

Petrografske karakteristike bazičnih magmatskih stijena lokaliteta Geldingadalir i Litli-Hrútur, Island

Milović-Stanković, Nika

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:590244>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-15**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Nika Milović-Stanković

**PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE
BAZIČNIH MAGMATSKIH STIJENA
LOKALITETA GELDINGADALIR I LITLI-
HRÚTUR, ISLAND**

Seminar III
Sveučilišni prijediplomski studij Geologija

Mentor:
doc. dr. sc. Frane Marković

Zagreb, 2024.

Zahvale

Prvenstveno se zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc. Frani Markoviću na svim savjetima, strpljenju i poticaju da se na samom početku druge godine studija odlučim baviti ovom temom u svom završnom radu.

Posebno se zahvaljujem Karlu i udruzi Cherryhood na podršci i omogućavanju uvjeta za rad.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE BAZIČNIH MAGMATSKIH STIJENA LOKALITETA GELDINGADALIR I LITLI-HRÚTUR, ISLAND

Nika Milović-Stanković

Rad je izrađen: Mineraloško-petrografski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb

Sažetak:

Na jugozapadnom poluotoku Reykjanes na Islandu istraživane su stijene nastale erupcijama 2021. godine na lokalitetu Geldingadalir i 2022. godine na lokalitetu Litli-Hrútur. Korištene su metode analize na optičkom mikroskopu i rendgenska difrakcijska analiza. Utvrđeni minerali su augit, anortit i forsterit. Stijene su klasificirane kao bazalt.

Ključne riječi: bazalt, fenokristali, forsterit, augit, anortit

Rad sadrži: 21+XVIII stranica, 24 slike, 9 literaturnih navoda, 6 tabli i 9 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: doc. dr. sc. Frane Marković

Ocjenjivači: izv. prof. dr. sc. Borna Lužar Oberiter, doc. dr. sc. Frane Marković,
doc. dr. sc. Zorica Petrincec

Datum završnog ispita: 23.09.2024.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF BASIC MAGMATIC ROCKS FROM THE GELDINGADALIR AND LITLI-HRÚTUR LOCALITIES, ICELAND

Nika Milović-Stanković

Thesis completed in:

Abstract:

Volcanic rocks were studied on the Reykjanes Peninsula in southwestern Iceland. These were formed by the 2021 eruption at the Geldingadalir site and the 2022 eruption at the Litli-Hrútur site. Methods used included optical microscopy and X-ray diffraction analysis. The identified minerals were augite, anorthite, and forsterite. The rocks were classified as basalt.

Keywords: basalt, phenocryst, forsterite, augite, anorthite

Seminar contains: 21+XVIII pages, 24 figures, 9 references, 6 plates and 9 appendices

Original in: Croatian

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

Supervisor: doc. dr. sc. Frane Marković

Reviewers: izv. prof. dr. sc. Borna Lužar Oberiter, doc. dr. sc. Frane Marković,
doc. dr. sc. Zorica Petrincec

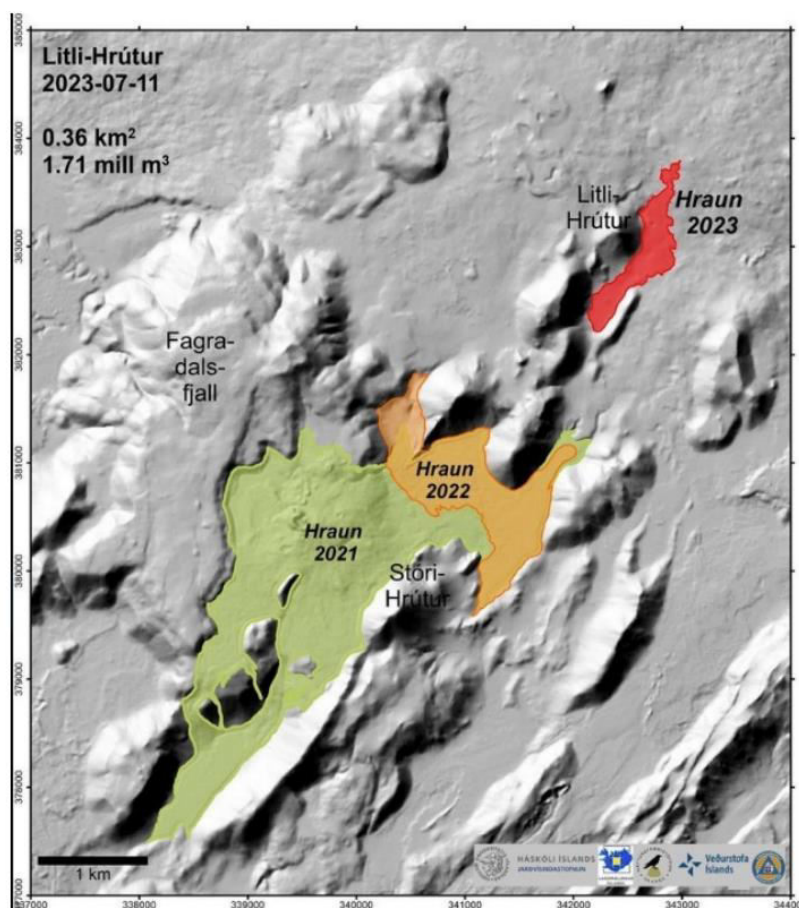
Date of the final exam: 23.09.2024.

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Pregled dosadašnjih istraživanja.....	3
3.	Materijali i metode istraživanja	5
3.1.	Terenski rad	5
3.2.	Analiza na polarizacijskom mikroskopu	7
3.3.	Rendgenska difrakcijska analiza praha	7
4.	Rezultati	9
4.1.	Rezultati analize na polarizacijskom mikroskopu.....	9
4.2.	Rezultati rendgenske difrakcijske analize	11
5.	Rasprava.....	17
6.	Zaključak.....	19
7.	Literatura.....	20
8.	Table	V
9.	Prilozi	V

1. Uvod

Island je država smještena na geološki iznimno zanimljivom i mladom području koje se nalazi na srednjooceanskom hrptu Atlantskog oceana, na samoj granici sjevernoameričke i euroazijske tektonske ploče. Također, Island je jedini dio srednjooceanskog hrpta koji izdanjuje na površinu i kao takav jedan je od vulkanski najaktivnijih područja na svijetu te omogućava proučavanje procesa koji se inače odvijaju na oceanskom dnu. Procjenjuje se da se Island počeo formirati u ranom miocenu prije 25 milijuna godina, a najstarije stijene koje nalazimo na površini starosti su do 16 milijuna godina.



Slika (1) – područje izljeva lave 2021. i 2022. godine. Preuzeto sa: <https://www.volcanodiscovery.com/de/iceland/reykjanes/volcano-seismic-crisis-july2023/updates.html>, datum preuzimanja 05.08.2024.

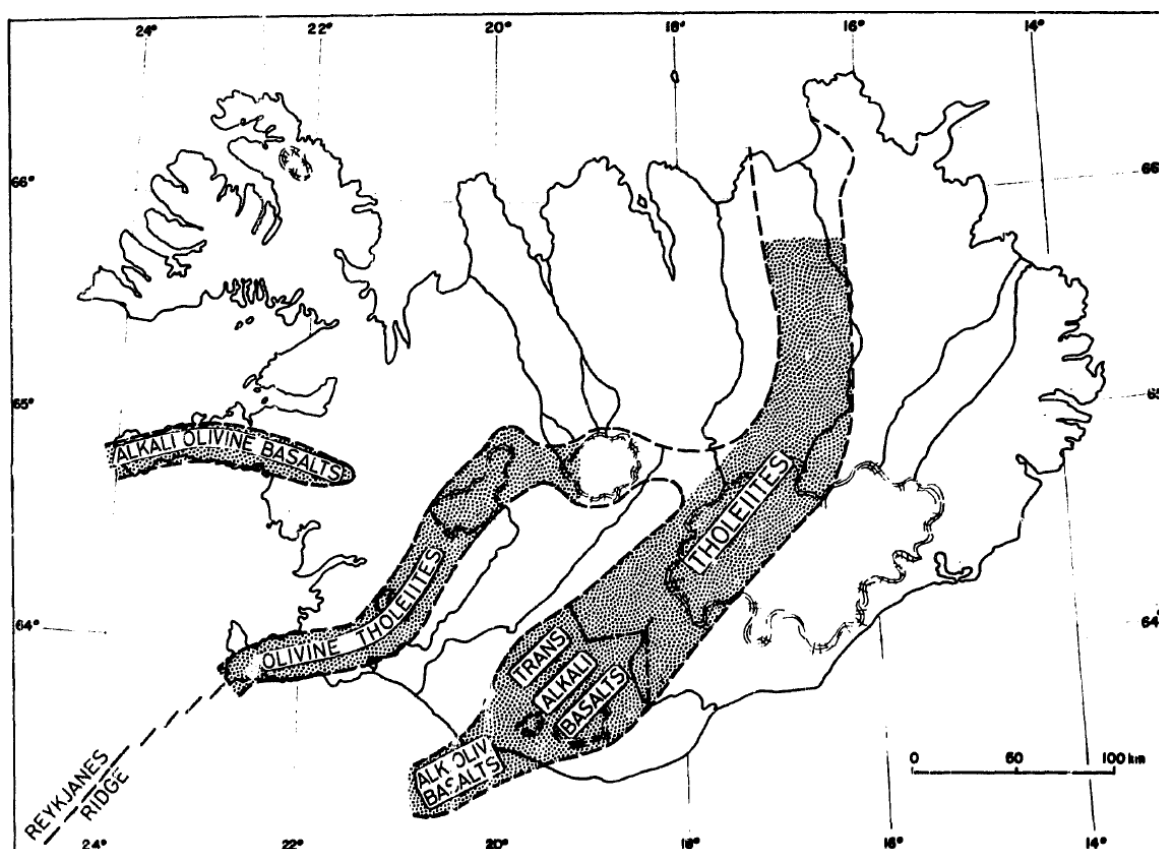
Najpoznatija recentna islandska erupcija dogodila se 2010. godine kada je eruptirao vulkan Eyjafjallajökull i prouzročio kolaps u avioprometu iznad dobrog dijela Europe. Otkazano je preko 100 000 letova kroz tjedan dana zbog straha da bi vulkanski pepeo mogao oštetiti avione. Iako je Eyjafjallajökull udaljen samo stotinjak kilometara od kompleksa vulkana na poluotoku Reykjanes, tipovi vulkanizma su im potpuno različiti. Eyjafjallajökull je primjer freatomagmatskog vulkanizma u kojemu je izvor magme smješten ispod ledenjaka. Dolaskom vruće magme u kontakt s površinom led se tali, a velika količina vode reagira s magmom što dovodi do eksplozivne reakcije. Također, magma je andezitnog do dacitnog sastava pa i njena manja viskoznost doprinosi eksplozivnosti. Erupcije poput Geldingadalir i Litli Hrútur (Slika 1) primjer su mirnih efuzivnih bazaltnih erupcija malih dimenzija koje uz određene sigurnosne preduvjete mogu čak biti i turistička atrakcija.

Posljednja erupcija na poluotoku Reykjanes započela je 22. kolovoza 2024. i još uvijek traje za vrijeme pisanja rada. Izgledno je da je erupcija 2021. samo početak serije erupcija tog kompleksa koja bi mogla trajati desetljećima nakon 6000 godina mirovanja.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Zbog specifičnog položaja i geološke podloge, brojna su znanstvena istraživanja posvećena geologiji Islanda. Island se sastoji od pretežito vulkanskih stijena, s manjim udjelom sedimentnih i metamornih stijena. Bazalti, magmatske stijene koje nastaju brзом kristalizacijom lave nakon erupcije vulkana, dominantna su vrsta stijena na Islandu. Prvi cjeloviti pregled geokemije i distribucije bazaltnih stijena na Islandu objavljen je još 1772. godine (Jakobsson, 1772.). Bazalti Islanda podijeljeni su u tri grupe: toleitiitne, prijelazne alkalijske bazalte i alkalijsko olivinske bazalte, a njihova distribucija na otoku prikazana je na slici (Slika 2). Toleiitna grupa bazalta smještena je direktno povrh srednjooceanskog hrpta, dok prijelazni i alkalijsko olivinski bazalti karakteriziraju bočne vulkanske zone.

Olivinski toleitiitni bazalti poluotoka Reykjanes opisani su kao bazalti dominantno ofitske strukture s vidljivim fenokristalima olivina i plagioklasa.



Slika (2) – raspored bazaltnih vrsta na Islandu. Preuzeto iz Jakobsson, 1772.

Detaljniji pogled na vulkanizam poluotoka Reykjanes između 940. i 1340. godine izložen je u Peate (2008). Identificirani su bazalti toleitiitnog sastava, težinskog udjela MnO 6,5-9,2, s manje od 5% udjela olivina, plagioklasa i klinopiroksena. Veći raspon vrijednosti

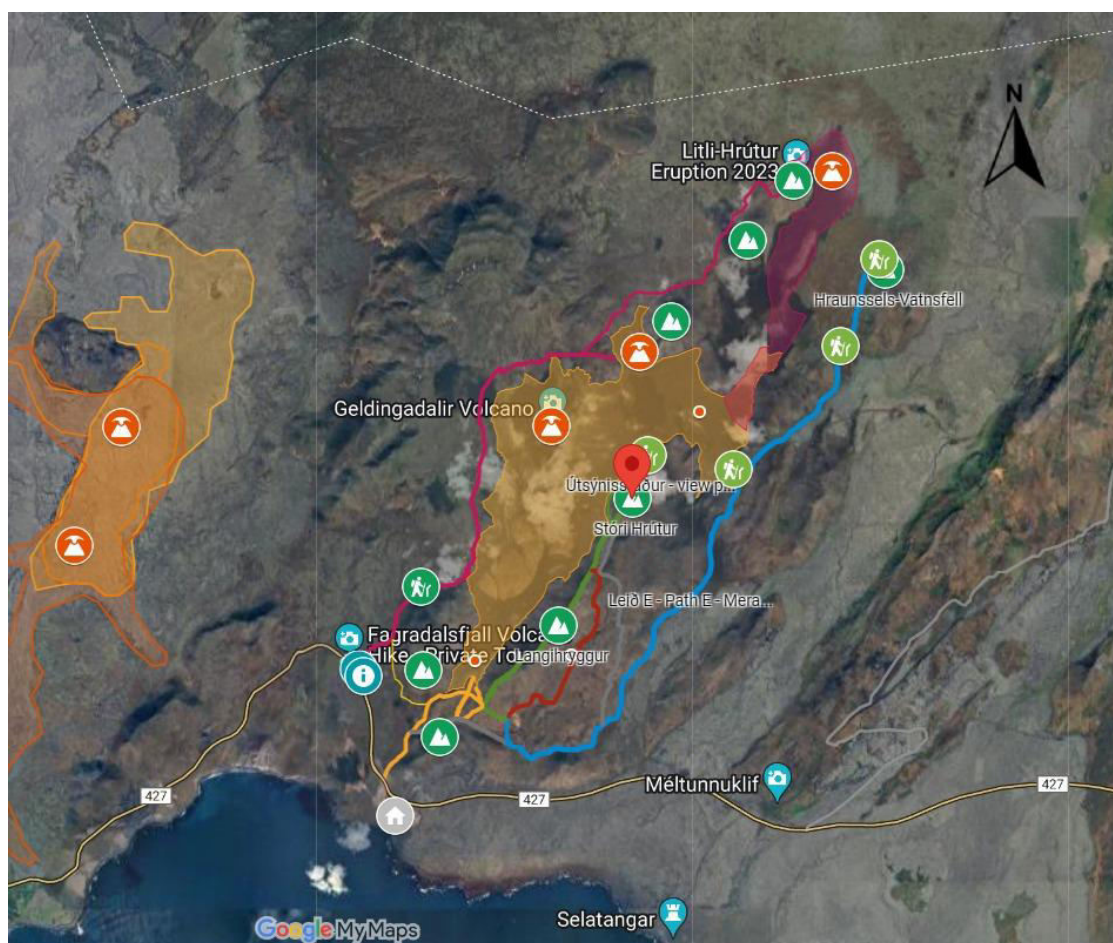
omjera radioaktivnih izotopa $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ i $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ u odnosu na stijene starijih erupcija pokazuje da se miješanje magme dogodilo prije pojačane frakcijske kristalizacije.

2021. godine objavljeno je istraživanje u kojem je izvršena analiza kemijskog sastava stijena prikupljenih u prvim tjednima erupcije na lokalitetu Geldingadalir [1]. Analizom je utvrđeno da je lava olivinsko toleilitnog sastava te da od mineralnih vrsta prevladavaju plagioklasi, potom olivini i klinopirokseni s ponešto spinela. Ustanovljeno je da je temperatura magme pri izlasku na površinu 1180 - 1190 °C te da je magma nastala na većim dubinama, najvjerojatnije na samoj granici kore i plašta. Iste godine utvrđena je snižena koncentracija elemenata rijetkih zemalja i elemenata u tragovima u odnosu na geokemijska istraživanja prijašnjih erupcija na poluotoku Reykjanes [2]. Nadalje, utvrđene vrijednosti omjera radioaktivnih izotopa $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ niže su u odnosu na starije erupcije. Iz navedenog, autori zaključuju da se radi o taljevini geokemijskog sastava koja sugerira da je došlo do višeg stupnja parcijalnog taljenja ispod kore poluotoka.

3. Materijali i metode istraživanja

3.1. Terenski rad

Uzorci su prikupljeni duž uređenih, osiguranih planinarskih staza (Slika 3), opremljenih detektorima za povišene koncentracije otrovnih plinova, na pristupačnim mjestima. Na cijelom području izložene su stijene starih izljeva lave, bazalta i skorija, koje su u nizinskim dijelovima terena pokrivene slojevima mahovine različitih generacija.



Slika (3) – staze do lokaliteta 2021. i 2022. Preuzeto sa:

<https://www.visitreykjanes.is/en/volcano-eruption/eruption-information/hiking-and-parking>, datum preuzimanja 05.08.2024.

2021. godine duž staze C - Mt. Langihryggur (na Slici 3 označena zelenom bojom), uzorkovanje nije bilo moguće zbog iznimno strmih padina i blizine aktivnog kratera zbog čega su uzorci oznaka GD uzeti u dolini Náthagi (Slika 5) ($63^{\circ}51'51.1''$ N $22^{\circ}17'11.6''$ W). 2022. godine duž staze A – Fagradalsfjall (na Slici 3 označeno ružičastom bojom) nije bilo

pristupačnih lokacija i erupcija je proizvela mnogo manje materijala. Stoga su uzorci oznaka LH prikupljeni na lokaciji izmjerenih koordinata $63^{\circ}54'30.6''$ N $22^{\circ}13'06.7''$ W.



Slika (4) – a) prikupljanje uzoraka u dolini Nátthagi, 2021., b) krater Litli-Hrútur, 2022.



Slika (5) - dolina Nátthagi

3.2. Analiza na polarizacijskom mikroskopu

Za metodu optičke analize na petrografskom polarizacijskom mikroskopu modela Zeiss Axiolab odabrani su uzorci koji su sadržavali najviše okom vidljivih kristala. Dijamantnom pilom odrezane su planparalelne pločice debljine 2-3 mm te je zatim odabrana strana brušena i pričvršćena na predmetno stakalce kanadskim balzomom (Slika 6a). Uzorak na predmetnom stakalcu je stanjen do debljine 20 – 30 mikrometara serijom brusnih prahova na staklenoj ploči (Slika 6b). Preparati nisu pokriveni pokrovnim stakalcem zbog svoje krhkosti. Pripremljeni uzorci za analizu promatrani su na polarizacijskom mikroskopu prvo u ortoskopskim uvjetima bez uključenog analizatora, potom u ortoskopskim uvjetima s uključenim analizatorom te naposljetku u konoskopskim uvjetima u svrhu determinacije mineralnih vrsta u uzorcima. Program korišten za fotografiranje mikroskopskih uzoraka je EOS Utility, a za dodavanje mjerila slikama korišten je Axio Vision.



Slika (6) – a) Mikroskopski preparati pričvršćeni za predmetno stakalce prije brušenja, b) Izrada preparata na staklenoj ploči s brusnim prahom

3.3. Rendgenska difrakcijska analiza praha

Rendgenska difrakcijska analiza praha analitička je i destruktivna metoda za determinaciju kemijskog sastava uzorka te identifikaciju mineralnih vrsta sadržanih u uzorku. Bazira se

na difrakciji redgentskih zraka na rešetci kristala u uzorku. Priprema uzoraka sastojala se od pažljivog usitnjavanja uzoraka prvo čekićem, a potom u ahatnom tarioniku uz pomoć etilnog alkohola do unfiormno sitnog praha. Prah se potom stavlja na nosač i uvodi u instrument. Za snimanje korišteno je Cu K α zračenje, uz uvjete napona i jakosti struje od 40 mA i 40 kV. Program korišten za obradu podataka je Xpert HighScore Plus.

Uzorci GD-01, GD-02, LH-01 i LH-02 uzeti su kao cijelostijenski uzorci i time predstavljaju cjelokupan kemijski sastav lave; matriks i u njega uklopljene fenokristale. Za navedene uzorke analiza je provedena na aluminijskom nosaču odgovarajuće referentne kartice oznake 4-787. Uzorci GD-11, GD-12, GD-13, LH-11 i LH-12 uzeti su kao monomineralni uzorci, mehaničkim vađenjem i odvajanjem kristala sličnog izgleda iz crnog matriksa (Slika 7a) te drobljenjem svakog zasebno do razine praha (Slika 7b).

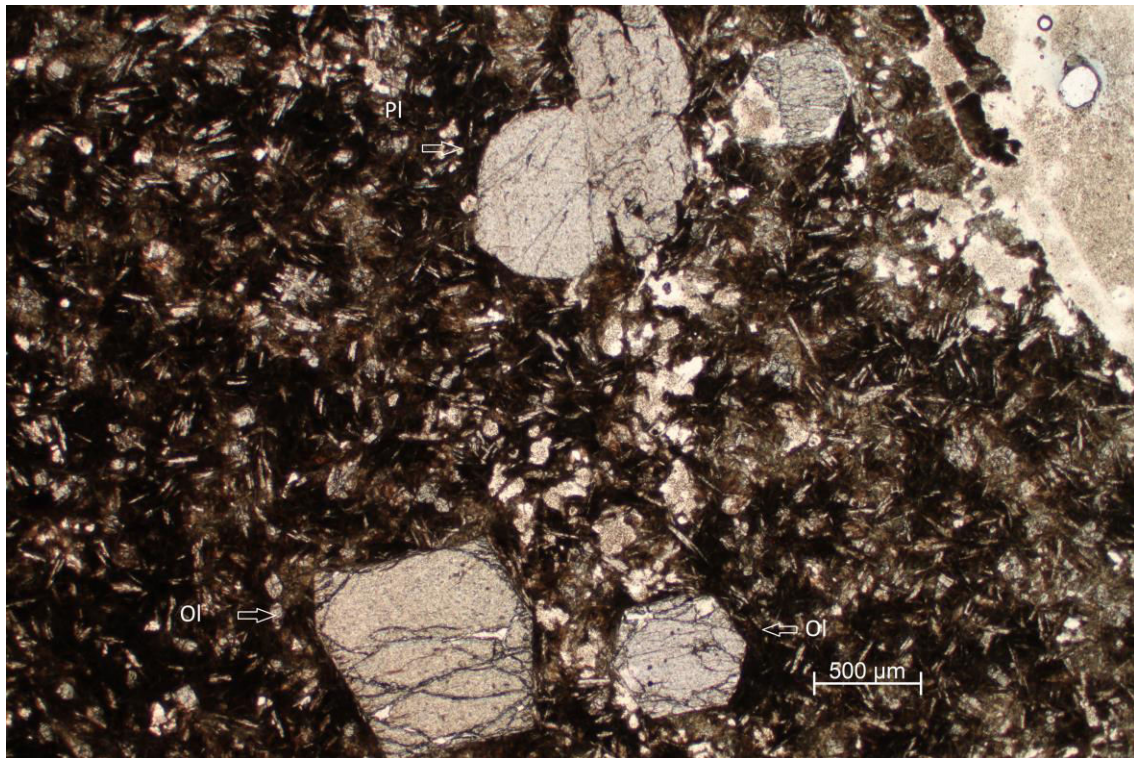


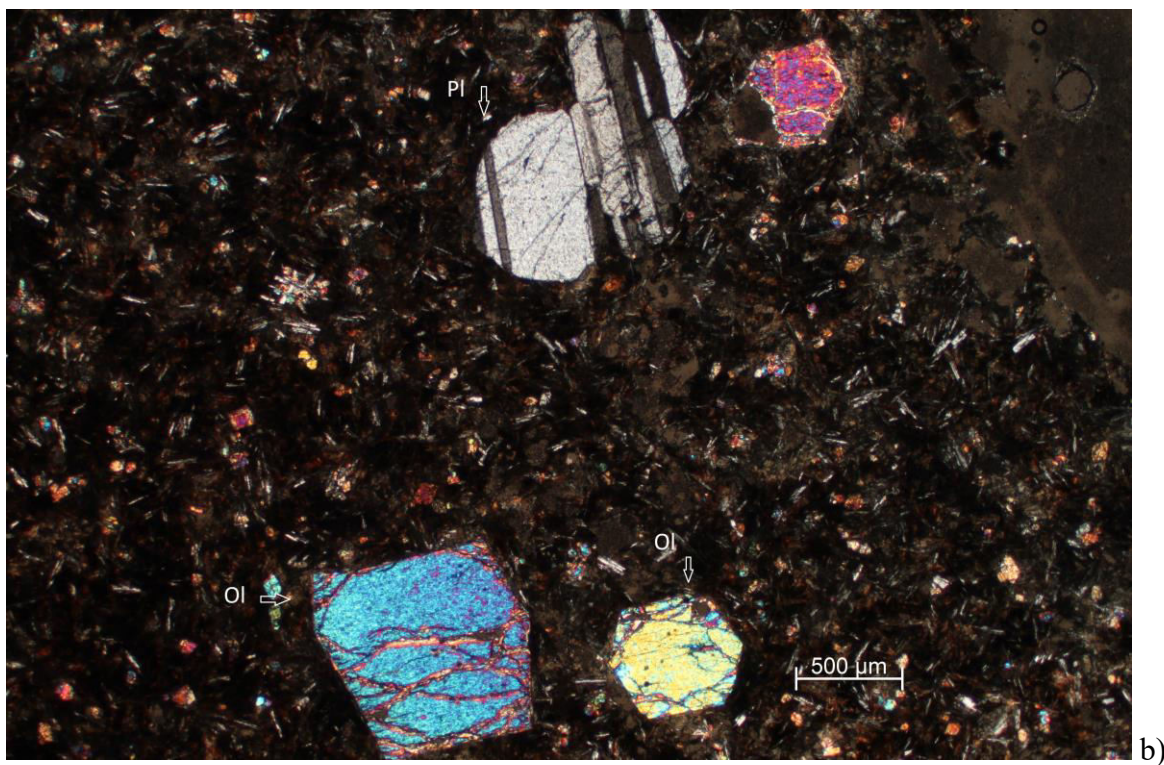
Slike (7) - a) Odvajanje fenokristala iz uzoraka, b) Priprema preparata za rendgensku difrakcijsku analizu

4. Rezultati

4.1. Rezultati analize na polarizacijskom mikroskopu

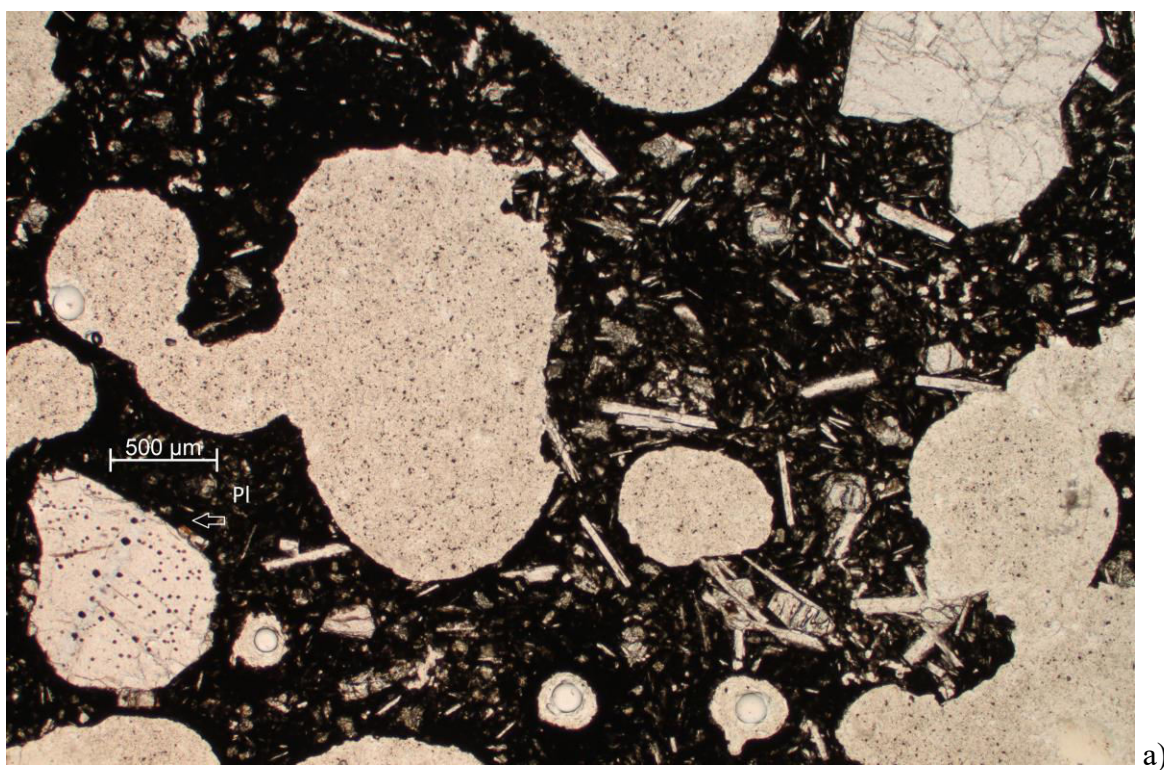
Analizom na polarizacijskom mikroskopu u uzorcima oznaka GD utvrđeni su olivin, klinopiroksen i plagioklas.

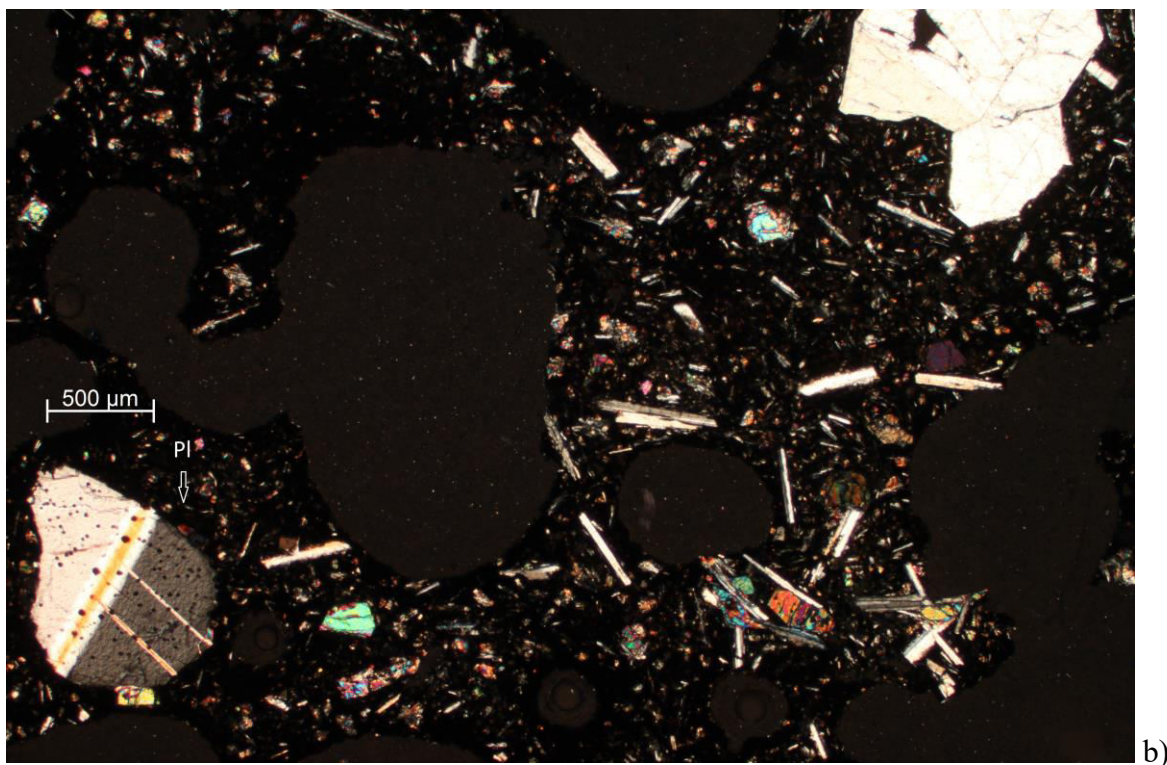




Slika (8) – uzorak GD-02-01, a) bez uključenog analizatora, b) s uključenim analizatorom

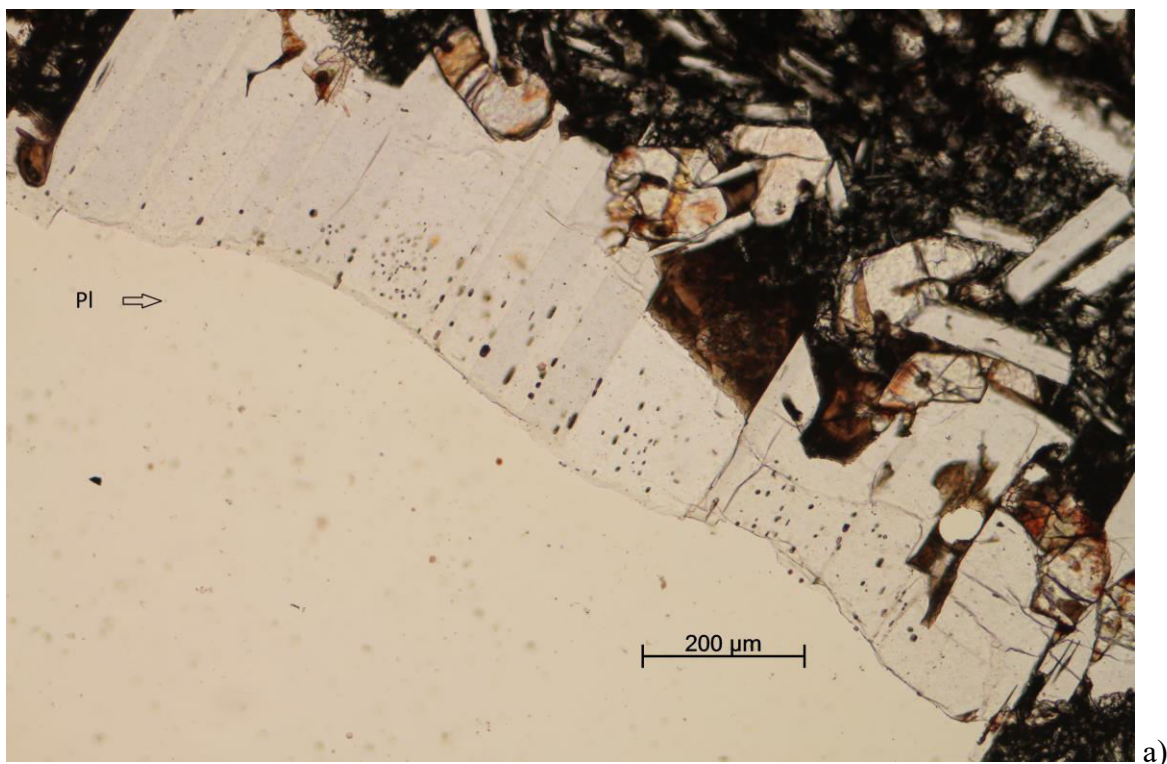
Analizom uzoraka oznaka LH utvrđeni su olivin, klinopirosken i plagioklas.

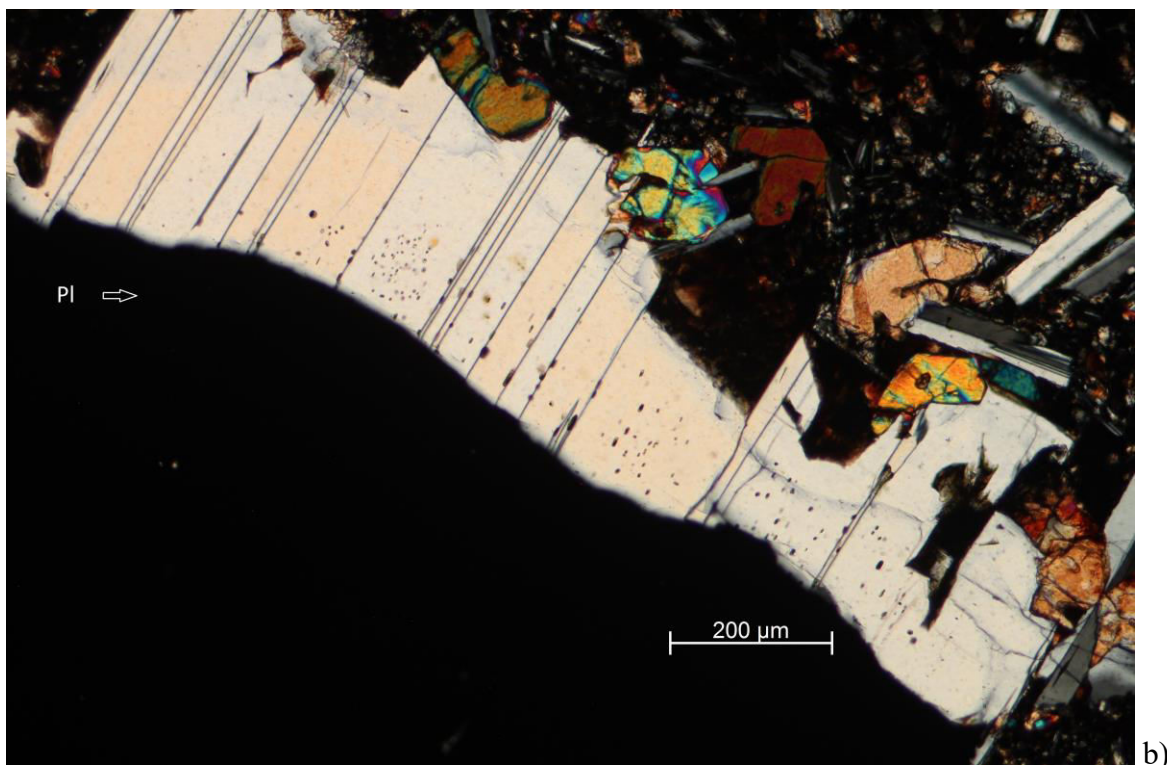




Slike (9) – Uzorak LH-22-01, a) bez uključenog analizatora, b) s uključenim analizatorom

Mjerenjem kuta kosog potamnjenja na presjeku plagioklasa u zoni simetrijskog potamnjenja utvrđen je udjel anortitne komponente koji odgovara granici labradorita i bitovnita.

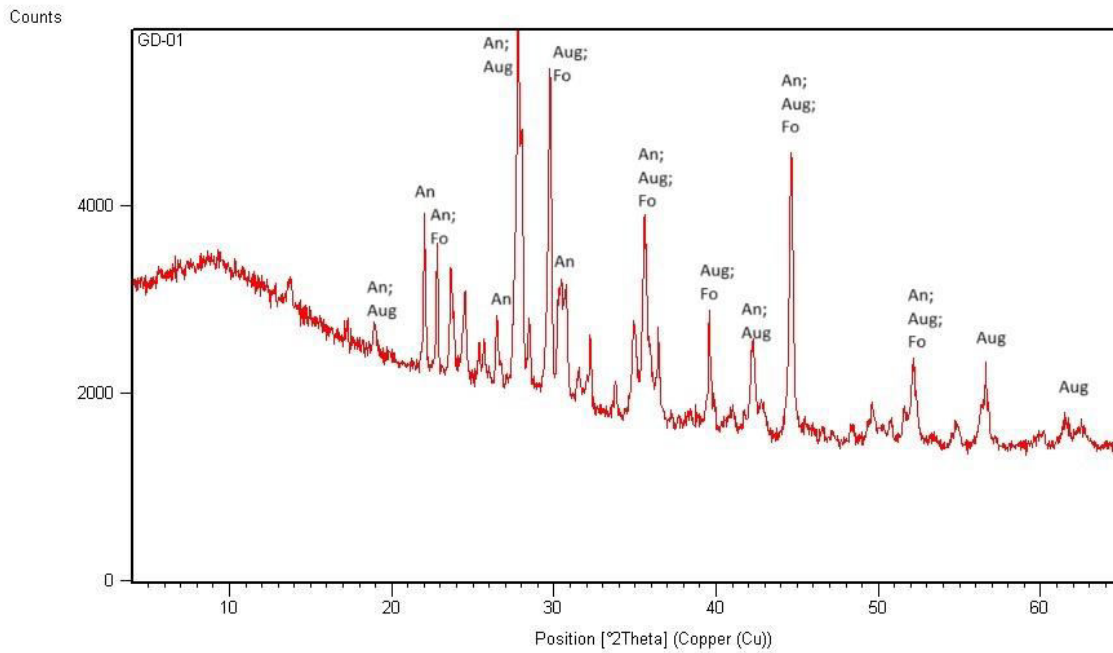




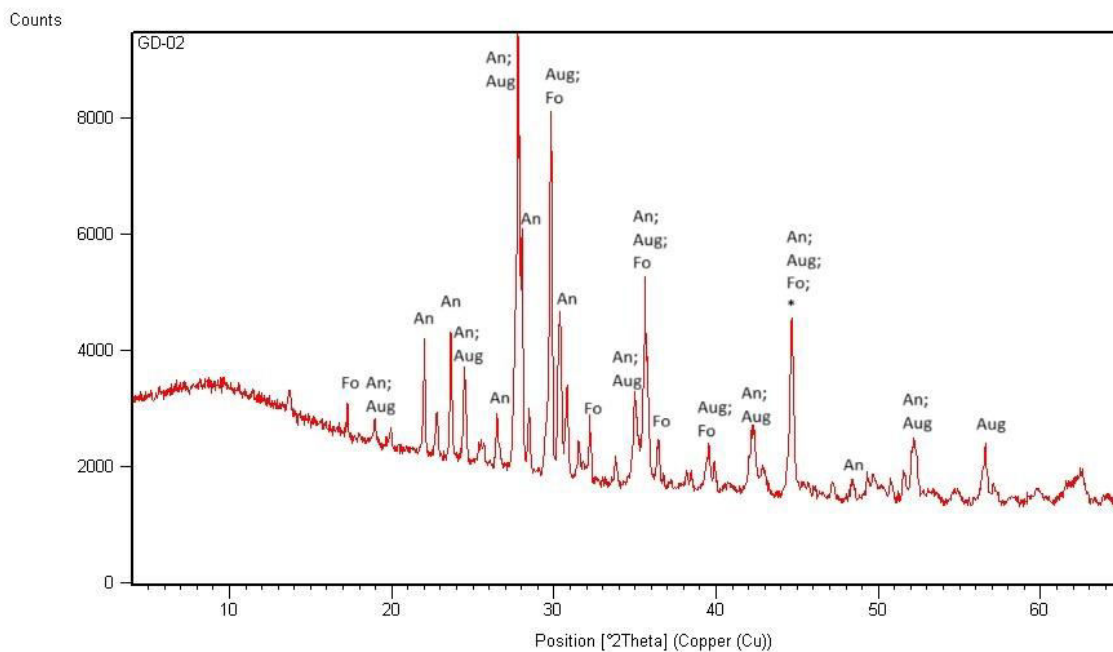
Slike (10) – plagioklas na kojem je mjereno koso potamnjenje, a) bez uključenog analizatora, b) s uključenim analizatorom

4.2. Rezultati rendgenske difrakcijske analize

Rendgenskom difrakcijskom analizom cijelostijenskih uzoraka GD-01, GD-02, LH-01 i LH-02 utvrđeni su anortit, forsterit i augit. Na difraktogramima uzoraka GD-02 i LH-02 vidljivi su i difrakcijski maksimumi koji pripadaju aluminijskom nosaču referentne kartice oznake 4-787.

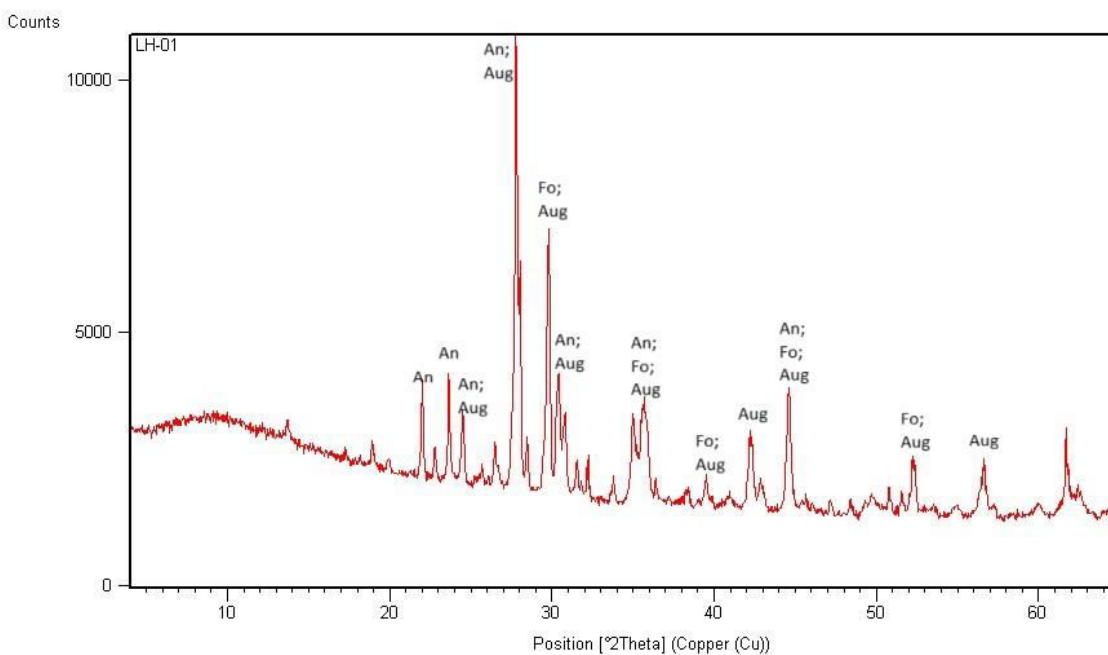


Slika (11) – Difraktogram cijelostijenskog uzorka GD-01. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug) i Forsterit (Fo). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).

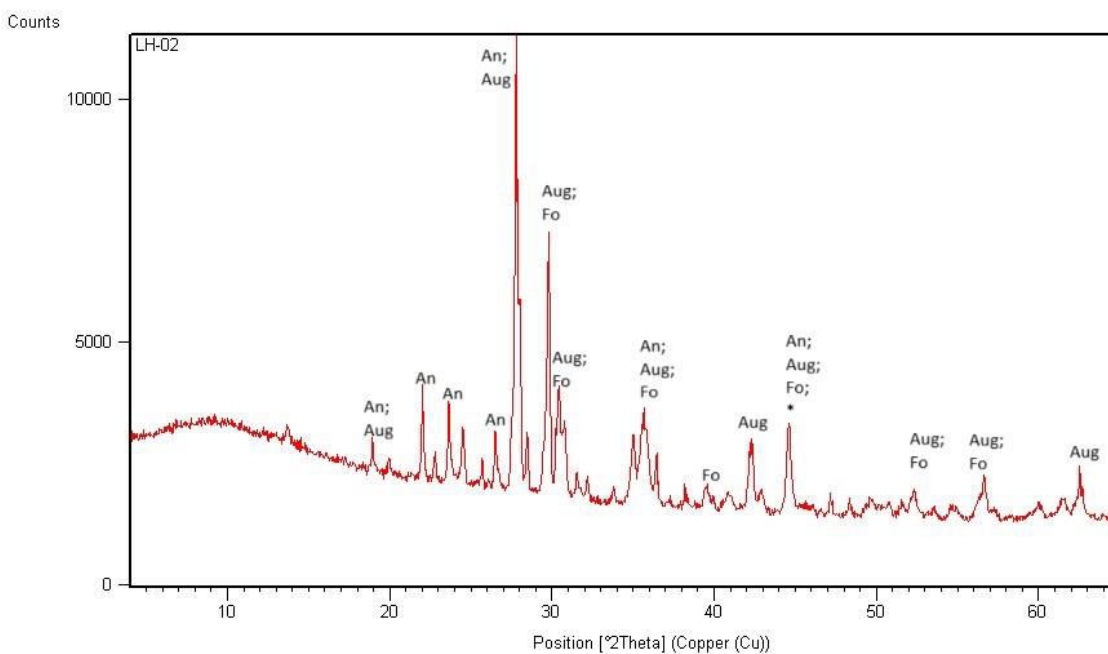


Slika (12) – Difraktogram cijelostijenskog uzorka GD-02. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug) i Forsterit (Fo). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).

Zyvezdicom (*) označen je maksimum koji odgovara aluminijskom nosaču.

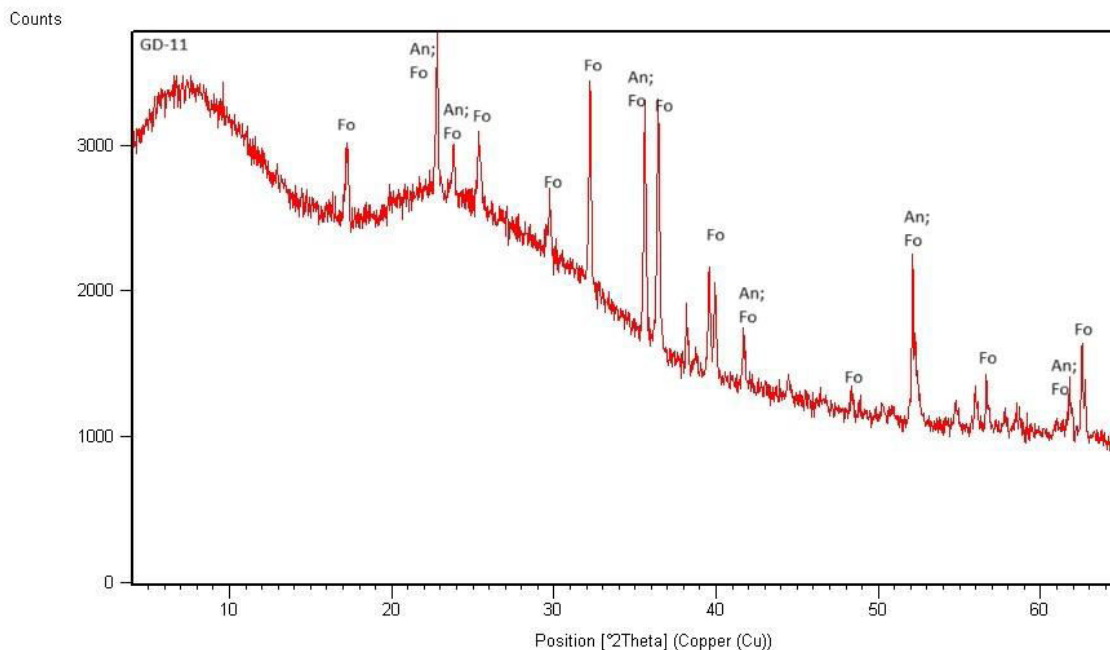


Slika (13) – Difraktogram cijelostijenskog uzorka LH-01. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug) i Forsterit (Fo). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).



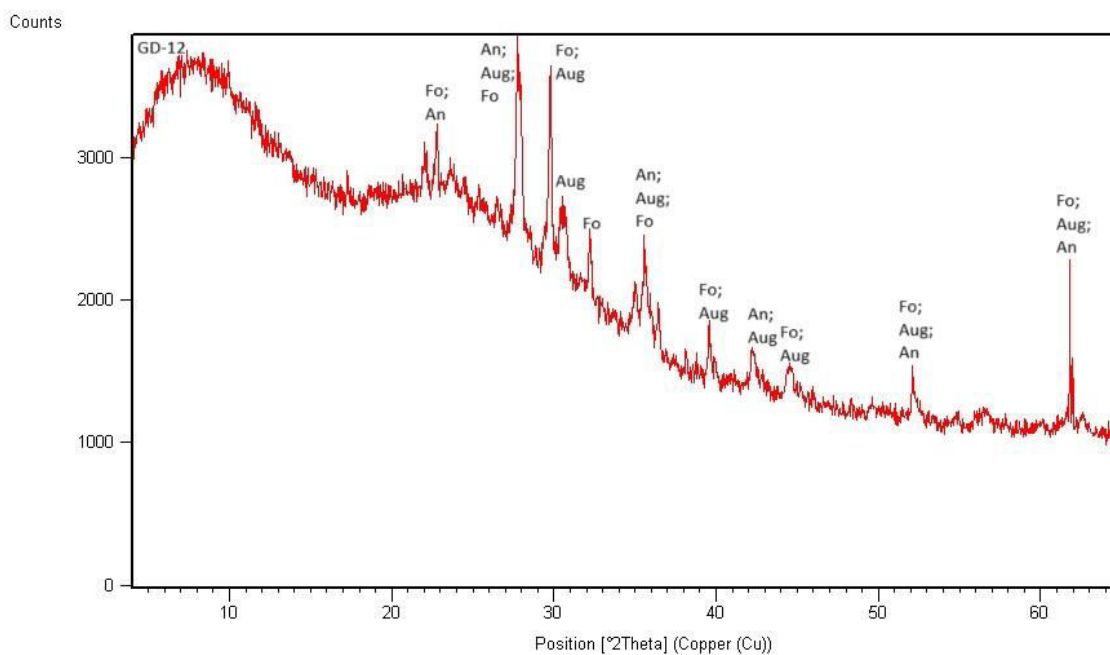
Slika (14) – Difraktogram cijelostijenskog uzorka LH-02. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug) i Forsterit (Fo). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010). Zvezdicom (*) označen je maksimum koji odgovara aluminijskom nosaču.

Analizom uzorka GD-11, izrađenog izdvajanjem fenokristala bijele boje, utvrđeni su anortit i forsterit. Dominantno prisutna mineralna vrsta je plagioklas (anortit), a podređena forsterit.



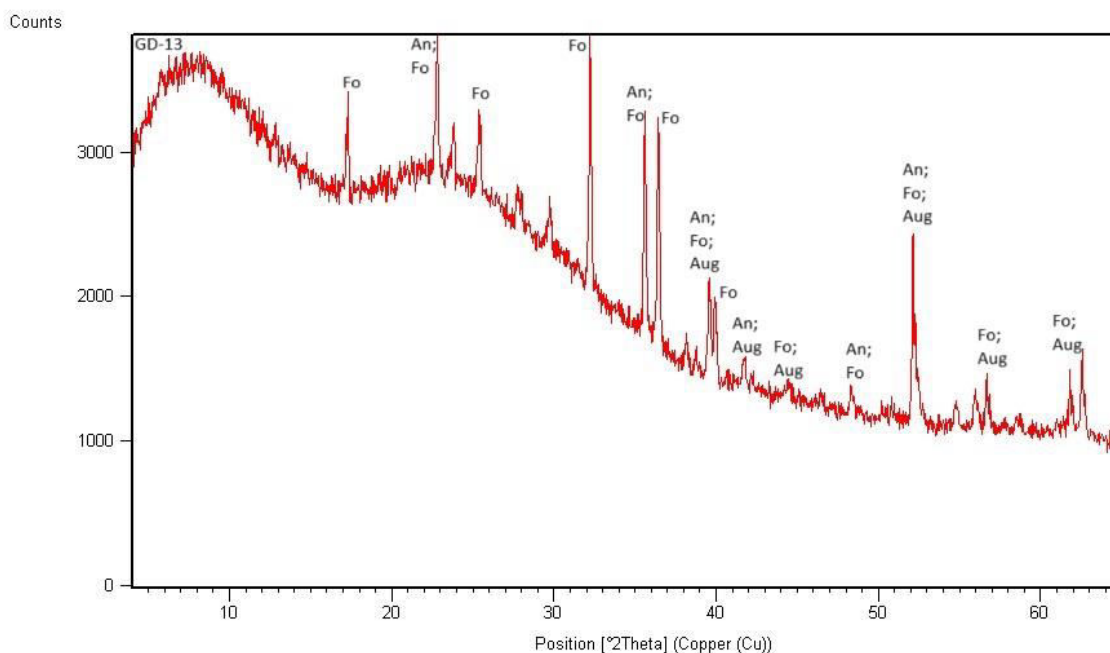
Slika (15) – Difraktogram uzorka GD-11. Uzorak sadrži: Anortit (An) i Forsterit (Fo).
Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).

Analizom uzorka GD-12, izrađenog izdvajanjem fenokristala zelene boje, utvrđeni su forsterit, anortit, augit. Dominantno prisutna mineralna vrsta je forsterit, a podređene su plagioklas (anortit) i augit.



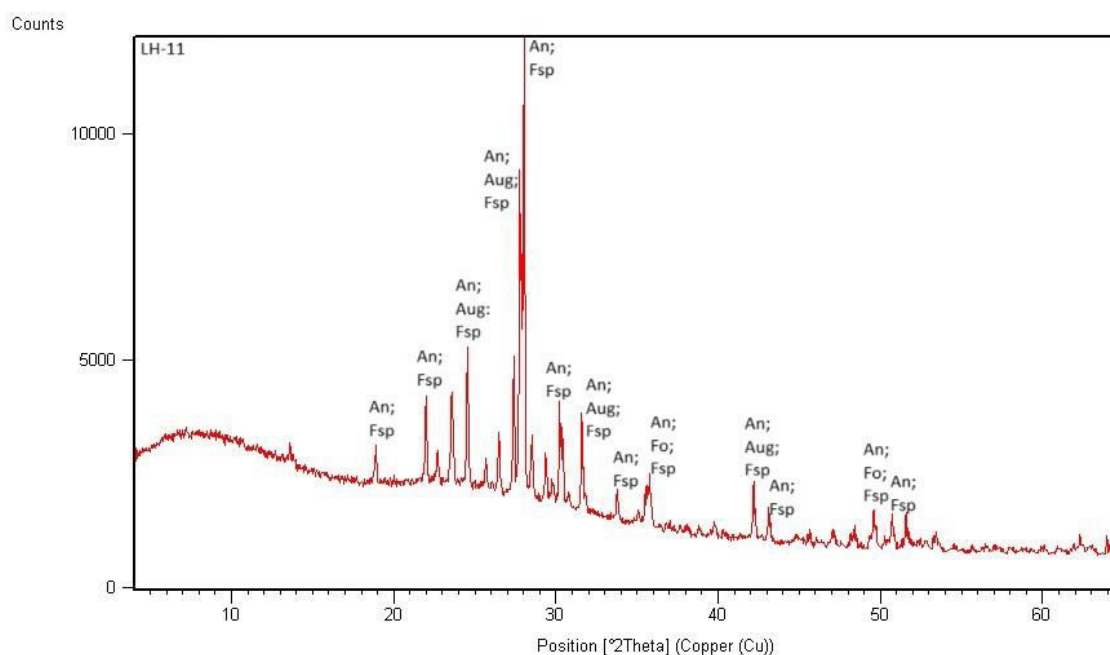
Slika (16) – Difraktogram uzorka GD-12. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug) i Forsterit (Fo). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).

Analizom uzorka GD-13, izrađenog izdvajanjem fenokristala zelene boje, utvrđeni su forsterit, anortit, augit. Dominantno prisutna mineralna vrsta je forsterit, a podređene su plagioklas (anortit) i augit.



Slika (17) – Difraktogram uzorka GD-13. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug) i Forsterit (Fo). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).

Analizom uzorka LH-11, izrađenog izdvajanjem svih vidljivih fenokristala koje je bilo moguće izvaditi iz mase uzorka, utvrđeni su anortit, augit, forsterit i labradorit. Labradorit je označen kao feldspat (Fsp) na priloženom difraktogramu jer se prema (Whitney & Evans, 2010) koristi ista kratica za sve alkalne feldspate i plagioklase. Dominantno prisutne mineralne vrste su forsterit i plagioklas (anortit), a podređene su plagioklas (labradorit) i augit.



Slika (18) – Difraktogram uzorka LH-11. Uzorak sadrži: Anortit (An), Augit (Aug), Forsterit (Fo) i Feldspat (Fsp). Kratice minerala prema (Whitney & Evans, 2010).

U tablicama (prilozi 1-9) prikazani su detaljniji rezultati rendgenske difrakcijske analize.

5. Rasprava

Uzorci oznaka GD prikupljeni 2021. godine na lokalitetu Geldingadalir tamno sive do crne su boje, mjestimično prekriveni metalično plavim do zagasito smeđim filmom. Pokazuju vezikularnu teksturu i sadrže okom vidljive fenokristale olivina, plagioklasa i klinopiroksena. Prema terenskoj klasifikaciji stijene, uzorci pripadaju bazaltima. Po volumnoj procjeni udjela minerala stijena sadrži 3-5% fenokristala olivina, 5-7% piroksena te 10% plagioklasa.

Uzorci pokazuju hipokristalasto-porfirnu, ofitsku strukturu koja je tipična za bazalte. Odlikuje se idiomorfnim, prizmatičnim isprepletenim kristalima plagioklasa između kojih se nalaze nepravilna zrna drugih minerala, u ovom slučaju prvenstveno

piroksena i olivina. U uzorku GD-02 (Slika 8) vidljivi su fenokristali plagioklasa i olivina u tamnom matriksu. Zrno plagioklasa je alotriomorfno, bezbojno i niskog pozitivnog reljefa. Interferira u sivoj boji prvog reda. Vidljivi su polisintetski sraslaci. Kut optičkih osi procijenjen je kao velik, no nije bilo moguće točno izmjeriti. Manji kristali plagioklasa u matriksu ne pokazuju preferiranu orijentaciju. Vidljiva su idiomorfna zrna olivina (Slika 8), jedno lagano izduženo i drugo koje pokazuje savršen šesterokutni presjek paralelan ravnini (001). Zrna su bezbojna, blago raspucana, izrazito visokog reljefa i šagrinirana. Kalavost nije primijećena. Interferiraju u živim bojama drugog reda i kut optičkih osi im je velik. Šesterokutni presjek u većem povećanju nalazi se u poglavlju Table (slika 1).

Makroskopski uzroci oznaka LH uzeti 2022. godine na lokalitetu Litli-Hrútur slični su uzorcima prikupljenim prijašnje godine utoliko što su bazalti istovjetne tamno sive do crne boje te pokazuju vezikularnu teksturu, iako je u slučaju uzoraka oznaka LH vezikularnost više izražena (Slika 9). Također, vidljivi fenokristali mnogo su manji i rjeđi u uzorcima. Po volumnoj procjeni udjela minerala stijena sadrži 1-3% fenokristala olivina, 5% piroksena te 15% plagioklasa. U uzorku LH-22-01 pronađen je plagioklas na kojem je bilo moguće mjerenje kuta kosog potamnjenja u zoni simetrijskog potamnjenja (Slika 10). Dobivena vrijednost za dva seta sraslačkih lamela ukazuje na anortitnu komponentu od približno 70% što ga smješta na granicu labradorita i bitovnita. Visok udio anortitne komponentne konzistentan je s rezultatima rendgenske difrakcijske analize koja je izdvojila anortit kao jedan od sastavnih minerala uzorka. Na kraju rada priložene su fotografije opaženih križnih sraslaca plagioklasa (table 2,3) i zrcalnog sraslaca olivina (table 4,5) u mikroskopskom preparatu oznake LH-01.

Rendgenskom difrakcijskom analizom cijelostijenskih uzoraka utvrđeni su istovjetni minerali, augit, anortit i forsterit. Olivin utvrđen optičkom analizom kemijskim sastavom pripada forsteritu što je konzistentno utvrđenim forsteritima s istog područja koji veću koncentraciju željeza imaju samo u rubovima zrna (Hermes, 1976).

6. Zaključak

Mikroskopiranjem uzoraka oznaka GD-01, GD-02, LH-01 i LH-02 utvrđeni su minerali plagioklas, klinopiroksen i olivin. Rendgenskom difrakcijskom analizom cijelostijenskih uzoraka GD-01, GD-01, LH-01 i LH-02 utvrđeni su anortit, augit i forsterit. Rendgenskom difrakcijskom analizom monomineralnih uzoraka utvrđeni su dominantno plagioklas (anortit) u uzorku GD-11, forsterit u uzorcima GD-12 i GD-13 te plagioklas (anortit) i forsterit u uzorku LH-11. Analizirane stijene klasificirane su kao bazalt. Nije uočena razlika u mineralnom sastavu uzoraka oznaka GD iz 2021. godine i uzoraka oznaka LH iz 2022. godine, no razlikuju se u volumnim udjelima minerala i u količini vezikula.

7. Literatura

BANNER, J.L. (2004): Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 65, 141–149.

JAKOBSSON, P.J. (1972): Chemistry and distribution pattern of recent basaltic rocks in Iceland. *Lithos* 5, 366-384.

VRKLJAN, M., TOMAŠIĆ, N., ŠOŠTARIĆ, B. (2018): Optička mineralogija

PEATE, D.W. (2009): Historic magmatism on the Reykjanes Peninsula, Iceland: a snapshot of melt generation at a ridge segment. *Contrib Mineral Petrol*, 157, 359-382

WHITNEY, D.L. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, Volume 95, pages 185–187.

THORADSON, T. (2012): Outline of Geology of Iceland. Chapman conference 2012.

HERMES, O.D., SCHILLING, J.-G. (1976): Olivine from Reykjanes ridge and Iceland tholeiites, and its significance to the two-mantle source model. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 28, Issue 3

Mrežni izvori

[1] <https://earthice.hi.is/1-april-2021-new-trace-element-and-isotope-analyses-geldingadalir-lava>, travanj, 2021.

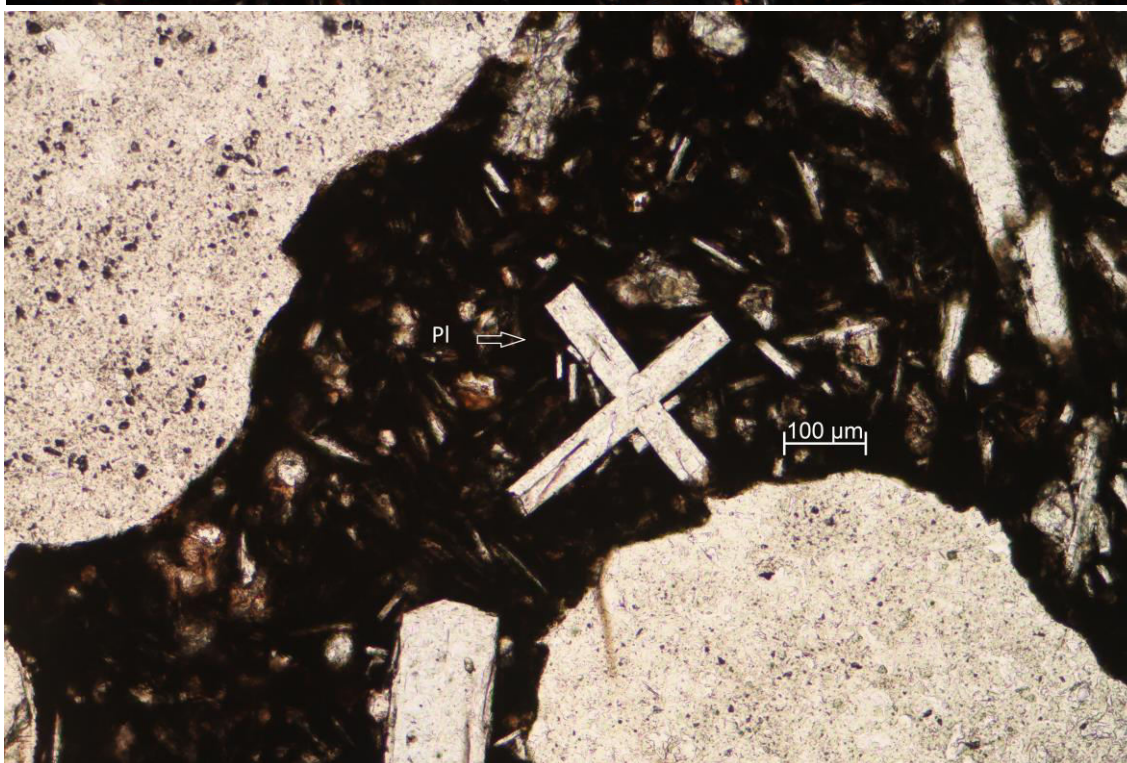
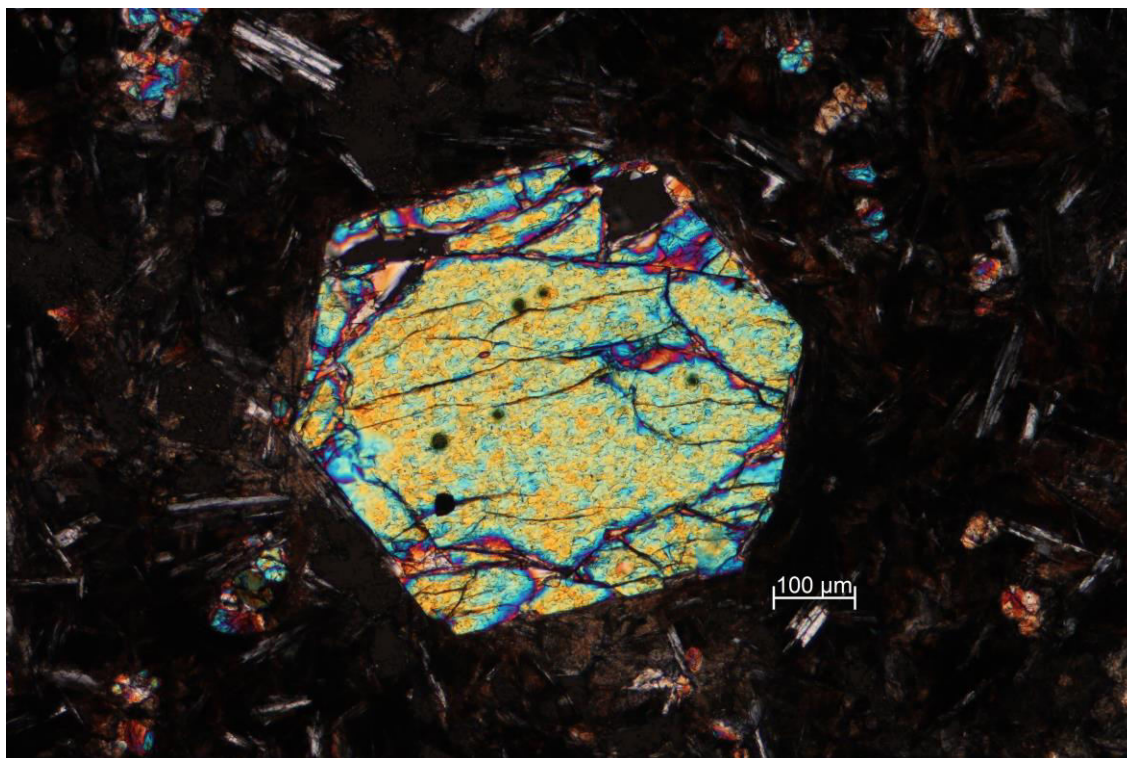
[2] https://earthice.hi.is/files/2023-03/trace_isotope_report_v1r3%20%281%29.pdf, travanj, 2021.

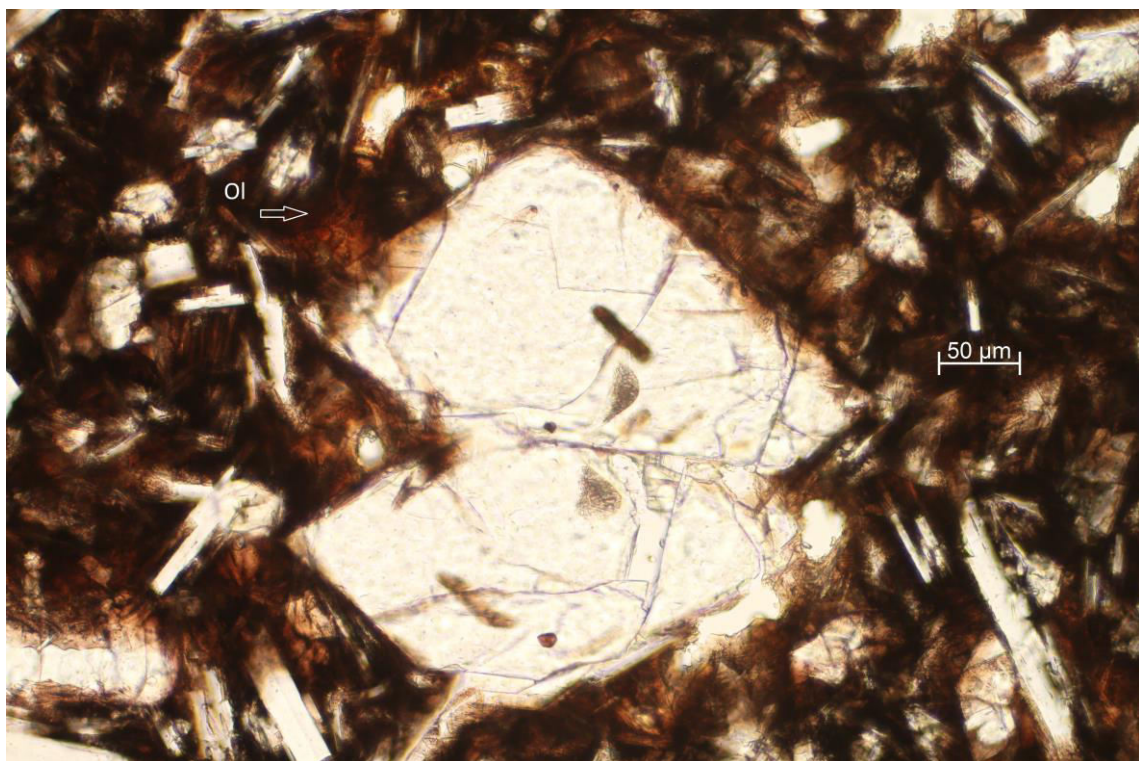
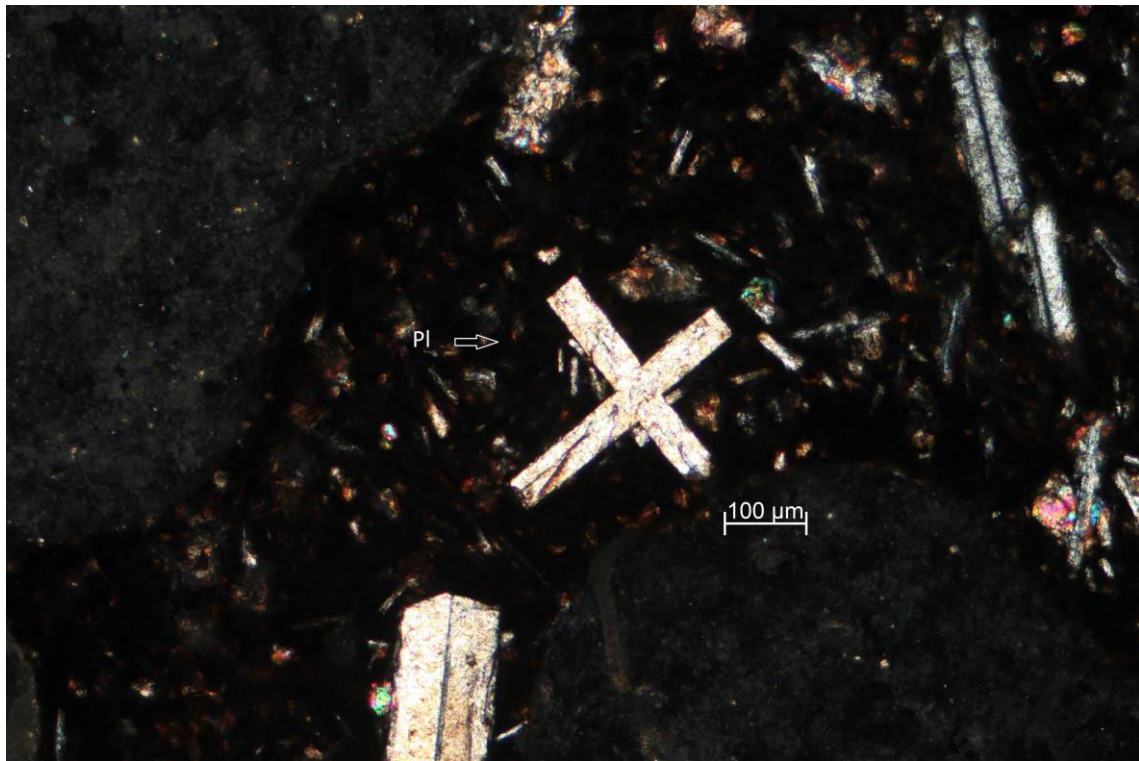
8. Table

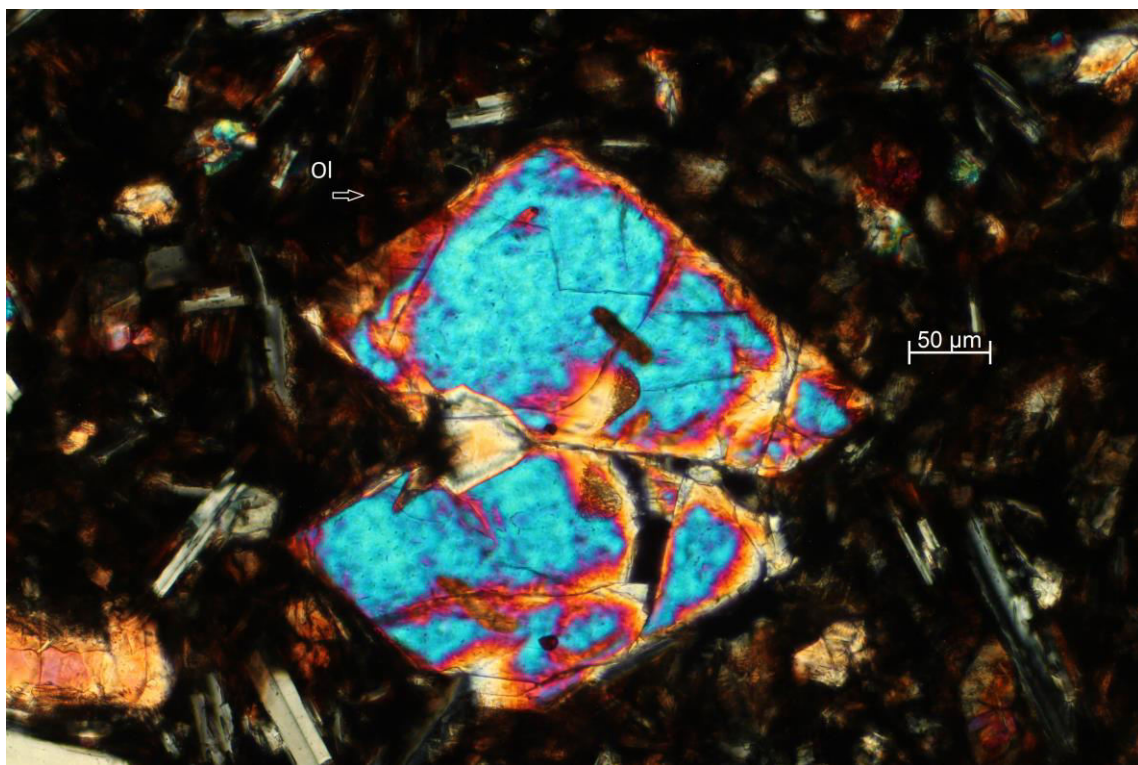
TABLA 1

1. Slika – šesterokutni presjek olivina u uzorku GD-02-01 s uključenim analizatorom, pri većem povećanju
2. Slika – sraslac plagioklasa s isključenim analizatorom
3. Slika - sraslac plagioklasa s uključenim analizatorom
4. Slika - sraslac olivina s isključenim analizatorom
5. Slika - sraslac olivina s uključenim analizatorom
6. Slika – piroksen

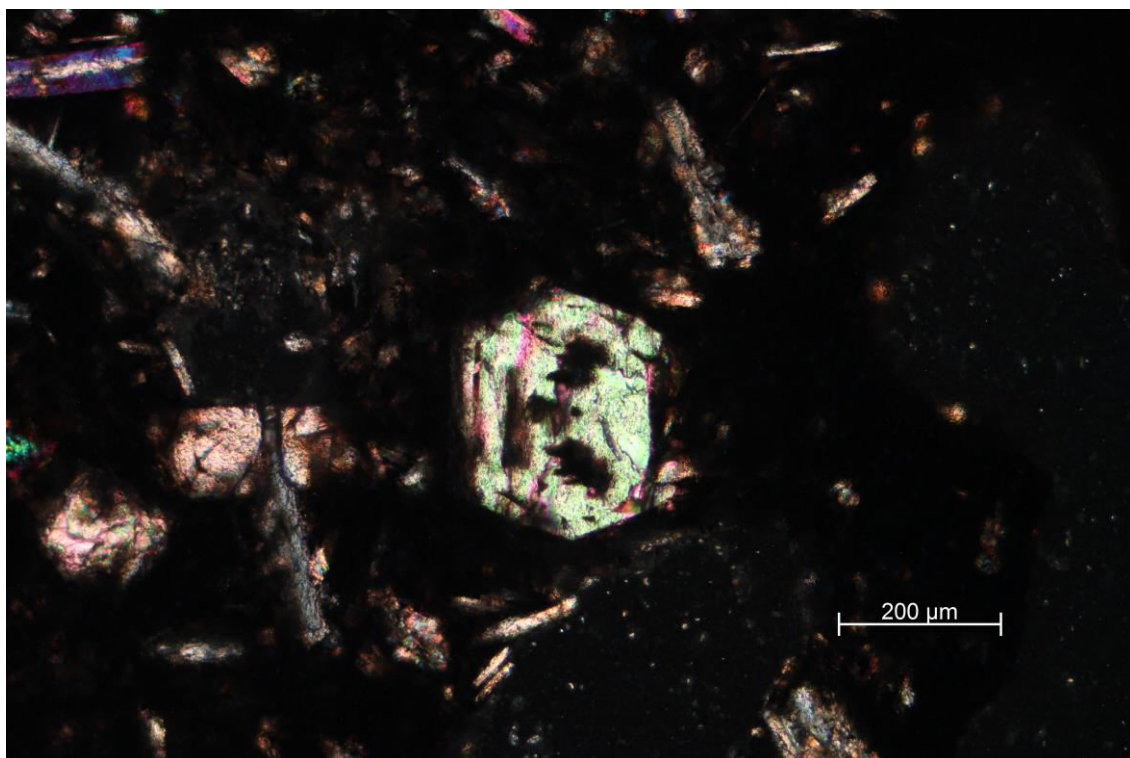
TABLA 1







5.



6.

9. Prilozi

PRILOG 1

Rendgenografski podaci za uzorak GD-01

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
13.74	6.4441	9	Augit
17.30	5.1267	7	Forsterit
18.94	4.6857	8	Anortit; Augit
22.02	4.0375	42	Anortit
22.81	3.8984	35	Anortit; Forsterit
23.65	3.7617	29	Anortit
24.52	3.6299	24	Anortit; Augit
25.40	3.5066	10	Forsterit
25.69	3.4682	12	Anortit; Forsterit
26.49	3.3651	18	Anortit
27.79	3.2106	100	Anortit; Augit
28.04	3.1822	69	Anortit
28.46	3.1358	16	Anortit
29.76	3.0018	88	Forsterit; Augit
30.26	2.9535	26	Anortit
30.48	2.9326	31	Anortit; Augit
30.77	2.9059	31	Anortit; Augit
31.57	2.8342	10	Anortit; Augit
32.23	2.7777	20	Forsterit
33.78	2.6534	8	Anortit
34.88	2.5720	24	Augit
35.59	2.5229	56	Anortit; Forsterit; Augit
36.42	2.4667	26	Forsterit
37.27	2.4128	2	Anortit
38.33	2.3482	3	Forsterit
39.58	2.2769	31	Forsterit; Augit
41.07	2.1978	4	Augit
41.74	2.1641	4	Forsterit
42.30	2.1366	24	Anortit; Augit
42.80	2.1127	8	Anortit; Augit
44.65	2.0295	76	Anortit; Forsterit; Augit
46.56	1.9505	3	Forsterit; Augit

47.25	1.9239	2	Anortit
48.35	1.8824	3	Anortit; Forsterit
49.60	1.8380	10	Anortit; Forsterit
50.79	1.7977	6	Anortit; Augit
51.58	1.7718	9	Anortit
52.18	1.7529	23	Anortit; Forsterit; Augit
54.83	1.6743	6	Forsterit; Augit
56.63	1.6239	23	Augit
56.81	1.6206	13	Forsterit; Augit
60.08	1.5400	2	Anortit; Augit
61.46	1.5088	6	Forsterit; Augit
62.60	1.4827	4	Augit

PRILOG 2

Rendgenografski podaci za uzorak GD-02

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
13.68	6.4754	6	Anortit; Augit
17.29	5.1283	7	Forsterit
18.97	4.6782	5	Anortit; Augit
19.97	4.4467	4	Augit
22.01	4.0383	25	Anortit
22.81	3.8993	9	Anortit; Forsterit
23.65	3.7615	28	Anortit
24.47	3.6374	20	Anortit; Augit
25.43	3.5027	3	Forsterit
25.69	3.4675	5	Anortit; Forsterit
26.49	3.3649	11	Anortit
27.79	3.2105	100	Anortit; Augit
28.05	3.1812	48	Anortit
28.47	3.1355	13	Anortit

29.81	2.9969	82	Augit; Forsterit
30.39	2.9416	36	Anortit; Augit
30.82	2.9014	20	Anortit; Augit
31.54	2.8371	8	Anortit; Augit
32.20	2.7802	14	Forsterit
33.78	2.6535	6	Anortit
34.98	2.5654	20	Anortit; Augit
35.65	2.5188	39	Anortit; Augit; Forsterit
36.43	2.4664	10	Forsterit
36.79	2.4429	3	Anortit
37.21	2.4164	2	Anortit
38.47	2.3402	4	Forsterit; aluminijski nosač
39.56	2.2782	10	Augit; Forsterit
39.91	2.2592	5	Anortit
40.70	2.2171	1	Augit
42.34	2.1347	14	Anortit; Augit
42.91	2.1076	5	Augit
44.63	2.0305	38	Anortit; Augit; Forsterit; aluminijski nosač
45.69	1.9856	3	Anortit; Augit
46.13	1.9677	1	Augit
47.14	1.9281	3	Anortit
48.34	1.8828	4	Anortit
49.30	1.8483	5	Anortit; Augit
49.69	1.8348	5	Anortit; Forsterit
50.24	1.8160	2	Augit; Forsterit
50.74	1.7994	3	Anortit
51.54	1.7732	6	Anortit
52.04	1.7573	10	Anortit; Augit
52.36	1.7473	9	Augit; Forsterit

53.51	1.7126	1	Anortit; Augit
54.75	1.6766	2	Augit
56.59	1.6263	12	Augit
57.09	1.6134	4	Augit
58.18	1.5857	1	Anortit; Forsterit
59.79	1.5468	3	Augit
62.53	1.4855	6	Augit

PRILOG 3

Rendgenografski podaci za uzorak GD-11

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
17.20	5.1566	26	Forsterit
22.79	3.9015	63	Anortit; Forsterit
23.80	3.7389	27	Anortit; Forsterit
25.36	3.5125	35	Forsterit
29.73	3.0051	23	Forsterit
32.22	2.7781	81	Forsterit
35.61	2.5212	96	Anortit; Forsterit
36.42	2.4672	100	Forsterit
38.18	2.3573	25	Anortit; Forsterit
39.57	2.2778	41	Forsterit
39.93	2.2580	34	Anortit; Forsterit
41.68	2.1670	22	Anortit; Forsterit
44.45	2.0383	9	Forsterit
46.63	1.9480	4	Forsterit
47.10	1.9294	4	Anortit
48.37	1.8819	7	Anortit; Forsterit

50.26	1.8153	6	Forsterit
50.86	1.7954	4	Anortit; Forsterit
52.11	1.7537	66	Anortit; Forsterit
54.76	1.6749	11	Forsterit
55.96	1.6418	16	Forsterit
56.67	1.6231	21	Forsterit
57.80	1.5938	8	Forsterit
58.53	1.5757	10	Forsterit
61.02	1.5173	3	Anortit; Forsterit
61.80	1.5000	22	Anortit; Forsterit
62.56	1.4835	36	Forsterit

PRILOG 4

Rendgenografski podaci za uzorak GD-12

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
17.30	5.1275	10	Forsterit
22.08	4.0262	22	Anortit
22.81	3.8985	32	Forsterit; Anortit
23.65	3.7613	18	Forsterit; Anortit
24.47	3.6376	14	Anortit; Augit
26.52	3.3607	15	Anortit; Augit
27.77	3.2128	100	Anortit; Augit
27.99	3.1882	74	Anortit
29.77	3.0010	97	Forsterit; Augit
30.43	2.9371	29	Anortit; Augit
30.73	2.9092	29	Augit
32.20	2.7802	24	Forsterit

35.05	2.5602	21	Anortit; Augit
35.58	2.5235	51	Forsterit; Anortit; Augit
36.43	2.4664	25	Forsterit
38.18	2.3572	11	Forsterit; Anortit
39.58	2.2772	29	Forsterit; Augit
39.90	2.2594	9	Forsterit; Anortit
41.11	2.1957	5	Anortit; Augit
42.20	2.1415	17	Anortit; Augit
44.53	2.0347	14	Forsterit; Augit
48.33	1.8833	5	Forsterit; Anortit
49.57	1.8391	6	Forsterit; Anortit
52.09	1.7557	28	Forsterit; Anortit; Augit
54.81	1.6750	6	Forsterit; Augit
56.68	1.6240	8	Forsterit; Augit
61.81	1.4997	83	Forsterit; Anortit; Augit
62.56	1.4836	8	Forsterit; Augit

PRILOG 5

Rendgenografski podaci za uzorak GD-13

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [2θ]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
17.31	5.1220	35	Forsterit
22.82	3.8976	62	Anortit; Forsterit
23.86	3.7298	25	Forsterit
25.38	3.5094	38	Forsterit
27.75	3.2150	15	Anortit; Augit
29.75	3.0036	23	Forsterit; Augit
32.22	2.7785	100	Forsterit

35.60	2.5216	89	Anortit; Forsterit; Augit
36.42	2.4667	92	Forsterit
38.14	2.3596	8	Anortit; Forsterit
38.80	2.3208	6	Anortit; Forsterit; Augit
39.56	2.2782	37	Anortit; Forsterit; Augit
39.92	2.2584	32	Forsterit
41.77	2.1626	10	Forsterit
42.23	2.1400	3	Anortit; Augit
44.39	2.0407	5	Forsterit; Augit
46.53	1.9520	5	Forsterit; Augit
48.29	1.8847	11	Anortit; Forsterit
50.81	1.7970	9	Anortit; Forsterit; Augit
52.12	1.7534	76	Anortit; Forsterit; Augit
54.71	1.6763	7	Forsterit; Augit
56.00	1.6408	14	Forsterit
56.71	1.6220	18	Forsterit; Augit
58.64	1.5731	3	Anortit; Forsterit; Augit
61.81	1.4998	23	Anortit; Forsterit; Augit
62.57	1.4833	35	Forsterit; Augit

PRILOG 6

Rendgenografski podaci za uzorak LH-01

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
13.71	6.4594	4	Augit
17.28	5.1321	2	Forsterit
18.92	4.6903	5	Anortit; Augit
19.94	4.4536	3	Augit

22.01	4.0393	20	Anortit
22.78	3.9030	6	Anortit; Forsterit
23.66	3.7613	23	Anortit
24.50	3.6338	15	Anortit; Augit
25.69	3.4679	4	Anortit
26.50	3.3636	9	Anortit
27.78	3.2112	100	Anortit; Augit
28.06	3.1806	40	Anortit
28.46	3.1358	11	Anortit
29.82	2.9961	55	Forsterit; Augit
30.27	2.9525	19	Anortit
30.45	2.9361	25	Anortit; Augit
30.83	2.9007	18	Anortit; Augit
31.56	2.8349	8	Anortit; Augit
31.80	2.8139	3	Anortit
32.22	2.7779	8	Forsterit
33.78	2.6534	6	Anortit
34.98	2.5654	19	Anortit; Augit
35.53	2.5250	17	Anortit; Augit
35.69	2.5161	22	Anortit; Forsterit; Augit
35.92	2.5003	15	Anortit; Augit
36.38	2.4698	5	Forsterit
39.53	2.2798	6	Forsterit; Augit
40.99	2.2021	2	Augit
42.21	2.1395	17	Anortit; Augit
42.34	2.1347	15	Augit
42.85	2.1105	6	Augit
44.59	2.0322	27	Anortit; Forsterit; Augit
46.07	1.9704	2	Augit

47.12	1.9289	3	Anortit
48.38	1.8814	2	Anortit; Forsterit
49.33	1.8474	2	Anortit; Forsterit; Augit
49.65	1.8361	3	Anortit; Forsterit
50.76	1.7987	4	Anortit
51.57	1.7723	4	Anortit
52.21	1.7505	11	Forsterit; Augit
52.36	1.7474	10	Forsterit; Augit
53.51	1.7126	2	Anortit; Augit
54.88	1.6730	2	Forsterit; Augit
56.65	1.6249	13	Augit
57.29	1.6082	2	Anortit; Augit
59.99	1.5422	2	Anortit; Augit
61.68	1.5026	19	Forsterit; Augit
62.43	1.4864	6	Anortit; Augit
64.10	1.4516	1	Anortit; Augit

PRILOG 7

Rendgenografski podaci za uzorak LH-02

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [2θ]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
13.67	6.4798	5	Anortit; Augit
18.94	4.6856	8	Anortit; Augit
19.95	4.4507	4	Augit
22.01	4.0381	22	Anortit
22.81	3.8983	6	Anortit; Forsterit
23.65	3.7615	19	Anortit
24.50	3.6341	13	Anortit; Augit

25.71	3.4655	7	Anortit
26.51	3.3621	14	Anortit; Augit
27.47	3.2472	14	Anortit
27.79	3.2106	100	Anortit; Augit
28.04	3.1824	46	Anortit
28.47	3.1350	14	Anortit
29.81	2.9976	54	Augit; Forsterit
30.41	2.9393	25	Anortit; Augit
30.81	2.9021	15	Anortit; Augit
31.54	2.8368	5	Anortit; Augit
32.19	2.7812	5	Forsterit
33.79	2.6528	3	Anortit
35.03	2.5620	16	Anortit; Augit
35.55	2.5255	19	Anortit; Augit; Forsterit
36.44	2.4660	11	Forsterit
37.29	2.4114	2	Anortit
38.23	2.3541	3	Anortit; Forsterit; aluminijski nosač
39.52	2.2806	5	Augit; Forsterit
39.96	2.2562	3	Forsterit
40.87	2.2080	4	Augit
42.20	2.1395	16	Anortit; Augit
42.35	2.1344	17	Augit
42.86	2.1099	5	Augit
44.61	2.0314	21	Anortit; Augit; Forsterit; aluminijski nosač
46.07	1.9701	2	Augit
47.14	1.9280	5	Anortit
48.33	1.8831	4	Anortit; Forsterit

49.64	1.8364	3	Anortit; Forsterit
50.79	1.7978	2	Anortit; Augit
51.58	1.7720	3	Anortit
52.34	1.7480	6	Augit; Forsterit
53.56	1.7110	2	Anortit; Augit
54.55	1.6824	3	Anortit; Augit
56.66	1.6245	11	Augit; Forsterit
57.32	1.6075	2	Anortit; Augit; Forsterit
60.02	1.5415	4	Anortit; Augit
61.54	1.5069	4	Augit; Forsterit
62.53	1.4842	13	Augit

PRILOG 8

Rendgenografski podaci za uzorak LH-11

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Medumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
13.61	6.5084	6	Plagioklas
18.91	4.6932	12	Plagioklas
21.99	4.0426	27	Plagioklas
22.71	3.9162	10	Plagioklas
23.56	3.7768	28	Plagioklas
23.68	3.7581	18	Plagioklas
24.54	3.6271	38	Plagioklas; Augit
25.68	3.4695	9	Plagioklas; Forsterit
26.49	3.3648	17	Plagioklas
27.40	3.2551	29	Plagioklas
27.77	3.2125	97	Plagioklas; Augit
28.05	3.1809	100	Plagioklas
28.52	3.1302	19	Plagioklas

29.37	3.0414	14	Plagioklas
29.78	3.0000	5	Augit; Forsterit
30.25	2.9543	30	Plagioklas
30.43	2.9375	17	Plagioklas; Augit
30.80	2.9032	4	Plagioklas; Augit
31.60	2.8313	30	Plagioklas; Augit
31.83	2.8113	5	Plagioklas
33.76	2.6547	9	Plagioklas
35.06	2.5594	4	Plagioklas
35.53	2.5267	7	Plagioklas; Augit
35.78	2.5098	15	Plagioklas; Forsterit
36.44	2.4659	1	Plagioklas; Forsterit
37.02	2.4284	2	Plagioklas
37.64	2.3897	2	Plagioklas; Augit
38.19	2.3566	2	Plagioklas
38.81	2.3201	3	Plagioklas; Forsterit
39.77	2.2667	4	Plagioklas; Forsterit
40.28	2.2392	2	Plagioklas; Augit
42.19	2.1421	17	Plagioklas; Augit
43.10	2.0986	10	Plagioklas
44.81	2.0228	2	Plagioklas
45.52	1.9913	2	Plagioklas; Augit
45.67	1.9851	4	Plagioklas; Augit
47.04	1.9320	4	Plagioklas
48.15	1.8882	3	Plagioklas
48.40	1.8791	6	Plagioklas
49.30	1.8485	3	Plagioklas; Augit
49.58	1.8386	12	Plagioklas; Forsterit
50.28	1.8148	4	Plagioklas; Augit

50.73	1.7998	10	Plagioklas
51.58	1.7720	11	Plagioklas
52.46	1.7443	3	Plagioklas
52.77	1.7349	2	Plagioklas
53.25	1.7188	4	Plagioklas
53.44	1.7147	5	Plagioklas; Augit
54.58	1.6813	1	Plagioklas; Augit
55.64	1.6520	2	Plagioklas
56.47	1.6296	1	Plagioklas; Augit
56.99	1.6146	2	Plagioklas; Forsterit
57.17	1.6114	1	Plagioklas; Augit
57.95	1.5914	1	Plagioklas; Forsterit
60.10	1.5395	2	Plagioklas; Augit
60.92	1.5208	1	Plagioklas
62.31	1.4889	5	Plagioklas
62.98	1.4759	1	Plagioklas; Forsterit; Augit
63.96	1.4543	5	Plagioklas

PRILOG 9

Rendgenografski podaci za uzorak LH-12

<i>Položaj difrakcijskog maksimuma [$^{\circ}2\theta$]</i>	<i>Međumrežni razmak d [Å]</i>	<i>Relativni intenzitet [%]</i>	<i>Ime minerala</i>
17.24	5.1425	16	Forsterit
22.00	4.0400	33	Anortit
22.76	3.9073	28	Anortit; Forsterit
23.64	3.7629	32	Anortit; Forsterit
24.50	3.6335	25	Augit; Anortit
25.46	3.4982	12	Forsterit
26.48	3.3660	17	Augit; Anortit

27.75	3.2147	97	Augit; Anortit
28.01	3.1852	100	Anortit
28.46	3.1361	13	Anortit
29.78	2.9997	77	Augit; Forsterit
30.47	2.9338	53	Augit; Anortit
31.49	2.8411	10	Augit; Anortit
32.19	2.7807	30	Forsterit
35.03	2.5619	37	Augit; Anortit
35.59	2.5228	55	Augit; Anortit; Forsterit
36.42	2.4672	37	Forsterit
39.48	2.2825	14	Augit; Forsterit
41.04	2.1995	7	Augit
42.33	2.1352	25	Augit; Anortit
42.98	2.1042	10	Augit; Anortit
44.44	2.0388	13	Augit; Forsterit
48.04	1.8940	6	Augit
48.37	1.8819	4	Anortit; Forsterit
49.65	1.8361	8	Anortit; Forsterit
51.57	1.7723	7	Anortit
52.07	1.7564	16	Augit; Anortit; Forsterit
54.68	1.6787	6	Augit; Anortit; Forsterit
56.66	1.6246	22	Augit; Forsterit
60.03	1.5412	5	Augit; Anortit; Forsterit
61.46	1.5088	7	Augit; Forsterit
62.54	1.4839	14	Augit; Anortit; Forsterit
