78	1.02
Mn	0.06	0.07	0.07	0.08	0.04	0.03	0.05	0.03	0.06
Mg	1.96	1.75	2.03	2.05	2.51	2.32	2.52	2.69	2.39
C	5.00	5.00	5.09	5.00	5.02	5.01	5.00	5.06	5.11
Ca	1.25	1.69	1.66	1.78	1.72	1.66	1.70	1.65	1.65
Na	0.47	0.31	0.34	0.22	0.28	0.34	0.30	0.35	0.35
B	1.73	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na	0.00	0.32	0.08	0.21	0.26	0.23	0.27	0.11	0.08
K	0.12	0.11	0.11	0.17	0.14	0.14	0.11	0.09	0.10
A	0.12	0.42	0.20	0.37	0.40	0.37	0.38	0.20	0.19

BIOTITI

Uzorak	F	K2O	FeO	SiO2	CaO	Na2O	TiO2	MnO	Al2O3	P2O5	MgO	Cr2O3	Cl	Total
Am_SKR3/21-H-29	0.10	**8.39**	26.41	35.03	**0.00**	0.43	4.11	0.23	14.70	0.00	8.63	0.01	0.19	98.22
am_LUC1.1.>2.9-2	0.25	**9.03**	22.79	36.06	**0.01**	0.28	4.57	0.19	15.33	0.04	10.09	0.05	0.19	98.89
am_LUC1.1.>2.9-3	0.10	**6.97**	21.73	38.57	**0.03**	0.37	3.74	0.17	13.98	0.00	7.56	0.00	0.19	93.41
am_LUC1.1.>2.9-4	0.25	**8.06**	29.71	35.36	**0.03**	0.58	5.00	0.28	13.70	0.02	5.38	0.01	0.27	98.65
am_LUC1.1.>2.9-6	0.31	**8.00**	29.37	35.46	**0.02**	0.62	5.06	0.34	13.38	0.02	5.37	0.00	0.24	98.20
am_LUC1.1.>2.9-8	0.15	**7.21**	19.52	38.29	**0.05**	0.44	3.75	0.18	16.65	0.03	8.60	0.00	0.13	95.01
am_LUC1.1.>2.9-9	0.55	**7.20**	23.96	36.44	**0.00**	0.50	4.43	0.25	16.37	0.00	6.44	0.00	0.19	96.32
am_LUC1.1.>2.9-10	0.16	**8.27**	21.67	36.54	**0.00**	0.59	4.41	0.19	14.52	0.04	10.91	0.04	0.16	97.49
am_PL-1-14	0.21	**8.03**	24.02	34.87	**0.94**	0.41	3.77	0.30	13.76	0.50	9.94	0.00	0.37	97.12
am_PL-1-15	0.11	**7.55**	24.05	35.45	**0.04**	0.51	4.00	0.20	14.34	0.03	9.46	0.03	0.36	96.13
am_CUC-6-5	0.11	**8.17**	25.03	35.36	**0.05**	0.54	4.31	0.19	14.77	0.00	9.50	0.07	0.16	98.27
am_CUC-6-7	0.09	**7.58**	22.83	37.33	**0.16**	0.12	3.91	0.19	13.65	0.02	7.48	0.00	0.23	93.60
am_CUC-6-8	0.10	**8.15**	24.94	35.77	**0.03**	0.56	4.20	0.18	14.33	0.00	8.82	0.01	0.21	97.31
am_CUC-6-10	0.18	**7.09**	22.76	36.10	**0.26**	0.45	3.67	0.21	13.84	0.00	8.15	0.00	0.23	92.94
am_CUC-6-14	0.09	**8.34**	27.16	34.98	**0.01**	0.40	3.66	0.27	14.60	0.02	8.26	0.01	0.23	98.02
am_CUC-6-15	0.10	**7.93**	23.21	37.10	**0.09**	0.04	3.62	0.20	13.34	0.00	7.97	0.03	0.22	93.86
am_CUC-6-20	0.03	**6.92**	24.69	35.71	**0.19**	0.27	3.42	0.31	14.05	0.00	7.52	0.03	0.24	93.38
am_CUC-6-22	0.14	**8.62**	21.83	37.67	**0.06**	0.12	4.41	0.21	13.51	0.00	8.94	0.06	0.16	95.72
am_CUC-6-24	0.14	**8.40**	21.92	36.82	**0.07**	0.11	4.21	0.09	13.24	0.02	8.57	0.11	0.19	93.88
biSKR-3/21F-1	0.22	**8.31**	24.85	35.82	**0.03**	0.45	4.36	0.22	14.28	0.01	8.83	0.02	0.19	97.59
biSKR-3/21F-4	0.12	**8.33**	25.26	35.50	**0.01**	0.45	4.53	0.20	14.92	0.02	8.29	0.04	0.16	97.83
biSKR-3/21F-5	0.08	**8.21**	23.21	36.54	**0.13**	0.29	3.87	0.30	14.33	0.00	9.66	0.00	0.18	96.80
biSKR-3/21F-6	0.12	**8.32**	24.28	35.83	**0.05**	0.47	4.02	0.27	14.04	0.00	9.03	0.02	0.22	96.66
biSKR-3/21F-8	0.16	**8.28**	24.53	35.53	**0.08**	0.43	4.25	0.23	14.44	0.00	8.92	0.01	0.20	97.08
biSKR-3/21F-9	0.22	**8.22**	21.29	36.02	**0.03**	0.57	4.58	0.11	14.64	0.01	11.36	0.01	0.13	97.18
biSKR-3/21F-12	0.13	**8.33**	24.49	37.89	**0.17**	0.03	3.43	0.35	13.79	0.03	7.54	0.01	0.28	96.47

Uzorak	F	K2O	FeO	SiO2	CaO	Na2O	TiO2	MnO	Al2O3	P2O5	MgO	Cr2O3	Cl	Total
biCVC-1dcoarse-1	0.13	**8.20**	21.78	35.90	**0.29**	0.06	4.20	0.24	13.61	0.00	8.11	0.01	0.09	92.61
biCVC-1dcoarse-6	0.06	**8.06**	23.21	36.86	**0.32**	0.04	3.51	0.23	13.61	0.02	7.53	0.02	0.25	93.72
biCVC-1dcoarse-7	0.20	**8.18**	21.53	36.29	**0.30**	0.07	4.32	0.17	13.49	0.00	8.82	0.01	0.20	93.58
biCVC-1dcoarse-8	0.27	**8.25**	24.41	36.31	**0.23**	0.07	3.53	0.30	13.24	0.00	7.56	0.00	0.23	94.40
biCVC-1dcoarse-9	0.13	**8.38**	24.31	37.00	**0.15**	0.07	3.46	0.35	13.17	0.01	7.56	0.04	0.29	94.92
biCVC-1dcoarse-10	0.09	**7.37**	20.89	37.84	**0.49**	0.09	4.10	0.18	13.49	0.01	8.62	0.00	0.21	93.38
biCVC-1dcoarse-11	0.08	**8.22**	21.12	37.73	**0.27**	0.06	4.32	0.15	13.58	0.00	8.78	0.01	0.20	94.53
biCVC-1dcoarse-14	0.17	**8.20**	21.73	37.63	**0.34**	0.05	4.36	0.20	13.26	0.00	8.62	0.00	0.21	94.76
biCVC-1dcoarse-16	0.12	**8.53**	21.65	35.94	**0.28**	0.05	4.21	0.21	13.79	0.01	8.71	0.01	0.14	93.65
biCVC-1dcoarse-17	0.08	**8.66**	21.53	36.74	**0.09**	0.03	4.19	0.24	13.40	0.01	8.50	0.00	0.17	93.63
biSKR-3/21H-5	0.13	**8.47**	25.24	35.88	**0.03**	0.46	4.14	0.18	14.38	0.01	8.93	0.00	0.19	98.04
biKVCcoarse-5	0.18	**8.25**	25.50	34.61	**0.07**	0.48	4.03	0.28	14.22	0.00	8.59	0.05	0.22	96.48
biKVCcoarse-8	0.15	**8.36**	25.18	35.14	**0.05**	0.44	4.30	0.25	14.57	0.00	8.68	0.02	0.23	97.36
biLUC1.1-3	0.28	**8.28**	20.56	36.89	**0.07**	0.56	4.49	0.14	15.07	0.02	11.36	0.00	0.12	97.83
biLUC1.1-7	0.12	**7.76**	24.62	35.26	**0.18**	0.42	4.06	0.21	14.54	0.00	8.85	0.01	0.21	96.24
biLUC1.1-14	0.10	**8.40**	24.98	35.72	**0.06**	0.44	4.25	0.24	14.34	0.00	8.89	0.00	0.18	97.62
biLUC1.1-15	0.07	**7.87**	25.00	35.44	**0.19**	0.41	4.17	0.26	14.20	0.00	8.37	0.00	0.18	96.17
biLUC1.1-17	0.21	**8.37**	25.16	34.82	**0.08**	0.40	4.37	0.25	14.32	0.00	8.51	0.02	0.21	96.71
biLUC1.1-18	0.16	**7.73**	24.73	34.74	**0.24**	0.40	4.10	0.23	14.60	0.00	8.92	0.06	0.22	96.14
biLUC1.1-22	0.15	**8.18**	23.42	36.08	**0.04**	0.47	4.36	0.20	14.53	0.00	9.96	0.02	0.17	97.59
biLUC1.1-23	0.14	**8.12**	23.87	34.98	**0.04**	0.45	4.47	0.23	14.77	0.00	9.32	0.02	0.14	96.54
biLUC1.1-24	0.22	**7.85**	23.52	35.09	**0.08**	0.41	4.20	0.24	15.23	0.00	8.55	0.06	0.17	95.62

Uzorak	F	**K2O**	FeO	SiO2	**CaO**	Na2O	TiO2	MnO	Al2O3	P2O5	MgO	Cr2O3	Cl	Total
biSKR-3/21V-2	0.26	**8.47**	20.48	37.57	**0.09**	0.07	4.28	0.15	13.98	0.00	10.04	0.02	0.14	95.55
biSKR-3/21V-5	0.04	**8.49**	16.52	37.34	**0.22**	0.06	1.25	0.16	17.59	0.04	10.19	0.00	0.01	91.91
biSKR-3/21V-11	0.21	**8.32**	23.22	33.67	**0.03**	0.47	4.74	0.20	14.53	0.01	9.57	0.01	0.15	95.14
biSKR-3/21V-14	0.23	**7.95**	15.69	38.49	**0.30**	0.05	1.79	0.17	15.88	0.02	12.07	0.02	0.01	92.66
biSKR-3/21Z1-7	0.14	**8.29**	24.96	36.45	**0.16**	0.27	3.48	0.29	14.09	0.00	8.16	0.00	0.22	96.52
biSKR-3/21Z1-9	0.15	**7.64**	21.75	33.74	**0.16**	0.35	3.97	0.25	13.74	0.01	8.04	0.00	0.22	90.02
biSKR-3/21Z1-10	0.19	**7.44**	20.95	36.21	**0.31**	0.10	4.05	0.16	12.99	0.00	8.11	0.04	0.20	90.76
biSKR-3/21Z1-11	0.17	**7.79**	22.75	34.86	**0.19**	0.35	4.49	0.15	14.73	0.01	9.80	0.00	0.18	95.47
biSKR-3/21Z1-12	0.29	**8.47**	23.38	35.79	**0.02**	0.46	4.40	0.21	14.49	0.02	9.92	0.00	0.18	97.64
biLUC1.2-1	0.14	**7.59**	21.35	35.35	**0.05**	0.47	4.06	0.20	15.42	0.00	10.03	0.00	0.12	94.78
biLUC1.2-2	0.08	**7.89**	21.83	36.32	**0.07**	0.38	4.33	0.16	15.31	0.01	9.75	0.00	0.16	96.30
biLUC1.2-3	0.09	**6.55**	20.41	36.71	**0.07**	0.42	3.62	0.17	17.48	0.00	7.28	0.02	0.18	93.00
biLUC1.2-4	0.05	**7.90**	23.79	35.86	**0.05**	0.46	3.86	0.24	15.57	0.00	8.26	0.00	0.19	96.25
biLUC1.2-5	0.16	**8.27**	25.01	34.60	**0.03**	0.47	4.25	0.23	14.74	0.02	8.70	0.03	0.16	96.67
biLUC1.2-6	0.15	**7.99**	24.03	35.07	**0.02**	0.49	4.20	0.20	14.47	0.00	8.33	0.00	0.20	95.15
biLUC1.2-7	0.22	**8.24**	22.93	35.97	**0.00**	0.51	4.55	0.17	14.94	0.00	9.83	0.03	0.13	97.52
biLUC1.2-12	0.23	**7.28**	21.22	35.87	**0.12**	0.33	3.84	0.19	17.16	0.00	7.75	0.02	0.17	94.18
biLUC1.2-13	0.19	**7.87**	24.15	33.97	**0.02**	0.43	4.03	0.23	14.94	0.01	8.71	0.01	0.20	94.76

Uzorak	Si	Al (iv)	T	Al (vi)	Ti	Cr	Fe(iii)	Fe(ii)	Mn	Mg	M	Ca	Na	K	I
Am_SKR3/21-H-29	5.38	2.62	**8.00**	0.05	0.48	0.00	0.00	3.39	0.03	1.98	**5.92**	0.00	0.13	1.64	**1.77**
am_LUC1.1.>2.9-2	5.41	2.59	**8.00**	0.13	0.52	0.01	0.00	2.86	0.02	2.26	**5.79**	0.00	0.08	1.73	**1.81**
am_LUC1.1.>2.9-3	5.98	2.02	**8.00**	0.53	0.44	0.00	0.00	2.82	0.02	1.75	**5.56**	0.01	0.11	1.38	**1.49**
am_LUC1.1.>2.9-4	5.50	2.50	**8.00**	0.02	0.59	0.00	0.00	3.87	0.04	1.25	**5.76**	0.01	0.18	1.60	**1.78**
am_LUC1.1.>2.9-6	5.54	2.46	**8.00**	0.00	0.59	0.00	0.00	3.84	0.05	1.25	**5.73**	0.00	0.19	1.59	**1.79**
am_LUC1.1.>2.9-8	5.77	2.23	**8.00**	0.72	0.42	0.00	0.00	2.46	0.02	1.93	**5.56**	0.01	0.13	1.39	**1.52**
am_LUC1.1.>2.9-9	5.59	2.41	**8.00**	0.55	0.51	0.00	0.00	3.07	0.03	1.47	**5.64**	0.00	0.15	1.41	**1.56**
am_LUC1.1.>2.9-10	5.51	2.49	**8.00**	0.09	0.50	0.00	0.00	2.73	0.02	2.45	**5.80**	0.00	0.17	1.59	**1.76**
am_PL-1-14	5.38	2.50	**7.89**	0.00	0.44	0.00	0.00	3.10	0.04	2.29	**5.87**	0.16	0.12	1.58	**1.86**
am_PL-1-15	5.49	2.51	**8.00**	0.10	0.47	0.00	0.00	3.11	0.03	2.18	**5.90**	0.01	0.15	1.49	**1.65**
am_CUC-6-5	5.39	2.61	**8.00**	0.04	0.49	0.01	0.00	3.19	0.02	2.16	**5.91**	0.01	0.16	1.59	**1.76**
am_CUC-6-7	5.86	2.14	**8.00**	0.38	0.46	0.00	0.00	3.00	0.03	1.75	**5.61**	0.03	0.04	1.52	**1.58**
am_CUC-6-8	5.50	2.50	**8.00**	0.09	0.49	0.00	0.00	3.21	0.02	2.02	**5.83**	0.00	0.17	1.60	**1.77**
am_CUC-6-10	5.72	2.28	**8.00**	0.31	0.44	0.00	0.00	3.02	0.03	1.93	**5.72**	0.04	0.14	1.43	**1.62**
am_CUC-6-14	5.41	2.59	**8.00**	0.07	0.43	0.00	0.00	3.51	0.04	1.90	**5.95**	0.00	0.12	1.64	**1.77**
am_CUC-6-15	5.83	2.17	**8.00**	0.31	0.43	0.00	0.00	3.05	0.03	1.87	**5.68**	0.02	0.01	1.59	**1.62**
am_CUC-6-20	5.67	2.33	**8.00**	0.31	0.41	0.00	0.00	3.28	0.04	1.78	**5.82**	0.03	0.08	1.40	**1.52**
am_CUC-6-22	5.78	2.22	**8.00**	0.22	0.51	0.01	0.00	2.80	0.03	2.05	**5.61**	0.01	0.04	1.69	**1.73**
am_CUC-6-24	5.77	2.23	**8.00**	0.22	0.50	0.01	0.00	2.88	0.01	2.00	**5.62**	0.01	0.03	1.68	**1.73**
biSKR-3/21F-1	5.50	2.50	**8.00**	0.08	0.50	0.00	0.00	3.19	0.03	2.02	**5.82**	0.00	0.13	1.63	**1.77**
biSKR-3/21F-4	5.44	2.56	**8.00**	0.13	0.52	0.00	0.00	3.23	0.03	1.89	**5.81**	0.00	0.13	1.63	**1.76**
biSKR-3/21F-5	5.58	2.42	**8.00**	0.17	0.44	0.00	0.00	2.97	0.04	2.20	**5.82**	0.02	0.09	1.60	**1.71**
biSKR-3/21F-6	5.54	2.46	**8.00**	0.09	0.47	0.00	0.00	3.14	0.04	2.08	**5.82**	0.01	0.14	1.64	**1.79**
biSKR-3/21F-8	5.47	2.53	**8.00**	0.10	0.49	0.00	0.00	3.16	0.03	2.05	**5.83**	0.01	0.13	1.63	**1.77**
biSKR-3/21F-9	5.45	2.55	**8.00**	0.05	0.52	0.00	0.00	2.69	0.01	2.56	**5.84**	0.00	0.17	1.59	**1.76**
biSKR-3/21F-12	5.83	2.17	**8.00**	0.33	0.40	0.00	0.00	3.15	0.05	1.73	**5.66**	0.03	0.01	1.64	**1.67**

Uzorak	Si	Al (iv)	T	Al (vi)	Ti	Cr	Fe(iii)	Fe(ii)	Mn	Mg	M	Ca	Na	K	I
biCVC-1dcoarse-1	5.71	2.29	**8.00**	0.26	0.50	0.00	0.00	2.90	0.03	1.92	**5.62**	0.05	0.02	1.66	**1.73**
biCVC-1dcoarse-6	5.81	2.19	**8.00**	0.34	0.42	0.00	0.00	3.06	0.03	1.77	**5.63**	0.05	0.01	1.62	**1.69**
biCVC-1dcoarse-7	5.71	2.29	**8.00**	0.21	0.51	0.00	0.00	2.83	0.02	2.07	**5.65**	0.05	0.02	1.64	**1.71**
biCVC-1dcoarse-8	5.75	2.25	**8.00**	0.23	0.42	0.00	0.00	3.23	0.04	1.79	**5.71**	0.04	0.02	1.67	**1.73**
biCVC-1dcoarse-9	5.81	2.19	**8.00**	0.25	0.41	0.01	0.00	3.19	0.05	1.77	**5.68**	0.03	0.02	1.68	**1.73**
biCVC-1dcoarse-10	5.88	2.12	**8.00**	0.35	0.48	0.00	0.00	2.72	0.02	2.00	**5.57**	0.08	0.03	1.46	**1.57**
biCVC-1dcoarse-11	5.83	2.17	**8.00**	0.30	0.50	0.00	0.00	2.73	0.02	2.02	**5.57**	0.04	0.02	1.62	**1.68**
biCVC-1dcoarse-14	5.83	2.17	**8.00**	0.25	0.51	0.00	0.00	2.81	0.03	1.99	**5.58**	0.06	0.02	1.62	**1.69**
biCVC-1dcoarse-16	5.66	2.34	**8.00**	0.22	0.50	0.00	0.00	2.85	0.03	2.05	**5.65**	0.05	0.02	1.71	**1.78**
biCVC-1dcoarse-17	5.77	2.23	**8.00**	0.25	0.50	0.00	0.00	2.83	0.03	1.99	**5.60**	0.02	0.01	1.74	**1.76**
biSKR-3/21H-5	5.49	2.51	**8.00**	0.08	0.48	0.00	0.00	3.23	0.02	2.04	**5.84**	0.00	0.14	1.65	**1.79**
biKVCcoarse-5	5.41	2.59	**8.00**	0.03	0.47	0.01	0.00	3.34	0.04	2.00	**5.89**	0.01	0.15	1.65	**1.80**
biKVCcoarse-8	5.42	2.58	**8.00**	0.07	0.50	0.00	0.00	3.25	0.03	2.00	**5.85**	0.01	0.13	1.65	**1.79**
biLUC1.1-3	5.51	2.49	**8.00**	0.16	0.50	0.00	0.00	2.57	0.02	2.53	**5.78**	0.01	0.16	1.58	**1.75**
biLUC1.1-7	5.47	2.53	**8.00**	0.13	0.47	0.00	0.00	3.19	0.03	2.05	**5.87**	0.03	0.13	1.54	**1.69**
biLUC1.1-14	5.48	2.52	**8.00**	0.07	0.49	0.00	0.00	3.21	0.03	2.03	**5.83**	0.01	0.13	1.64	**1.79**
biLUC1.1-15	5.51	2.49	**8.00**	0.11	0.49	0.00	0.00	3.25	0.03	1.94	**5.83**	0.03	0.12	1.56	**1.72**
biLUC1.1-17	5.42	2.58	**8.00**	0.05	0.51	0.00	0.00	3.28	0.03	1.98	**5.85**	0.01	0.12	1.66	**1.80**
biLUC1.1-18	5.41	2.59	**8.00**	0.09	0.48	0.01	0.00	3.22	0.03	2.07	**5.90**	0.04	0.12	1.54	**1.70**
biLUC1.1-22	5.48	2.52	**8.00**	0.09	0.50	0.00	0.00	2.98	0.03	2.26	**5.85**	0.01	0.14	1.59	**1.73**
biLUC1.1-23	5.40	2.60	**8.00**	0.09	0.52	0.00	0.00	3.08	0.03	2.14	**5.86**	0.01	0.13	1.60	**1.74**
biLUC1.1-24	5.45	2.55	**8.00**	0.24	0.49	0.01	0.00	3.06	0.03	1.98	**5.81**	0.01	0.12	1.56	**1.69**

Uzorak	Si	Al (iv)	T	Al (vi)	Ti	Cr	Fe(iii)	Fe(ii)	Mn	Mg	M	Ca	Na	K	I
biSKR-3/21V-2	5.74	2.26	**8.00**	0.25	0.49	0.00	0.00	2.61	0.02	2.29	**5.66**	0.01	0.02	1.65	**1.69**
biSKR-3/21V-5	5.76	2.24	**8.00**	0.96	0.15	0.00	0.00	2.13	0.02	2.34	**5.60**	0.04	0.02	1.67	**1.73**
biSKR-3/21V-11	5.30	2.69	**7.99**	0.00	0.56	0.00	0.00	3.06	0.03	2.24	**5.89**	0.01	0.14	1.67	**1.82**
biSKR-3/21V-14	5.86	2.14	**8.00**	0.71	0.21	0.00	0.00	2.00	0.02	2.74	**5.67**	0.05	0.01	1.54	**1.61**
biSKR-3/21Z1-7	5.65	2.35	**8.00**	0.22	0.41	0.00	0.00	3.23	0.04	1.88	**5.78**	0.03	0.08	1.64	**1.75**
biSKR-3/21Z1-9	5.56	2.44	**8.00**	0.23	0.49	0.00	0.00	3.00	0.03	1.97	**5.72**	0.03	0.11	1.61	**1.75**
biSKR-3/21Z1-10	5.84	2.16	**8.00**	0.31	0.49	0.01	0.00	2.82	0.02	1.95	**5.60**	0.05	0.03	1.53	**1.62**
biSKR-3/21Z1-11	5.41	2.59	**8.00**	0.10	0.52	0.00	0.00	2.95	0.02	2.27	**5.86**	0.03	0.11	1.54	**1.68**
biSKR-3/21Z1-12	5.46	2.54	**8.00**	0.06	0.50	0.00	0.00	2.98	0.03	2.26	**5.83**	0.00	0.14	1.65	**1.79**
biLUC1.2-1	5.46	2.54	**8.00**	0.27	0.47	0.00	0.00	2.76	0.03	2.31	**5.84**	0.01	0.14	1.50	**1.65**
biLUC1.2-2	5.52	2.48	**8.00**	0.27	0.50	0.00	0.00	2.78	0.02	2.21	**5.77**	0.01	0.11	1.53	**1.65**
biLUC1.2-3	5.67	2.33	**8.00**	0.85	0.42	0.00	0.00	2.63	0.02	1.68	**5.60**	0.01	0.13	1.29	**1.43**
biLUC1.2-4	5.52	2.48	**8.00**	0.34	0.45	0.00	0.00	3.06	0.03	1.89	**5.77**	0.01	0.14	1.55	**1.70**
biLUC1.2-5	5.38	2.62	**8.00**	0.08	0.50	0.00	0.00	3.25	0.03	2.02	**5.87**	0.01	0.14	1.64	**1.79**
biLUC1.2-6	5.50	2.50	**8.00**	0.17	0.50	0.00	0.00	3.15	0.03	1.95	**5.79**	0.00	0.15	1.60	**1.75**
biLUC1.2-7	5.46	2.54	**8.00**	0.13	0.52	0.00	0.00	2.91	0.02	2.22	**5.81**	0.00	0.15	1.60	**1.75**
biLUC1.2-12	5.54	2.46	**8.00**	0.66	0.45	0.00	0.00	2.74	0.02	1.78	**5.66**	0.02	0.10	1.43	**1.55**
biLUC1.2-13	5.37	2.63	**8.00**	0.15	0.48	0.00	0.00	3.19	0.03	2.05	**5.90**	0.00	0.13	1.59	**1.72**

Standardi 24.-28.10.2022.														
	F	**K2O**	FeO	SiO2	**CaO**	Na2O	TiO2	MnO	Al2O3	P2O5	MgO	Cr2O3	Cl	Total
Kakhorn	0.12	**2.02**	10.68	40.13	**10.36**	2.55	4.77	0.06	14.87	0.04	12.84	0.00	0.04	98.49
Kakhorn	0.09	**2.00**	11.11	40.77	**10.24**	2.55	4.74	0.10	14.87	0.01	12.79	0.01	0.04	99.32
Ahorn	0.00	**0.20**	11.78	41.88	**11.65**	2.12	1.39	0.18	14.86	0.03	14.45	0.11	0.02	98.67
Ahorn	0.00	**0.20**	11.95	41.83	**11.66**	2.07	1.34	0.16	14.85	0.01	14.40	0.03	0.04	98.53
Kakhorn	0.10	**2.01**	11.03	40.24	**10.31**	2.57	4.72	0.07	14.77	0.01	13.05	0.00	0.02	98.90
Kakhorn	0.06	**2.03**	11.23	39.98	**10.29**	2.66	4.81	0.15	15.06	0.01	12.87	0.00	0.02	99.17
Ahorn	0.00	**0.20**	12.14	41.53	**11.72**	2.16	1.33	0.17	15.03	0.00	14.40	0.03	0.02	98.73
Ahorn	0.00	**0.19**	12.08	41.36	**11.68**	2.10	1.37	0.18	14.96	0.03	14.60	0.01	0.03	98.60
Kak.Horn	0.00	**2.03**	10.86	40.01	**10.23**	2.63	4.72	0.07	14.56	0.02	12.71	0.00	0.03	97.88
Kak.Horn	0.06	**1.97**	10.92	40.55	**10.25**	2.60	4.77	0.09	14.83	0.02	12.76	0.00	0.04	98.85
A.Horn	0.00	**0.18**	11.78	41.74	**11.58**	2.12	1.38	0.13	14.97	0.00	14.35	0.06	0.02	98.32
A.Horn	0.00	**0.19**	11.87	41.95	**11.66**	2.12	1.36	0.09	15.04	0.03	14.58	0.03	0.01	98.93
Kak.Horn	0.00	**2.01**	10.89	40.50	**10.21**	2.67	4.73	0.06	14.87	0.00	12.77	0.03	0.04	98.78
Kak.Horn	0.18	**2.00**	11.33	40.22	**10.30**	2.63	4.70	0.16	14.80	0.00	13.02	0.01	0.02	99.37
A.Horn	0.05	**0.21**	11.77	41.92	**11.73**	2.06	1.39	0.10	14.62	0.00	14.62	0.02	0.03	98.52
A.Horn	0.00	**0.20**	11.69	41.66	**11.69**	2.14	1.42	0.17	15.03	0.00	14.46	0.06	0.03	98.55
Kak.Horn	0.06	**1.98**	10.93	40.45	**10.30**	2.62	4.70	0.04	14.59	0.01	12.75	0.00	0.03	98.46
Kak.Horn	0.03	**1.96**	10.41	40.08	**10.29**	2.54	4.71	0.10	14.79	0.00	12.88	0.00	0.02	97.81
A.Horn	0.00	**0.19**	11.80	41.21	**11.68**	2.10	1.35	0.17	14.78	0.00	14.43	0.00	0.03	97.74
A.Horn	0.04	**0.17**	12.00	41.40	**11.67**	2.19	1.37	0.25	14.95	0.00	14.48	0.00	0.02	98.55
Kak.Horn	0.10	**2.01**	11.50	40.40	**10.30**	2.64	4.73	0.09	14.77	0.03	12.82	0.01	0.03	99.44
Kak.Horn	0.07	**2.02**	10.66	40.12	**10.46**	2.54	4.77	0.02	14.81	0.05	12.79	0.02	0.03	98.36
A.Horn	0.00	**0.20**	11.68	41.93	**11.67**	2.09	1.38	0.08	14.78	0.02	14.42	0.00	0.02	98.27
A.Horn	0.00	**0.19**	12.04	41.60	**11.72**	2.14	1.45	0.23	15.01	0.00	14.49	0.00	0.02	98.90
Kak,Horn	0.02	**1.99**	11.28	40.34	**10.12**	2.67	4.75	0.16	14.69	0.00	12.58	0.01	0.03	98.63
Kak,Horn	0.04	**1.96**	10.79	40.41	**10.38**	2.53	4.77	0.09	14.59	0.01	12.81	0.00	0.04	98.42
A,Horn	0.02	**0.19**	11.44	41.69	**11.63**	2.11	1.37	0.19	14.95	0.03	14.34	0.13	0.01	98.09
A,Horn	0.00	**0.18**	11.56	41.55	**11.64**	2.08	1.33	0.18	15.04	0.01	14.56	0.01	0.01	98.15
11.2022.														
Ahorn	0.00	**0.19**	11.92	40.88	**11.35**	2.06	1.26	0.15	14.54	0.00	14.79	0.02	0.03	97.19
Ahorn	0.03	**0.19**	12.03	40.52	**11.44**	2.07	1.29	0.11	14.52	0.00	14.89	0.00	0.03	97.12
Kakhorn	0.15	**2.05**	10.90	40.92	**10.21**	2.42	4.76	0.09	14.77	0.00	12.64	0.02	0.03	98.95
Kakhorn	0.19	**2.04**	10.68	41.04	**10.18**	2.40	4.79	0.08	14.74	0.01	12.69	0.03	0.05	98.91
Kakhorn	0.12	**2.10**	10.94	40.97	**10.21**	2.39	4.70	0.07	14.85	0.00	12.73	0.00	0.03	99.10
Kakhorn	0.16	**2.08**	11.16	41.12	**10.18**	2.48	4.83	0.09	14.89	0.03	12.44	0.04	0.04	99.53
Ahorn	0.09	**0.18**	12.00	41.59	**11.41**	2.05	1.41	0.12	14.54	0.01	14.68	0.00	0.02	98.11
Ahorn	0.11	**0.20**	12.02	41.69	**11.40**	2.04	1.28	0.15	14.77	0.03	14.68	0.00	0.03	98.40

Uzorak	Na2O	SiO2	Al2O3	CaO	K2O	MgO	FeO	TiO2	Total
Plagioclase	3.57	51.27	30.78	13.73	0.12	0.13	0.45	0.03	100.08
Plagioclase	3.53	51.30	30.87	13.93	0.12	0.10	0.50	0.05	100.41
Plagioclase	3.57	51.52	31.05	13.95	0.11	0.15	0.46	0.03	100.84
pl_BD-1-1	1.57	73.66	12.10	0.64	4.64	0.04	1.01	0.05	93.71
pl_BD-1-2	0.89	72.91	12.08	0.57	4.30	0.03	1.03	0.06	91.87
pl_BD-1-3	1.03	73.38	12.23	0.86	4.37	0.05	1.08	0.09	93.10
pl_BD-1-4	1.19	73.82	12.23	0.85	4.27	0.04	1.30	0.07	93.77
pl_BD-1-5	0.87	73.88	12.13	0.69	4.25	0.06	0.68	0.06	92.62
pl_BD-1-6	1.10	71.73	12.32	0.85	4.19	0.08	0.96	0.08	91.31
pl_BD-1-7	0.97	73.08	12.33	0.85	4.05	0.06	1.00	0.08	92.42
pl_BD-1-8	7.55	59.43	23.78	6.14	0.54	0.00	0.16	0.00	97.60
pl_BD-1-9	7.73	59.75	24.20	5.98	0.56	0.00	0.16	0.00	98.38
pl_BD-1-10	5.10	54.28	29.11	11.16	0.22	0.00	0.24	0.04	100.14
pl_BD-1-11	0.85	72.92	12.28	0.56	4.33	0.02	0.81	0.04	91.79
pl_BD-1-12	0.57	74.50	12.38	0.55	3.40	0.02	0.87	0.03	92.32
Plagioclase	3.50	51.45	31.16	14.00	0.11	0.14	0.42	0.04	100.82
Plagioclase	3.54	51.45	30.87	13.80	0.12	0.12	0.41	0.03	100.34
Plagioclase	3.35	51.65	31.15	13.60	0.13	0.14	0.42	0.04	100.48
Plagioclase	3.37	51.36	31.14	13.57	0.11	0.11	0.40	0.05	100.11
SKR-3/21F-7	5.60	54.90	27.65	9.27	0.36	0.00	0.27	0.02	98.07
SKR-3/21F-11	6.19	57.99	26.29	7.94	0.51	0.00	0.18	0.00	99.10
SKR-3/21F-11	5.26	55.17	28.27	9.98	0.32	0.00	0.06	0.01	99.07
SKR-3/21F-13	5.44	56.07	27.61	9.56	0.39	0.01	0.25	0.01	99.33
SKR-3/21F-14	5.54	56.16	27.52	9.40	0.36	0.00	0.21	0.00	99.19
SKR-3/21F-15	6.97	58.11	25.27	6.43	0.68	0.00	0.17	0.01	97.65
SKR-3/21F-16	5.04	54.62	28.51	10.43	0.32	0.00	0.21	0.01	99.13
SKR-3/21F-17	5.12	52.81	28.03	10.13	0.35	0.00	0.22	0.00	96.66
SKR-3/21H-4	2.46	64.72	19.04	0.12	12.84	0.00	0.08	0.00	99.26
SKR-3/21H-8	0.90	46.26	35.73	0.00	5.93	0.67	2.37	0.37	92.23
pl-SKR3/21-H<2,9,-1	6.15	56.78	26.96	8.79	0.49		0.20	0.02	99.38
pl-SKR3/21-H<2,9,-2	5.66	54.93	27.71	9.64	0.34		0.23	0.00	98.51
pl-SKR3/21-H<2,9,-3	6.56	57.88	26.43	8.01	0.45		0.11	0.00	99.43
pl-SKR3/21-H<2,9,-4	**5.62**	**55.76**	**27.92**	**9.92**	**0.33**		**0.22**	**0.01**	**99.78**
pl-SKR3/21-H<2,9,-5	**5.83**	**56.37**	**27.48**	**9.34**	**0.36**		**0.11**	**0.00**	**99.49**
pl-SKR3/21-H<2,9,-6	5.90	56.62	27.20	9.42	0.34		0.18	0.01	99.67
pl-SKR3/21-H<2,9,-7	5.91	56.44	27.24	9.41	0.35		0.19	0.03	99.57
pl-SKR3/21-H<2,9,-8	**5.38**	**54.73**	**28.05**	**10.42**	**0.28**		**0.23**	**0.01**	**99.11**

i

PLAGIOKLASI

Uzorak	Si	Al	Fe(ii)	Ca	Na	K	TOTAL	An mol%	Ab mol%	Or mol%
Plagioclase										
Plagioclase										
Plagioclase										
pl_BD-1-1	3.33	0.64	0.04	0.03	0.14	0.27	4.45	7.11	31.55	61.35
pl_BD-1-2	3.29	0.64	0.04	0.03	0.08	0.25	4.33	7.86	22.06	70.07
pl_BD-1-3	3.31	0.65	0.04	0.04	0.09	0.25	4.39	10.81	23.58	65.61
pl_BD-1-4	3.33	0.65	0.05	0.04	0.10	0.25	4.43	10.46	26.70	62.84
pl_BD-1-5	3.34	0.65	0.03	0.03	0.08	0.24	4.37	9.40	21.46	69.14
pl_BD-1-6	3.24	0.66	0.04	0.04	0.10	0.24	4.31	10.84	25.46	63.71
pl_BD-1-7	3.30	0.66	0.04	0.04	0.09	0.23	4.36	11.48	23.71	64.82
pl_BD-1-8	2.68	1.27	0.01	0.30	0.66	0.03	4.95	30.02	66.81	3.17
pl_BD-1-9	2.70	1.29	0.01	0.29	0.68	0.03	4.99	28.98	67.79	3.23
pl_BD-1-10	2.45	1.55	0.01	0.54	0.45	0.01	5.01	54.05	44.69	1.26
pl_BD-1-11	3.29	0.65	0.03	0.03	0.07	0.25	4.33	7.67	21.14	71.19
pl_BD-1-12	3.37	0.66	0.03	0.03	0.05	0.20	4.33	9.73	18.37	71.90
Plagioclase										
Plagioclase										
Plagioclase								68.64	30.59	0.77
Plagioclase								68.52	30.79	0.69
SKR-3/21F-7	2.48	1.47	0.01	0.45	0.49	0.02	4.92	46.74	51.09	2.17
SKR-3/21F-11	2.62	1.40	0.01	0.38	0.54	0.03	4.98	40.21	56.73	3.05
SKR-3/21F-11	2.49	1.50	0.00	0.48	0.46	0.02	4.96	50.19	47.87	1.93
SKR-3/21F-13	2.53	1.47	0.01	0.46	0.48	0.02	4.97	48.13	49.56	2.31
SKR-3/21F-14	2.54	1.47	0.01	0.45	0.49	0.02	4.97	47.36	50.51	2.14
SKR-3/21F-15	2.62	1.35	0.01	0.31	0.61	0.04	4.94	32.39	63.53	4.08
SKR-3/21F-16	2.47	1.52	0.01	0.50	0.44	0.02	4.96	52.34	45.77	1.90
SKR-3/21F-17	2.39	1.49	0.01	0.49	0.45	0.02	4.84	51.12	46.76	2.12
SKR-3/21H-4	2.92	1.01	0.00	0.01	0.22	0.74	4.90	0.62	22.41	76.97
SKR-3/21H-8	2.09	1.90	0.09	0.00	0.08	0.34	4.51	0.00	18.76	81.24
pl-SKR3/21-H<2,9,-1	2.56	1.44	0.01	0.43	0.54	0.03	5.00	42.87	54.28	2.85
pl-SKR3/21-H<2,9,-2	2.48	1.48	0.01	0.47	0.50	0.02	4.95	47.52	50.49	1.99
pl-SKR3/21-H<2,9,-3	2.61	1.41	0.00	0.39	0.57	0.03	5.01	39.24	58.16	2.60
pl-SKR3/21-H<2,9,-4	2.52	1.49	0.01	0.48	0.49	0.02	5.00	48.43	49.65	1.92
pl-SKR3/21-H<2,9,-5	2.55	1.46	0.00	0.45	0.51	0.02	5.00	45.98	51.94	2.08
pl-SKR3/21-H<2,9,-6	2.56	1.45	0.01	0.46	0.52	0.02	5.01	45.94	52.07	1.98
pl-SKR3/21-H<2,9,-7	2.55	1.45	0.01	0.46	0.52	0.02	5.00	45.86	52.12	2.02
pl-SKR3/21-H<2,9,-8	2.47	1.49	0.01	0.50	0.47	0.02	4.97	50.85	47.51	1.64

Uzorak	Na2O	SiO2	Al2O3	CaO	K2O	MgO	FeO	TiO2	Total
pl-SKR3/21-H<2,9,-9	**5.45**	**54.91**	**27.94**	**10.30**	**0.30**		**0.29**	**0.02**	**99.21**
pl-SKR3/21-H<2,9,10	1.15	73.22	12.48	0.72	3.40		0.69	0.02	91.71
pl-SKR3/21-H<2,9,-11	**6.87**	**59.01**	**25.20**	**7.28**	**0.56**		**0.20**	**0.00**	**99.11**
pl-SKR3/21-H<2,9,-12	**7.00**	**59.49**	**25.20**	**6.99**	**0.57**		**0.16**	**0.01**	**99.42**
pl-SKR3/21-H<2,9,13	6.58	56.76	26.18	7.99	0.45		0.21	0.01	98.19
pl-SKR3/21-H<2,9,14	6.78	57.71	25.64	7.24	0.52		0.15	0.01	98.04
pl-SKR3/21-H<2,9,15	6.38	56.48	26.56	8.39	0.41		0.21	0.00	98.44
pl-SKR3/21-H<2,9,16	6.25	56.50	26.75	8.64	0.41		0.24	0.00	98.80
pl-SKR3/21-H<2,9,17	6.89	58.79	25.41	7.29	0.55		0.20	0.00	99.13
pl-SKR3/21-H<2,9,-18	**5.19**	**54.13**	**28.52**	**10.70**	**0.29**		**0.22**	**0.01**	**99.06**
pl-SKR3/21-H<2,9,-19	**6.15**	**56.28**	**26.81**	**8.82**	**0.42**		**0.19**	**0.00**	**98.67**
pl-SKR3/21-H<2,9,20	7.52	60.23	24.48	5.82	0.72		0.12	0.02	98.92
pl-SKR3/21-H<2,9,21	7.91	60.94	23.84	5.02	0.83		0.11	0.01	98.65
pl-SKR3/21-H<2,9,-22	**6.06**	**56.00**	**27.07**	**8.88**	**0.42**		**0.19**	**0.01**	**98.65**
pl-SKR3/21-H<2,9,-23	**6.62**	**57.73**	**25.92**	**7.87**	**0.52**		**0.22**	**0.00**	**98.88**
pl-SKR3/21-H<2,9,24	1.73	73.98	12.63	0.99	4.05		0.77	0.10	94.27
pl-SKR3/21-H<2,9,25	1.39	74.68	12.19	0.78	4.16		0.80	0.09	94.13
pl-SKR3/21-H<2,9,-26	**5.80**	**55.88**	**27.52**	**9.63**	**0.36**		**0.16**	**0.02**	**99.37**
pl-SKR3/21-H<2,9,-27	**5.28**	**54.45**	**28.42**	**10.57**	**0.33**		**0.26**	**0.00**	**99.30**
SKR-3/21V-1	4.06	53.06	30.30	12.33	0.22	0.00	0.19	0.00	100.16
SKR-3/21V-3	5.99	56.67	26.38	7.88	0.71	0.00	0.24	0.00	97.87
SKR-3/21V-8	0.00	96.73	0.00	0.03	0.00	0.00	0.09	0.00	96.86
SKR-3/21Z1-3	6.73	58.85	25.25	0.00	0.00	0.00	0.21	0.02	91.07
SKR-3/21Z1-4	5.12	54.41	27.60	0.00	0.00	0.00	0.21	0.01	87.36
SKR-3/21Z1-6	0.85	72.24	12.23	0.58	0.62	0.06	1.01	0.06	87.66
CUC-1dcoarse-2	5.72	56.66	27.13	8.93	0.37	0.00	0.21	0.01	99.02
CUC-1dcoarse-3	4.85	54.11	28.94	10.95	0.26	0.00	0.23	0.02	99.37
CUC-1dcoarse-4	5.80	56.41	27.11	8.96	0.35	0.00	0.23	0.02	98.88
CUC-1dcoarse-5	6.31	55.98	26.12	7.70	0.47	0.00	0.22	0.00	96.80
CUC-1dcoarse-13	6.55	57.17	25.78	7.29	0.53	0.00	0.28	0.01	97.61

Uzorak	Si	Al	Fe(ii)	Ca	Na	K	TOTAL	An mol%	Ab mol%	Or mol%
pl-SKR3/21-H<2,9,-9	2.48	1.49	0.01	0.50	0.48	0.02	4.97	50.21	48.07	1.72
pl-SKR3/21-H<2,9,10	3.31	0.66	0.03	0.03	0.10	0.20	4.33	10.46	30.43	59.11
pl-SKR3/21-H<2,9,-11	2.67	1.34	0.01	0.35	0.60	0.03	5.00	35.73	61.02	3.25
pl-SKR3/21-H<2,9,-12	2.69	1.34	0.01	0.34	0.61	0.03	5.02	34.37	62.28	3.35
pl-SKR3/21-H<2,9,13	2.56	1.39	0.01	0.39	0.58	0.03	4.96	39.10	58.27	2.62
pl-SKR3/21-H<2,9,14	2.61	1.36	0.01	0.35	0.59	0.03	4.95	35.98	60.97	3.05
pl-SKR3/21-H<2,9,15	2.55	1.41	0.01	0.41	0.56	0.02	4.96	41.08	56.52	2.40
pl-SKR3/21-H<2,9,16	2.55	1.42	0.01	0.42	0.55	0.02	4.97	42.27	55.33	2.40
pl-SKR3/21-H<2,9,17	2.66	1.35	0.01	0.35	0.60	0.03	5.00	35.72	61.09	3.19
pl-SKR3/21-H<2,9,-18	2.45	1.52	0.01	0.52	0.45	0.02	4.96	52.36	45.96	1.68
pl-SKR3/21-H<2,9,-19	2.54	1.43	0.01	0.43	0.54	0.02	4.97	43.13	54.43	2.44
pl-SKR3/21-H<2,9,20	2.72	1.30	0.00	0.28	0.66	0.04	5.01	28.69	67.09	4.22
pl-SKR3/21-H<2,9,21	2.75	1.27	0.00	0.24	0.69	0.05	5.01	24.71	70.46	4.84
pl-SKR3/21-H<2,9,-22	2.53	1.44	0.01	0.43	0.53	0.02	4.96	43.64	53.89	2.46
pl-SKR3/21-H<2,9,-23	2.61	1.38	0.01	0.38	0.58	0.03	4.99	38.44	58.51	3.05
pl-SKR3/21-H<2,9,24	3.34	0.67	0.03	0.05	0.15	0.23	4.48	11.03	35.02	53.94
pl-SKR3/21-H<2,9,25	3.37	0.65	0.03	0.04	0.12	0.24	4.45	9.48	30.49	60.04
pl-SKR3/21-H<2,9,-26	2.52	1.47	0.01	0.47	0.51	0.02	4.99	46.84	51.06	2.10
pl-SKR3/21-H<2,9,-27	2.46	1.51	0.01	0.51	0.46	0.02	4.98	51.53	46.58	1.89
SKR-3/21V-1	2.40	1.61	0.01	0.60	0.36	0.01	4.98	61.85	36.86	1.29
SKR-3/21V-3	2.56	1.40	0.01	0.38	0.52	0.04	4.92	40.27	55.40	4.33
SKR-3/21V-8	4.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	100.00	0.00	0.00
SKR-3/21Z1-3	2.66	1.34	0.01	0.00	0.59	0.00	4.60	0.00	100.00	0.00
SKR-3/21Z1-4	2.46	1.47	0.01	0.00	0.45	0.00	4.38	0.00	100.00	0.00
SKR-3/21Z1-6	3.26	0.65	0.04	0.03	0.07	0.04	4.09	20.50	53.77	25.73
CUC-1dcoarse-2	2.56	1.44	0.01	0.43	0.50	0.02	4.97	45.28	52.48	2.24
CUC-1dcoarse-3	2.44	1.54	0.01	0.53	0.42	0.02	4.96	54.65	43.80	1.55
CUC-1dcoarse-4	2.55	1.44	0.01	0.43	0.51	0.02	4.96	45.08	52.81	2.12
CUC-1dcoarse-5	2.53	1.39	0.01	0.37	0.55	0.03	4.88	39.13	58.03	2.84
CUC-1dcoarse-13	2.58	1.37	0.01	0.35	0.57	0.03	4.92	36.87	59.95	3.18

Uzorak	Na2O	SiO2	Al2O3	CaO	K2O	MgO	FeO	TiO2	Total
CUC-1dcoarse-15	4.35	53.43	29.64	11.82	0.22	0.01	0.21	0.01	99.69
KUCcoarse-1	5.21	55.38	28.48	10.25	0.30	0.00	0.22	0.00	99.84
KUCcoarse-2	5.81	57.12	26.94	8.64	0.40	0.00	0.23	0.01	99.14
KUCcoarse-6	4.76	53.85	28.91	10.89	0.27	0.00	0.23	0.02	98.93
KUCcoarse-7	5.62	56.93	27.67	9.17	0.36	0.01	0.20	0.01	99.98
LUC 1.1-1	5.26	55.31	28.04	10.08	0.31	0.00	0.25	0.00	99.26
LUC 1.1-2	6.24	57.93	26.17	7.85	0.46	0.00	0.20	0.01	98.86
LUC1.1-4	6.01	57.41	26.91	8.53	0.40	0.00	0.22	0.01	99.48
LUC1.1-5	5.70	56.69	27.64	9.16	0.43	0.00	0.19	0.00	99.81
LUC1.1-6	5.75	56.93	27.14	8.85	0.39	0.01	0.25	0.01	99.32
LUC1.1-8	7.54	62.22	23.68	4.76	1.01	0.00	0.20	0.00	99.41
LUC1.1-9	5.14	55.59	28.29	10.08	0.31	0.00	0.22	0.01	99.64
LUC1.1-10	4.96	54.98	28.63	10.56	0.27	0.00	0.20	0.01	99.62
LUC1.1-11	5.85	57.41	27.09	8.86	0.38	0.00	0.18	0.00	99.77
LUC1.1-12	4.30	53.23	29.58	11.97	0.22	0.00	0.24	0.00	99.54
LUC1.1-13	6.19	58.05	26.32	7.87	0.51	0.00	0.18	0.01	99.13
LUC1.1-19	2.49	63.20	19.32	0.14	11.99	0.00	0.10	0.00	97.23
LUC1.1-20	5.79	57.24	27.08	8.65	0.40	0.01	0.25	0.00	99.41
LUC1.1-21	4.07	76.87	14.25	1.60	1.80	0.01	0.19	0.06	98.86
Plagioclase	3.37	50.63	31.33	13.70	0.12	0.14	0.41	0.03	99.72
Plagioclase	3.33	49.98	31.20	13.52	0.12	0.14	0.41	0.01	98.71

Uzorak	Si	Al	Fe(ii)	Ca	Na	K	TOTAL	An mol%	Ab mol%	Or mol%
CUC-1dcoarse-15	2.41	1.58	0.01	0.57	0.38	0.01	4.97	59.23	39.45	1.32
KUCcoarse-1	2.50	1.52	0.01	0.50	0.46	0.02	5.00	51.16	47.06	1.78
KUCcoarse-2	2.58	1.43	0.01	0.42	0.51	0.02	4.97	44.03	53.58	2.40
KUCcoarse-6	2.43	1.54	0.01	0.53	0.42	0.02	4.94	54.92	43.44	1.64
KUCcoarse-7	2.57	1.47	0.01	0.44	0.49	0.02	5.01	46.37	51.43	2.20
LUC 1.1-1	2.50	1.49	0.01	0.49	0.46	0.02	4.97	50.47	47.66	1.87
LUC 1.1-2	2.62	1.39	0.01	0.38	0.55	0.03	4.97	39.87	57.35	2.78
LUC1.1-4	2.59	1.43	0.01	0.41	0.53	0.02	5.00	42.91	54.71	2.38
LUC1.1-5	2.56	1.47	0.01	0.44	0.50	0.02	5.01	45.84	51.62	2.54
LUC1.1-6	2.57	1.44	0.01	0.43	0.50	0.02	4.98	44.89	52.78	2.33
LUC1.1-8	2.81	1.26	0.01	0.23	0.66	0.06	5.03	24.27	69.57	6.15
LUC1.1-9	2.51	1.51	0.01	0.49	0.45	0.02	4.98	51.04	47.10	1.86
LUC1.1-10	2.48	1.52	0.01	0.51	0.43	0.02	4.98	53.17	45.19	1.64
LUC1.1-11	2.59	1.44	0.01	0.43	0.51	0.02	5.01	44.53	53.21	2.26
LUC1.1-12	2.40	1.57	0.01	0.58	0.38	0.01	4.96	59.80	38.88	1.32
LUC1.1-13	2.62	1.40	0.01	0.38	0.54	0.03	4.98	39.99	56.92	3.09
LUC1.1-19	2.85	1.03	0.00	0.01	0.22	0.69	4.80	0.72	23.82	75.46
LUC1.1-20	2.59	1.44	0.01	0.42	0.51	0.02	4.99	44.13	53.46	2.41
LUC1.1-21	3.47	0.76	0.01	0.08	0.36	0.10	4.78	14.40	66.30	19.29
Plagioclase								68.71	30.59	0.70
Plagioclase								68.69	30.62	0.70

TI - OKSID

TI-OXIDE

	MgO	MnO	FeO	Al2O3	TiO2	NiO	Cr2O3	SiO2	Total
Chromite	15.41	0.0764	13.18	10	0.1149	0.1662	61.92	0.1283	100.9957
Chromite	15.34	0.0712	13.18	10.03	0.1124	0.1733	60.82	0.1335	99.8605
Ilmenite	0.2122	4.71	47.47	0.023	45.42	0	0.0371	0.1501	98.0225
Ilmenite	0.2463	4.84	47.28	0.0018	45.71	0	0	0.1502	98.2283
sp_PL-1-1	1.87	0.7014	48.18	0.1573	49.41	0	0.0228	0	100.3414
sp_PL-1-2	1.1852	0.8666	50.96	0.095	46.42	0	0	0.0128	99.5396
sp_PL-1-3	2.52	0.903	39.91	0.1236	52.23	0	0	0.2294	95.9161
sp_PL-1-4	1.71	0.7947	46.89	0.1249	50.44	0	0.0237	0.0289	100.0121
sp_PL-1-5	1.95	0.7125	49.3	0.1636	48.67	0.0034	0	0	100.7994
sp_CUC-6-1	0.9804	0.8931	50.39	0.0978	46.87	0	0.0399	0.007	99.2783
sp_CUC-6-2	0.8515	0.9124	49.59	0.206	46.19	0	0.0133	0.0012	97.7645
sp_CUC-6-3	1.4688	0.8145	49.51	0.1368	47.86	0	0.0067	0.0299	99.8268
sp_CUC-6-4	1.4793	0.8948	49.81	0.1228	48.05	0.0088	0	0	100.3656
sp_CUC-6-5	0	5.04	43.03	0	53.15	0	0.0142	0.0049	101.239
sp_CUC-6-6	1.0497	1.1281	49.04	0.102	47.77	0	0.0244	0.0177	99.132
sp_CUC-6-7	1.2935	0.9501	49.3	0.1165	48.25	0.0002	0.0145	0.0202	99.9451
sp_CUC-6-8	0.8255	0.6818	45.49	0.1235	50.83	0	0.0308	0.3159	98.2976
sp_CUC-6-9	0.8483	1.33	49.21	0.079	48.54	0.0235	0.0256	0.0272	100.0835
sp_CUC-6-12	1.3782	0.9098	48.47	0.133	48.46	0.0111	0	0.0188	99.381
sp_CUC-6-13	2.02	0.6143	48.76	0.1623	48.17	0	0.0002	0.024	99.7508
Chromite	15.4	0.0879	12.76	10.01	0.1257	0.1849	61.14	0.0557	99.7643
Chromite	15.21	0.0837	13.13	10.04	0.1341	0.195	60.44	0.1245	99.3574
Ilmenite	0.1791	4.65	47.19	0.0075	45.79	0.0034	0.0285	0.2055	98.0541
Ilmenite	0.1586	4.85	46.71	0.0169	46.08	0	0.0076	0.2406	98.0638

Prilog 8. Geokemijski sastav minerala cirkona vulkanoklastičnih naslaga srednjeg miocena

		Li7_ppm_mean	Li7_ppm_2SE(int)	Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	Si29_ppm_mean	Si29_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)
	CUC														
1	CUC_74	38.76	3.54	< LOD	1.75	155574.73	2570.74	418.72	34.93	< LOD	150.30	3.99	2.04	< LOD	0.04
2	CUC_75	69.60	6.18	4.88	1.92	154539.10	2368.88	377.28	31.63	< LOD	120.51	< LOD	1.55	< LOD	0.06
3	CUC_76	96.56	7.56	< LOD	2.29	146876.31	3869.65	334.28	41.42	< LOD	166.01	< LOD	2.39	< LOD	0.03
4	CUC_77	37.53	4.99	< LOD	2.06	152829.23	3244.03	367.84	36.42	< LOD	139.70	< LOD	1.96	< LOD	0.05
5	CUC_78	20.22	2.81	< LOD	1.78	152272.17	3814.58	382.60	37.74	< LOD	143.04	< LOD	0.81	< LOD	0.05
6	CUC_79	30.47	2.97	< LOD	2.60	150520.79	2869.82	387.37	41.98	< LOD	183.74	< LOD	1.66	< LOD	0.09
7	CUC_80	30.49	3.40	< LOD	2.26	154379.27	3437.75	530.60	46.86	< LOD	208.25	< LOD	2.36	< LOD	0.10
8	CUC_81	82.16	9.40	< LOD	1.29	153892.98	2336.08	396.47	31.05	< LOD	116.16	< LOD	1.45	< LOD	0.06
9	CUC_82	80.09	5.94	435.77	101.54	154150.72	2432.11	4543.98	130.47	18974.67	705.72	7.06	2.82	0.36	0.12
10	CUC_83	127.33	14.67	397.50	107.33	152680.26	2558.08	4622.48	740.83	17835.77	3248.50	< LOD	1.82	0.18	0.10
11	CUC_84	18.18	2.56	< LOD	2.46	154605.05	3713.69	303.27	40.35	< LOD	218.31	< LOD	3.57	0.20	0.13
12	CUC_85	70.14	4.39	< LOD	1.82	152436.73	2237.98	356.32	31.72	< LOD	148.39	< LOD	1.40	< LOD	0.07
13	CUC_86	55.41	4.31	18.76	8.02	155850.62	3729.82	550.54	51.42	< LOD	185.25	6.95	4.15	< LOD	0.09
14	CUC_87	62.15	14.01	538.55	195.32	155587.78	10353.45	393.81	68.89	< LOD	282.64	10.95	8.55	< LOD	0.01
15	CUC_88	45.46	7.49	< LOD	1.99	153431.16	3041.88	421.59	40.20	< LOD	189.18	< LOD	2.53	< LOD	0.00
16	CUC_89	62.93	4.34	< LOD	2.20	154236.26	3422.36	467.73	44.39	< LOD	144.18	602.34	233.29	2.52	0.98
17	CUC_90	65.35	7.32	< LOD	2.56	154935.43	6202.71	448.87	51.75	< LOD	205.38	< LOD	2.50	< LOD	0.10
18	CUC_91	10.72	3.07	< LOD	1.88	150183.29	6128.65	564.38	62.79	< LOD	198.49	< LOD	3.19	< LOD	0.10
19	CUC_92	41.88	3.03	< LOD	1.59	152694.16	2870.00	381.45	29.43	< LOD	128.98	< LOD	2.00	< LOD	0.07
20	CUC_93	28.24	3.37	< LOD	1.93	152469.15	4743.94	318.86	34.71	< LOD	191.01	< LOD	2.01	< LOD	0.12
21	CUC_94	36.56	5.05	< LOD	4.78	154682.76	5226.36	419.29	55.75	< LOD	217.79	< LOD	2.75	< LOD	0.13
22	CUC_95	46.69	3.33	< LOD	1.70	153594.24	2556.05	368.31	27.50	< LOD	136.95	< LOD	1.88	< LOD	0.05
23	CUC_96	66.73	3.60	< LOD	1.51	152245.80	2319.42	428.29	29.58	< LOD	107.27	4.62	2.43	< LOD	0.06
24	CUC_97	56.28	4.14	1508.27	96.14	152123.23	2086.92	399.12	27.97	< LOD	131.50	13.62	3.26	< LOD	0.05
25	CUC_98	28.28	4.16	< LOD	3.06	149957.44	3452.52	369.79	49.44	< LOD	251.02	4.73	4.03	< LOD	0.08
26	CUC_99	59.01	2.92	6.72	2.59	152055.04	2357.40	367.73	31.03	< LOD	131.97	< LOD	1.78	< LOD	0.05
27	CUC_100	53.05	6.52	< LOD	1.36	151350.13	2523.57	436.21	33.91	< LOD	122.39	< LOD	1.28	< LOD	0.05
28	CUC_101	127.45	5.02	1259.59	270.67	153283.93	2391.02	686.52	51.06	< LOD	127.94	9.82	2.92	0.89	0.19
29	CUC_102	12.45	2.82	115.38	32.64	152261.32	3802.61	504.03	60.44	< LOD	247.74	4.98	4.75	< LOD	0.11
30	CUC_103	73.68	4.23	3.51	1.75	149877.86	2321.41	396.20	31.85	< LOD	125.67	< LOD	1.42	< LOD	0.06
31	CUC_104	66.07	3.82	< LOD	2.10	153406.09	2686.37	334.83	38.17	< LOD	133.94	4.82	2.98	< LOD	0.08
32	CUC_105	75.38	5.54	< LOD	2.85	152074.15	3671.69	350.63	51.18	< LOD	188.77	< LOD	2.85	< LOD	0.10
33	CUC_106	43.73	4.24	< LOD	2.39	153744.06	3820.64	562.62	46.40	< LOD	169.49	< LOD	1.82	< LOD	0.08
34	CUC_107	43.46	4.41	< LOD	2.37	148981.00	5168.14	653.80	49.41	< LOD	279.11	< LOD	1.64	< LOD	0.16
35	CUC_108	35.84	3.57	411.92	123.56	150814.07	4136.90	566.03	50.81	909.97	351.49	5.99	3.26	1.35	0.42
36	CUC_109	192.40	7.78	< LOD	1.68	151738.50	3314.52	469.75	40.54	< LOD	145.34	5.67	2.59	< LOD	0.07
37	CUC_110	60.01	3.97	6.76	2.73	151979.97	3644.74	329.81	32.46	< LOD	173.42	4.79	3.38	0.08	0.08
38	CUC_111	35.05	5.83	< LOD	2.01	149881.15	2545.40	328.67	36.63	< LOD	147.96	5.29	2.46	< LOD	0.08
39	CUC_112	55.59	4.28	< LOD	2.13	152730.88	5048.97	413.50	51.98	< LOD	227.60	< LOD	3.20	< LOD	0.09
40	CUC_113	22.58	1.91	< LOD	1.89	152961.14	3084.06	366.07	34.69	< LOD	157.16	4.59	2.27	< LOD	0.05

		Cu63_ppm_mean	Cu63_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Mo95_ppm_mean	Mo95_ppm_2SE(int)	Sn120_ppm_mean	Sn120_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)	Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean
	CUC																	
1	CUC_74	3.02	0.33	1208.91	42.98	448341.47	13334.50	2.21	0.17	1.18	0.26	< LOD	0.16	< LOD	0.00	7.16	0.32	0.11
2	CUC_75	3.20	0.34	1456.10	77.67	444244.05	11694.79	2.33	0.20	1.53	0.33	< LOD	0.14	< LOD	0.00	8.47	0.46	0.16
3	CUC_76	3.05	0.43	1795.49	120.74	465177.27	23693.07	2.82	0.36	1.06	0.34	< LOD	0.21	< LOD	0.00	13.76	1.09	0.16
4	CUC_77	1.72	0.40	1128.62	86.99	468444.45	19887.51	2.80	0.32	1.55	0.40	< LOD	0.19	< LOD	0.00	8.56	0.88	0.08
5	CUC_78	1.20	0.25	901.07	48.55	458006.53	18161.29	2.59	0.24	1.51	0.36	< LOD	0.19	< LOD	0.00	6.95	0.55	0.02
6	CUC_79	3.51	0.57	1063.71	31.19	422104.34	11837.43	2.01	0.25	1.30	0.32	< LOD	0.17	< LOD	0.00	7.53	0.36	0.11
7	CUC_80	3.26	0.52	1747.69	55.41	458724.07	16325.45	5.71	0.37	1.31	0.43	< LOD	0.16	1.16	0.14	10.06	0.46	0.66
8	CUC_81	9.50	1.01	1929.27	132.96	441569.63	9383.96	3.98	0.27	1.39	0.29	< LOD	0.15	< LOD	0.00	17.09	1.32	0.15
9	CUC_82	22.95	1.92	1594.82	99.47	441022.00	12560.25	4.36	0.31	0.88	0.23	0.30	0.14	53.02	1.65	144.08	3.11	16.05
10	CUC_83	102.21	21.56	1672.18	60.42	427931.65	11273.51	4.08	0.29	1.08	0.26	< LOD	0.14	45.87	8.48	127.80	20.42	14.66
11	CUC_84	3.61	0.58	695.20	34.93	464317.61	18824.36	2.42	0.31	1.07	0.36	< LOD	0.18	0.00	0.01	8.10	0.44	0.07
12	CUC_85	1.98	0.33	1392.58	44.23	430798.50	9956.50	7.18	0.44	1.28	0.29	< LOD	0.17	< LOD	0.00	13.66	0.48	0.08
13	CUC_86	3.40	0.56	1946.98	99.87	430614.34	12492.31	4.73	0.45	1.01	0.34	< LOD	0.17	< LOD	0.02	11.13	0.53	0.13
14	CUC_87	63.46	16.70	1365.02	107.30	455187.99	35661.67	4.53	0.65	1.69	0.80	< LOD	0.35	0.49	0.18	15.82	1.35	0.21
15	CUC_88	3.73	0.54	1143.76	63.45	429462.04	9195.23	3.13	0.32	0.80	0.32	< LOD	0.28	< LOD	0.01	10.14	0.62	0.06
16	CUC_89	4.80	0.64	1941.36	75.19	464530.79	13520.50	7.85	0.87	1.13	0.33	0.34	0.17	0.03	0.02	22.76	0.90	0.15
17	CUC_90	7.50	1.20	1818.69	152.36	473037.28	22893.31	3.70	0.49	1.25	0.54	< LOD	0.22	< LOD	0.00	18.73	2.35	0.14
18	CUC_91	13.34	1.78	1669.05	189.24	453313.64	11870.85	6.90	1.27	1.07	0.41	< LOD	0.26	0.11	0.06	17.04	2.55	0.08
19	CUC_92	2.88	0.41	1160.73	34.39	439574.53	11275.49	5.37	0.30	1.23	0.26	< LOD	0.18	< LOD	0.00	14.52	0.50	0.07
20	CUC_93	1.81	0.43	708.44	41.17	459096.56	12675.89	1.60	0.18	1.24	0.39	< LOD	0.18	< LOD	0.00	8.07	0.46	0.03
21	CUC_94	6.84	1.23	1573.07	91.67	505701.56	22732.02	5.63	0.69	4.36	1.27	< LOD	0.29	0.11	0.06	15.25	1.09	0.14
22	CUC_95	0.92	0.20	1182.16	63.47	450958.12	11920.29	5.99	0.37	1.27	0.25	< LOD	0.14	< LOD	0.00	11.32	0.49	0.03
23	CUC_96	2.29	0.31	1720.72	56.53	446091.24	12965.07	6.97	0.35	1.14	0.21	0.33	0.15	< LOD	0.00	23.38	0.90	0.10
24	CUC_97	5.43	0.42	1294.22	45.07	421092.88	9852.58	2.77	0.21	1.17	0.24	0.33	0.13	0.76	0.10	11.86	0.48	0.23
25	CUC_98	4.06	0.81	805.30	28.94	428349.08	14450.45	3.54	0.51	1.05	0.50	< LOD	0.22	0.07	0.05	11.92	0.59	0.05
26	CUC_99	1.63	0.25	1328.21	32.37	442596.88	10613.20	7.73	0.38	1.22	0.25	0.32	0.12	0.00	0.01	13.79	0.34	0.05
27	CUC_100	3.46	0.45	1447.56	64.41	443165.71	12512.18	2.83	0.20	1.43	0.26	< LOD	0.14	0.01	0.01	11.32	0.56	0.14
28	CUC_101	6.46	0.57	3874.28	207.72	427200.82	10313.89	10.23	0.79	2.67	0.41	< LOD	0.15	1.59	0.15	33.99	1.59	0.99
29	CUC_102	1.91	0.43	466.24	17.61	426037.15	15583.31	2.47	0.31	1.62	0.57	< LOD	0.27	0.42	0.12	9.11	0.54	0.15
30	CUC_103	2.79	0.35	1533.24	55.91	452707.05	10383.44	2.52	0.20	1.19	0.24	< LOD	0.12	0.02	0.01	9.74	0.31	0.14
31	CUC_104	2.06	0.32	1389.00	43.92	435799.87	12809.03	2.45	0.22	1.16	0.32	< LOD	0.25	< LOD	0.01	10.50	0.42	0.13
32	CUC_105	0.89	0.26	1389.81	74.41	463706.03	19734.40	3.81	0.45	1.32	0.38	< LOD	0.19	< LOD	0.00	6.31	0.53	0.11
33	CUC_106	7.73	0.73	2923.41	105.43	462259.17	17885.29	20.17	1.15	1.09	0.30	< LOD	0.20	0.75	0.13	45.15	1.33	0.24
34	CUC_107	10.64	1.39	3185.67	170.40	473479.88	19261.63	14.55	1.26	1.57	0.46	< LOD	0.23	0.26	0.10	40.82	2.28	0.29
35	CUC_108	2.00	0.57	978.91	52.29	494578.75	26075.29	4.37	0.49	1.21	0.41	< LOD	0.25	1.95	0.31	15.07	0.69	0.53
36	CUC_109	5.07	0.55	3319.82	132.88	455000.34	12793.29	6.12	0.44	1.35	0.35	< LOD	0.13	0.10	0.04	20.15	0.92	0.61
37	CUC_110	0.97	0.24	1208.37	52.42	482532.98	19772.76	1.78	0.21	1.27	0.36	< LOD	0.16	< LOD	0.00	10.10	0.57	0.05
38	CUC_111	1.06	0.27	807.38	86.07	432150.61	9431.79	1.26	0.17	1.27	0.31	< LOD	0.15	< LOD	0.00	6.53	0.70	0.03
39	CUC_112	2.50	0.44	1503.15	67.79	476884.00	21758.66	2.98	0.32	1.52	0.39	< LOD	0.14	< LOD	0.00	13.40	0.85	0.08
40	CUC_113	0.35	0.13	712.37	21.42	447698.41	11632.70	2.29	0.17	1.28	0.28	< LOD	0.15	< LOD	0.00	7.65	0.31	0.03

		Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)
	CUC																			
1	CUC_74	0.03	1.64	0.27	3.80	0.40	0.85	0.10	21.90	1.23	7.88	0.32	99.33	3.51	38.37	1.21	194.84	6.13	42.27	1.44
2	CUC_75	0.03	2.62	0.34	5.43	0.50	1.24	0.13	30.31	2.04	9.99	0.58	124.10	6.77	47.57	2.37	233.77	11.69	48.62	2.38
3	CUC_76	0.06	2.93	0.51	5.59	0.66	1.15	0.14	32.65	2.04	11.24	0.61	146.31	7.30	57.50	3.36	288.94	16.41	62.39	4.22
4	CUC_77	0.03	1.56	0.35	3.08	0.50	0.58	0.10	20.07	2.20	6.86	0.64	90.27	8.26	36.03	3.33	188.12	14.73	40.79	3.22
5	CUC_78	0.01	0.79	0.20	2.29	0.40	0.40	0.07	12.80	1.24	4.94	0.36	67.57	4.30	27.11	1.37	147.39	7.09	33.21	1.82
6	CUC_79	0.04	1.70	0.36	3.19	0.53	0.61	0.11	18.85	0.93	6.66	0.34	84.06	2.95	33.68	1.02	173.89	5.33	37.44	1.23
7	CUC_80	0.08	4.87	0.51	6.01	0.58	1.39	0.16	29.69	1.46	10.59	0.39	136.32	4.12	52.13	1.63	254.96	9.56	53.47	2.16
8	CUC_81	0.03	2.67	0.37	5.49	0.66	1.00	0.12	33.07	2.77	11.58	0.82	149.82	10.05	60.52	4.02	307.31	19.92	67.52	4.26
9	CUC_82	0.52	68.33	2.25	16.08	0.95	1.71	0.14	35.00	2.07	10.47	0.69	126.76	7.84	50.77	3.16	258.01	15.65	55.51	3.16
10	CUC_83	2.61	64.10	11.11	16.47	2.35	1.73	0.22	38.46	2.61	11.16	0.46	136.46	5.13	52.89	2.10	266.42	10.29	57.51	2.08
11	CUC_84	0.03	1.09	0.29	2.01	0.37	0.36	0.09	11.99	1.10	4.36	0.27	55.92	3.19	22.93	1.22	113.00	6.21	23.67	1.20
12	CUC_85	0.02	1.29	0.20	3.17	0.41	0.63	0.09	19.60	1.07	7.46	0.35	101.72	3.48	43.21	1.26	231.32	6.68	52.33	1.52
13	CUC_86	0.04	2.01	0.36	6.08	0.94	0.98	0.13	36.20	2.95	12.84	1.00	166.79	11.11	63.38	3.63	312.45	16.68	63.78	3.27
14	CUC_87	0.13	2.95	0.68	3.69	1.44	0.71	0.31	22.58	2.69	7.95	0.79	102.63	8.54	43.43	2.41	223.66	18.05	48.89	4.06
15	CUC_88	0.03	1.18	0.29	2.13	0.45	0.61	0.13	16.67	1.50	6.36	0.53	83.01	5.51	35.21	2.19	183.74	10.43	41.96	2.12
16	CUC_89	0.04	2.30	0.28	5.05	0.49	1.24	0.14	31.77	1.56	11.16	0.51	152.77	6.48	61.69	2.35	318.02	11.89	68.82	2.69
17	CUC_90	0.05	2.68	0.61	5.89	1.13	0.91	0.23	31.03	3.15	11.02	1.16	145.58	13.79	58.45	4.91	301.18	23.59	66.24	5.30
18	CUC_91	0.04	1.12	0.34	4.43	1.06	0.54	0.12	26.50	4.26	10.57	1.56	139.01	18.33	53.09	6.53	269.37	28.29	57.54	6.18
19	CUC_92	0.02	0.90	0.18	2.53	0.36	0.58	0.08	16.59	0.82	6.27	0.21	84.94	2.63	35.92	1.19	191.84	5.43	42.89	1.39
20	CUC_93	0.02	0.83	0.25	1.91	0.30	0.36	0.09	10.66	1.05	3.82	0.35	52.65	3.82	21.23	1.41	114.95	7.13	26.63	1.43
21	CUC_94	0.06	1.32	0.40	4.19	0.74	0.84	0.17	23.92	2.09	8.80	0.50	119.83	6.26	50.71	3.08	265.48	14.57	58.77	3.88
22	CUC_95	0.01	0.74	0.16	2.40	0.31	0.38	0.07	14.88	0.96	5.58	0.35	82.06	4.54	34.91	1.76	197.73	9.50	45.46	1.97
23	CUC_96	0.02	1.84	0.25	3.37	0.31	0.88	0.09	25.23	0.96	9.41	0.31	128.32	3.55	52.34	1.63	276.50	7.49	60.36	2.11
24	CUC_97	0.04	2.50	0.29	3.87	0.36	0.87	0.09	22.32	1.21	7.85	0.33	101.88	3.69	40.45	1.44	209.99	7.14	44.85	1.40
25	CUC_98	0.03	0.58	0.23	1.58	0.45	0.43	0.11	12.28	1.11	4.20	0.30	57.14	2.78	24.25	0.71	130.85	4.64	30.21	1.21
26	CUC_99	0.02	0.95	0.15	2.16	0.27	0.53	0.07	15.37	0.65	6.45	0.22	90.36	2.33	40.86	1.10	226.80	5.30	53.30	1.40
27	CUC_100	0.03	2.36	0.31	4.51	0.53	0.83	0.10	24.55	1.48	8.44	0.43	113.66	5.09	45.23	1.98	230.43	8.65	51.71	1.99
28	CUC_101	0.10	9.26	0.66	14.26	0.99	2.60	0.21	78.45	4.05	26.32	1.33	332.80	16.23	124.14	6.16	591.16	29.45	118.20	6.16
29	CUC_102	0.06	0.77	0.28	1.12	0.35	0.23	0.08	5.71	0.57	2.25	0.22	30.56	1.68	14.10	0.55	76.11	2.83	17.75	0.71
30	CUC_103	0.03	2.75	0.34	5.27	0.48	1.06	0.12	28.56	1.45	9.91	0.44	126.03	5.15	49.45	2.00	246.46	9.34	52.19	2.14
31	CUC_104	0.03	2.10	0.32	4.78	0.45	0.86	0.10	26.41	1.38	8.59	0.29	111.80	3.56	43.61	1.43	220.47	7.58	47.10	1.52
32	CUC_105	0.03	1.63	0.36	4.57	0.75	0.81	0.15	25.19	1.43	8.57	0.58	113.05	5.87	45.00	2.38	231.60	12.20	48.61	2.59
33	CUC_106	0.05	2.57	0.42	6.56	0.67	1.02	0.15	43.54	2.22	17.14	0.59	226.57	7.64	90.14	3.45	469.60	17.10	100.98	3.61
34	CUC_107	0.08	2.70	0.42	6.76	1.07	1.43	0.20	46.58	2.60	17.79	0.79	235.89	12.79	97.58	5.47	506.42	23.99	115.68	5.38
35	CUC_108	0.12	2.64	0.42	2.64	0.51	0.41	0.09	12.35	1.42	4.75	0.37	67.32	3.95	28.38	1.25	163.62	8.41	37.81	2.18
36	CUC_109	0.08	8.87	0.56	15.84	1.23	3.24	0.26	74.49	2.98	23.56	0.84	291.63	10.60	105.73	3.80	518.20	19.38	106.57	4.08
37	CUC_110	0.02	1.28	0.31	3.38	0.42	0.57	0.08	21.08	1.29	7.46	0.32	96.79	4.11	36.93	1.45	195.20	7.93	41.97	1.91
38	CUC_111	0.02	0.97	0.23	2.31	0.41	0.46	0.09	13.78	1.93	4.89	0.61	62.69	7.39	24.98	2.86	131.94	14.44	28.18	2.88
39	CUC_112	0.03	2.31	0.51	4.29	0.60	0.76	0.13	24.47	1.29	8.57	0.48	117.10	5.55	44.66	1.90	236.88	9.65	54.42	2.28
40	CUC_113	0.01	0.94	0.19	1.71	0.27	0.43	0.07	11.63	0.76	3.98	0.18	54.91	2.02	22.47	0.69	115.39	3.54	25.31	0.82

		Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	W183_ppm_mean	W183_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
	CUC														
1	CUC_74	397.92	12.80	87.04	2.65	8873.17	244.36	0.82	0.06	< LOD	0.00	163.16	5.85	351.77	8.91
2	CUC_75	447.49	20.96	94.77	4.38	8890.74	225.51	0.77	0.06	< LOD	0.00	210.64	12.48	382.72	16.24
3	CUC_76	589.76	37.01	122.91	7.85	10799.82	567.74	1.28	0.13	0.02	0.05	342.72	31.08	683.58	61.02
4	CUC_77	401.12	28.27	87.46	5.35	10572.39	418.61	1.16	0.11	< LOD	0.00	168.43	20.65	421.24	39.39
5	CUC_78	333.92	17.27	74.57	3.91	10314.87	450.75	1.06	0.08	< LOD	0.00	118.72	10.10	361.39	24.62
6	CUC_79	362.80	11.13	80.43	2.63	8977.65	257.11	0.81	0.10	< LOD	0.00	155.43	7.26	360.66	11.79
7	CUC_80	499.07	22.33	104.87	4.42	9835.03	388.02	0.82	0.09	1.30	0.24	168.02	9.90	416.96	20.66
8	CUC_81	641.51	39.20	140.21	8.11	10510.56	218.98	1.64	0.10	< LOD	0.03	551.69	48.32	1047.73	68.50
9	CUC_82	544.60	31.49	117.46	6.12	10155.84	294.85	1.62	0.09	0.06	0.04	423.58	30.14	863.09	48.48
10	CUC_83	544.31	20.13	118.68	4.37	10267.08	298.28	1.60	0.10	< LOD	0.03	404.83	21.87	819.43	40.36
11	CUC_84	223.59	11.48	48.65	2.50	11708.38	458.37	1.24	0.14	< LOD	0.00	110.21	4.58	250.67	7.71
12	CUC_85	514.06	13.52	117.51	3.56	10331.23	244.88	2.65	0.13	< LOD	0.02	284.25	9.91	790.75	15.89
13	CUC_86	577.16	26.08	121.52	4.89	8632.64	224.94	1.42	0.11	< LOD	0.06	307.13	23.34	609.17	36.82
14	CUC_87	499.05	38.82	106.33	8.52	10373.02	889.35	1.45	0.28	0.12	0.21	317.63	23.91	635.04	34.17
15	CUC_88	405.93	18.36	92.08	3.54	9482.79	222.02	1.17	0.11	< LOD	0.07	195.81	14.56	451.93	19.43
16	CUC_89	652.16	28.25	137.97	5.69	9299.71	275.80	1.95	0.10	< LOD	0.04	626.05	18.14	881.11	24.11
17	CUC_90	653.64	54.26	138.99	11.67	11049.01	511.44	1.57	0.15	0.09	0.09	486.34	60.59	965.23	89.65
18	CUC_91	514.48	44.29	111.67	8.48	10329.84	388.50	2.25	0.32	0.09	0.08	676.69	148.24	1219.67	179.90
19	CUC_92	415.92	13.56	93.07	2.80	9783.01	262.79	1.78	0.11	< LOD	0.00	350.70	7.68	698.11	17.53
20	CUC_93	262.43	12.19	58.54	2.76	11013.32	310.60	0.82	0.08	< LOD	0.00	118.28	8.49	303.05	14.64
21	CUC_94	586.57	34.56	127.70	6.84	10965.07	452.97	1.60	0.19	0.60	0.22	328.23	21.89	787.35	45.57
22	CUC_95	464.15	20.09	107.35	4.09	10115.27	268.82	2.21	0.12	< LOD	0.02	165.69	7.29	536.03	18.87
23	CUC_96	572.52	17.02	124.92	3.80	9363.36	251.49	2.14	0.12	0.04	0.03	667.78	35.41	960.21	43.92
24	CUC_97	434.15	14.04	94.62	2.69	8919.24	196.46	0.92	0.06	0.06	0.04	232.64	9.75	471.52	12.39
25	CUC_98	300.22	9.61	66.83	2.19	9950.20	350.94	1.44	0.12	< LOD	0.00	256.07	13.92	560.94	21.24
26	CUC_99	537.09	14.14	124.23	3.11	9968.66	220.43	2.40	0.11	0.05	0.04	206.51	4.50	663.11	12.01
27	CUC_100	494.06	17.54	106.90	3.71	10069.08	271.85	1.10	0.06	< LOD	0.02	279.24	16.41	605.39	18.01
28	CUC_101	1025.02	52.17	207.14	10.67	8777.08	247.55	2.50	0.14	1.10	0.19	581.43	26.80	828.96	32.31
29	CUC_102	181.60	7.11	42.44	1.74	10712.82	392.59	1.07	0.11	0.00	0.00	126.53	4.03	350.03	9.89
30	CUC_103	487.27	16.84	104.97	3.33	9692.30	212.09	1.00	0.06	0.01	0.00	239.61	5.13	495.46	9.19
31	CUC_104	441.34	14.46	94.97	3.10	9730.25	284.84	0.98	0.07	0.02	0.02	214.35	5.20	440.64	9.28
32	CUC_105	449.72	23.79	95.41	4.91	8847.60	383.66	1.05	0.11	< LOD	0.00	183.91	25.97	386.97	29.14
33	CUC_106	940.03	34.77	195.69	7.60	11443.06	411.99	6.79	0.30	< LOD	0.07	2837.13	95.47	3556.12	111.02
34	CUC_107	1058.77	52.39	225.38	11.87	10858.15	485.41	4.32	0.29	0.35	0.17	1494.96	74.34	2606.47	105.29
35	CUC_108	377.21	16.80	86.46	4.53	11302.23	528.24	1.60	0.11	0.06	0.06	185.16	14.35	503.24	27.71
36	CUC_109	964.10	33.57	199.94	7.14	8820.37	276.01	1.60	0.09	0.23	0.09	551.63	20.45	850.71	27.14
37	CUC_110	397.38	17.73	85.50	3.94	11110.18	428.20	0.80	0.08	0.03	0.04	182.49	9.46	396.99	20.44
38	CUC_111	270.57	26.10	60.41	5.68	9697.08	215.07	0.62	0.06	< LOD	0.04	112.94	16.00	263.73	29.47
39	CUC_112	527.78	27.86	111.39	4.65	11069.84	476.50	1.28	0.11	0.11	0.08	317.27	14.94	688.21	37.95
40	CUC_113	238.48	6.50	53.25	1.54	9018.69	197.23	0.83	0.06	< LOD	0.00	164.24	5.70	320.63	6.71

		Li7_ppm_mean	Li7_ppm_2SE(int)	Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	Si29_ppm_mean	Si29_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)
41	CUC_114	235.17	19.17	< LOD	1.87	151350.00	3307.43	655.59	45.05	< LOD	140.40	3.28	1.96	< LOD	0.07
42	CUC_115	53.42	7.98	< LOD	1.85	148522.09	6409.86	451.23	56.75	< LOD	253.54	< LOD	1.84	< LOD	0.08
43	CUC_116	12.00	2.62	4.55	1.87	151110.33	2360.36	325.59	27.87	< LOD	126.15	< LOD	1.67	< LOD	0.05
44	CUC_117	36.09	2.39	4.23	1.71	153368.67	2256.49	391.11	34.99	< LOD	120.15	4.63	2.45	< LOD	0.07
45	CUC_118	108.81	7.60	< LOD	2.11	151452.14	2903.97	523.00	38.30	< LOD	134.63	5.36	2.32	< LOD	0.11
46	CUC_119	157.90	13.15	746.14	319.27	153139.00	5443.31	359.43	51.70	< LOD	248.61	9.50	6.10	< LOD	0.20
47	CUC_120	115.22	11.99	130.58	45.97	153171.05	5020.57	397.35	50.18	< LOD	205.84	4.25	4.71	< LOD	0.13
48	CUC_121	71.29	7.73	< LOD	2.71	153605.49	4566.46	390.47	64.24	< LOD	263.71	5.34	4.70	< LOD	0.12
49	CUC_122	66.25	11.89	< LOD	2.37	152083.72	3890.02	483.36	52.63	< LOD	166.45	5.65	3.49	< LOD	0.00
50	CUC_123	105.60	9.61	< LOD	3.06	153201.43	4407.61	650.80	55.35	< LOD	151.81	4.02	2.77	< LOD	0.00
51	CUC_124	59.19	7.91	< LOD	4.07	148813.57	11572.80	359.51	67.83	< LOD	221.00	< LOD	6.27	0.93	0.53
52	CUC_125	48.91	3.57	< LOD	2.21	150373.71	3293.73	419.76	41.15	< LOD	182.03	6.48	3.65	< LOD	0.13
53	CUC_126	40.97	2.79	< LOD	1.49	150895.98	2303.94	390.13	30.85	< LOD	127.72	2.86	2.08	< LOD	0.06
54	CUC_127	51.09	4.17	< LOD	1.36	152131.29	2711.25	407.45	35.20	< LOD	143.82	< LOD	1.46	< LOD	0.06
55	CUC_128	26.56	3.94	9.19	5.94	154356.26	3161.49	371.01	59.87	< LOD	257.84	< LOD	2.98	< LOD	0.00
56	CUC_129	58.69	2.88	< LOD	1.45	151101.78	2604.88	401.00	30.43	< LOD	127.07	3.99	1.97	< LOD	0.06
57	CUC_130	31.54	4.44	< LOD	2.88	152695.51	9480.71	388.32	81.04	< LOD	227.26	5.64	4.49	< LOD	0.11
58	CUC_131	77.08	15.95	< LOD	2.70	155193.80	5638.14	375.40	45.89	< LOD	203.41	< LOD	2.12	< LOD	0.09
59	CUC_132	54.95	4.37	8.48	5.94	149516.51	4443.45	407.37	44.06	< LOD	237.66	4.46	3.22	< LOD	0.11
60	CUC_133	160.82	12.50	5.41	3.41	151591.29	5004.22	564.41	83.44	< LOD	264.35	5.17	3.55	< LOD	0.11
61	CUC_134	70.20	4.40	< LOD	2.43	150994.72	3546.20	438.05	41.31	< LOD	167.07	2.59	1.93	< LOD	0.09
62	CUC_135	24.15	3.47	10.21	3.53	150024.34	4802.54	4079.84	650.42	13788.65	2296.63	< LOD	2.39	0.40	0.19
63	CUC_136	72.32	4.35	141.82	25.61	152814.63	2548.87	417.49	34.32	< LOD	125.10	6.42	2.76	0.82	0.19
64	CUC_137	16.55	3.69	11.81	4.93	150674.41	3855.92	430.85	73.49	< LOD	183.56	< LOD	2.79	< LOD	0.00
65	CUC_138	38.68	2.55	< LOD	1.75	151829.48	2749.31	399.56	33.15	< LOD	136.59	< LOD	1.74	< LOD	0.03
66	CUC_139	198.38	5.87	15125.27	458.70	152314.15	2011.14	271.27	27.68	1620.66	198.84	96.76	10.04	1.93	0.26
67	CUC_140	17.23	1.81	6.29	2.00	155395.30	2440.36	301.02	27.48	< LOD	104.16	< LOD	1.25	< LOD	0.10
68	CUC_141	108.81	6.12	3591.89	677.05	153952.53	2879.74	318.51	27.74	< LOD	135.07	18.52	4.55	0.15	0.09
69	CUC_142	91.83	4.79	4770.75	566.99	154914.05	2643.30	356.14	29.97	< LOD	147.69	29.84	6.28	< LOD	0.06
70	CUC_143	75.37	4.01	< LOD	1.75	152481.16	2772.99	464.90	33.77	< LOD	134.18	< LOD	1.63	< LOD	0.05
71	CUC_144	40.50	2.77	< LOD	1.48	152796.27	2860.98	404.16	33.25	< LOD	138.01	< LOD	1.12	< LOD	0.06
72	CUC_145	59.57	5.41	11.03	4.51	154555.64	4324.95	437.05	57.43	< LOD	198.41	< LOD	3.00	< LOD	0.00
73	CUC_146	34.70	3.40	5.85	2.92	152408.71	3425.99	354.30	35.68	< LOD	140.07	4.12	2.54	< LOD	0.08
	KUC														
74	KUC_32	16.99	2.23	5.55	1.83	152946.14	2704.78	476.18	34.36	< LOD	111.44	< LOD	1.53	< LOD	0.06
75	KUC_33	25.42	6.57	26.24	22.17	155489.88	6797.88	397.87	89.11	< LOD	465.43	13.22	15.04	< LOD	0.23
76	KUC_34	44.39	6.63	< LOD	3.93	159686.10	6609.57	465.01	62.84	< LOD	277.27	10.13	8.23	< LOD	0.00
77	KUC_35	19.05	3.81	< LOD	2.45	147170.74	8091.77	390.76	56.03	< LOD	249.92	6.54	4.90	< LOD	0.12
78	KUC_36	28.77	3.00	< LOD	2.29	151820.40	3728.69	419.39	43.73	< LOD	208.62	4.43	2.82	< LOD	0.09
79	KUC_37	78.70	4.51	101.04	45.16	153882.74	3144.89	721.75	61.94	1280.35	294.63	5.36	2.73	0.18	0.10
80	KUC_38	29.72	4.89	< LOD	3.34	152332.79	6803.12	430.38	70.79	< LOD	474.45	< LOD	3.21	< LOD	0.00

		Cu63_ppm_mean	Cu63_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Mo95_ppm_mean	Mo95_ppm_2SE(int)	Sn120_ppm_mean	Sn120_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)	Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean
41	CUC_114	16.03	2.34	4900.19	285.66	461317.88	20158.68	17.07	1.22	1.29	0.32	< LOD	0.17	0.03	0.02	62.18	4.41	0.51
42	CUC_115	4.03	0.94	1707.79	127.19	484769.25	35375.73	6.09	0.76	1.80	0.61	< LOD	0.32	< LOD	0.00	17.98	1.28	0.04
43	CUC_116	0.71	0.17	364.83	55.83	455168.17	10226.66	0.77	0.13	0.92	0.23	< LOD	0.14	< LOD	0.00	3.71	0.48	< LOD
44	CUC_117	1.40	0.26	830.31	46.49	454738.68	9703.36	1.04	0.11	1.16	0.26	< LOD	0.11	< LOD	0.00	6.99	0.46	0.13
45	CUC_118	2.48	0.35	2133.07	105.73	463240.25	12772.03	2.79	0.27	1.13	0.30	< LOD	0.16	0.04	0.02	19.30	1.10	0.45
46	CUC_119	6.24	1.46	2964.35	186.74	478870.05	31929.41	3.36	0.38	0.93	0.42	< LOD	0.23	0.60	0.22	16.07	1.40	0.66
47	CUC_120	2.90	0.64	2009.06	124.74	466189.51	27374.52	2.12	0.32	1.49	0.57	< LOD	0.35	0.09	0.04	9.04	0.69	0.35
48	CUC_121	2.94	0.63	1619.27	132.23	472557.82	24396.02	4.77	0.44	1.33	0.46	< LOD	0.30	0.01	0.02	15.17	0.87	0.10
49	CUC_122	3.47	0.73	1886.06	293.83	454957.87	15026.00	7.53	1.20	1.39	0.32	< LOD	0.22	< LOD	0.00	15.58	2.22	0.04
50	CUC_123	8.26	1.26	3535.40	206.54	489656.43	18263.29	13.27	1.16	1.17	0.37	< LOD	0.15	< LOD	0.00	22.17	1.48	0.16
51	CUC_124	27.73	4.10	1706.33	186.75	483900.85	53134.70	5.21	0.69	0.67	0.32	< LOD	0.30	0.04	0.04	23.55	1.69	0.23
52	CUC_125	5.74	0.77	1122.19	31.82	425258.12	11587.82	1.16	0.18	1.21	0.32	< LOD	0.20	< LOD	0.00	3.14	0.23	0.20
53	CUC_126	1.15	0.21	1088.70	37.07	444642.46	11441.68	5.02	0.34	1.06	0.24	0.28	0.15	< LOD	0.00	15.93	0.46	0.06
54	CUC_127	2.85	0.38	1185.03	60.74	455400.02	13414.26	2.11	0.23	1.33	0.29	< LOD	0.15	< LOD	0.00	11.27	0.66	0.09
55	CUC_128	1.64	0.61	589.51	24.70	426340.12	17495.79	1.81	0.32	0.89	0.48	< LOD	0.31	0.00	0.01	5.79	0.51	< LOD
56	CUC_129	2.78	0.34	1476.12	36.15	452104.72	12420.40	5.49	0.29	1.35	0.27	< LOD	0.14	< LOD	0.00	15.19	0.46	0.07
57	CUC_130	2.92	0.95	850.99	44.58	517298.37	26559.03	1.68	0.27	1.19	0.53	< LOD	0.20	< LOD	0.00	8.40	0.63	0.00
58	CUC_131	11.34	3.17	1650.12	309.26	479177.35	19474.12	3.44	0.57	1.19	0.41	< LOD	0.14	0.02	0.02	13.40	1.70	0.25
59	CUC_132	3.24	0.53	1072.32	60.90	445985.69	25492.66	2.69	0.35	1.21	0.49	< LOD	0.16	< LOD	0.01	10.99	0.61	0.10
60	CUC_133	6.82	1.09	3092.00	163.47	459092.28	20900.06	6.56	0.59	1.51	0.61	< LOD	0.23	0.32	0.15	21.69	1.02	0.30
61	CUC_134	3.50	0.55	1745.46	57.83	446533.95	12575.24	9.02	0.50	1.09	0.28	< LOD	0.17	< LOD	0.00	26.91	0.90	0.07
62	CUC_135	23.00	2.04	879.64	44.02	473155.70	25485.15	2.04	0.29	1.21	0.32	< LOD	0.20	38.08	5.88	97.75	14.09	11.35
63	CUC_136	77.61	5.80	1952.92	82.84	444669.87	13684.95	38.16	3.73	1.12	0.22	< LOD	0.15	1.59	0.34	48.68	2.64	0.57
64	CUC_137	3.92	0.73	789.22	33.93	419352.89	13594.77	2.57	0.36	0.86	0.39	< LOD	0.22	< LOD	0.00	8.46	0.50	0.06
65	CUC_138	1.19	0.27	1050.82	26.45	442865.65	10098.71	3.22	0.35	1.03	0.25	0.31	0.15	0.03	0.02	11.26	0.43	0.08
66	CUC_139	24.20	1.05	1583.69	44.72	230597.55	4632.42	5.62	0.26	1.90	0.38	1.16	0.20	5.29	0.27	22.38	0.53	1.01
67	CUC_140	18.71	0.99	280.89	11.79	447721.29	10555.69	0.81	0.11	1.78	0.36	< LOD	0.12	< LOD	0.00	1.85	0.14	< LOD
68	CUC_141	6.27	0.76	1427.52	47.18	392828.11	12764.58	3.07	0.19	1.13	0.25	< LOD	0.12	1.76	0.36	11.85	0.60	0.45
69	CUC_142	6.26	0.68	1080.73	33.09	382208.82	11824.71	6.12	0.30	1.05	0.23	0.46	0.17	2.44	0.34	12.39	0.51	0.45
70	CUC_143	3.87	0.39	1677.74	42.80	452691.80	10692.91	3.97	0.26	1.06	0.25	< LOD	0.14	0.01	0.01	13.48	0.56	0.12
71	CUC_144	1.32	0.24	1028.68	25.07	448169.76	9046.63	4.12	0.25	1.08	0.23	< LOD	0.12	0.01	0.01	10.99	0.31	0.06
72	CUC_145	32.93	3.77	1968.43	108.79	431391.13	23099.04	9.82	0.88	0.77	0.34	< LOD	0.23	< LOD	0.00	16.62	0.67	0.09
73	CUC_146	2.35	0.41	997.47	49.21	476639.62	17828.64	2.35	0.25	1.16	0.35	< LOD	0.13	< LOD	0.00	9.34	0.43	0.07
	KUC																	
74	KUC_32	3.31	0.49	906.57	33.20	455948.09	11012.24	2.15	0.18	1.28	0.26	< LOD	0.13	< LOD	0.00	8.10	0.50	0.06
75	KUC_33	36.12	45.14	617.44	38.34	524885.36	23819.41	1.37	0.41	1.62	0.90	< LOD	0.23	0.08	0.09	2.99	0.50	0.05
76	KUC_34	10.85	1.72	1589.55	80.44	483680.17	26570.78	6.18	0.67	1.26	0.67	< LOD	0.39	0.04	0.04	14.17	0.64	0.06
77	KUC_35	3.94	0.90	932.20	55.59	486101.96	27706.14	3.24	0.39	1.37	0.58	< LOD	0.32	< LOD	0.00	8.96	0.52	0.02
78	KUC_36	1.41	0.27	1022.88	28.34	430275.35	9351.35	3.87	0.27	1.42	0.40	< LOD	0.22	0.00	0.00	10.90	0.51	0.04
79	KUC_37	67.52	31.33	1763.17	58.00	443057.81	10192.32	7.13	0.41	1.12	0.26	< LOD	0.19	6.23	1.04	33.41	2.61	2.01
80	KUC_38	7.48	1.67	845.82	28.97	416798.85	12503.00	3.66	0.54	0.39	0.35	< LOD	0.39	0.01	0.03	12.45	0.96	0.05

		Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)
41	CUC_114	0.08	9.21	0.98	18.79	1.75	2.94	0.27	98.73	6.56	33.31	2.22	421.00	26.09	156.68	8.80	766.91	42.67	158.52	8.59
42	CUC_115	0.03	1.31	0.34	4.86	0.79	0.79	0.20	27.48	2.58	10.17	0.73	139.66	10.24	54.95	4.09	288.18	23.83	63.40	5.16
43	CUC_116	0.01	0.25	0.09	0.68	0.16	0.25	0.05	4.92	0.90	1.86	0.32	24.90	4.01	10.44	1.66	59.74	8.96	13.88	2.04
44	CUC_117	0.03	1.78	0.23	3.15	0.37	1.13	0.11	14.85	0.94	4.96	0.28	64.71	3.74	25.21	1.39	130.34	7.00	29.68	1.66
45	CUC_118	0.07	5.68	0.48	9.87	0.87	2.98	0.21	44.23	2.69	14.16	0.76	171.66	9.31	65.00	3.06	326.06	14.81	72.90	3.13
46	CUC_119	0.12	8.72	1.14	16.19	1.54	3.70	0.40	72.51	4.77	21.88	1.46	270.59	18.17	93.39	4.84	433.34	27.92	85.85	4.84
47	CUC_120	0.08	5.38	0.85	9.95	1.31	2.19	0.36	46.74	3.72	15.18	1.04	181.04	12.04	65.58	4.15	300.31	18.13	62.34	4.24
48	CUC_121	0.05	2.26	0.42	3.82	0.72	1.00	0.20	24.43	2.66	8.55	0.65	120.28	8.38	49.58	4.03	263.81	21.84	58.06	4.95
49	CUC_122	0.02	1.70	0.47	4.49	0.99	0.53	0.13	31.07	5.73	11.40	1.91	155.12	24.74	60.01	9.60	297.63	44.13	61.24	8.67
50	CUC_123	0.05	2.86	0.43	8.60	0.94	1.00	0.15	56.75	3.65	20.91	1.18	283.32	15.93	114.77	7.26	582.58	35.51	117.63	6.88
51	CUC_124	0.11	4.64	1.71	8.56	1.46	1.14	0.20	40.06	3.52	13.30	0.95	162.71	14.22	57.83	6.37	278.14	25.38	55.08	6.09
52	CUC_125	0.05	2.75	0.42	5.48	0.69	0.26	0.07	28.98	1.34	9.14	0.40	105.57	2.82	37.62	1.24	175.32	5.67	33.54	1.07
53	CUC_126	0.02	0.75	0.14	2.17	0.26	0.56	0.07	13.97	0.73	5.32	0.19	77.08	2.68	33.00	1.15	183.22	6.16	42.08	1.61
54	CUC_127	0.03	1.96	0.30	3.21	0.44	0.75	0.09	21.61	1.30	7.00	0.34	91.82	4.05	37.10	1.76	195.84	9.45	42.35	2.06
55	CUC_128	0.00	0.32	0.21	1.37	0.54	0.22	0.08	7.66	1.05	3.28	0.26	45.02	2.74	18.08	0.92	102.36	5.24	23.00	1.22
56	CUC_129	0.02	1.39	0.20	3.19	0.29	0.77	0.08	21.03	0.87	7.89	0.23	109.60	2.35	46.27	1.05	245.42	5.73	53.93	1.44
57	CUC_130	0.02	1.10	0.42	1.58	0.49	0.60	0.23	14.00	1.66	4.93	0.51	68.68	4.01	27.52	1.95	147.12	8.12	32.43	2.14
58	CUC_131	0.08	4.03	1.08	6.73	1.69	1.37	0.33	35.15	7.41	11.77	2.43	140.28	25.98	53.49	9.54	258.63	45.15	55.06	8.63
59	CUC_132	0.04	1.31	0.36	3.36	0.63	0.66	0.12	17.98	1.24	5.89	0.33	81.25	4.00	32.14	1.66	173.87	9.96	38.42	1.89
60	CUC_133	0.07	5.93	0.70	10.57	1.05	1.96	0.26	57.65	2.92	18.31	0.88	245.46	10.88	95.16	4.17	485.19	26.28	99.91	5.12
61	CUC_134	0.02	1.13	0.22	3.49	0.44	0.63	0.08	23.62	1.08	8.96	0.37	128.01	3.28	52.96	1.49	291.71	8.82	65.96	2.25
62	CUC_135	1.76	45.54	7.26	10.23	1.63	1.08	0.17	19.58	1.50	5.51	0.34	68.06	3.57	27.68	1.49	142.13	7.11	31.94	1.73
63	CUC_136	0.12	3.94	0.58	5.28	0.50	0.71	0.08	34.78	1.85	12.66	0.65	163.96	7.32	63.34	2.79	312.66	13.33	66.19	2.65
64	CUC_137	0.03	0.72	0.29	1.23	0.34	0.42	0.11	10.84	1.38	4.02	0.32	56.47	2.44	23.72	0.95	130.43	5.21	30.51	1.28
65	CUC_138	0.02	1.34	0.23	2.68	0.32	0.57	0.08	15.45	0.79	5.64	0.22	76.56	2.26	32.06	0.76	172.80	3.69	39.01	1.02
66	CUC_139	0.10	5.05	0.42	5.16	0.41	0.83	0.09	28.67	1.09	10.21	0.35	132.76	4.02	51.59	1.44	258.34	7.25	54.03	1.59
67	CUC_140	0.00	0.06	0.05	0.42	0.14	0.04	0.02	2.77	0.28	1.11	0.08	17.26	0.96	8.33	0.39	51.25	2.38	12.54	0.58
68	CUC_141	0.08	3.31	0.32	5.20	0.41	0.89	0.08	27.52	1.13	9.27	0.30	119.50	3.36	46.04	1.40	231.28	6.51	48.43	1.52
69	CUC_142	0.07	1.95	0.25	2.33	0.28	0.46	0.07	13.59	0.68	5.37	0.19	79.11	2.28	33.69	1.02	188.05	5.56	42.21	1.29
70	CUC_143	0.03	2.41	0.30	5.72	0.53	1.01	0.10	29.87	1.12	10.43	0.29	134.64	3.62	53.83	1.33	275.14	6.81	59.03	1.44
71	CUC_144	0.02	0.96	0.18	2.30	0.32	0.46	0.06	14.63	0.70	5.32	0.19	74.49	2.05	31.28	0.81	171.11	4.12	39.19	1.14
72	CUC_145	0.03	1.39	0.36	4.48	0.67	0.84	0.13	26.73	1.53	10.51	0.58	151.80	7.23	62.59	3.09	326.60	16.74	72.23	4.00
73	CUC_146	0.03	1.03	0.23	2.52	0.41	0.59	0.10	15.77	1.10	5.57	0.31	74.51	4.16	30.20	1.55	160.98	7.74	36.57	1.70
	KUC																			
74	KUC_32	0.02	0.82	0.16	2.17	0.29	0.54	0.07	13.43	0.77	5.06	0.25	68.43	2.56	28.47	1.11	153.71	5.51	33.88	1.27
75	KUC_33	0.05	0.35	0.38	1.73	0.84	0.57	0.24	9.39	1.43	3.83	0.39	47.59	4.01	19.97	1.56	103.32	7.47	23.09	1.62
76	KUC_34	0.05	2.17	0.66	3.15	0.97	0.68	0.18	23.94	2.05	8.50	0.61	117.90	5.67	51.00	2.81	271.59	14.40	57.84	2.96
77	KUC_35	0.03	1.08	0.45	1.31	0.41	0.54	0.11	11.38	1.23	5.15	0.42	68.71	4.81	27.85	1.45	154.34	8.50	34.30	2.09
78	KUC_36	0.02	0.97	0.29	2.45	0.44	0.44	0.08	14.71	1.05	5.82	0.27	79.58	2.96	32.58	1.05	165.40	5.20	34.66	1.14
79	KUC_37	0.33	10.50	1.64	5.51	0.60	0.84	0.11	26.72	1.21	9.62	0.36	131.03	3.90	55.29	2.11	285.16	9.66	61.88	2.13
80	KUC_38	0.05	0.72	0.59	1.56	0.82	0.38	0.18	11.64	1.50	4.47	0.36	61.84	3.06	25.52	1.26	139.33	5.73	31.36	1.44

		Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	W183_ppm_mean	W183_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
41	CUC_114	1422.21	77.03	285.42	14.06	9230.15	393.17	3.87	0.27	0.09	0.06	1348.70	112.84	1478.05	60.11
42	CUC_115	597.33	45.74	124.18	10.69	10500.62	776.62	2.09	0.27	< LOD	0.00	285.99	31.06	579.29	40.86
43	CUC_116	137.49	17.74	31.87	3.65	9848.33	273.39	0.37	0.06	< LOD	0.00	42.37	8.53	126.40	23.02
44	CUC_117	299.33	17.21	71.08	3.97	8639.63	206.14	0.42	0.04	< LOD	0.00	118.23	9.50	206.34	12.95
45	CUC_118	709.20	31.22	157.48	5.80	8436.76	227.58	0.84	0.07	0.08	0.05	405.00	18.39	537.38	16.76
46	CUC_119	787.42	53.89	158.75	8.99	8789.41	564.36	0.94	0.12	0.08	0.08	394.24	24.90	536.62	29.05
47	CUC_120	552.64	34.91	115.47	6.08	8695.98	456.53	0.69	0.11	0.10	0.10	220.01	13.80	375.75	19.62
48	CUC_121	569.38	46.91	126.53	9.18	10693.22	607.61	1.67	0.13	< LOD	0.06	348.95	19.50	736.65	43.07
49	CUC_122	581.06	79.76	116.72	15.24	10307.35	397.20	2.21	0.24	0.06	0.06	330.50	58.82	647.64	87.12
50	CUC_123	1106.42	68.28	226.02	13.70	9240.14	338.88	3.44	0.24	0.06	0.05	621.24	46.39	1204.18	70.22
51	CUC_124	501.07	53.71	104.10	12.74	10563.91	1286.52	1.61	0.27	< LOD	0.00	306.45	30.89	437.78	28.83
52	CUC_125	292.73	9.41	60.11	1.69	8209.14	230.89	0.34	0.05	< LOD	0.06	74.85	1.72	158.29	3.60
53	CUC_126	418.14	15.98	95.42	3.57	10009.57	234.24	1.74	0.09	< LOD	0.02	304.16	8.42	660.04	12.65
54	CUC_127	414.97	20.95	92.69	4.65	10404.04	277.38	0.95	0.08	< LOD	0.00	259.39	22.53	524.58	37.47
55	CUC_128	224.54	10.35	50.51	2.43	10918.43	452.01	0.79	0.11	< LOD	0.00	80.98	3.14	261.88	7.20
56	CUC_129	516.59	13.18	113.48	2.75	9406.22	247.43	1.74	0.10	< LOD	0.03	309.88	11.69	624.72	12.11
57	CUC_130	329.62	18.26	72.83	2.90	11492.55	648.88	0.84	0.12	< LOD	0.09	138.88	6.42	337.88	14.96
58	CUC_131	510.70	79.85	107.12	16.37	10361.67	417.58	1.15	0.13	< LOD	0.00	367.43	77.13	585.62	90.59
59	CUC_132	371.57	19.32	85.02	4.72	10063.40	569.13	1.19	0.12	0.06	0.07	225.74	9.48	472.53	16.64
60	CUC_133	914.78	47.86	191.03	11.29	9390.44	462.55	1.79	0.18	0.13	0.12	577.12	23.91	951.25	33.31
61	CUC_134	638.98	22.07	145.72	5.39	10302.59	313.60	3.26	0.20	< LOD	0.04	553.24	17.75	1130.75	24.58
62	CUC_135	316.95	15.30	71.72	3.74	10246.98	511.64	0.92	0.09	< LOD	0.00	130.20	6.19	326.29	11.66
63	CUC_136	597.70	25.66	127.34	5.77	10147.54	356.22	11.43	1.02	0.03	0.03	292.48	17.62	746.82	44.09
64	CUC_137	301.36	12.58	71.13	2.49	9755.02	278.34	1.11	0.12	< LOD	0.00	138.43	6.73	366.48	12.21
65	CUC_138	388.53	8.97	88.96	2.19	10159.21	244.33	1.25	0.09	0.04	0.04	198.94	5.20	460.37	12.43
66	CUC_139	492.24	13.03	102.87	2.75	5642.87	117.06	1.55	0.08	0.49	0.10	403.23	10.77	753.33	16.87
67	CUC_140	134.75	6.15	33.15	1.39	10325.49	254.63	0.38	0.05	0.13	0.07	15.57	0.64	117.10	6.35
68	CUC_141	457.88	13.98	97.46	2.91	8453.45	298.55	1.02	0.06	0.24	0.08	210.13	6.00	440.65	11.19
69	CUC_142	417.33	12.46	95.00	2.66	7859.15	208.57	1.67	0.08	0.23	0.07	126.48	2.74	415.11	7.63
70	CUC_143	557.42	14.77	121.73	3.34	9900.15	231.15	1.40	0.08	< LOD	0.00	313.85	13.45	647.94	20.87
71	CUC_144	390.66	10.64	88.34	2.29	10470.65	214.95	1.61	0.09	0.05	0.03	212.57	3.68	552.94	10.88
72	CUC_145	661.58	36.79	140.85	7.30	9245.69	462.06	2.42	0.21	< LOD	0.05	362.62	14.18	817.10	23.95
73	CUC_146	368.23	17.18	84.04	3.53	10749.42	380.03	1.06	0.09	< LOD	0.00	169.05	6.48	405.66	10.45
	KUC														
74	KUC_32	336.63	12.30	75.72	2.67	9533.89	203.85	0.93	0.07	0.00	0.02	176.11	11.46	449.78	22.98
75	KUC_33	227.74	14.68	48.14	2.27	8489.83	485.41	0.38	0.11	0.19	0.17	46.04	2.99	118.70	4.71
76	KUC_34	565.92	27.57	120.24	4.74	10292.61	334.58	1.80	0.19	< LOD	0.00	260.80	6.52	608.73	15.26
77	KUC_35	342.94	19.51	77.45	5.02	10752.33	507.11	1.37	0.18	< LOD	0.00	144.24	4.50	401.63	19.62
78	KUC_36	328.97	7.47	70.08	1.91	9417.56	206.90	1.61	0.11	0.07	0.06	244.61	9.00	505.25	14.08
79	KUC_37	576.42	21.63	124.12	4.66	9755.37	216.36	2.31	0.11	< LOD	0.04	317.67	13.90	637.62	16.99
80	KUC_38	303.03	8.44	68.93	2.81	9032.18	228.14	1.29	0.17	< LOD	0.00	213.01	5.19	441.71	13.46

		Li7_ppm_mean	Li7_ppm_2SE(int)	Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	Si29_ppm_mean	Si29_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)
81	KUC_39	38.16	5.38	< LOD	4.15	148214.36	5537.84	380.96	51.47	< LOD	220.31	147.53	69.02	0.85	0.41
82	KUC_40	20.40	2.98	< LOD	3.59	149645.92	4362.07	425.20	55.31	< LOD	290.62	5.24	3.73	< LOD	0.14
83	KUC_41	32.52	3.30	< LOD	2.27	152197.88	3497.18	370.04	52.04	< LOD	202.60	< LOD	1.93	< LOD	0.11
84	KUC_42	32.76	2.96	13.69	3.49	153520.08	3545.54	346.07	48.10	< LOD	151.20	< LOD	1.44	< LOD	0.15
85	KUC_43	21.44	4.76	31.88	10.97	153052.77	4690.58	415.90	59.27	< LOD	263.00	< LOD	5.47	< LOD	0.00
86	KUC_44	65.28	5.09	< LOD	1.61	153575.79	2936.63	414.06	33.22	< LOD	132.34	4.48	2.66	< LOD	0.07
87	KUC_45	64.12	3.98	< LOD	1.07	151918.26	2471.66	447.89	31.55	< LOD	118.37	5.58	2.31	< LOD	0.05
88	KUC_46	40.17	7.53	< LOD	3.34	149234.55	10171.78	286.26	69.39	< LOD	274.73	7.87	6.97	< LOD	0.21
89	KUC_47	65.18	4.50	< LOD	2.59	153568.63	3366.45	377.57	47.32	< LOD	206.01	< LOD	2.88	< LOD	0.12
90	KUC_48	45.12	4.79	7.83	3.67	149733.25	4042.10	455.94	88.72	< LOD	232.42	< LOD	2.61	< LOD	0.11
91	KUC_49	82.00	7.34	< LOD	3.00	152450.85	4832.90	583.53	72.22	< LOD	356.75	5.74	3.41	< LOD	0.20
92	KUC_50	48.67	4.52	5.98	2.32	151903.55	4843.41	416.69	43.03	< LOD	144.57	2.55	1.98	< LOD	0.07
93	KUC_51	19.38	3.50	< LOD	3.12	151768.82	4195.00	323.87	44.64	< LOD	222.32	< LOD	3.27	< LOD	0.07
94	KUC_52	25.21	4.09	< LOD	2.49	150532.95	4596.73	429.59	74.21	< LOD	266.43	5.60	5.33	< LOD	0.13
95	KUC_53	81.30	4.31	< LOD	1.83	153575.93	2040.81	446.69	29.99	< LOD	124.90	3.28	1.79	< LOD	0.06
96	KUC_54	58.45	4.66	< LOD	1.79	155888.89	4397.75	382.03	36.69	< LOD	146.23	< LOD	2.56	< LOD	0.08
97	KUC_55	3.41	1.25	< LOD	2.02	152550.78	5575.71	500.45	54.31	< LOD	187.44	< LOD	2.12	< LOD	0.09
98	KUC_56	5.12	1.40	< LOD	2.55	155175.95	5614.96	679.98	75.09	594.39	249.92	< LOD	1.43	< LOD	0.07
99	KUC_57	54.73	13.01	< LOD	4.64	153817.98	9405.13	546.91	108.20	< LOD	459.14	< LOD	5.81	< LOD	0.17
100	KUC_58	38.02	2.78	< LOD	1.38	154382.55	2565.43	339.79	30.50	< LOD	115.16	< LOD	1.29	< LOD	0.08
101	KUC_59	37.00	4.33	< LOD	2.47	153128.80	5532.20	432.21	59.38	< LOD	221.97	< LOD	1.33	< LOD	0.10
102	KUC_60	111.71	5.58	< LOD	2.16	151519.28	3086.54	446.38	54.21	< LOD	214.71	< LOD	2.59	< LOD	0.10
103	KUC_61	20.68	3.88	< LOD	3.52	151434.84	4416.83	329.07	68.54	< LOD	258.60	< LOD	3.01	< LOD	0.00
104	KUC_62	42.12	3.81	12.75	5.19	153938.24	4993.08	372.58	36.58	< LOD	168.84	< LOD	2.17	< LOD	0.06
105	KUC_63	118.03	11.12	1986.90	374.03	153113.24	2535.91	573.18	43.03	< LOD	150.75	12.82	3.93	0.45	0.13
106	KUC_64	58.54	5.42	5.70	3.08	155543.94	3948.93	437.56	32.76	< LOD	176.26	2.49	2.12	0.19	0.13
107	KUC_65	64.34	9.81	16.94	6.50	155569.54	7869.57	459.80	66.29	< LOD	299.94	6.48	6.12	< LOD	0.26
108	KUC_66	66.73	3.64	< LOD	1.59	154353.33	2149.70	338.26	28.47	< LOD	132.14	< LOD	1.69	< LOD	0.07
109	KUC_67	141.41	14.69	1840.88	225.13	151440.99	3041.04	1282.33	68.16	3670.84	351.92	23.00	6.09	0.40	0.14
110	KUC_68	95.93	4.47	17.59	9.38	155828.84	6233.19	474.95	79.91	< LOD	268.55	4.68	5.04	< LOD	0.16
111	KUC_69	15.14	3.38	< LOD	3.49	152265.67	7401.89	470.05	82.73	< LOD	441.29	7.54	6.40	< LOD	0.17
112	KUC_70	90.45	9.23	208.34	36.33	153223.45	6181.67	301.89	56.80	< LOD	447.89	< LOD	4.07	1.28	0.60
113	KUC_71	45.59	8.43	6.82	2.72	153652.57	2877.34	509.07	53.66	< LOD	145.39	< LOD	2.62	< LOD	0.14
114	KUC_72	31.38	3.85	< LOD	2.12	153501.09	4560.82	340.84	46.66	< LOD	231.80	6.93	4.69	< LOD	0.14
115	KUC_73	29.34	2.84	< LOD	2.19	153341.71	3501.13	379.47	33.84	< LOD	191.09	< LOD	2.51	< LOD	0.08
	SKR3														
116	SKR3_5	31.73	2.36	< LOD	1.62	151853.54	2905.43	781.26	36.84	< LOD	124.51	8.31	2.95	0.34	0.12
117	SKR3_6	< LOD	0.57	232.37	37.13	150163.43	1859.37	320.44	24.29	< LOD	132.11	12.97	2.99	0.32	0.10
118	SKR3_7	1.51	0.54	< LOD	1.43	151273.04	2406.03	357.52	26.68	< LOD	97.86	< LOD	1.71	< LOD	0.03
119	SKR3_8	1.42	0.69	< LOD	1.59	152146.25	2797.73	335.18	31.86	< LOD	134.73	7.84	3.19	0.18	0.11
120	SKR3_10	3.46	0.77	< LOD	1.27	152460.57	2076.06	334.76	26.87	< LOD	111.51	< LOD	1.49	0.15	0.07

		Cu63_ppm_mean	Cu63_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Mo95_ppm_mean	Mo95_ppm_2SE(int)	Sn120_ppm_mean	Sn120_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)	Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean
81	KUC_39	4.37	0.90	1130.82	58.74	500796.74	17383.00	2.42	0.33	1.23	0.47	< LOD	0.23	0.02	0.02	10.74	0.56	0.10
82	KUC_40	4.41	0.78	862.06	33.31	418757.37	15406.96	3.59	0.49	1.17	0.47	< LOD	0.36	< LOD	0.00	10.72	0.53	0.05
83	KUC_41	10.49	1.23	1044.39	29.12	480845.35	15852.85	4.02	0.39	1.08	0.32	< LOD	0.24	1.23	0.46	16.19	1.40	0.36
84	KUC_42	3.70	2.00	1101.66	33.11	469459.68	14159.78	5.49	0.42	1.17	0.39	< LOD	0.21	0.03	0.02	13.71	0.57	0.05
85	KUC_43	33.01	3.55	784.26	37.09	429321.83	12859.28	1.81	0.41	1.42	0.64	< LOD	0.44	0.03	0.03	7.33	0.57	0.02
86	KUC_44	4.61	0.58	1592.54	78.80	465552.75	12124.82	8.37	0.45	1.15	0.31	0.38	0.16	< LOD	0.00	20.69	1.11	0.06
87	KUC_45	4.27	0.39	1591.18	50.20	445130.95	8780.85	4.42	0.24	1.56	0.29	< LOD	0.12	< LOD	0.00	11.37	0.30	0.13
88	KUC_46	0.69	0.31	1314.97	72.48	464016.90	25158.63	5.37	1.03	1.32	0.66	< LOD	0.40	< LOD	0.00	13.39	1.36	0.08
89	KUC_47	3.34	0.52	1554.27	48.78	450750.32	14130.94	3.84	0.37	1.18	0.40	< LOD	0.22	< LOD	0.00	17.97	0.68	0.16
90	KUC_48	3.78	0.76	1516.43	50.29	488120.81	18460.86	3.04	0.40	1.32	0.62	< LOD	0.30	0.02	0.03	12.16	0.62	0.10
91	KUC_49	22.92	1.53	2578.84	83.46	431734.51	14755.39	9.89	0.57	1.41	0.57	0.51	0.30	< LOD	0.01	34.19	1.64	0.17
92	KUC_50	3.52	0.64	1413.88	52.32	487404.94	17820.50	2.98	0.21	1.12	0.40	< LOD	0.20	< LOD	0.00	14.01	0.83	0.07
93	KUC_51	1.95	0.36	910.42	35.66	472864.00	17331.81	4.24	0.37	1.43	0.52	< LOD	0.21	0.05	0.03	14.21	0.65	0.07
94	KUC_52	13.28	3.61	1292.25	183.93	452964.65	17592.10	8.81	2.15	1.55	0.46	< LOD	0.35	0.04	0.03	15.99	2.35	0.06
95	KUC_53	7.07	0.63	1813.23	59.39	435329.71	7021.34	7.14	0.34	1.03	0.22	< LOD	0.14	< LOD	0.01	23.06	1.11	0.09
96	KUC_54	6.02	0.63	1590.55	66.13	460960.99	14614.04	5.14	0.36	1.18	0.34	< LOD	0.20	< LOD	0.00	20.84	0.94	0.14
97	KUC_55	0.72	0.22	975.05	41.42	455650.66	20163.60	3.32	0.29	1.75	0.45	< LOD	0.20	< LOD	0.00	8.76	0.43	< LOD
98	KUC_56	0.32	0.19	1023.53	48.21	470147.31	18445.76	3.56	0.33	1.33	0.34	< LOD	0.19	3.42	0.74	17.49	1.35	0.89
99	KUC_57	2.81	1.13	2535.25	255.44	462031.69	37217.34	5.22	0.52	1.11	0.61	< LOD	0.47	0.35	0.46	19.23	1.80	0.31
100	KUC_58	6.20	0.70	991.38	46.45	452606.35	12202.54	5.21	0.32	1.35	0.27	< LOD	0.16	< LOD	0.01	13.18	0.72	0.04
101	KUC_59	6.58	0.83	1405.98	78.76	468367.62	24086.14	4.85	0.44	0.87	0.44	< LOD	0.25	0.02	0.02	19.48	1.05	0.06
102	KUC_60	14.46	1.18	2820.15	111.20	418147.34	13431.26	14.38	0.80	0.97	0.32	< LOD	0.27	0.00	0.01	46.66	2.42	0.27
103	KUC_61	1.28	0.38	811.87	33.32	420390.08	13866.26	3.31	0.45	0.99	0.36	< LOD	0.37	< LOD	0.01	10.89	0.66	0.03
104	KUC_62	2.57	0.59	1547.33	76.97	485272.85	21688.46	8.09	0.64	1.04	0.38	< LOD	0.23	< LOD	0.00	26.83	1.02	0.06
105	KUC_63	39.45	3.96	3449.16	312.31	409583.06	12921.06	6.08	0.42	1.57	0.29	< LOD	0.16	1.10	0.23	37.77	2.76	0.49
106	KUC_64	6.21	0.94	1482.33	35.82	474758.83	11571.12	4.25	0.29	0.94	0.32	0.42	0.19	0.01	0.01	14.31	0.56	0.14
107	KUC_65	128.83	38.19	1331.64	77.71	440904.41	21641.57	2.70	0.56	0.99	0.59	< LOD	0.30	0.17	0.08	12.17	0.88	0.14
108	KUC_66	8.02	0.94	1427.86	38.74	443134.01	9564.49	2.48	0.19	0.96	0.23	< LOD	0.15	0.01	0.01	13.67	0.48	0.16
109	KUC_67	313.97	34.48	1019.86	36.50	408035.45	11698.75	3.47	0.23	1.27	0.30	< LOD	0.16	12.86	0.71	39.48	1.68	3.73
110	KUC_68	39.07	4.15	2694.19	185.09	429772.26	24170.40	11.36	1.27	1.24	0.62	< LOD	0.32	< LOD	0.00	26.65	2.06	0.20
111	KUC_69	18.36	3.54	1025.98	64.56	410944.28	22307.67	2.10	0.41	1.92	0.86	< LOD	0.37	0.25	0.15	11.66	0.79	0.14
112	KUC_70	78.10	16.56	1444.60	67.14	425415.14	11468.31	2.29	0.45	1.35	0.68	< LOD	0.51	0.18	0.16	15.22	1.04	0.19
113	KUC_71	6.78	0.74	1463.43	44.89	436510.97	8372.32	2.02	0.19	0.99	0.33	< LOD	0.22	0.32	0.11	11.59	0.73	0.24
114	KUC_72	2.03	0.61	986.52	68.26	503782.98	32916.91	4.77	0.53	1.86	0.75	< LOD	0.25	< LOD	0.00	13.27	0.66	0.03
115	KUC_73	2.88	0.39	852.79	22.80	461429.39	13577.96	2.82	0.23	1.19	0.35	< LOD	0.18	< LOD	0.00	9.79	0.49	0.04
	SKR3																	
116	SKR3_5	30.44	1.78	7306.03	177.13	480893.15	11861.86	23.42	0.79	1.45	0.29	< LOD	0.17	0.10	0.03	122.73	2.96	0.95
117	SKR3_6	0.84	0.26	824.52	45.81	460654.91	9175.04	0.93	0.10	1.88	0.33	2.56	0.58	0.19	0.05	4.60	0.29	0.18
118	SKR3_7	1.28	0.21	1343.80	73.99	452794.68	10427.58	2.53	0.16	1.11	0.25	< LOD	0.15	< LOD	0.00	10.04	0.54	0.13
119	SKR3_8	< LOD	0.02	1052.81	30.05	477740.88	11887.90	2.53	0.22	1.01	0.24	< LOD	0.18	0.02	0.01	19.47	0.98	0.19
120	SKR3_10	1.59	0.25	1008.51	27.85	466595.47	10677.33	4.22	0.25	1.56	0.25	< LOD	0.14	< LOD	0.00	11.59	0.36	0.04

		Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)
81	KUC_39	0.05	1.74	0.55	3.45	0.68	0.71	0.16	18.95	1.35	6.59	0.42	83.33	4.37	33.64	1.60	176.51	8.03	40.33	1.49
82	KUC_40	0.03	0.83	0.25	1.39	0.36	0.25	0.08	10.71	1.33	4.20	0.28	61.43	3.75	26.10	1.31	146.80	6.89	33.69	1.34
83	KUC_41	0.13	2.53	0.66	2.84	0.43	0.40	0.07	14.75	1.00	5.33	0.25	73.15	2.65	31.25	1.04	168.76	5.76	37.88	1.24
84	KUC_42	0.03	1.07	0.35	2.35	0.49	0.45	0.10	15.93	1.03	5.76	0.26	82.06	2.97	34.67	1.29	184.08	6.06	41.32	1.43
85	KUC_43	0.03	0.64	0.37	2.40	0.81	0.56	0.18	10.83	1.25	3.94	0.37	55.72	3.88	22.90	1.30	128.37	5.61	29.65	0.99
86	KUC_44	0.02	1.33	0.25	2.88	0.41	0.53	0.09	19.95	1.30	7.45	0.45	111.56	6.37	46.81	2.23	263.83	12.09	60.94	2.67
87	KUC_45	0.03	2.06	0.27	4.17	0.40	0.91	0.10	25.34	1.48	8.99	0.41	123.98	4.85	49.81	1.65	257.20	7.82	55.30	1.62
88	KUC_46	0.05	1.78	0.45	2.41	0.96	0.64	0.17	21.59	3.29	8.11	0.78	102.30	7.14	41.11	2.38	218.02	15.97	42.95	3.08
89	KUC_47	0.05	2.77	0.45	4.97	0.64	0.96	0.15	27.10	1.30	9.18	0.32	119.72	4.14	47.21	1.21	247.87	6.82	52.95	1.60
90	KUC_48	0.04	1.40	0.34	4.30	0.75	0.74	0.21	24.29	2.08	8.69	0.52	115.88	4.98	48.97	1.80	249.71	13.36	56.10	2.35
91	KUC_49	0.05	3.28	0.49	6.68	1.00	0.89	0.20	43.70	2.43	15.94	0.69	207.46	9.41	80.27	3.03	406.38	13.88	85.34	3.25
92	KUC_50	0.03	1.70	0.33	4.26	0.55	0.69	0.10	23.95	1.46	8.44	0.37	109.33	4.00	44.94	1.60	234.54	9.33	51.31	2.12
93	KUC_51	0.03	0.96	0.27	1.59	0.34	0.32	0.08	11.63	1.00	4.29	0.20	64.01	3.19	27.36	1.13	151.80	6.68	35.50	1.72
94	KUC_52	0.04	0.59	0.28	2.66	0.69	0.43	0.13	16.51	3.00	7.05	1.20	94.00	16.15	38.88	6.00	213.77	31.04	47.13	5.79
95	KUC_53	0.02	1.98	0.29	4.73	0.45	0.92	0.11	30.06	1.91	11.04	0.62	147.11	6.99	58.25	2.36	298.76	9.94	63.14	1.62
96	KUC_54	0.04	2.12	0.29	4.31	0.53	0.68	0.11	23.98	1.33	8.70	0.46	118.71	4.67	48.62	1.91	256.69	9.55	58.59	1.99
97	KUC_55	0.01	0.46	0.20	1.51	0.38	0.29	0.08	12.04	0.85	4.81	0.29	68.58	3.19	28.60	1.21	164.17	7.09	38.10	1.51
98	KUC_56	0.19	4.10	0.76	2.11	0.30	0.33	0.07	13.34	0.95	5.05	0.36	72.57	3.66	31.22	1.50	171.53	7.93	40.46	1.90
99	KUC_57	0.23	3.14	1.12	6.25	2.42	1.32	0.22	46.33	2.87	14.76	1.18	195.75	15.66	79.00	7.49	384.55	33.62	81.75	8.31
100	KUC_58	0.01	0.64	0.15	1.68	0.24	0.39	0.06	12.22	0.98	4.86	0.27	68.83	3.60	29.17	1.40	168.58	8.66	39.15	1.91
101	KUC_59	0.03	1.47	0.41	2.87	0.52	0.70	0.18	19.34	1.65	7.16	0.50	104.09	6.48	42.72	2.39	236.97	14.59	54.09	3.50
102	KUC_60	0.05	4.49	0.60	10.75	0.98	2.28	0.18	54.13	2.06	18.26	0.70	223.96	8.96	86.37	3.08	433.40	16.15	92.39	3.10
103	KUC_61	0.02	0.95	0.27	2.08	0.59	0.39	0.10	12.22	1.20	4.66	0.29	59.95	2.33	25.10	1.19	131.90	5.79	28.49	1.11
104	KUC_62	0.02	1.31	0.28	3.35	0.57	0.66	0.12	24.36	1.34	8.90	0.44	117.67	5.33	47.02	2.18	246.53	12.39	56.33	3.52
105	KUC_63	0.08	6.57	0.74	13.08	1.28	2.12	0.21	66.64	5.64	22.80	1.96	282.91	24.23	108.76	9.38	539.58	47.96	108.73	9.45
106	KUC_64	0.03	1.97	0.33	4.03	0.58	0.94	0.14	24.14	1.14	8.25	0.31	111.84	3.75	46.34	1.09	243.97	7.43	54.68	1.56
107	KUC_65	0.06	2.62	0.59	4.59	1.04	1.10	0.22	22.97	2.46	8.11	0.56	105.10	6.98	42.40	3.50	210.85	11.36	48.26	2.50
108	KUC_66	0.03	2.57	0.33	5.02	0.45	1.16	0.11	27.80	1.09	9.32	0.34	113.57	3.28	45.38	1.31	227.11	5.69	48.80	1.40
109	KUC_67	0.21	15.80	0.98	4.93	0.47	0.68	0.08	17.99	1.02	5.93	0.26	77.54	2.66	31.91	1.12	166.50	4.87	37.12	1.08
110	KUC_68	0.07	4.44	0.83	9.53	1.55	2.11	0.32	54.49	3.43	18.62	0.98	226.67	13.23	86.85	4.97	410.49	23.56	86.41	5.24
111	KUC_69	0.08	1.81	0.53	1.66	0.49	0.40	0.13	15.40	2.31	5.68	0.50	77.65	5.60	31.20	2.59	165.30	11.74	37.67	2.65
112	KUC_70	0.07	2.19	0.78	5.55	1.20	1.18	0.30	28.23	2.14	9.22	0.67	118.62	5.78	44.84	1.61	232.82	10.77	48.67	1.99
113	KUC_71	0.06	2.81	0.44	4.30	0.53	0.75	0.11	24.89	1.34	9.06	0.39	117.43	4.03	46.84	1.55	237.82	7.37	50.97	1.73
114	KUC_72	0.02	0.88	0.29	1.90	0.52	0.42	0.11	11.94	1.09	4.98	0.41	71.15	4.72	30.81	2.20	167.64	12.31	37.57	2.67
115	KUC_73	0.02	0.66	0.20	2.02	0.33	0.42	0.09	13.26	0.73	4.47	0.17	62.73	2.30	26.27	0.93	144.95	4.66	33.52	1.30
	SKR3																			
116	SKR3_5	0.09	14.47	0.74	25.29	1.29	6.13	0.32	134.90	3.59	45.90	1.16	588.68	15.61	227.87	5.92	1166.79	30.26	246.06	6.15
117	SKR3_6	0.03	2.61	0.32	3.67	0.42	1.32	0.15	18.54	1.43	5.72	0.38	72.27	4.59	26.84	1.52	132.10	7.21	27.85	1.41
118	SKR3_7	0.03	2.16	0.32	4.28	0.48	0.85	0.09	25.29	1.92	8.36	0.55	109.95	6.70	43.06	2.53	221.64	11.97	48.60	2.36
119	SKR3_8	0.04	3.58	0.43	6.27	0.60	1.13	0.12	28.83	1.52	7.94	0.36	95.34	3.81	34.03	1.05	162.59	4.62	33.63	1.01
120	SKR3_10	0.01	0.79	0.14	1.97	0.24	0.51	0.07	13.44	0.58	5.03	0.19	70.75	1.98	30.94	0.93	172.32	5.54	39.32	1.28

		Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	W183_ppm_mean	W183_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
81	KUC_39	392.08	17.28	90.29	3.53	11256.87	370.24	1.13	0.11	< LOD	0.08	219.18	9.69	456.96	11.70
82	KUC_40	338.20	10.61	75.83	2.60	9326.23	398.29	1.47	0.13	< LOD	0.00	206.93	14.62	483.99	14.13
83	KUC_41	384.23	11.90	87.07	2.60	11118.69	292.20	1.67	0.13	0.03	0.04	285.54	18.87	571.04	24.10
84	KUC_42	405.37	12.91	90.97	3.27	11355.67	338.74	2.43	0.17	< LOD	0.00	260.95	6.78	744.65	18.65
85	KUC_43	287.90	12.84	69.73	3.19	9128.82	311.47	0.76	0.13	< LOD	0.00	116.98	4.66	295.98	10.24
86	KUC_44	611.98	27.74	140.51	5.44	10456.22	281.91	2.75	0.15	< LOD	0.00	352.72	19.16	869.19	29.33
87	KUC_45	533.95	14.24	117.48	2.70	9015.47	138.57	1.28	0.07	0.06	0.04	236.97	6.24	531.46	8.75
88	KUC_46	414.02	28.47	90.08	6.25	9184.38	544.74	1.56	0.16	< LOD	0.00	459.91	40.87	706.00	44.25
89	KUC_47	511.62	15.18	113.72	3.68	10183.92	265.34	1.43	0.13	< LOD	0.00	432.49	12.55	725.66	16.49
90	KUC_48	531.16	25.80	115.62	5.38	11566.28	421.44	1.39	0.11	0.08	0.09	306.82	12.21	771.59	34.15
91	KUC_49	780.01	23.97	167.50	4.95	9338.56	252.67	3.60	0.24	< LOD	0.00	1286.99	35.17	1708.38	35.33
92	KUC_50	498.91	22.84	106.27	3.66	11266.55	436.43	1.38	0.11	0.06	0.05	285.84	10.42	691.33	27.40
93	KUC_51	353.60	16.08	83.56	3.00	10790.37	342.88	1.79	0.13	< LOD	0.00	228.32	7.71	587.77	19.43
94	KUC_52	470.97	56.47	104.08	11.64	10642.78	382.51	2.87	0.58	< LOD	0.00	547.74	163.14	1055.01	230.42
95	KUC_53	594.70	12.38	127.15	2.32	9785.13	215.92	2.38	0.10	0.03	0.03	440.55	28.66	841.44	21.03
96	KUC_54	558.72	18.16	125.75	4.82	10814.99	325.25	2.19	0.15	0.06	0.05	523.58	34.82	1012.50	57.47
97	KUC_55	388.61	19.33	85.68	3.46	10954.88	378.38	1.41	0.10	< LOD	0.00	181.57	8.50	610.59	25.01
98	KUC_56	407.08	19.19	90.59	3.52	11205.92	418.31	1.59	0.12	< LOD	0.00	190.25	10.46	631.57	27.22
99	KUC_57	775.66	67.65	164.19	16.27	9436.24	807.84	1.87	0.38	0.20	0.30	433.52	45.37	835.49	74.37
100	KUC_58	389.01	16.37	92.57	3.75	10576.36	269.55	2.06	0.10	0.07	0.04	226.58	15.81	572.00	27.36
101	KUC_59	533.04	29.33	121.22	6.51	10390.55	567.15	1.88	0.13	0.05	0.08	354.77	26.03	765.61	46.38
102	KUC_60	865.90	32.66	186.00	6.79	8868.89	263.29	3.84	0.20	0.11	0.07	1584.95	91.47	1567.40	58.93
103	KUC_61	278.37	11.62	62.26	2.86	9379.10	355.86	1.20	0.11	< LOD	0.00	305.48	8.96	555.10	17.76
104	KUC_62	522.24	27.82	115.83	5.62	10965.14	434.08	3.07	0.21	0.04	0.05	1116.78	54.36	1521.50	66.58
105	KUC_63	976.45	84.94	203.28	17.59	8542.37	302.71	1.84	0.12	0.26	0.08	1300.56	76.45	1373.92	86.12
106	KUC_64	543.12	14.59	118.96	3.36	10252.61	248.66	1.52	0.10	0.06	0.06	286.00	8.37	631.56	17.35
107	KUC_65	466.44	24.21	103.18	3.99	10079.84	475.36	1.07	0.14	< LOD	0.00	262.49	11.54	524.72	23.37
108	KUC_66	459.80	11.59	100.89	2.69	10384.01	243.38	1.00	0.06	< LOD	0.00	334.80	17.07	535.25	13.77
109	KUC_67	366.20	10.79	81.35	2.34	9045.45	245.26	1.35	0.08	0.08	0.05	181.61	7.99	487.77	32.68
110	KUC_68	772.87	55.31	157.36	10.18	8262.97	478.20	2.56	0.35	< LOD	0.09	849.56	56.57	1035.52	65.62
111	KUC_69	369.45	22.99	86.89	5.73	9937.49	531.78	1.11	0.16	< LOD	0.00	264.00	27.21	545.48	28.00
112	KUC_70	480.59	24.35	104.44	4.21	9731.42	300.46	1.05	0.19	< LOD	0.00	372.07	20.00	539.92	17.60
113	KUC_71	481.76	13.70	103.48	3.22	9663.77	198.37	0.88	0.08	< LOD	0.00	253.99	18.28	494.86	21.23
114	KUC_72	370.75	26.13	79.61	4.28	11965.55	767.31	2.12	0.14	< LOD	0.00	336.44	10.69	732.88	24.91
115	KUC_73	340.13	9.76	78.66	2.34	10720.53	277.95	1.31	0.10	0.07	0.06	158.31	5.15	420.96	11.35
	SKR3														
116	SKR3_5	2397.16	69.07	499.66	12.38	7856.62	202.99	4.59	0.18	0.30	0.09	3458.91	81.48	2901.21	74.22
117	SKR3_6	268.12	12.85	58.33	2.68	8586.08	140.02	0.32	0.03	0.27	0.14	66.54	4.38	122.88	5.95
118	SKR3_7	467.30	21.46	101.89	4.16	9606.43	218.90	0.99	0.06	0.02	0.03	226.37	15.20	504.14	20.30
119	SKR3_8	307.53	7.58	64.94	1.77	11381.25	290.44	1.27	0.10	< LOD	0.03	390.67	17.32	624.63	17.59
120	SKR3_10	404.06	13.80	91.43	3.09	9782.73	183.00	1.61	0.09	0.01	0.02	196.84	6.63	491.74	8.56

		Li7_ppm_mean	Li7_ppm_2SE(int)	Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	Si29_ppm_mean	Si29_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)
121	SKR3_11	< LOD	0.49	< LOD	1.76	151442.08	4761.19	486.11	63.75	< LOD	203.02	< LOD	2.66	< LOD	0.09
122	SKR3_12	1.50	0.96	< LOD	2.01	153197.40	2649.67	323.42	48.25	< LOD	181.13	< LOD	2.36	< LOD	0.08
123	SKR3_13	2.45	1.27	< LOD	2.35	154130.05	4952.26	338.42	58.92	< LOD	265.00	< LOD	1.55	< LOD	0.09
124	SKR3_14	10.49	1.41	5.04	2.42	151592.17	2466.69	338.08	40.92	< LOD	134.02	< LOD	2.26	< LOD	0.08
125	SKR3_15	7.20	2.23	< LOD	2.36	154734.93	4675.93	382.27	54.61	< LOD	173.28	< LOD	2.73	< LOD	0.12
126	SKR3_16	5.95	3.06	< LOD	3.49	151065.52	5152.23	380.94	74.76	< LOD	343.21	< LOD	4.06	< LOD	0.24
127	SKR3_17	< LOD	0.65	6.41	2.67	154107.05	4020.42	412.03	66.04	< LOD	182.95	4.82	2.91	< LOD	0.10
128	SKR3_18	< LOD	1.27	< LOD	3.03	151923.56	8157.91	326.31	55.94	< LOD	291.82	< LOD	4.96	< LOD	0.00
129	SKR3_19	1.77	0.87	< LOD	1.58	153236.33	2473.58	370.68	29.92	< LOD	130.24	3.95	2.14	< LOD	0.07
130	SKR3_20	1.49	0.53	< LOD	1.36	153668.56	2679.01	381.20	27.74	< LOD	114.64	3.87	1.94	< LOD	0.05
131	SKR3_21	1.20	0.58	9.41	2.29	153226.03	2081.71	437.13	24.74	< LOD	113.56	< LOD	1.62	< LOD	0.04
132	SKR3_22	4.88	1.25	< LOD	1.94	155155.61	4004.49	331.00	36.23	< LOD	149.16	3.39	2.56	0.19	0.12
133	SKR3_23	2.68	0.70	< LOD	1.58	152919.77	1963.46	420.44	30.34	< LOD	122.20	11.47	3.08	0.14	0.07
134	SKR3_24	3.22	1.09	< LOD	1.82	154557.86	3808.17	438.95	35.86	< LOD	199.24	11.41	3.73	< LOD	0.08
135	SKR3_25	17.96	3.62	< LOD	4.34	150744.40	9993.03	336.64	53.24	< LOD	225.90	< LOD	3.31	< LOD	0.12
136	SKR3_26	3.80	1.29	< LOD	4.34	151535.67	7496.35	249.36	45.58	< LOD	285.93	< LOD	2.26	< LOD	0.11
137	SKR3_27	9.55	3.78	5.54	3.50	154928.70	11671.29	438.62	49.74	< LOD	323.72	5.17	5.22	0.22	0.21
138	SKR3_28	6.37	1.68	4.15	2.63	147867.42	3580.38	377.39	37.20	< LOD	144.14	< LOD	1.50	< LOD	0.07
139	SKR3_29	2.75	1.04	< LOD	1.97	152439.85	2603.73	363.06	41.64	< LOD	182.62	< LOD	2.60	< LOD	0.09
140	SKR3_30	3.43	1.04	< LOD	1.53	152223.33	2453.36	305.32	26.00	< LOD	129.09	< LOD	2.24	< LOD	0.08
141	SKR3_31	< LOD	0.54	< LOD	1.32	153488.19	2904.91	320.11	29.88	< LOD	126.81	< LOD	1.30	< LOD	0.05
	LUC1.2														
142	LUC1.2_1	13.87	1.97	< LOD	1.61	152942.72	2420.68	452.68	38.89	< LOD	128.19	< LOD	1.43	< LOD	0.06
143	LUC1.2_2	38.62	3.50	< LOD	1.46	150402.95	3018.02	337.73	36.89	< LOD	157.55	2.58	1.72	< LOD	0.07
144	LUC1.2_3	14.13	2.50	< LOD	2.03	149636.02	3392.00	348.09	40.98	< LOD	178.12	< LOD	1.96	< LOD	0.10
145	LUC1.2_4	3.62	1.84	< LOD	2.96	161550.35	7696.21	375.33	70.27	< LOD	332.34	< LOD	3.27	< LOD	0.00
146	LUC1.2_5	34.08	2.67	< LOD	1.52	153004.33	2653.56	305.50	27.03	< LOD	114.31	2.27	1.16	< LOD	0.06
147	LUC1.2_6	75.62	8.35	< LOD	1.51	151371.22	3183.71	442.00	35.78	< LOD	112.80	< LOD	1.22	< LOD	0.06
148	LUC1.2_7	65.35	7.17	9.00	4.05	146586.39	5953.47	463.21	69.30	< LOD	216.81	4.51	3.19	< LOD	0.10
149	LUC1.2_8	102.30	7.01	2.54	1.32	152743.00	3117.80	318.63	32.05	< LOD	102.47	4.86	1.69	0.11	0.08
150	LUC1.2_9	73.08	4.98	79.93	26.05	153542.72	2952.46	425.80	35.70	< LOD	190.74	< LOD	1.92	< LOD	0.10
151	LUC1.2_10	11.73	1.85	< LOD	1.68	154125.78	2943.96	369.46	32.06	< LOD	148.31	5.11	2.29	< LOD	0.05
152	LUC1.2_11	30.33	6.38	< LOD	6.41	154743.02	4680.05	321.06	113.65	< LOD	255.29	< LOD	5.67	< LOD	0.15
153	LUC1.2_12	44.26	2.68	3.59	1.36	153117.60	2275.22	368.75	28.85	< LOD	96.91	3.06	1.46	< LOD	0.06
154	LUC1.2_13	24.93	2.64	< LOD	1.30	154179.37	2212.20	351.13	25.90	< LOD	110.21	4.11	1.49	< LOD	0.06
155	LUC1.2_14	12.93	2.09	< LOD	1.43	151300.66	2388.44	479.56	37.01	< LOD	122.09	2.70	1.17	0.05	0.05
156	LUC1.2_15	44.68	3.15	3.77	1.33	154351.80	2505.33	440.11	28.45	< LOD	122.68	5.93	1.49	0.15	0.06
157	LUC1.2_16	33.60	3.54	< LOD	1.34	149915.24	2626.38	367.78	32.88	< LOD	130.64	4.16	1.69	0.10	0.07
158	LUC1.2_17	54.57	3.32	< LOD	1.11	151159.28	2280.82	396.40	29.06	< LOD	109.94	7.48	1.62	0.13	0.06
159	LUC1.2_18	62.23	5.98	20.90	5.63	152564.38	5643.92	672.56	68.14	1547.23	242.16	4.77	2.51	0.24	0.18
160	LUC1.2_19	101.27	8.77	< LOD	1.08	152380.71	2110.89	404.65	25.58	< LOD	110.51	6.10	1.48	< LOD	0.06

		Cu63_ppm_mean	Cu63_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Mo95_ppm_mean	Mo95_ppm_2SE(int)	Sn120_ppm_mean	Sn120_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)	Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean
121	SKR3_11	0.43	0.18	2201.50	94.51	480391.38	18569.91	3.70	0.46	1.34	0.51	< LOD	0.25	0.04	0.04	13.40	0.82	0.26
122	SKR3_12	1.77	0.38	1261.60	32.84	459893.02	11142.76	4.27	0.35	1.38	0.39	< LOD	0.21	0.16	0.14	15.18	0.75	0.17
123	SKR3_13	2.61	0.47	1552.72	52.98	491573.09	16070.09	6.55	0.60	1.72	0.55	< LOD	0.27	< LOD	0.00	16.65	0.74	0.10
124	SKR3_14	9.27	0.72	1242.79	33.17	481249.50	13324.40	6.18	0.31	1.42	0.32	< LOD	0.18	0.05	0.02	16.59	0.56	0.05
125	SKR3_15	7.04	0.89	1088.50	53.81	452304.10	17729.12	2.00	0.32	1.28	0.61	< LOD	0.39	< LOD	0.00	11.07	0.81	0.03
126	SKR3_16	8.33	1.12	846.15	23.94	427221.00	12234.55	1.72	0.38	2.93	1.04	< LOD	0.46	0.03	0.03	8.89	0.70	0.09
127	SKR3_17	0.83	0.33	1125.77	192.19	494332.60	19899.47	2.64	0.52	1.56	0.44	< LOD	0.25	< LOD	0.00	8.14	1.51	0.04
128	SKR3_18	0.50	0.34	870.63	52.15	508769.23	27973.01	2.27	0.32	1.64	0.83	< LOD	0.47	< LOD	0.00	8.47	0.67	0.05
129	SKR3_19	2.42	0.32	1223.30	50.25	466818.78	11289.78	5.56	0.43	1.64	0.36	< LOD	0.15	< LOD	0.00	15.28	1.06	0.05
130	SKR3_20	1.65	0.23	1008.97	31.40	459570.47	9795.85	2.14	0.15	1.16	0.20	< LOD	0.13	< LOD	0.00	8.50	0.36	0.07
131	SKR3_21	0.64	0.13	1965.92	111.50	458939.29	10011.12	16.50	1.11	1.12	0.23	< LOD	0.14	< LOD	0.00	22.95	1.04	0.06
132	SKR3_22	2.03	0.36	1143.74	41.58	483573.04	12825.36	3.24	0.30	1.26	0.32	< LOD	0.19	< LOD	0.00	11.56	0.63	0.06
133	SKR3_23	2.65	0.32	1576.09	42.33	459419.60	7975.76	2.41	0.17	1.14	0.23	< LOD	0.13	0.03	0.01	7.32	0.26	0.23
134	SKR3_24	1.98	0.36	1500.08	44.40	495390.68	10112.46	2.88	0.25	1.29	0.35	< LOD	0.16	0.01	0.01	7.28	0.43	0.10
135	SKR3_25	16.67	1.57	2203.29	132.41	505451.72	31083.24	5.86	0.82	1.90	0.66	< LOD	0.36	0.03	0.03	21.53	1.69	0.29
136	SKR3_26	4.35	0.84	751.39	44.20	507597.52	30132.86	2.20	0.30	1.50	0.45	< LOD	0.30	< LOD	0.00	8.55	0.61	< LOD
137	SKR3_27	38.19	3.45	2740.11	242.81	490002.40	34793.96	9.53	1.55	1.66	0.74	0.50	0.46	0.12	0.06	39.93	3.61	0.37
138	SKR3_28	5.41	0.59	1679.28	47.93	462683.08	11636.86	3.08	0.29	1.09	0.29	< LOD	0.16	< LOD	0.01	11.82	0.46	0.15
139	SKR3_29	1.79	0.36	1043.41	47.98	444529.20	10733.16	4.66	0.41	1.14	0.33	0.48	0.23	< LOD	0.00	11.04	0.49	0.01
140	SKR3_30	3.72	0.40	1359.34	62.54	449448.87	9649.46	1.96	0.19	1.27	0.26	< LOD	0.17	0.00	0.01	13.06	0.63	0.13
141	SKR3_31	1.32	0.31	728.71	13.93	456655.65	9671.32	2.77	0.18	1.36	0.27	< LOD	0.18	< LOD	0.00	10.81	0.35	0.02
	LUC1.2																	
142	LUC1.2_1	5.32	0.56	941.24	32.84	1149801.59	29874.56	2.46	0.19	1.52	0.33	< LOD	0.20	< LOD	0.00	9.09	0.46	0.03
143	LUC1.2_2	8.22	0.89	1052.64	51.72	1214579.02	31052.32	4.46	0.40	1.25	0.30	< LOD	0.22	0.00	0.00	14.09	0.82	0.05
144	LUC1.2_3	5.39	0.81	1123.72	82.89	1238740.59	50960.01	4.38	0.49	1.48	0.43	< LOD	0.21	< LOD	0.00	12.44	1.58	0.04
145	LUC1.2_4	6.41	1.59	736.59	60.60	1285349.21	62779.13	2.06	0.42	1.73	0.79	< LOD	0.32	0.07	0.06	6.77	0.67	0.06
146	LUC1.2_5	6.73	0.60	839.68	36.00	1075767.23	24859.16	1.69	0.14	1.21	0.24	< LOD	0.15	0.01	0.01	8.72	0.37	0.09
147	LUC1.2_6	9.94	1.53	2069.54	153.82	1060598.41	21625.27	5.33	0.67	1.30	0.31	< LOD	0.16	0.01	0.01	15.98	1.18	0.11
148	LUC1.2_7	6.94	1.43	1876.90	188.97	1111155.93	63797.33	7.43	0.67	1.68	0.68	< LOD	0.34	0.01	0.02	17.29	1.66	0.06
149	LUC1.2_8	2.64	0.46	1772.90	105.30	1045829.68	28651.37	1.97	0.21	1.76	0.36	< LOD	0.15	< LOD	0.00	6.94	0.47	0.29
150	LUC1.2_9	6.25	0.96	1633.83	41.68	896599.96	18697.14	6.58	0.41	1.79	0.37	< LOD	0.21	0.14	0.06	18.56	0.62	0.17
151	LUC1.2_10	5.44	0.78	845.87	24.38	993349.53	25884.57	2.27	0.22	1.78	0.37	< LOD	0.15	0.07	0.03	6.47	0.33	0.06
152	LUC1.2_11	6.88	1.77	1334.13	67.83	1040195.61	51153.26	2.62	0.59	1.75	1.37	< LOD	0.39	0.10	0.13	8.95	0.86	0.03
153	LUC1.2_12	11.80	0.68	1407.02	32.05	895427.36	20032.64	6.66	0.33	1.41	0.26	< LOD	0.15	0.07	0.02	14.94	0.39	0.09
154	LUC1.2_13	6.69	0.64	1112.27	39.09	892829.51	18065.54	1.77	0.15	1.40	0.25	< LOD	0.15	0.01	0.01	7.21	0.35	0.09
155	LUC1.2_14	7.06	0.64	1205.98	52.85	892338.78	17398.65	3.23	0.32	1.50	0.33	< LOD	0.16	< LOD	0.00	11.41	0.64	0.05
156	LUC1.2_15	11.42	0.89	1652.30	85.74	850113.32	21060.90	6.73	0.52	1.32	0.22	< LOD	0.16	< LOD	0.00	13.38	0.77	0.09
157	LUC1.2_16	17.64	1.57	1483.16	45.99	874251.28	21170.34	3.98	0.35	1.27	0.28	< LOD	0.17	< LOD	0.01	14.44	0.61	0.13
158	LUC1.2_17	4.68	0.61	1358.08	44.16	807811.98	15593.61	5.13	0.29	1.32	0.27	< LOD	0.14	< LOD	0.00	14.50	0.56	0.08
159	LUC1.2_18	31.53	2.21	1490.84	49.62	828859.07	17239.03	5.20	0.50	1.57	0.52	0.56	0.32	6.22	0.47	31.42	1.66	1.94
160	LUC1.2_19	6.41	0.91	1889.86	165.85	759082.43	16123.31	4.81	0.40	1.48	0.27	< LOD	0.17	0.01	0.01	16.26	1.47	0.20

		Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)
121	SKR3_11	0.07	4.21	0.64	7.99	1.08	1.79	0.19	47.34	2.67	15.31	0.83	183.23	8.14	71.09	3.00	351.68	15.87	75.91	3.01
122	SKR3_12	0.07	1.97	0.34	3.44	0.53	0.64	0.10	20.33	1.36	7.29	0.34	97.54	3.66	40.09	1.07	209.86	6.06	45.67	1.46
123	SKR3_13	0.04	2.23	0.37	4.11	0.62	0.73	0.14	22.39	1.75	8.92	0.50	117.74	5.24	47.73	1.57	269.04	9.18	58.57	2.49
124	SKR3_14	0.02	0.90	0.20	1.99	0.31	0.45	0.08	14.56	0.83	5.91	0.26	88.23	2.83	38.20	1.03	214.17	5.64	49.39	1.09
125	SKR3_15	0.03	1.19	0.32	2.97	0.81	0.64	0.16	18.09	2.20	6.43	0.45	83.69	4.31	33.25	1.83	181.30	8.80	40.54	1.96
126	SKR3_16	0.05	1.04	0.43	2.22	0.82	0.40	0.13	13.12	1.62	5.00	0.35	65.91	3.06	26.07	1.10	140.53	5.31	31.70	1.46
127	SKR3_17	0.02	0.88	0.27	2.79	0.59	0.50	0.10	16.34	2.90	6.70	1.19	84.68	13.32	33.95	4.87	186.33	29.88	39.30	5.59
128	SKR3_18	0.05	0.64	0.38	1.07	0.39	0.24	0.14	11.34	1.48	4.33	0.52	62.15	5.00	25.58	1.43	147.80	12.08	34.19	1.99
129	SKR3_19	0.02	0.83	0.17	2.50	0.35	0.46	0.08	16.05	1.11	6.39	0.34	87.85	4.10	37.96	1.79	207.21	8.94	47.86	1.94
130	SKR3_20	0.02	1.25	0.19	2.83	0.34	0.59	0.08	16.21	0.73	5.77	0.23	77.86	2.90	31.34	1.00	168.03	5.37	37.39	1.07
131	SKR3_21	0.02	1.11	0.16	3.89	0.36	0.57	0.06	28.82	1.58	11.54	0.62	159.31	9.06	61.83	3.35	323.49	18.34	69.34	4.18
132	SKR3_22	0.02	1.22	0.30	2.72	0.42	0.47	0.09	17.67	1.19	6.51	0.39	86.97	3.93	36.22	1.55	192.93	7.40	42.91	1.57
133	SKR3_23	0.03	3.44	0.32	5.84	0.49	2.45	0.14	30.94	1.20	10.10	0.33	127.33	3.63	49.54	1.27	250.22	6.46	54.04	1.43
134	SKR3_24	0.03	1.94	0.32	3.40	0.40	1.31	0.14	19.15	1.18	7.14	0.30	103.45	3.34	45.33	1.52	248.67	7.22	55.20	1.37
135	SKR3_25	0.07	4.14	0.71	7.41	1.08	1.37	0.24	40.90	3.89	14.22	1.32	182.02	14.17	72.99	5.80	368.64	25.49	80.28	5.79
136	SKR3_26	0.02	0.79	0.25	1.84	0.38	0.49	0.10	12.38	1.47	4.06	0.28	55.55	2.68	23.28	1.45	123.35	7.31	29.17	1.51
137	SKR3_27	0.08	6.38	1.41	9.76	1.71	1.66	0.40	50.89	4.88	18.35	1.05	236.03	17.69	92.24	7.44	450.43	44.53	95.13	8.33
138	SKR3_28	0.04	2.70	0.41	5.31	0.65	1.03	0.13	30.79	1.95	10.80	0.57	135.04	5.55	54.62	2.43	277.33	11.90	59.88	2.59
139	SKR3_29	0.01	0.68	0.17	1.89	0.34	0.48	0.10	12.71	0.95	5.18	0.33	72.43	3.83	31.63	1.59	176.73	8.61	40.55	1.90
140	SKR3_30	0.03	2.21	0.29	4.43	0.43	0.97	0.12	24.07	1.56	8.50	0.49	108.86	5.58	43.58	2.35	218.77	11.31	47.28	2.30
141	SKR3_31	0.01	0.60	0.13	1.48	0.25	0.35	0.05	10.65	0.62	3.89	0.13	54.86	1.48	22.53	0.61	120.50	2.71	27.29	0.67
	LUC1.2																			
142	LUC1.2_1	0.02	0.74	0.14	1.71	0.32	0.37	0.06	13.04	0.96	4.78	0.26	69.37	2.83	28.98	1.05	159.95	5.89	37.26	1.29
143	LUC1.2_2	0.02	0.93	0.21	1.87	0.33	0.50	0.10	13.72	1.25	5.26	0.40	72.36	4.53	32.20	1.62	175.27	7.89	40.02	1.70
144	LUC1.2_3	0.02	0.80	0.27	2.08	0.49	0.58	0.10	16.37	1.45	5.35	0.36	82.82	6.10	35.77	2.75	191.02	12.90	46.15	3.26
145	LUC1.2_4	0.03	0.61	0.27	1.95	0.60	0.36	0.20	11.23	2.06	4.06	0.38	56.11	5.66	22.87	1.95	130.17	10.99	29.79	2.44
146	LUC1.2_5	0.02	1.42	0.19	2.71	0.32	0.78	0.10	15.68	0.90	5.38	0.29	67.79	3.21	27.25	1.23	139.23	6.02	30.40	1.39
147	LUC1.2_6	0.03	2.11	0.32	5.01	0.53	0.89	0.11	34.13	2.66	12.26	0.86	166.97	11.78	66.62	4.91	341.54	23.88	74.27	5.19
148	LUC1.2_7	0.03	1.51	0.45	3.51	1.05	0.85	0.21	24.89	3.40	9.90	1.07	140.95	13.77	59.16	6.44	318.79	36.28	69.52	6.97
149	LUC1.2_8	0.06	4.26	0.47	8.67	0.82	1.71	0.17	43.04	3.26	13.50	0.92	166.35	10.97	60.95	3.71	288.59	17.05	57.48	3.37
150	LUC1.2_9	0.04	2.07	0.34	4.93	0.54	0.96	0.13	29.21	1.60	10.47	0.43	137.49	4.05	53.32	1.89	272.58	7.90	57.56	1.61
151	LUC1.2_10	0.02	0.84	0.17	1.70	0.30	0.45	0.08	12.74	0.93	4.53	0.24	63.40	2.94	26.22	0.99	144.89	4.81	32.76	1.18
152	LUC1.2_11	0.04	2.30	1.00	3.59	1.13	0.77	0.24	23.61	2.32	9.10	1.16	111.03	9.57	42.08	3.31	226.19	13.32	50.12	3.47
153	LUC1.2_12	0.02	1.25	0.16	3.25	0.31	0.61	0.07	19.79	0.76	7.57	0.22	107.89	2.71	45.07	1.14	241.44	5.70	53.67	1.39
154	LUC1.2_13	0.02	1.86	0.25	3.86	0.45	0.84	0.09	22.40	1.31	7.25	0.37	92.63	4.07	35.64	1.41	184.24	6.18	39.54	1.28
155	LUC1.2_14	0.02	1.00	0.18	2.37	0.38	0.61	0.08	16.93	1.12	6.26	0.36	89.94	4.56	37.43	1.70	203.52	8.60	46.63	1.91
156	LUC1.2_15	0.02	1.45	0.21	3.57	0.36	0.76	0.08	23.48	1.27	8.70	0.45	124.92	7.11	51.96	2.67	275.04	13.70	60.04	2.85
157	LUC1.2_16	0.03	2.13	0.28	4.63	0.60	0.66	0.10	25.12	1.43	8.43	0.38	116.87	4.50	47.10	1.63	244.56	9.09	54.57	2.06
158	LUC1.2_17	0.02	1.47	0.20	2.94	0.37	0.62	0.07	19.45	1.12	7.19	0.27	100.71	3.37	41.71	1.32	228.89	6.66	51.98	1.57
159	LUC1.2_18	0.19	8.66	0.77	5.32	0.80	0.88	0.18	23.22	2.46	7.92	0.50	112.58	4.02	46.08	2.12	248.99	8.46	57.28	2.39
160	LUC1.2_19	0.04	2.80	0.43	5.76	0.68	1.20	0.14	32.97	3.64	11.24	1.18	151.03	13.66	59.57	5.34	309.32	26.63	65.45	5.25

		Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	W183_ppm_mean	W183_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
121	SKR3_11	703.67	29.32	149.50	5.43	8856.46	368.28	1.13	0.10	< LOD	0.00	349.09	15.27	634.47	23.84
122	SKR3_12	441.13	14.13	97.43	3.00	10491.33	231.77	1.64	0.10	< LOD	0.00	320.91	12.12	639.81	15.72
123	SKR3_13	593.19	21.04	131.42	5.20	11549.72	398.70	2.22	0.17	0.07	0.08	333.22	10.04	825.33	34.91
124	SKR3_14	509.03	13.43	115.08	3.14	10933.69	278.04	2.15	0.11	0.04	0.04	263.49	5.84	691.93	19.29
125	SKR3_15	404.40	18.32	94.58	5.06	10505.09	414.94	1.14	0.14	< LOD	0.00	237.50	17.53	518.96	33.24
126	SKR3_16	317.49	12.83	72.91	2.62	10133.36	361.06	0.90	0.14	< LOD	0.00	166.50	6.50	390.91	12.15
127	SKR3_17	407.92	56.85	86.82	12.11	9380.58	318.01	0.95	0.16	< LOD	0.00	130.89	27.16	335.35	45.93
128	SKR3_18	365.15	16.41	80.17	3.89	11133.09	562.37	0.99	0.21	< LOD	0.00	136.38	7.69	430.00	35.25
129	SKR3_19	475.84	17.33	108.13	3.74	10522.09	201.58	1.99	0.14	0.09	0.06	304.86	28.54	698.61	39.40
130	SKR3_20	363.65	9.57	81.61	2.16	9782.27	185.74	0.94	0.05	< LOD	0.01	163.17	10.16	368.05	14.82
131	SKR3_21	662.14	41.26	139.59	7.98	10790.41	271.83	5.34	0.37	0.06	0.04	1090.74	43.88	1954.00	105.72
132	SKR3_22	420.17	16.81	92.71	3.38	11711.44	337.16	1.50	0.09	< LOD	0.03	211.14	9.19	490.20	12.84
133	SKR3_23	522.60	14.60	114.56	3.03	7735.71	120.57	0.60	0.04	< LOD	0.03	170.02	5.70	261.43	7.61
134	SKR3_24	526.04	13.02	120.51	3.03	8323.62	189.03	0.71	0.06	< LOD	0.04	153.88	4.86	295.72	7.51
135	SKR3_25	755.62	55.74	156.26	9.41	10463.71	395.13	2.13	0.25	0.01	0.05	504.89	36.88	912.47	63.40
136	SKR3_26	300.85	16.57	65.82	3.86	11294.37	724.02	1.15	0.14	0.04	0.07	123.49	6.31	355.58	20.08
137	SKR3_27	912.03	76.36	194.60	13.96	10700.68	567.84	3.05	0.37	0.17	0.13	1122.16	125.95	1408.25	114.07
138	SKR3_28	569.92	19.63	122.20	4.01	10456.52	364.81	1.36	0.10	0.06	0.05	302.63	9.97	692.95	22.51
139	SKR3_29	405.98	18.22	93.78	3.74	9674.59	242.36	1.59	0.10	< LOD	0.03	178.71	6.72	482.79	13.91
140	SKR3_30	449.09	20.06	100.63	4.23	10446.81	229.99	0.93	0.07	< LOD	0.00	285.75	18.97	533.91	32.37
141	SKR3_31	273.05	5.62	61.38	1.30	10751.30	226.99	1.27	0.07	< LOD	0.03	235.33	8.85	548.91	12.96
	LUC1.2														
142	LUC1.2_1	369.89	13.61	86.01	3.12	10018.50	234.01	1.14	0.09	0.03	0.03	177.13	10.59	491.29	17.94
143	LUC1.2_2	414.98	17.17	95.95	3.96	11543.76	345.15	1.86	0.15	0.11	0.07	260.86	18.19	621.52	28.97
144	LUC1.2_3	473.27	33.33	107.71	7.05	11185.05	332.33	1.67	0.15	0.04	0.05	253.54	61.74	612.95	84.48
145	LUC1.2_4	321.00	26.27	69.96	6.14	11456.06	454.81	0.96	0.14	0.00	0.00	105.99	10.49	334.70	29.55
146	LUC1.2_5	297.61	12.66	66.52	2.72	10932.89	233.14	0.83	0.06	< LOD	0.00	162.81	6.03	311.79	11.25
147	LUC1.2_6	714.48	49.20	153.90	9.84	11362.22	250.18	2.08	0.22	0.11	0.06	553.70	62.24	1165.18	115.51
148	LUC1.2_7	660.26	65.76	146.58	16.17	10124.52	522.67	1.89	0.18	0.05	0.07	339.13	44.78	754.22	82.20
149	LUC1.2_8	522.65	30.45	108.58	6.13	9348.85	253.78	0.76	0.07	0.05	0.04	201.44	15.13	381.84	25.84
150	LUC1.2_9	533.21	14.58	116.80	3.57	8872.76	204.66	1.94	0.14	0.14	0.08	541.13	19.52	815.45	20.44
151	LUC1.2_10	326.19	9.99	75.39	2.41	10257.72	233.00	0.87	0.08	0.08	0.05	103.39	4.30	308.31	14.43
152	LUC1.2_11	475.96	31.80	101.91	4.69	11533.52	705.89	1.19	0.27	< LOD	0.00	189.03	7.64	492.88	33.10
153	LUC1.2_12	515.09	14.03	113.80	2.85	10341.55	225.03	2.17	0.08	0.05	0.03	310.52	11.69	735.97	13.81
154	LUC1.2_13	373.94	11.24	81.70	2.45	10007.41	182.99	0.74	0.06	< LOD	0.03	162.25	8.25	359.27	19.42
155	LUC1.2_14	468.62	18.82	107.78	4.09	10139.71	276.02	1.38	0.11	< LOD	0.00	222.90	14.57	567.71	34.46
156	LUC1.2_15	574.69	26.48	129.03	5.75	9614.86	208.05	1.80	0.09	< LOD	0.03	275.43	15.35	652.67	26.60
157	LUC1.2_16	536.46	19.12	120.74	4.26	11643.87	258.42	1.63	0.10	< LOD	0.05	354.44	15.59	758.42	31.77
158	LUC1.2_17	518.66	16.08	116.53	3.19	9992.41	224.09	1.63	0.10	< LOD	0.05	266.78	12.54	625.24	25.13
159	LUC1.2_18	569.94	24.44	128.96	5.02	11262.70	341.65	2.13	0.18	0.10	0.09	297.16	11.80	706.31	24.22
160	LUC1.2_19	628.95	49.48	136.43	9.98	8949.68	220.83	1.52	0.12	0.01	0.01	311.69	37.14	581.20	56.63

		Li7_ppm_mean	Li7_ppm_2SE(int)	Al27_ppm_mean	Al27_ppm_2SE(int)	Si29_ppm_mean	Si29_ppm_2SE(int)	P31_ppm_mean	P31_ppm_2SE(int)	Ca42_ppm_mean	Ca42_ppm_2SE(int)	Ti49_ppm_mean	Ti49_ppm_2SE(int)	V51_ppm_mean	V51_ppm_2SE(int)
161	LUC1.2_20	5.97	1.09	< LOD	1.18	154161.10	1991.52	491.91	27.13	< LOD	109.54	< LOD	1.35	< LOD	0.06
162	LUC1.2_21	78.55	8.32	989.24	217.15	153041.25	2591.33	486.63	44.99	< LOD	169.86	5.74	2.43	< LOD	0.09
163	LUC1.2_22	35.84	4.90	61.80	21.75	151274.71	4381.84	301.80	40.85	< LOD	244.68	3.44	2.63	< LOD	0.13
164	LUC1.2_23	59.90	4.94	< LOD	2.04	154527.90	3421.51	442.91	37.13	< LOD	157.75	4.78	2.11	0.18	0.11
165	LUC1.2_24	34.08	3.66	< LOD	1.45	150333.02	2723.41	416.69	36.95	< LOD	172.87	4.78	2.21	< LOD	0.05
166	LUC1.2_25	119.95	14.65	5274.89	714.67	155299.35	2607.21	561.77	34.11	705.14	190.06	42.48	6.59	0.44	0.12
167	LUC1.2_26	33.55	3.59	< LOD	1.38	149252.95	2811.16	413.05	33.45	< LOD	130.47	3.22	1.65	< LOD	0.07
168	LUC1.2_27	12.59	2.36	< LOD	2.25	147642.45	4853.91	373.71	46.08	< LOD	190.68	< LOD	1.90	< LOD	0.08
169	LUC1.2_28	49.67	4.93	< LOD	1.12	152663.42	2210.41	408.25	25.77	< LOD	110.86	< LOD	1.27	< LOD	0.05
170	LUC1.2_29	196.11	17.80	35.63	12.82	151958.44	2189.12	558.09	34.61	< LOD	121.60	4.71	1.51	0.73	0.14
171	LUC1.2_30	18.74	2.91	< LOD	2.09	152499.93	4710.78	402.57	36.11	< LOD	133.46	4.00	2.14	0.24	0.21
172	LUC1.2_31	68.76	5.40	< LOD	1.23	152743.01	2147.58	405.83	30.51	< LOD	111.03	< LOD	1.43	0.17	0.09
173	LUC1.2_32	31.14	6.79	< LOD	2.40	152351.14	3563.13	348.35	49.23	< LOD	214.57	< LOD	3.85	< LOD	0.11
174	LUC1.2_33	59.19	6.26	< LOD	2.16	152761.94	4710.75	331.87	59.11	< LOD	132.41	4.42	3.09	< LOD	0.11
175	LUC1.2_34	47.52	6.10	< LOD	2.29	152161.78	7680.01	342.46	81.92	< LOD	463.68	< LOD	3.97	< LOD	0.15
176	LUC1.2_35	31.49	2.76	< LOD	1.63	153949.26	3229.09	377.38	29.87	< LOD	130.65	4.88	1.94	< LOD	0.08
177	LUC1.2_36	59.34	8.81	< LOD	2.53	150969.07	5268.56	344.10	63.06	< LOD	185.75	< LOD	2.20	< LOD	0.07
178	LUC1.2_37	76.82	6.76	11.07	3.67	150877.62	2999.35	404.45	40.24	< LOD	248.62	4.62	2.17	< LOD	0.08
179	LUC1.2_38	4.69	1.19	59.76	5.25	153329.49	2788.30	341.47	38.14	< LOD	148.52	< LOD	1.95	< LOD	0.09
180	LUC1.2_39	19.73	2.31	< LOD	1.39	151179.65	2535.75	399.77	29.48	< LOD	115.24	< LOD	1.44	< LOD	0.07
181	LUC1.2_40	59.08	4.82	< LOD	1.40	150631.18	3289.77	354.46	41.07	< LOD	163.32	< LOD	1.50	< LOD	0.05

		Cu63_ppm_mean	Cu63_ppm_2SE(int)	Y89_ppm_mean	Y89_ppm_2SE(int)	Zr91_ppm_mean	Zr91_ppm_2SE(int)	Nb93_ppm_mean	Nb93_ppm_2SE(int)	Mo95_ppm_mean	Mo95_ppm_2SE(int)	Sn120_ppm_mean	Sn120_ppm_2SE(int)	La139_ppm_mean	La139_ppm_2SE(int)	Ce140_ppm_mean	Ce140_ppm_2SE(int)	Pr141_ppm_mean
161	LUC1.2_20	6.39	1.00	1062.63	36.25	758711.51	16235.13	2.83	0.16	1.40	0.25	< LOD	0.15	0.00	0.00	9.07	0.38	0.04
162	LUC1.2_21	94.15	14.28	1690.38	40.27	682796.08	12704.46	10.38	0.80	1.06	0.31	< LOD	0.18	0.53	0.09	21.79	0.77	0.17
163	LUC1.2_22	26.94	7.16	1117.71	54.28	812745.05	40684.02	2.82	0.39	1.70	0.68	< LOD	0.28	0.14	0.06	12.28	0.82	0.06
164	LUC1.2_23	19.42	1.46	1740.25	52.25	673849.37	15956.65	2.70	0.25	1.13	0.30	< LOD	0.22	< LOD	0.01	13.45	0.42	0.27
165	LUC1.2_24	9.32	0.99	1459.15	83.21	707197.89	16886.64	6.56	0.49	1.34	0.35	< LOD	0.16	< LOD	0.01	12.55	0.50	0.06
166	LUC1.2_25	266.07	33.55	1912.24	141.32	554903.69	24134.96	7.68	0.52	1.32	0.26	0.56	0.18	3.69	0.42	38.15	2.25	0.92
167	LUC1.2_26	10.29	0.90	1283.49	41.95	686707.24	21461.53	6.22	0.43	1.21	0.29	0.35	0.23	< LOD	0.00	12.94	0.58	0.06
168	LUC1.2_27	2.53	0.74	910.92	63.42	706017.09	26089.53	2.18	0.29	1.84	0.62	< LOD	0.22	< LOD	0.00	6.50	0.57	0.06
169	LUC1.2_28	5.94	0.52	1291.88	30.79	651551.82	13778.16	2.84	0.18	1.77	0.28	< LOD	0.13	0.02	0.01	8.39	0.32	0.10
170	LUC1.2_29	94.80	9.96	3770.52	294.66	629863.77	12604.22	14.43	1.25	1.29	0.22	< LOD	0.15	0.13	0.03	44.24	3.48	0.70
171	LUC1.2_30	10.70	1.20	1396.32	66.35	686737.54	22529.53	5.35	0.54	1.03	0.35	< LOD	0.23	< LOD	0.00	13.00	0.70	0.05
172	LUC1.2_31	6.66	1.11	1445.25	107.54	608118.46	11904.85	4.98	0.44	1.21	0.24	< LOD	0.14	0.01	0.01	20.63	1.66	0.12
173	LUC1.2_32	4.85	1.33	937.45	66.27	690930.95	28405.03	1.52	0.32	1.56	0.54	< LOD	0.31	0.00	0.00	7.59	0.53	0.06
174	LUC1.2_33	1.61	0.48	1171.66	61.71	668679.44	19581.39	3.41	0.36	1.12	0.44	< LOD	0.27	0.00	0.00	13.54	1.01	0.09
175	LUC1.2_34	14.03	3.98	1071.64	79.28	563269.52	31886.18	3.81	0.62	1.39	0.73	< LOD	0.36	< LOD	0.00	14.32	0.85	0.03
176	LUC1.2_35	5.97	0.55	1225.28	41.10	603593.28	16684.98	3.13	0.25	1.30	0.27	< LOD	0.14	0.01	0.01	7.66	0.34	0.08
177	LUC1.2_36	3.52	0.57	1426.13	72.62	670981.60	30488.47	4.59	0.38	1.34	0.65	< LOD	0.29	< LOD	0.00	12.84	0.91	0.11
178	LUC1.2_37	15.30	1.60	1575.39	77.30	523826.60	14463.10	4.49	0.39	0.86	0.38	< LOD	0.27	0.03	0.02	11.60	0.48	0.13
179	LUC1.2_38	< LOD	0.06	119.62	3.86	512251.41	9357.72	0.57	0.10	1.35	0.35	< LOD	0.21	0.00	0.00	0.86	0.09	0.03
180	LUC1.2_39	4.49	0.78	908.86	41.37	564510.53	13136.28	2.38	0.30	1.25	0.30	< LOD	0.15	0.00	0.00	8.44	0.51	0.04
181	LUC1.2_40	7.36	1.14	1416.64	49.96	579169.62	16183.62	1.74	0.23	1.53	0.38	< LOD	0.15	< LOD	0.00	7.85	0.56	0.16

		Pr141_ppm_2SE(int)	Nd146_ppm_mean	Nd146_ppm_2SE(int)	Sm147_ppm_mean	Sm147_ppm_2SE(int)	Eu153_ppm_mean	Eu153_ppm_2SE(int)	Gd157_ppm_mean	Gd157_ppm_2SE(int)	Tb159_ppm_mean	Tb159_ppm_2SE(int)	Dy163_ppm_mean	Dy163_ppm_2SE(int)	Ho165_ppm_mean	Ho165_ppm_2SE(int)	Er166_ppm_mean	Er166_ppm_2SE(int)	Tm169_ppm_mean	Tm169_ppm_2SE(int)
161	LUC1.2_20	0.01	0.81	0.14	2.08	0.25	0.42	0.05	14.80	0.76	5.67	0.25	78.81	3.06	32.77	1.16	180.40	6.54	41.38	1.34
162	LUC1.2_21	0.04	1.19	0.29	3.46	0.45	0.62	0.08	24.04	1.16	9.09	0.33	126.11	3.76	52.57	1.57	278.32	6.78	62.49	1.40
163	LUC1.2_22	0.03	1.30	0.32	2.60	0.49	0.60	0.17	18.67	1.25	6.51	0.40	88.42	4.83	35.01	1.41	184.54	9.60	40.35	1.98
164	LUC1.2_23	0.06	3.78	0.49	7.15	0.79	1.95	0.17	35.45	1.71	11.57	0.50	141.67	4.85	54.50	1.61	281.61	8.21	61.35	1.84
165	LUC1.2_24	0.02	1.18	0.22	3.16	0.46	0.66	0.12	21.96	1.47	8.11	0.53	112.96	7.15	46.92	2.84	246.67	13.65	53.98	2.98
166	LUC1.2_25	0.10	5.29	0.48	7.54	0.69	0.72	0.08	41.18	3.11	13.82	1.03	172.58	13.40	64.18	4.80	300.23	21.78	59.51	4.33
167	LUC1.2_26	0.02	0.88	0.22	2.79	0.40	0.63	0.11	18.04	1.16	6.52	0.36	95.49	4.38	41.37	1.53	224.62	7.98	51.34	1.78
168	LUC1.2_27	0.03	0.80	0.29	2.28	0.38	0.46	0.11	14.28	1.31	5.10	0.42	69.01	5.52	28.34	1.83	152.92	11.55	34.50	2.27
169	LUC1.2_28	0.02	1.74	0.22	3.93	0.44	0.70	0.08	22.38	1.10	7.88	0.29	105.29	3.02	41.51	1.23	218.82	6.29	47.34	1.17
170	LUC1.2_29	0.09	10.54	1.22	17.21	1.86	2.53	0.27	86.55	7.83	27.96	2.43	343.73	28.01	124.79	9.80	597.26	44.77	119.93	8.57
171	LUC1.2_30	0.02	1.14	0.26	3.29	0.53	0.58	0.11	20.71	1.49	7.34	0.35	108.30	5.10	43.37	1.67	236.69	9.51	52.32	1.85
172	LUC1.2_31	0.03	2.15	0.34	4.72	0.73	1.01	0.14	27.64	2.99	9.22	0.91	119.88	10.82	46.46	3.75	233.86	16.43	50.39	3.18
173	LUC1.2_32	0.04	0.65	0.33	2.80	0.74	0.79	0.22	17.48	2.79	5.82	0.81	78.44	6.36	29.85	2.16	157.68	12.15	33.13	1.68
174	LUC1.2_33	0.03	1.34	0.36	3.19	0.57	0.71	0.15	18.54	1.42	6.50	0.44	91.35	6.27	37.19	2.04	194.69	10.18	44.07	2.03
175	LUC1.2_34	0.03	1.07	0.53	2.75	0.57	0.57	0.33	15.11	1.38	5.59	0.46	80.00	7.15	32.51	2.40	173.03	10.82	38.08	2.83
176	LUC1.2_35	0.03	1.20	0.22	3.02	0.39	0.68	0.09	19.49	1.10	6.86	0.34	93.32	4.11	39.55	1.56	203.84	6.78	45.62	1.79
177	LUC1.2_36	0.05	1.83	0.46	4.11	0.78	0.75	0.15	21.25	1.38	7.54	0.44	111.24	6.73	45.59	2.03	244.71	15.20	54.92	3.00
178	LUC1.2_37	0.04	2.56	0.50	4.54	0.77	0.90	0.16	30.69	2.68	9.66	0.66	130.42	7.47	51.34	2.57	257.45	12.05	55.66	2.54
179	LUC1.2_38	0.01	0.65	0.18	2.62	0.44	0.23	0.04	16.84	1.19	3.88	0.26	23.15	1.06	3.69	0.15	9.37	0.49	1.27	0.10
180	LUC1.2_39	0.01	0.92	0.20	2.24	0.29	0.41	0.06	14.33	1.20	4.97	0.29	69.07	3.91	28.49	1.39	154.94	7.90	34.84	1.74
181	LUC1.2_40	0.04	2.83	0.46	5.49	0.61	1.30	0.14	30.81	1.53	9.85	0.39	120.97	4.54	46.95	1.74	231.57	8.40	48.04	1.42

		Yb172_ppm_mean	Yb172_ppm_2SE(int)	Lu175_ppm_mean	Lu175_ppm_2SE(int)	Hf178_ppm_mean	Hf178_ppm_2SE(int)	Ta181_ppm_mean	Ta181_ppm_2SE(int)	W183_ppm_mean	W183_ppm_2SE(int)	Th232_ppm_mean	Th232_ppm_2SE(int)	U238_ppm_mean	U238_ppm_2SE(int)
161	LUC1.2_20	413.84	13.62	94.47	2.95	10347.73	213.83	1.14	0.07	0.01	0.02	193.98	12.69	539.30	22.07
162	LUC1.2_21	601.33	13.75	133.03	2.75	10018.29	190.34	3.81	0.24	0.08	0.05	1286.20	116.92	1952.78	113.30
163	LUC1.2_22	413.18	17.91	92.68	4.11	12220.31	512.08	1.34	0.10	< LOD	0.00	237.85	8.87	510.16	22.35
164	LUC1.2_23	584.34	15.84	130.28	3.52	8674.06	208.78	1.04	0.08	0.01	0.02	402.65	9.63	635.12	12.65
165	LUC1.2_24	511.72	25.60	113.94	5.56	9755.47	203.16	2.03	0.12	0.06	0.04	302.88	10.69	684.74	17.47
166	LUC1.2_25	526.03	36.52	101.98	6.79	8761.36	446.14	2.68	0.18	0.23	0.07	961.99	79.61	1069.86	72.45
167	LUC1.2_26	510.65	15.01	115.85	3.01	10652.21	290.36	2.10	0.11	< LOD	0.00	224.83	10.34	673.77	20.57
168	LUC1.2_27	347.58	22.40	78.02	4.93	10345.87	405.25	1.02	0.10	< LOD	0.00	121.10	9.80	367.01	32.39
169	LUC1.2_28	452.52	11.10	99.63	2.38	9703.20	160.96	1.11	0.07	0.03	0.02	189.32	6.21	470.92	12.04
170	LUC1.2_29	1067.02	72.24	214.54	13.97	9460.54	254.23	2.93	0.18	0.12	0.05	1360.20	130.05	1284.71	92.16
171	LUC1.2_30	497.67	19.51	110.10	3.62	10238.74	386.14	1.51	0.13	0.08	0.07	269.99	13.40	594.07	24.56
172	LUC1.2_31	475.64	25.50	103.67	4.73	10225.27	195.94	1.80	0.12	0.07	0.04	553.51	80.02	697.57	53.82
173	LUC1.2_32	312.08	19.36	69.31	4.04	11394.23	662.43	0.79	0.11	< LOD	0.00	105.99	5.23	249.21	10.15
174	LUC1.2_33	438.47	18.12	98.81	3.71	12446.35	463.93	1.56	0.14	0.02	0.04	227.02	13.81	527.22	21.92
175	LUC1.2_34	388.86	23.50	86.27	5.59	10527.99	499.28	1.43	0.26	< LOD	0.00	259.58	16.13	527.32	21.28
176	LUC1.2_35	435.32	15.74	96.01	2.97	8898.31	184.39	1.02	0.07	< LOD	0.05	138.51	3.50	356.62	9.67
177	LUC1.2_36	536.98	28.75	120.19	6.60	11942.32	689.47	1.72	0.21	< LOD	0.00	247.25	14.45	629.93	28.66
178	LUC1.2_37	523.95	23.69	111.79	4.77	8718.86	267.21	1.46	0.11	< LOD	0.00	295.76	9.01	586.62	13.80
179	LUC1.2_38	8.27	0.65	1.48	0.13	12037.69	238.46	0.59	0.06	< LOD	0.00	34.59	0.73	460.58	13.48
180	LUC1.2_39	352.52	15.82	80.04	3.60	10904.69	217.22	1.11	0.13	0.03	0.03	163.27	13.78	446.37	35.83
181	LUC1.2_40	452.35	16.24	97.90	3.38	10011.94	239.01	0.74	0.09	0.09	0.06	182.10	9.36	349.44	15.59

		Al_ppm_m27	Al_ppm_m27_Int2SE	P_ppm_m31	P_ppm_m31_Int2SE	Ti_ppm_m49	Ti_ppm_m49_Int2SE	Y_ppm_m89	Y_ppm_m89_Int2SE	Zr_ppm_m91	Zr_ppm_m91_Int2SE	Nb_ppm_m93	Nb_ppm_m93_Int2SE	Ba_ppm_m137	Ba_ppm_m137_Int2SE	La_ppm_m139
1	BD_1	-3.2	3.5	370	99	2.43	0.6	1610	110	4.73E+05	9.80E+03	9.15	0.53	0.04	0.046	0.6
2	BD_2	6.1	4.8	311	13	2.42	0.9	2810	63	4.66E+05	1.80E+04	4.31	0.18	-0.043	0.062	0.019
3	BD_3	-1.9	3.9	259	12	3.8	0.46	1019	83	3.99E+05	1.20E+04	3.49	0.38	-0.006	0.07	-0.0009
4	BD_4	5.8	3.2	518	57	3.98	0.53	6490	120	4.36E+05	1.50E+04	9.62	0.34	0.031	0.055	0.18
5	BD_5	3340	840	260	23	27	6.1	1290	150	3.69E+05	1.80E+04	4.37	0.24	40	10	1.86
6	BD_6	3.9	2.1	304	18	5.1	0.42	2610	220	4.28E+05	1.30E+04	2.06	0.21	0.036	0.048	0.08
7	BD_7	143	70	630	100	5.2	1.1	4220	390	4.17E+05	1.50E+04	6.6	0.88	5	1.3	2.1
8	BD_8	5.9	3.1	328	15	2.57	0.52	2151	32	4.15E+05	9.40E+03	9.47	0.26	0.064	0.068	0.014
9	BD_9	2.3	3.2	190	18	4.13	0.64	1646	56	3.91E+05	9.70E+03	1.531	0.074	-0.041	0.06	0.0114
10	BD_10	3	3.4	400	15	1.8	0.41	1904	59	4.20E+05	1.40E+04	9.28	0.22	-0.076	0.03	0.0028
11	BD_11	10.3	2.8	490	140	2.22	0.38	2303	65	4.22E+05	1.50E+04	3.17	0.13	0.092	0.057	2.02
12	BD_12	3.8	3.8	524	28	3.65	0.6	3510	200	4.36E+05	1.20E+04	8.6	0.35	0.053	0.053	0.011
13	BD_13	6.5	2.6	359	28	1.9	0.33	2090	190	4.13E+05	1.40E+04	4.82	0.25	0.093	0.053	0.0101
14	BD_14	390	170	471	45	8.1	1.4	3561	78	4.21E+05	1.10E+04	3.75	0.14	4.1	1.9	1.26
15	BD_15	2.4	2.8	329	21	2.71	0.42	1980	100	4.14E+05	1.10E+04	3.84	0.19	0.051	0.045	0.34
16	BD_16	2.7	3.1	324	20	4.9	0.69	3530	250	4.33E+05	1.20E+04	3.91	0.28	-0.064	0.054	0.042
17	BD_17	1.2	2.5	360	35	2.19	0.45	3880	430	4.20E+05	1.50E+04	5.91	0.77	0.029	0.036	0.0197
18	BD_18	2.1	2.9	414	11	3.94	0.49	2227	79	4.13E+05	1.50E+04	9.59	0.45	-0.022	0.035	0.0114
19	BD_19	1.7	2.8	1140	260	2.32	0.44	4070	520	4.08E+05	1.40E+04	6.55	0.68	0.69	0.64	6.1
20	BD_20	2.7	2.8	330	17	4.49	0.7	3792	81	4.28E+05	1.40E+04	4.17	0.37	0.023	0.051	0.059
21	BD_21	-0.3	3.4	690	54	2.77	0.57	3740	210	4.47E+05	1.30E+04	10.44	0.34	-0.021	0.05	0.035
22	BD_22	56	15	401	22	6.04	0.57	4660	440	4.16E+05	1.40E+04	5.42	0.49	0.63	0.21	0.118
23	BD_23	1.43E+04	1.40E+03	233	19	211	42	1220	160	2.27E+05	1.90E+04	4.46	0.22	160	16	9.6
24	BD_24	8.9	9.8	399	18	4.57	0.58	4012	89	4.28E+05	1.40E+04	3.89	0.17	0.18	0.15	0.074
25	BD_25	20.7	7.4	352	34	2.2	0.38	2670	300	4.04E+05	1.20E+04	4.98	0.56	0.36	0.14	0.0222
26	BD_26	7.5	2.8	242	17	2.03	0.49	1960	100	4.29E+05	1.40E+04	2.86	0.34	0.046	0.046	0.011
27	BD_27	6.9	2.9	369	14	1.44	0.36	1342	36	4.08E+05	9.40E+03	6.89	0.22	-0.015	0.046	0.44
28	BD_28	3	3.6	426	22	4.55	0.7	5307	80	4.47E+05	1.40E+04	7.08	0.21	0.095	0.064	0.056
29	BD_29	34.4	6.1	582	81	1.31	0.31	1571	78	4.12E+05	1.30E+04	3.779	0.097	0.33	0.12	0.87
30	BD_30	9.7	2.7	539	34	2.27	0.53	1320	110	4.11E+05	1.10E+04	6.04	0.55	0.09	0.057	0.079
31	BD_31	26.7	4.3	1490	48	27	3.1	7790	170	4.15E+05	1.30E+04	7.6	0.24	5.46	0.42	1.245
32	BD_32	-3.7	2.4	293.7	9.6	1.02	0.36	1208	42	4.16E+05	1.20E+04	6.65	0.16	0.005	0.039	0.0001
33	BD_33	2.4	2.5	389	15	3.11	0.49	2740	280	3.92E+05	8.30E+03	5.07	0.38	-0.021	0.064	0.0225
34	BD_34	2.8	3.5	296	27	2.97	0.54	3590	460	4.26E+05	1.40E+04	4.81	0.47	0.038	0.069	0.025
35	BD_35	13.5	3.1	1030	200	3.82	0.48	2810	120	3.92E+05	9.80E+03	6.15	0.24	0.086	0.093	7
36	BD_36	620	180	304	15	6.3	1.1	2266	93	4.16E+05	1.50E+04	8.8	1	7.3	2.2	0.35
37	BD_37	1.02E+04	1.30E+03	138	15	102	14	605	41	2.72E+05	1.50E+04	3.47	0.1	122	17	7.7
38	BD_38	53	17	1670	320	0.52	0.37	2509	64	4.04E+05	1.30E+04	17.5	1.3	0.7	0.23	7.6
39	BD_39	7.2	3.3	296	24	1.8	0.46	1710	100	4.21E+05	1.10E+04	5.33	0.18	0.073	0.068	0.0102
40	BD_40	7.7	2.7	362	15	5.75	0.58	4050	160	4.35E+05	1.40E+04	4.4	0.24	0.44	0.18	0.149
41	BD_41	-0.2	3.9	329	12	2.22	0.38	1420	42	4.06E+05	1.30E+04	7.26	0.26	0.037	0.05	0.0108

		La_ppm_m139_Int2SE	Ce_ppm_m140	Ce_ppm_m140_Int2SE	Pr_ppm_m141	Pr_ppm_m141_Int2SE	Nd_ppm_m146	Nd_ppm_m146_Int2SE	Sm_ppm_m147	Sm_ppm_m147_Int2SE	Eu_ppm_m153	Eu_ppm_m153_Int2SE	Gd_ppm_m157	Gd_ppm_m157_Int2SE	Tb_ppm_m159	Tb_ppm_m159_Int2SE	Dy_ppm_m163
1	BD_1	1	14.2	2	0.61	0.83	4.2	4.5	3.88	0.5	0.447	0.068	26	2	9.99	0.64	128.4
2	BD_2	0.013	14.56	0.44	0.258	0.027	4.48	0.33	10.95	0.67	1.45	0.14	65.9	1.9	21.95	0.64	263.3
3	BD_3	0.0078	9.3	1	0.0418	0.0097	1.18	0.11	2.81	0.31	0.5	0.054	20.2	1.8	7.34	0.58	90.8
4	BD_4	0.19	35	1.3	1.01	0.16	17.5	1	34.34	0.77	5.93	0.16	183.7	4.4	58.3	1	665
5	BD_5	0.46	22	2.5	0.478	0.094	3.06	0.45	3.96	0.58	1.09	0.19	23.1	2.7	8.01	0.88	100
6	BD_6	0.014	20.9	2.1	0.444	0.042	7.06	0.66	12.4	1.3	5.5	0.54	60.8	6	19.5	1.9	221
7	BD_7	0.64	24.7	3.5	1.31	0.24	14.3	1.9	21.1	2.4	3.51	0.48	110	13	36.5	3.9	413
8	BD_8	0.011	21.13	0.43	0.091	0.014	2.11	0.15	6.39	0.3	0.873	0.077	42.2	1.4	15.68	0.35	191.3
9	BD_9	0.009	3.82	0.13	0.168	0.024	3.52	0.26	7.48	0.39	1.71	0.13	41.4	1.7	13.79	0.65	156
10	BD_10	0.008	18.21	0.39	0.071	0.011	1.68	0.15	4.69	0.31	0.583	0.059	35.2	1.4	12.85	0.45	165
11	BD_11	0.98	15.2	2.5	1.01	0.4	7.5	2.1	9.9	1.1	1.48	0.13	54.4	3	18.58	0.71	217.9
12	BD_12	0.0096	22.48	0.79	0.31	0.035	5.31	0.58	13.3	1.1	2.06	0.19	83.2	5.4	28.1	1.8	327
13	BD_13	0.0061	10.58	0.67	0.091	0.019	2.24	0.42	6.15	0.91	0.72	0.11	40.2	4.8	14.7	1.6	183
14	BD_14	0.38	13.73	0.94	0.9	0.14	10.89	0.93	18.83	0.82	3.83	0.25	94.2	2.1	30.61	0.51	349.6
15	BD_15	0.14	9.21	0.49	0.279	0.059	3.56	0.47	6.74	0.53	0.941	0.055	41	2.8	14.22	0.89	173
16	BD_16	0.015	12.5	1.2	0.454	0.053	8.48	0.78	17.3	1.5	3.49	0.3	97.6	8.4	31.1	2.7	352
17	BD_17	0.0086	21.4	2.1	0.402	0.09	8	1.6	17.8	2.9	2.65	0.49	101	14	32.8	4.2	380
18	BD_18	0.008	19.73	0.51	0.098	0.013	2.25	0.098	5.55	0.21	1.044	0.058	40.94	0.93	14.96	0.4	189.8
19	BD_19	3.2	38.4	9.3	2.9	1.2	21.7	7.4	21.1	3.6	2.64	0.66	105	16	34.4	5.1	401
20	BD_20	0.016	13.1	1.2	0.509	0.034	9.65	0.52	18.87	0.61	3.99	0.27	105.5	2.1	33.84	0.63	380.3
21	BD_21	0.016	18.37	0.81	0.255	0.032	4.58	0.48	11	1.1	1.25	0.13	72.7	5.9	26.3	1.9	324
22	BD_22	0.025	17.6	1.7	0.778	0.085	14.1	1.6	26.9	2.7	5.29	0.58	138	14	41.9	4.1	475
23	BD_23	1.1	26.2	1.7	2.32	0.3	11.9	1.3	7.17	0.67	1.13	0.11	30.3	4.1	10	1.4	115
24	BD_24	0.019	15.06	0.54	0.523	0.036	10.17	0.48	19.38	0.91	4.37	0.19	103.9	3.2	34.3	1	382
25	BD_25	0.0091	15.1	1.4	0.16	0.022	3.61	0.59	9	1.3	1	0.14	57.7	6.9	20.5	2.5	246
26	BD_26	0.01	9.31	0.95	0.116	0.025	2.69	0.33	6.74	0.57	1.02	0.13	42.4	2.6	14.76	0.82	177.1
27	BD_27	0.14	13.8	0.77	0.235	0.062	1.96	0.27	3.2	0.22	0.408	0.053	22.95	0.87	8.74	0.23	111.6
28	BD_28	0.019	26	0.56	0.781	0.04	14.28	0.52	28.25	0.55	4.61	0.19	153.2	3.5	47.9	0.88	538.4
29	BD_29	0.37	11.5	1.3	0.37	0.15	2.68	0.85	3.69	0.43	0.331	0.048	25.1	1.6	9.87	0.56	130.4
30	BD_30	0.027	17.7	1.2	0.079	0.02	1.15	0.17	2.93	0.33	0.37	0.043	18.9	1.7	7.66	0.55	103
31	BD_31	0.085	59.5	1.5	1.956	0.085	25.15	0.86	38.4	1.5	9.73	0.27	182.4	6	60.2	1.7	703
32	BD_32	0.0054	9.91	0.41	0.0245	0.0065	0.61	0.076	2.03	0.14	0.247	0.031	17.8	0.72	7.07	0.27	97.1
33	BD_33	0.0098	13.2	1.1	0.24	0.028	4.47	0.65	10	1.3	1.91	0.25	63.5	7.4	21.8	2.5	257
34	BD_34	0.011	14	1.3	0.364	0.053	6.7	1.1	15.4	2.3	2.92	0.51	90	13	29.6	4.2	350
35	BD_35	3.4	32.8	8	2.6	1.1	15.6	5.5	13.9	2.1	2.16	0.17	69.8	4.3	22.9	1.2	269
36	BD_36	0.1	19.7	1.9	0.197	0.037	3.22	0.35	8.13	0.59	1.23	0.11	50	3.2	17.3	1	210
37	BD_37	1	20.8	1.3	1.43	0.2	6.36	0.74	3.04	0.21	0.516	0.043	13.08	0.68	4.29	0.24	52.5
38	BD_38	3.2	36.1	7.5	2.15	0.87	12.5	4.7	6.41	0.98	0.478	0.071	38.28	0.93	15.16	0.31	208.2
39	BD_39	0.0087	11.76	0.49	0.0595	0.0097	1.76	0.16	4.93	0.49	0.613	0.062	32.4	2.7	11.91	0.92	148.7
40	BD_40	0.037	14.21	0.99	0.624	0.059	10.05	0.51	21.32	0.85	4.25	0.16	114.9	4.5	35.3	1	408
41	BD_41	0.0094	12.92	0.36	0.041	0.011	1.19	0.12	3.17	0.19	0.387	0.042	24.33	0.73	9.21	0.31	120.4

		Dy_ppm_m163_Int25E	Ho_ppm_m165	Ho_ppm_m165_Int25E	Er_ppm_m166	Er_ppm_m166_Int25E	Tm_ppm_m169	Tm_ppm_m169_Int25E	Yb_ppm_m172	Yb_ppm_m172_Int25E	Lu_ppm_m175	Lu_ppm_m175_Int25E	Hf_ppm_m178	Hf_ppm_m178_Int25E	Ta_ppm_m181	Ta_ppm_m181_Int25E	Th_ppm_m232	Th_ppm_m232_Int25E	U_ppm_m238
1	BD_1	9.4	54.3	3.9	248	16	53.9	3.3	500	32	101.7	7.1	10470	190	2.544	0.091	170.5	8.4	487
2	BD_2	7.1	99	2.6	427	12	85.6	2.9	742	17	142.8	4.3	9840	210	1.38	0.072	295	12	550
3	BD_3	7.1	35.5	2.8	153	11	31.2	2.2	277	20	55.7	3.8	7540	260	1.06	0.1	199	29	296
4	BD_4	12	238.5	5.1	952	21	184.5	4.5	1539	32	284.9	6.5	8090	260	1.826	0.076	683	18	932
5	BD_5	11	40.5	4.1	186	19	41.7	4.3	396	42	83	9	7740	380	1.353	0.062	490	79	521
6	BD_6	20	83.4	7.5	370	33	80	6.7	777	63	164	12	5990	170	0.684	0.041	535	62	608
7	BD_7	42	150	14	618	55	121	10	1019	82	192	15	8330	460	1.467	0.089	513	76	696
8	BD_8	3.6	75.3	1.7	324.7	6.5	66.1	1.4	588	13	115.2	2.3	8930	290	2.794	0.077	356	25	662
9	BD_9	6.1	58.6	2.2	245.7	9.1	48.4	1.5	421	14	82	3	6780	180	0.449	0.033	85.5	3.3	177.3
10	BD_10	5.2	66.2	2	287.9	8.4	59.3	2	532	19	104.4	3	9400	270	3.007	0.073	284.1	4.5	643.5
11	BD_11	5.8	82.3	2	340.5	9	68.3	1.8	581	13	112.3	2.8	8490	420	1.004	0.053	178.1	5.2	374.1
12	BD_12	20	123.5	7.8	517	31	103.8	6.2	905	54	172.2	9.4	8140	310	2.38	0.12	689	41	909
13	BD_13	18	72	6.8	317	28	65.4	5.2	573	44	111.9	8.4	9570	400	1.67	0.096	207	24	471
14	BD_14	6.7	126.2	1.7	523.8	6.9	102.3	1.4	881	12	166	2.5	7500	300	0.983	0.064	263.8	6.2	452
15	BD_15	10	67.9	3.9	291	14	61	3.1	538	25	105.4	4.3	8340	260	1.188	0.039	164	10	358
16	BD_16	28	128	10	523	42	103.1	8.2	863	67	167	12	7190	200	0.987	0.084	280	27	441
17	BD_17	46	141	16	575	64	114	12	961	98	182	19	8720	630	1.48	0.1	424	52	689
18	BD_18	6.1	73.1	2.3	326	13	69.1	3.1	616	29	119.1	5	8400	390	2.87	0.18	832	32	1004
19	BD_19	57	147	19	607	71	121	14	1000	110	188	20	8670	510	1.687	0.054	440	53	706
20	BD_20	8.6	137.7	3.5	558	14	111	3.3	952	29	177.2	4.8	7500	400	1.011	0.09	313	21	483
21	BD_21	19	129.2	8.1	579	34	123.6	6.7	1120	58	219	13	7450	250	2.87	0.1	416	45	837
22	BD_22	47	169	16	684	67	132	13	1090	100	206	19	7010	180	0.982	0.078	394	40	498
23	BD_23	15	43.1	5.5	186	23	38.1	4.5	341	39	67.5	7.8	4260	340	0.999	0.087	192	27	302
24	BD_24	10	142.8	3.4	602	15	120.9	2.9	1064	28	205	4.7	7310	280	0.94	0.044	331	11	434
25	BD_25	28	95	11	410	46	82.7	8.8	719	76	139	14	9050	310	1.53	0.15	324	45	620
26	BD_26	8.8	68.2	3.8	288	15	59	3.1	520	29	99.7	5	9290	480	1	0.12	159	14	344
27	BD_27	3	45.15	0.96	205	3.9	42.4	1	380.6	8.3	73.8	1.3	9320	200	2.283	0.077	170.3	4.6	435
28	BD_28	8.1	192.4	3.4	782.6	8.4	151.2	3	1299	27	236	4	7960	220	1.652	0.05	564	11	803
29	BD_29	7.1	53	2.7	239	11	50.8	2.5	452	21	88.7	3.6	10720	400	1.558	0.06	151	10	428
30	BD_30	7.8	42.8	3.2	197	15	43.4	3.3	406	31	85.2	6.2	9450	170	2.15	0.14	274	15	536
31	BD_31	17	261.1	6.3	1139	21	240.5	4.2	2184	36	430.5	6.8	6840	210	1.632	0.054	897	13	911
32	BD_32	3.1	40.5	1.3	188.7	5.9	41.5	1.3	378	12	76.2	2.4	10360	240	2.72	0.081	201.3	3.5	552.6
33	BD_33	28	98	11	412	45	82.1	8.7	716	76	140	14	7290	160	1.373	0.078	274	26	505
34	BD_34	48	129	17	537	70	107	14	930	120	174	22	8250	130	1.281	0.071	307	41	550
35	BD_35	14	99.1	4.7	425	18	85	3.7	731	31	141.8	5.9	7690	290	1.648	0.062	473	24	631
36	BD_36	12	77.6	4.6	333	19	66.9	4	572	35	109.8	6	9020	240	2.06	0.19	434	56	602
37	BD_37	3	21	1.3	97.1	6.7	21.3	1.5	196	14	41.5	3.3	5120	270	0.648	0.035	52	2.8	100.8
38	BD_38	5.1	85.9	2.1	388.8	9	82.4	2.2	746	20	146.9	3.8	10470	300	6.29	0.26	706	51	1559
39	BD_39	9.9	58.6	3.7	261	17	53.7	3.1	472	26	92.3	4.6	9370	250	1.723	0.069	175	12	419
40	BD_40	14	146.7	5.6	604	21	118.3	4.7	1016	41	189.7	7.1	7430	260	1.089	0.083	321	15	500
41	BD_41	3.9	48.6	1.3	218.7	7.3	44.7	1.5	393	11	78	2.3	9350	230	2.378	0.092	268.8	3.1	575.1

		U_ppm_m238_Int25E	IntStdWv	IntStdWv_Int25E	Al_ppm_m27_LOD	P_ppm_m31_LOD	Ti_ppm_m49_LOD	Y_ppm_m89_LOD	Zr_ppm_m91_LOD	Nb_ppm_m93_LOD	Ba_ppm_m137_LOD	La_ppm_m139_LOD	Ce_ppm_m140_LOD	Pr_ppm_m141_LOD
1	BD_1	24	15.2	1	53.052	8.2615	2.1389	2.4065	4.1015	2.5469	2.3035	2.2965	2.506	2.1765
2	BD_2	12	15.2	1	8.2892	6.9122	0.52125	16.201	2339.8	0.088401	0.14459	0.021371	0.20674	0.010951
3	BD_3	36	15.2	1	140.61	7.8881	0.97288	0.17842	12.187	0.039397	1.1685	0.067543	0.12638	0.012825
4	BD_4	23	15.2	1	5.5531	7.607	0.56071	6.3567	1874.6	0.029515	0.11869	0.018002	0.043663	0.01138
5	BD_5	62	15.2	1	5.3287	6.4575	0.66973	1.6967	1818.8	0.028307	0.089173	0.017322	0.10978	0.0088948
6	BD_6	46	15.2	1	10.365	5.2292	0.4795	13.669	1813.9	0.03611	0.13128	0.015106	0.19315	0.0088897
7	BD_7	48	15.2	1	4.3702	5.9474	0.56247	13.995	1814.3	0.030413	0.086807	0.015012	0.074005	0.0090161
8	BD_8	13	15.2	1	6.4632	6.4113	0.65226	39.506	2075	0.07302	0.11558	0.031018	0.20715	0.019877
9	BD_9	7	15.2	1	6.7631	8.8786	0.63904	20.481	2173.3	0.10287	0.1365	0.11477	0.4784	0.032814
10	BD_10	8.7	15.2	1	5.3557	5.9702	0.60135	16.621	1636.7	0.033654	0.12709	0.017592	0.037246	0.010197
11	BD_11	9.5	15.2	1	5.6337	6.4176	0.56664	13.187	1713	0.06816	0.1011	0.042935	0.21567	0.015903
12	BD_12	24	15.2	1	5.8539	6.1451	0.60811	18.486	1785	0.036152	0.096369	0.013609	0.054652	0.0099399
13	BD_13	35	15.2	1	4.0346	5.4786	0.54636	14.92	1418.5	0.080283	0.11841	0.01497	0.12039	0.0085309
14	BD_14	19	15.2	1	4.8541	6.1928	0.61578	16.942	1591	0.030283	0.098558	0.015382	0.072278	0.010355
15	BD_15	16	15.2	1	5.966	6.419	0.55702	30.941	1716.9	0.030533	0.097208	0.015873	0.088039	0.010325
16	BD_16	39	15.2	1	5.631	7.2251	0.63215	12.395	1898.5	0.036093	0.1236	0.014723	0.046947	0.0090755
17	BD_17	60	15.2	1	4.4464	5.9345	0.58263	21.154	1816.8	0.037652	0.07845	0.013404	0.068499	0.011894
18	BD_18	15	15.2	1	4.6331	4.5114	0.54345	34.517	1788.2	0.036107	0.094551	0.011615	0.14558	0.009611
19	BD_19	32	15.2	1	5.4472	4.5812	0.62859	14.029	1539.3	0.063141	0.075062	0.013169	0.17055	0.0087905
20	BD_20	42	15.2	1	5.5235	9.9578	0.61052	207.51	1985.6	0.080411	0.17091	0.06624	0.44461	0.044295
21	BD_21	61	15.2	1	68.879	7.6881	2.4941	2.926	4.353	2.7055	2.799	2.7474	2.4953	2.5494
22	BD_22	42	15.2	1	5.2531	7.0276	0.51524	37.698	2097.8	0.047638	0.11111	0.01383	0.17383	0.014433
23	BD_23	32	15.2	1	7.4342	6.6616	0.63358	8.6937	1645	0.051124	0.27044	0.017069	0.03015	0.0097704
24	BD_24	11	15.2	1	58.465	5.4707	0.8745	24.957	1514.7	0.051866	0.68067	0.048266	0.26345	0.012876
25	BD_25	73	15.2	1	7.3554	14.927	0.6645	15.515	1850.5	0.031706	0.097433	0.16809	0.50632	0.072039
26	BD_26	30	15.2	1	5.165	5.7056	0.55589	28.477	1940.4	0.047881	0.083762	0.02066	0.14755	0.01213
27	BD_27	10	15.2	1	5.7224	7.106	0.71364	15.55	1882.5	0.027099	0.13057	0.014094	0.031248	0.010826
28	BD_28	18	15.2	1	6.2404	7.2443	0.69655	13.194	2011.2	0.061835	0.076746	0.01878	0.13583	0.013162
29	BD_29	19	15.2	1	4.8294	5.5767	0.58182	32.45	1701.3	0.045885	0.11646	0.015663	0.17368	0.0095827
30	BD_30	29	15.2	1	6.3602	8.2888	0.68145	13.564	1702.4	0.035806	0.12457	0.031679	0.15225	0.013674
31	BD_31	23	15.2	1	5.8255	5.9032	0.48271	4.5621	1094.2	0.033264	0.11095	0.010717	0.051361	0.0084638
32	BD_32	8.7	15.2	1	4.1873	8.2618	0.53977	69.946	1686.6	0.10126	0.13385	0.021965	0.47441	0.023382
33	BD_33	44	15.2	1	6.4316	6.4826	0.71485	7.9988	1779.6	0.060566	0.1131	0.014161	0.064684	0.010888
34	BD_34	58	15.2	1	5.5583	6.0253	0.61228	16.889	1810.2	0.050079	0.12847	0.014252	0.092206	0.0073555
35	BD_35	21	15.2	1	5.9656	7.221	0.59463	19.16	2206.8	0.05121	0.14344	0.01489	0.093111	0.016734
36	BD_36	53	15.2	1	6.161	4.4071	0.51416	15.276	1576.6	0.050004	0.11381	0.02318	0.12513	0.009108
37	BD_37	7.6	15.2	1	5.6426	6.2021	0.52761	1.2555	1564.4	0.02796	0.088793	0.013856	0.089807	0.0072065
38	BD_38	72	15.2	1	8.3436	6.18	0.56449	6.2557	1619.8	0.033407	0.17113	0.013185	0.064583	0.008934
39	BD_39	19	15.2	1	6.1379	5.2594	0.65479	15.49	1016	0.1235	0.11176	0.015233	0.10227	0.012492
40	BD_40	23	15.2	1	6.1896	6.8462	0.63832	9.3281	2025.5	0.054275	0.10695	0.014976	0.063437	0.0098907
41	BD_41	8.6	15.2	1	46.48	5.9424	2.1969	1.9255	3.9316	1.9061	1.6653	1.6268	1.7268	1.8325

		Nd_ppm_m146_LOD	Sm_ppm_m147_LOD	Eu_ppm_m153_LOD	Gd_ppm_m157_LOD	Tb_ppm_m159_LOD	Dy_ppm_m163_LOD	Ho_ppm_m165_LOD	Er_ppm_m166_LOD	Tm_ppm_m169_LOD	Yb_ppm_m172_LOD
1	BD_1	2.0741	2.0735	2.365	1.9567	1.9528	2.0781	1.8319	1.8603	1.6771	2.0652
2	BD_2	0.073098	0.081016	0.023752	0.42486	0.099315	1.1408	0.55268	2.2224	0.46171	4.0719
3	BD_3	0.076568	0.065207	0.022212	0.089708	0.0082855	0.04079	0.012324	0.041465	0.0074998	0.08623
4	BD_4	0.062307	0.053283	0.014858	0.11612	0.047992	0.47236	0.16934	0.65706	0.1829	1.5496
5	BD_5	0.042817	0.043995	0.025876	0.10003	0.01269	0.093089	0.045494	0.14023	0.04146	0.34573
6	BD_6	0.056417	0.079835	0.030169	0.16821	0.072891	0.84866	0.39372	1.6931	0.33552	3.5028
7	BD_7	0.050719	0.053312	0.043142	0.26561	0.098616	0.93516	0.3835	1.5882	0.33701	3.9484
8	BD_8	0.10906	0.21585	0.053739	0.87775	0.29016	3.1586	1.1195	4.6183	0.82929	7.0783
9	BD_9	0.15913	0.1308	0.017341	0.33395	0.11436	1.7712	0.69617	2.4608	0.49099	4.3552
10	BD_10	0.062973	0.077554	0.036026	0.36122	0.13144	1.5136	0.5055	2.1631	0.44341	3.1302
11	BD_11	0.14125	0.078458	0.020695	0.21104	0.069128	0.82136	0.38618	1.5646	0.31916	2.9592
12	BD_12	0.060731	0.062366	0.019158	0.53262	0.12987	1.5941	0.59337	2.2295	0.394	3.5317
13	BD_13	0.06242	0.069786	0.025416	0.36956	0.084608	1.3366	0.50992	1.9885	0.36961	3.8651
14	BD_14	0.060721	0.064892	0.0209	0.2158	0.11695	1.2903	0.43435	1.8268	0.37956	4.1208
15	BD_15	0.076115	0.082678	0.060401	0.74557	0.21489	2.6678	0.97011	4.0826	0.64295	5.7539
16	BD_16	0.051676	0.037849	0.017771	0.20083	0.062988	1.0324	0.37539	1.5023	0.32059	2.887
17	BD_17	0.074991	0.11092	0.018715	0.49121	0.17683	2.1626	0.61677	2.8043	0.51687	4.3216
18	BD_18	0.11863	0.21254	0.031105	0.9603	0.24833	3.4413	1.2984	3.9438	0.92438	7.6523
19	BD_19	0.06058	0.064907	0.022207	0.21212	0.093758	1.0902	0.52004	1.873	0.42653	3.3343
20	BD_20	0.39006	0.48471	0.075601	1.9629	0.4883	5.1716	1.7138	6.3902	1.1068	10.602
21	BD_21	2.2508	2.4986	2.6534	2.2759	2.5785	2.2041	2.3554	2.0385	2.0944	2.1522
22	BD_22	0.065271	0.2202	0.021154	0.87207	0.34887	3.5368	1.1293	4.7294	1.0912	8.6632
23	BD_23	0.05133	0.0582	0.017885	0.27406	0.060525	0.69851	0.22849	1.035	0.18838	1.7542
24	BD_24	0.12309	0.15155	0.022683	0.6415	0.17136	2.6526	0.79563	3.5148	0.62655	5.7387
25	BD_25	0.41064	0.13987	0.028266	0.34704	0.15673	1.2469	0.43757	1.8924	0.40126	3.5151
26	BD_26	0.07931	0.18208	0.022576	0.81449	0.21548	2.7063	0.8873	3.5514	0.78343	6.206
27	BD_27	0.072998	0.053806	0.021035	0.26477	0.12184	1.0383	0.40566	1.6709	0.40577	3.0604
28	BD_28	0.056763	0.056546	0.014101	0.20364	0.067909	0.71211	0.31218	1.6748	0.30009	2.7861
29	BD_29	0.07693	0.24001	0.032861	0.62872	0.24386	2.662	1.0133	5.1373	0.78885	5.8547
30	BD_30	0.058105	0.058664	0.020071	0.29825	0.088404	1.4044	0.4842	1.7946	0.37821	3.459
31	BD_31	0.0523	0.050104	0.01312	0.12034	0.031277	0.34977	0.12149	0.56934	0.13361	1.2116
32	BD_32	0.24253	0.44191	0.089833	1.8541	0.42603	5.182	1.7588	7.5079	1.6655	14.188
33	BD_33	0.060988	0.045388	0.012468	0.17693	0.058623	0.56511	0.26971	1.2001	0.25587	2.8048
34	BD_34	0.061101	0.066923	0.028533	0.36514	0.11961	1.3608	0.5536	2.1015	0.43113	3.8896
35	BD_35	0.084613	0.053754	0.021723	0.44291	0.1367	1.6943	0.6382	2.517	0.4727	4.5431
36	BD_36	0.085144	0.065863	0.024672	0.30845	0.12701	1.3332	0.38078	2.2459	0.50453	4.0155
37	BD_37	0.049817	0.038058	0.018334	0.081784	0.01417	0.11914	0.025594	0.1183	0.031376	0.25074
38	BD_38	0.044558	0.061468	0.022131	0.075527	0.03218	0.26724	0.15177	0.81268	0.19297	1.7445
39	BD_39	0.045184	0.068674	0.022874	0.29546	0.085705	1.0324	0.48457	2.1812	0.38974	3.7813
40	BD_40	0.05228	0.049946	0.021139	0.1616	0.054511	0.78636	0.33371	1.1198	0.28932	2.2589
41	BD_41	1.5193	1.9159	1.925	1.5849	1.5529	1.6258	1.6314	1.4735	1.4798	1.3949

		Lu_ppm_m175_LOD	Hf_ppm_m178_LOD	Ta_ppm_m181_LOD	Th_ppm_m232_LOD	U_ppm_m238_LOD	IntStdWv_LOD
1	BD_1	1.9314	2.2924	1.8993	1.8939	1.6133	0
2	BD_2	0.7912	63.916	0.022773	2.7654	4.9936	0
3	BD_3	0.0064655	1.1462	0.014221	0.022733	0.19255	0
4	BD_4	0.22182	45.062	0.011077	0.52638	0.94416	0
5	BD_5	0.053156	35.581	0.0070881	0.038445	1.3779	0
6	BD_6	0.86486	42.049	0.012711	3.8395	3.7743	0
7	BD_7	0.76441	35.639	0.011891	1.5905	2.335	0
8	BD_8	1.3426	45.305	0.014026	3.3199	3.6786	0
9	BD_9	0.903	52.481	0.023548	3.7835	4.7742	0
10	BD_10	0.65302	37.785	0.012194	0.63401	1.147	0
11	BD_11	0.57837	44.83	0.023159	1.7771	3.0748	0
12	BD_12	0.68992	41.972	0.011222	0.81496	1.701	0
13	BD_13	0.68525	28.916	0.020157	2.9591	3.0368	0
14	BD_14	0.72482	47.115	0.010225	1.1105	1.8762	0
15	BD_15	1.226	40.161	0.011881	1.3442	2.0547	0
16	BD_16	0.56024	51.094	0.01192	0.68761	1.4215	0
17	BD_17	0.95097	37.082	0.012964	1.1381	1.7099	0
18	BD_18	1.5745	38.693	0.014709	2.2074	3.2813	0
19	BD_19	0.75608	45.982	0.020408	4.8973	4.3753	0
20	BD_20	7.9513	40.111	0.016799	2.9167	4.4975	0
21	BD_21	2.3349	2.2835	1.8895	1.7865	1.7483	0
22	BD_22	1.6525	39.873	0.016785	2.9681	4.6458	0
23	BD_23	0.30284	36.733	0.0085013	0.34	0.93302	0
24	BD_24	0.98648	35.243	0.012376	2.6867	3.3955	0
25	BD_25	0.73752	38.183	0.010615	0.7093	0.88745	0
26	BD_26	1.2346	46.59	0.010941	2.1137	3.2475	0
27	BD_27	0.59612	41.529	0.010825	0.59501	1.1849	0
28	BD_28	0.47738	59.141	0.012343	1.2177	2.5357	0
29	BD_29	1.3844	36.78	0.012613	2.8555	3.9265	0
30	BD_30	0.58074	58.7	0.01421	0.78701	2.0903	0
31	BD_31	0.25372	36.006	0.01113	0.69972	1.152	0
32	BD_32	2.8007	38.004	0.013144	4.7716	3.6888	0
33	BD_33	0.47256	54.718	0.013158	1.213	3.1074	0
34	BD_34	0.68358	43.329	0.014084	1.5423	2.5157	0
35	BD_35	0.70947	55.289	0.015473	1.2805	2.7096	0
36	BD_36	0.76087	39.237	0.013066	2.3001	2.6602	0
37	BD_37	0.058097	26.977	0.010712	0.036945	1.2613	0
38	BD_38	0.33119	34.412	0.012079	0.3553	0.60703	0
39	BD_39	0.71097	35.131	0.023867	2.8035	6.2366	0
40	BD_40	0.53912	55.132	0.011837	0.71651	1.5646	0
41	BD_41	1.3455	1.8627	1.4027	1.4307	1.023	0

		Al_ppm_m27	Al_ppm_m27_Int2SE	P_ppm_m31	P_ppm_m31_Int2SE	Ti_ppm_m49	Ti_ppm_m49_Int2SE	Y_ppm_m89	Y_ppm_m89_Int2SE	Zr_ppm_m91	Zr_ppm_m91_Int2SE	Nb_ppm_m93	Nb_ppm_m93_Int2SE	Ba_ppm_m137	Ba_ppm_m137_Int2SE	La_ppm_m139
42	BD_42	5.8	3.5	311	64	2.04	0.44	1549	22	4.24E+05	1.30E+04	8.33	0.61	0.09	0.066	0.58
43	BD_43	-0.3	6.6	2000	370	4.16	0.73	4390	220	3.79E+05	6.10E+03	7.86	0.67	-0.011	0.069	11.4
44	BD_44	1940	680	276	12	11.7	3.4	1150	140	3.92E+05	7.40E+03	3.87	0.25	23.2	7.7	0.71
45	BD_45	7.4	4.8	229	24	3.4	1.1	2630	120	4.90E+05	1.40E+04	3.67	0.31	0.02	0.11	0.263
46	BD_46	6.4	3.8	486	52	2.31	0.26	1662	35	4.48E+05	9.70E+03	9.01	0.22	-0.025	0.07	2.27
47	BD_47	2.6	2.9	278	11	3.99	0.5	2962	56	4.17E+05	1.40E+04	3.439	0.095	0.004	0.043	0.0341
48	BD_48	5.8	3.3	310	15	2.28	0.35	3091	93	4.14E+05	1.20E+04	4.38	0.19	0.039	0.038	0.0078
49	BD_49	7	3.4	336	21	2.56	0.46	1193	29	4.02E+05	7.70E+03	5.18	0.18	0.061	0.065	0.051
50	BD_50	4	3.6	344	31	2.61	0.6	3580	460	4.53E+05	1.30E+04	5.7	0.5	0.021	0.046	0.022
51	BD_51	6.2	3.4	310	25	1.98	0.51	2640	270	3.84E+05	1.10E+04	3.91	0.43	0.035	0.077	0.013
52	BD_52	6.90E+03	1.70E+03	260	20	60	14	1930	300	3.35E+05	3.20E+04	4.38	0.27	69	17	3.73
53	BD_53	4.3	3.4	427	33	3.59	0.8	5060	710	4.84E+05	1.30E+04	8.24	0.84	0.034	0.065	0.068
54	BD_54	7.9	4	297	12	2.83	0.47	1941	39	4.46E+05	1.40E+04	9.16	0.26	0.019	0.039	0.013
55	BD_55	6.7	3.3	277	12	1.75	0.37	1613	45	4.56E+05	1.40E+04	9.49	0.59	-0.012	0.062	0.039
56	BD_56	7.7	4.3	390	11	5.56	0.6	2207	94	4.01E+05	1.10E+04	8.41	0.63	-0.024	0.039	0.01
57	BD_57	73	42	836	53	4.89	0.75	3440	350	4.52E+05	1.00E+04	4.84	0.56	0.97	0.56	7.6
58	BD_58	13	3.9	523	24	3.18	0.34	2130	37	4.14E+05	1.40E+04	10.22	0.27	0.15	0.059	0.92
59	BD_59	10.5	2.5	420	20	3.16	0.42	3770	410	4.18E+05	1.30E+04	8.05	0.44	0.027	0.041	0.031
60	BD_60	5.40E+03	1.20E+03	2150	850	43.3	7.4	2210	110	3.51E+05	2.50E+04	11.36	0.24	61	13	26
61	BD_61	-1.7	4.4	330	19	2.35	0.52	1770	100	3.97E+05	7.70E+03	2.77	0.23	-0.019	0.06	0.0072
62	BD_62	0.1	4.3	191	22	2.49	0.53	1299	34	4.50E+05	1.70E+04	2.06	0.12	0.019	0.053	-0.0015
63	BD_63	5.1	2.9	599	61	2.88	0.51	4730	260	4.38E+05	1.50E+04	6.42	0.44	0.015	0.052	0.67
64	BD_64	5.9	2.6	1038	31	6.39	0.62	7710	150	4.16E+05	1.20E+04	6.59	0.18	0.007	0.059	0.168
65	BD_65	5.4	3.8	312	11	3.96	0.44	2414	90	4.30E+05	1.30E+04	1.99	0.11	0.011	0.044	0.0187

		La_ppm_m139_Int2SE	Ce_ppm_m140	Ce_ppm_m140_Int2SE	Pr_ppm_m141	Pr_ppm_m141_Int2SE	Nd_ppm_m146	Nd_ppm_m146_Int2SE	Sm_ppm_m147	Sm_ppm_m147_Int2SE	Eu_ppm_m153	Eu_ppm_m153_Int2SE	Gd_ppm_m157	Gd_ppm_m157_Int2SE	Tb_ppm_m159	Tb_ppm_m159_Int2SE	Dy_ppm_m163
42	BD_42	0.93	15.1	2.1	0.26	0.29	2.2	1.6	4.18	0.49	0.502	0.064	27.26	0.95	10.28	0.23	133.4
43	BD_43	3.9	53	10	4.6	1.4	30.2	7.2	25.1	2.2	4.1	0.21	121.3	7.9	38	2	435
44	BD_44	0.26	8.74	0.61	0.249	0.058	1.72	0.35	3.14	0.67	0.385	0.093	21	3.9	7.7	1.2	101
45	BD_45	0.072	10.96	0.73	0.396	0.044	5.28	0.3	11.3	1	2.02	0.13	65.6	4.2	21	1.6	247
46	BD_46	0.48	23.3	1.1	0.84	0.17	5.53	0.91	4.59	0.36	0.485	0.059	29.9	1	11.24	0.24	141.1
47	BD_47	0.0097	10.5	0.24	0.338	0.018	6.43	0.28	13.39	0.5	2.75	0.13	79.3	1.7	25.44	0.5	294.4
48	BD_48	0.007	14.53	0.55	0.272	0.031	5.38	0.36	12.79	0.59	1.92	0.15	74.9	3.3	25.31	0.94	295
49	BD_49	0.024	18.58	0.5	0.06	0.011	1.08	0.11	2.7	0.21	0.419	0.04	19.24	0.79	7.44	0.2	99.1
50	BD_50	0.017	24.1	2.4	0.458	0.096	8.8	1.7	16.8	2.9	2.47	0.35	94	14	30.1	4.4	352
51	BD_51	0.016	12.7	1.5	0.218	0.055	4.52	0.93	10.9	1.9	1.53	0.3	62.5	9.9	21.1	3	248
52	BD_52	0.83	15.72	0.85	1.02	0.15	7.46	0.51	9	1.4	1.71	0.2	48.6	8	16.1	2.5	184
53	BD_53	0.021	28.1	3.8	0.61	0.11	10.5	1.7	22.4	3.7	3.91	0.41	130	20	42.5	7	493
54	BD_54	0.013	19.54	0.41	0.08	0.014	1.92	0.16	5.42	0.2	0.948	0.049	39.6	1.4	14.19	0.34	176.8
55	BD_55	0.013	13.85	0.36	0.045	0.012	0.97	0.14	3.06	0.23	0.394	0.051	24.46	0.53	9.68	0.28	131.7
56	BD_56	0.015	17.67	0.86	0.124	0.014	2.4	0.21	7.09	0.45	1.431	0.098	50.2	2.5	17.44	0.88	206
57	BD_57	1.2	29.3	3.9	3.1	0.43	21.8	3.3	21	3	3.47	0.48	98	13	30.6	4.3	352
58	BD_58	0.37	22.2	1.4	0.41	0.14	3.29	0.73	5.44	0.34	0.672	0.042	37.93	0.97	14.41	0.35	185
59	BD_59	0.011	22.3	1.5	0.338	0.067	6.6	1.2	14.3	2.2	2.37	0.37	91	12	30.7	3.9	360
60	BD_60	12	84	28	8.5	3.8	33	15	15.4	4.2	1.69	0.29	58.1	5.9	18.4	1.3	204
61	BD_61	0.0089	6.86	0.54	0.152	0.024	2.91	0.29	6.63	0.62	1.18	0.14	39.7	3.2	13.9	1	163
62	BD_62	0.007	5.36	0.25	0.11	0.02	2.05	0.21	4.81	0.31	0.886	0.09	29.17	0.83	9.86	0.28	120.3
63	BD_63	0.23	23.6	2	0.79	0.1	11.69	0.86	23.7	1.6	3.63	0.27	129.9	8.7	42.2	2.6	480
64	BD_64	0.022	68.2	1.1	1.881	0.069	29.81	0.65	49.4	1	15	0.26	214.4	4.1	66.5	1.1	725
65	BD_65	0.0094	13.02	0.62	0.291	0.025	5.01	0.21	9.63	0.54	2.83	0.13	49.8	2.2	17.06	0.77	202.7

		Dy_ppm_m163_Int2SE	Ho_ppm_m165	Ho_ppm_m165_Int2SE	Er_ppm_m166	Er_ppm_m166_Int2SE	Tm_ppm_m169	Tm_ppm_m169_Int2SE	Yb_ppm_m172	Yb_ppm_m172_Int2SE	Lu_ppm_m175	Lu_ppm_m175_Int2SE	Hf_ppm_m178	Hf_ppm_m178_Int2SE	Ta_ppm_m181	Ta_ppm_m181_Int2SE	Th_ppm_m232	Th_ppm_m232_Int2SE	U_ppm_m238
42	BD_42	2.2	53.4	1.1	238.5	4.1	49.9	1.2	451	15	87.9	2.9	9520	260	2.4	0.17	190	9.6	475
43	BD_43	26	156	7.9	644	27	124.5	5.7	1070	55	203.1	9.3	7030	140	1.706	0.089	587	22	730
44	BD_44	15	40.3	5.2	181	21	39.4	4.7	346	34	70.2	7.4	9350	210	1.218	0.045	100	19	278
45	BD_45	18	94	5.9	400	19	79.6	4.7	700	34	130.4	6.8	8820	320	1.147	0.09	186	16	382
46	BD_46	3	57.1	1.2	254.8	7.8	53.2	1.3	466.8	9.2	91.2	1.9	10230	280	2.97	0.1	324.1	6	678
47	BD_47	5.8	106.5	1.8	444.7	8.5	87.4	1.9	746	15	141.1	2.8	7550	200	0.897	0.031	233.7	4.2	383.1
48	BD_48	11	110.7	3.7	473	14	94.3	2.9	804	23	152.4	4.1	8510	330	1.259	0.071	309	12	560
49	BD_49	2.3	39.63	0.74	186.6	4.5	40.2	1.2	370.2	7.8	76.3	1.6	9240	120	1.971	0.058	337.1	7.4	576
50	BD_50	47	128	17	538	68	108	13	910	110	170	19	8900	250	1.47	0.082	423	60	638
51	BD_51	32	94	11	402	40	77.4	6.8	678	60	134	10	8290	290	1.177	0.062	291	39	501
52	BD_52	29	65.6	9.5	277	40	56	8.4	474	69	91	12	5740	550	0.96	0.1	176	26	303
53	BD_53	76	182	28	740	100	150	22	1270	190	232	34	8850	350	2.02	0.23	560	100	860
54	BD_54	4.3	68.4	1.4	298.4	5.6	61.9	1.4	541	8.1	104.7	2.1	9490	320	2.789	0.09	408	13	704
55	BD_55	3	54.3	1.5	248.4	7.7	53.1	2.2	487	21	99.5	4.8	10410	240	2.99	0.089	196	6.2	549
56	BD_56	8.7	78.1	3.6	328	14	64.7	2.8	563	25	112.2	5.2	7210	190	2.33	0.14	647	41	748
57	BD_57	44	129	15	534	63	106	11	905	88	170	17	7830	290	1.11	0.11	273	38	470
58	BD_58	3.9	74	1.6	332.3	5.5	68.4	1.3	602	12	121.6	2.2	9150	310	3.165	0.087	320.8	5	790
59	BD_59	44	134	16	568	64	113	12	966	99	185	17	8090	240	2.07	0.13	514	29	770
60	BD_60	11	75.6	4.1	319	18	63.5	3.3	547	27	104.7	5	6990	480	2.79	0.11	727	27	830
61	BD_61	12	61.8	3.9	265	16	53.6	3.4	470	26	91.4	4.6	7420	190	0.848	0.067	140	11	283
62	BD_62	2.6	45.5	1.2	199	4.2	40.5	0.92	362.4	6.1	70.5	1.3	8480	330	0.729	0.048	86.6	3.6	214.9
63	BD_63	30	174	11	719	43	139.1	7.7	1177	68	222	12	7800	300	1.56	0.098	479	37	727
64	BD_64	14	260.3	5.1	1085	22	229.9	5.1	2058	36	402.9	7	7300	210	1.134	0.046	1297	26	895
65	BD_65	9.2	78.4	3.1	358	16	78.5	3.4	740	34	153.7	6.2	7650	290	0.752	0.054	195	11	328

		U_ppm_m238_Int2SE	IntStdWv	IntStdWv_Int2SE	Al_ppm_m27_LOD	P_ppm_m31_LOD	Ti_ppm_m49_LOD	Y_ppm_m89_LOD	Zr_ppm_m91_LOD	Nb_ppm_m93_LOD	Ba_ppm_m137_LOD	La_ppm_m139_LOD	Ce_ppm_m140_LOD	Pr_ppm_m141_LOD
42	BD_42	14	15.2	1	5.1862	5.3322	0.47115	9.2637	1642.5	0.068835	0.096163	0.019145	0.096347	0.0089608
43	BD_43	33	15.2	1	8.4506	16.008	0.73169	40.684	2493.3	0.07601	0.11429	0.21926	0.71022	0.07603
44	BD_44	20	15.2	1	5.803	10.992	0.50247	27.939	1712.1	0.052198	0.078489	0.15057	0.48772	0.052215
45	BD_45	31	15.2	1	11.292	9.295	1.0843	52.718	2856.7	0.077125	0.16388	0.028218	0.24026	0.016356
46	BD_46	17	15.2	1	6.1789	7.2	0.65393	24.251	1924.9	0.087094	0.13309	0.015716	0.11315	0.010786
47	BD_47	6.4	15.2	1	5.3253	4.701	0.58814	10.893	1512.5	0.056321	0.11058	0.01123	0.10766	0.0092206
48	BD_48	24	15.2	1	6.0613	5.0073	0.62789	23.274	1769.1	0.028837	0.11062	0.013094	0.075413	0.0091613
49	BD_49	14	15.2	1	6.4936	7.4734	0.7081	25.668	2242.3	0.032244	0.12084	0.015419	0.098731	0.010284
50	BD_50	67	15.2	1	5.8092	6.5631	0.54278	10.894	1742.8	0.036922	0.094285	0.01964	0.15311	0.012394
51	BD_51	31	15.2	1	130.4	9.4362	1.1816	21.806	1630.7	0.051499	1.646	0.051083	0.29181	0.014783
52	BD_52	42	15.2	1	5.0772	5.4427	0.59307	31.905	1605.7	0.061671	0.10259	0.016238	0.11019	0.0099367
53	BD_53	130	15.2	1	8.4702	7.4745	0.66893	0.13678	2224.5	0.039217	0.18005	0.02779	0.021824	0.012469
54	BD_54	12	15.2	1	38.604	9.8518	0.82328	12.407	1822.4	0.052095	0.53902	0.13176	0.42162	0.049952
55	BD_55	10	15.2	1	5.8917	6.9618	0.72032	17.596	1885.2	0.10389	0.10405	0.013749	0.25455	0.0094463
56	BD_56	29	15.2	1	6.0947	7.6126	0.53245	11.077	2133.6	0.07594	0.11102	0.015907	0.098837	0.010121
57	BD_57	42	15.2	1	8.2411	6.5039	0.71817	25.187	2423.9	0.074936	0.13445	0.016195	0.17422	0.013551
58	BD_58	13	15.2	1	28.426	10.61	0.57506	11.685	1624.7	0.027872	0.36274	0.21038	0.63355	0.10786
59	BD_59	37	15.2	1	5.1497	6.572	0.55933	17.155	1660.1	0.0838	0.090295	0.013011	0.14247	0.0072859
60	BD_60	35	15.2	1	5.9086	6.7216	0.54118	11.995	1909.3	0.04814	0.082944	0.012954	0.072632	0.0081907
61	BD_61	18	15.2	1	75.463	6.0707	3.047	2.9909	6.9071	2.8367	2.915	3.0937	2.95	2.719
62	BD_62	5.3	15.2	1	6.5653	6.2658	0.62897	15.654	1919.8	0.044157	0.12001	0.019123	0.061491	0.0098845
63	BD_63	39	15.2	1	18.261	6.4702	0.57921	23.722	1651.5	0.040078	0.1735	0.017479	0.14083	0.012686
64	BD_64	20	15.2	1	5.6547	6.1111	0.55889	30.849	1773.2	0.062769	0.11209	0.013473	0.16108	0.0095248
65	BD_65	18	15.2	1	3.9516	6.8346	0.5672	59.627	1838.3	0.039228	0.093973	0.015266	0.46031	0.014235

		Nd_ppm_m146_LOD	Sm_ppm_m147_LOD	Eu_ppm_m153_LOD	Gd_ppm_m157_LOD	Tb_ppm_m159_LOD	Dy_ppm_m163_LOD	Ho_ppm_m165_LOD	Er_ppm_m166_LOD	Tm_ppm_m169_LOD	Yb_ppm_m172_LOD
42	BD_42	0.042554	0.050697	0.017478	0.14412	0.046536	0.74307	0.25987	1.3811	0.30216	2.3903
43	BD_43	0.432	0.48339	0.039363	0.945	0.37971	4.3922	1.2145	5.3195	1.0927	7.9733
44	BD_44	0.29667	0.33196	0.027032	0.64897	0.26076	3.0163	0.83406	3.6532	0.7504	5.4756
45	BD_45	0.14712	0.31861	0.052273	1.2404	0.36083	4.6068	1.9513	7.483	1.4561	11.58
46	BD_46	0.11879	0.14328	0.017595	0.77973	0.14181	2.2013	0.84285	3.2459	0.61807	5.2389
47	BD_47	0.049966	0.072914	0.013805	0.13558	0.062292	0.80551	0.25428	1.1626	0.3249	2.3002
48	BD_48	0.083917	0.10506	0.023987	0.58529	0.16576	2.0957	0.80633	2.8447	0.58645	4.423
49	BD_49	0.093855	0.090901	0.022439	0.51307	0.20851	2.0702	0.71739	3.0423	0.6016	4.7082
50	BD_50	0.070904	0.037246	0.016809	0.19007	0.067998	0.75176	0.30359	1.4539	0.25373	2.8516
51	BD_51	0.13339	0.14823	0.036602	0.42769	0.1669	1.5411	0.63105	2.5413	0.56253	4.2152
52	BD_52	0.082565	0.15083	0.019933	1.1037	0.21726	3.1667	1.0298	4.115	0.76772	6.6307
53	BD_53	0.060318	0.029781	0.030712	0.10574	0.0094112	0.049506	0.014502	0.032294	0.0060788	0.045485
54	BD_54	0.25988	0.089299	0.025125	0.36462	0.089155	1.014	0.37866	1.6923	0.3199	2.7149
55	BD_55	0.060131	0.12089	0.023353	0.33749	0.15946	1.1931	0.58449	2.4824	0.46625	4.0521
56	BD_56	0.064587	0.050155	0.021706	0.19109	0.060543	0.64433	0.32755	1.4498	0.27051	2.7299
57	BD_57	0.068992	0.066944	0.022723	0.32633	0.18599	1.7536	0.79839	2.8308	0.54466	5.1412
58	BD_58	0.30301	0.12435	0.020502	0.24761	0.076172	0.91597	0.3272	1.7254	0.25945	2.1298
59	BD_59	0.04591	0.061104	0.018898	0.27214	0.10687	1.1864	0.47477	2.043	0.41494	3.7511
60	BD_60	0.038305	0.061018	0.019554	0.22478	0.059885	1.0221	0.38272	1.6373	0.28872	2.7067
61	BD_61	2.5031	2.6448	2.4316	2.1129	2.6542	2.8417	1.9851	2.0462	2.2352	2.1263
62	BD_62	0.060351	0.065109	0.023294	0.24445	0.16449	1.3691	0.59316	2.1557	0.33453	3.8464
63	BD_63	0.08466	0.051578	0.019258	0.58508	0.17311	2.0661	0.86853	3.0194	0.67181	5.0617
64	BD_64	0.088566	0.09749	0.030533	0.71064	0.21925	2.9002	1.1136	3.9029	0.84728	7.2592
65	BD_65	0.28883	0.36365	0.096417	1.2317	0.41659	5.1773	1.698	6.8736	1.4357	11.926

		Lu_ppm_m175_LOD	Hf_ppm_m178_LOD	Ta_ppm_m181_LOD	Th_ppm_m232_LOD	U_ppm_m238_LOD	IntStdWv_LOD
42	BD_42	0.45091	56.606	0.015955	1.2714	2.5848	0
43	BD_43	1.5155	54.225	0.023349	3.9902	4.7091	0
44	BD_44	1.0408	37.24	0.016035	2.7402	3.234	0
45	BD_45	2.2519	72.822	0.020586	4.2547	5.7001	0
46	BD_46	1.0146	47.107	0.01651	2.2661	3.5725	0
47	BD_47	0.54541	47.165	0.012645	1.4556	2.961	0
48	BD_48	0.94904	36.577	0.0099954	1.311	1.8988	0
49	BD_49	0.97854	48.491	0.014868	1.4292	2.0995	0
50	BD_50	0.44119	57.213	0.010422	1.6734	3.5742	0
51	BD_51	0.9295	38.818	0.018819	2.0724	2.4783	0
52	BD_52	1.1541	43.254	0.012754	2.2416	3.058	0
53	BD_53	0.012373	1.759	0.013738	0.0090889	0.20877	0
54	BD_54	0.53808	41.827	0.01504	1.0021	1.7586	0
55	BD_55	0.80572	45.93	0.031669	3.2286	5.0109	0
56	BD_56	0.56181	51.739	0.030211	1.4561	2.7866	0
57	BD_57	1.0084	53.533	0.032666	5.4699	5.8439	0
58	BD_58	0.426	51.648	0.012437	0.60985	1.1965	0
59	BD_59	0.81972	48.791	0.023742	1.6526	3.8993	0
60	BD_60	0.55193	43.115	0.011758	1.5549	2.1948	0
61	BD_61	2.3931	2.7883	2.4958	2.0798	1.9055	0
62	BD_62	0.6064	48.979	0.012577	0.77541	1.655	0
63	BD_63	0.9079	34.312	0.012297	1.7606	2.4605	0
64	BD_64	1.1973	39.656	0.017221	2.8299	3.4112	0
65	BD_65	2.56	39.204	0.014455	7.3503	4.8701	0