

Mikrofiziografska obilježja stijenskih fragmenata u morenskom materijalu ledenjaka Fee, Valais, Švicarska

Žagar, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:800304>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Ivan Žagar

**Mikrofiziografska obilježja stijenskih fragmenata
u morenskom materijalu ledenjaka Fee, Valais,
Švicarska**

**Thin section properties of rock debris in moraine
of the Fee Glacier, Valais, Switzerland**

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentor:
prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Zagreb, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

Mikrofiziografska obilježja stijenskih fragmenata u morenskom materijalu ledenjaka Fee, Valais, Švicarska

Ivan Žagar

Rad je izrađen: Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

Sažetak:

Cilj ovog rad je utvrditi i opisati mineralne faze u uzorcima prikupljenim na lokaliteta Feechopf i Längfluh. Prikupljeni uzorci su analizirani mikroskopiranjem pod prolaznim svjetlom. Mikroskopiranjem pod prolaznim svjetlom je utvrđeno dvanaest presjeka: kalcit, kvarc, muskovit, granat, turmalin, klorit, epidot, titanit, ortopiroksen, amfibol, serpentina i kromit. Mikroskopiranjem su opisane optičke karakteristike presjeka. Na temelju struktura i teksutra stijena te mineralnog sastava istih su zaključene vrste stijena.

Ključne riječi: Mikrofiziografija, ofioliti, Švicarska, Saas-Fee

Rad sadrži: 19+IV stranica, 25 slika, 4 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Nenad Tomašić, prof. dr. sc. Darko Tibljaš, prof. dr. sc. Đurđica Pezelj

Datum završnog ispita: 23. rujna, 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

Thin section properties of rock debris in moraine of the Fee Glacier, Valais, Switzerland

Ivan Žagar

Thesis completed in: Faculty of Science, Department of Geology, Horvatovac 102a, Zagreb

Abstract:

The aim of this work is to determine and describe the mineral phases in the samples collected at Feechopf and Längfluh. The collected samples were analyzed by optical microscopy. Twelve cross-sections were determined by optical microscopy: calcite, quartz, muscovite, garnet, tourmaline, chlorite, epidote, titanite, orthopyroxene, amphibole, serpentine, and chromite. The optical characteristics were described by microscopy. The types of rocks were concluded based on their mineral composition and the structures and textures of the rocks.

Keywords: Microphysiography, ophiolite, Switzerland, Saas-Fee

Seminar contains: 19+IV pages, 25 figures, 4 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Reviewers: prof. dr. sc. Nenad Tomašić, prof. dr. sc. Darko Tibljaš, prof. dr. sc. Đurđica Pezelj

Date of the final exam: September 23, 2021

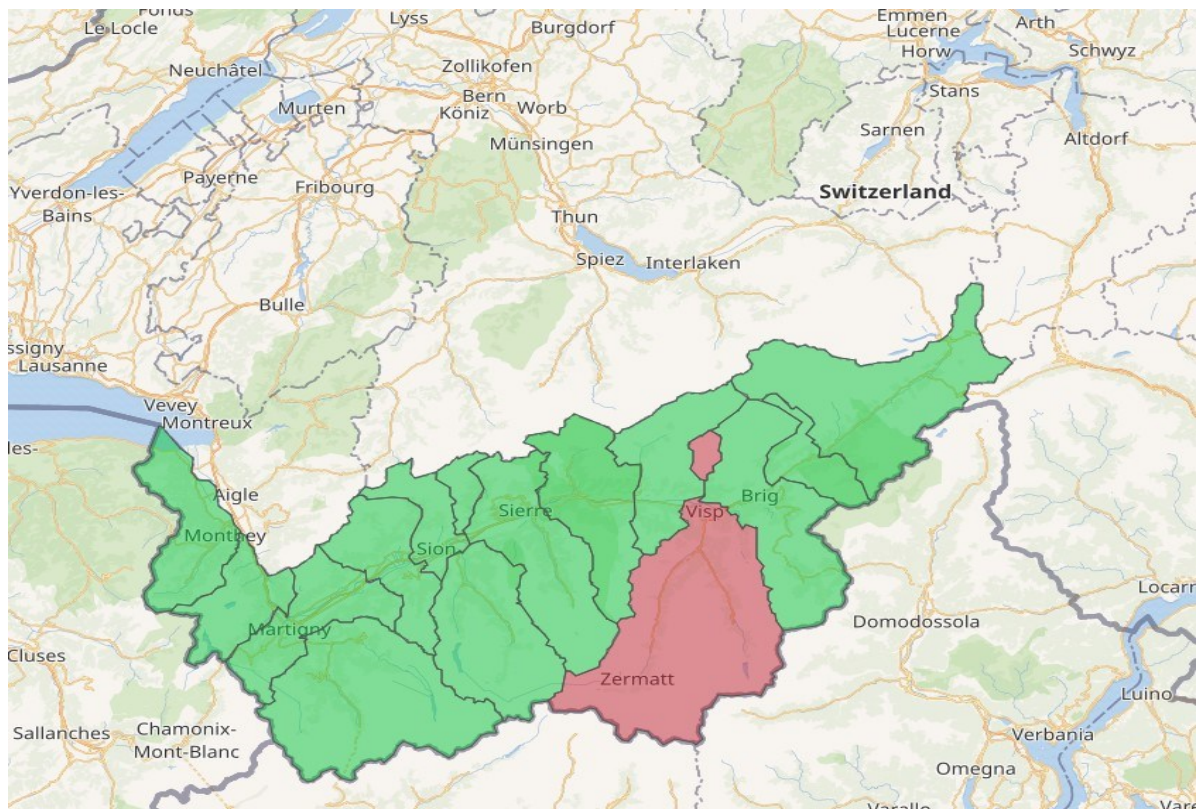
Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Lokaliteti	1
3.	Geološke značajke lokaliteta	2
4.	Materijali i metode istraživanja	4
4.1.	Terenski rad.....	4
4.2.	Prikupljeni uzorci.....	4
4.3.	Preparati za istraživanje polarizacijskim mikroskopom za prolaznu svjetlost	5
5.	Metode istraživanja	6
6.	Rezultati	7
7.	Rasprava.....	16
8.	Zaključak	18
9.	Literatura	19

1. Uvod

U radu su analizirani uzorci stijenskih fragmenata u morenskom materijalu ledenjaka Fee, pokrajine Valais u Švicarskoj. (Slika 1) Područja se nalaze u meta-ofiolitnom kompleksu mezozojske starosti. Ofioliti su stijenske sekvence koje nastaju navlačenjem dubokomorskih sedimenata i magmatskih stijena na kopno procesom obdukcije. Tipična ofiolitna sekvenca se sastoji od tankog sloja pelagičkih sedimenata, bazalnog sloja koji se sastoji od jastučastih lava i vertikalno uslojenih dajkova, sloja izotropnih gabra, uslojenih gabra sa kumulatnim strukturama unutar kojih intrudiraju verliti, sloja kumulatnih dunita sa ksenolitima harzburgita i sloj tektonitnih harzburgita i dunita.

Cilj ovog rad je utvrditi i opisati mineralne faze u uzorcima sa lokaliteta Feechopf i Längfluh te ih analizirati mikrokopiranjem u prolaznom svijetlu.



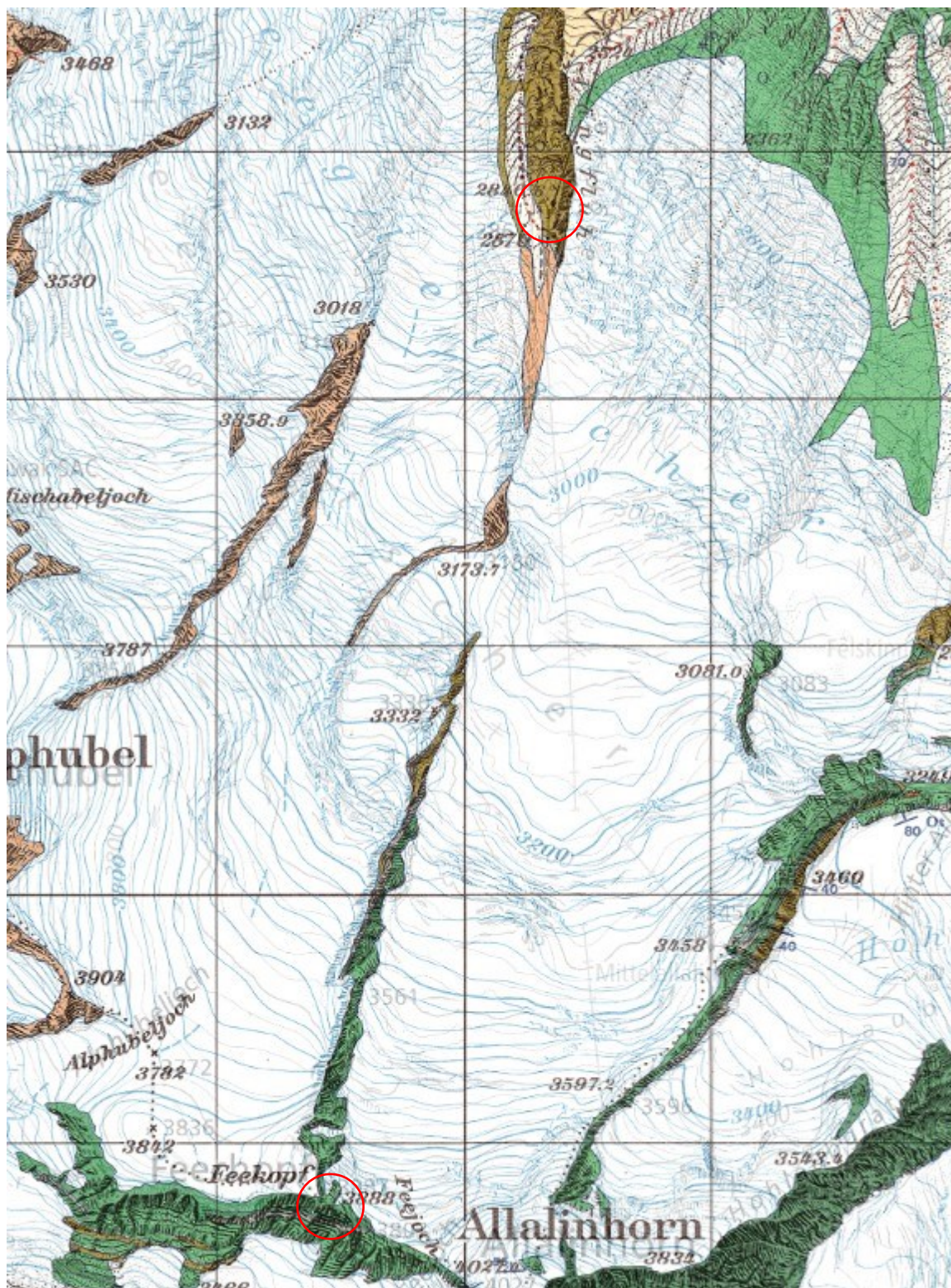
Slika 1. Prikaz kantona Valais i okruga Visp (crveno)

2. Lokaliteti

Lokaliteti sa kojih su prikupljeni uzorci se nalaze južno od sela Saas-Fee u kantonu Valais. Kanton Valais je smješten u južnom dijelu švicarskih Alpa na granici s Italijom. Lokalitet Feechopf i Längfluh se nalaze u jugo-zapadnom dijelu kantona Valais unutar okruga Visp (Slika 2). Nadmorska visina lokaliteta Feechopf-a je 3.888 m, a nadmorska visina Längfluh-a je 2.869 m. Zermatt-Saas-Fee metaofioliti su jedni od najbolje očuvanih eklogitnih dijelova oceanske kore u Alpama. Zermatt-Saas-Fee meta-ofioliti su formirani u Mezozoiku tokom otvaranja praoceana Tetisa potom su bili podvrgnuti procesu subdukcije tokom Alpskog kompresijskog režima. (Rubatto et al. 1998)

3. Geološke značajke lokaliteta

Zermattska regija se sastoji od elemenata Europske kontinentalne ploče, oceanske litosfere praoceana Thetisa i kontinentalnih jedinica sjevernog dijela Apulijske ploče. Navedeni elementi su navučeni jedni na druge za vrijeme kolizije Afričke i Euroazijske ploče tokom formiranja Alpi. Zermatt-Saas meta-ofioliti predstavljaju potpunosti razvijene ofiolite koji su bi podvrgnuti procesu metamorfizma prvotno tokom subdukcije te navlačenja okolnih slojeva i završno rasjedanja. ZSU (Zermatt-Saas-jedinica) je u Zermattskoj regiji bila podvrgnuta visoko tlačnom metamorfizmu sa tlakovima od 2,4 do 2,7 GPa te temperaturama do 600 °C tokom eocenskog podvlačenja ispod Apulijske ploče. Oceanske naslage ZSU se sastoje od serpentinita, eklogita, različitih tipova ekoglitnih facijesa meta-gabra i fero-gabra, magneziskog Allalin gabra i oceanskih sedimenata s manganom bogatim kvarcitima. Serpentinit predstavlja dio plaštne litosfere zasićene vodom, a eklogiti predstavljaju bazalni metavulkanizam s lokalno sačuvanim jastučastim lavama. Tokom gornje krede i paleogena se na kovergentnom rubu oceanska litosfera podvlačila pod kontinentalnu litosferu Apuliske ploče. Za vrijeme kolizije tokom paleogena i neogena se dijelovi subduciranog oceanskog materijala izdižu te navlače na postojeće slojeve. Obducirani ofioliti se navlače na postojeće slojeve tokom kasne kolizije te formiraju polegnutu boru kod lokaliteta Mittaghorn u blizini Saas Fee-a. Europski kontinentalni slojevi (Monte Rosa i Mischabel) leže ispod ofiolitnih naslaga, a Apulijski slojevi naliježu na ofiolite. (Bucher et al. 2020)



Slika 2. Geološka karta sa naznačenim lokalitetima Feehopf i Längfluh

4. Materijali i metode istraživanja

4.1. Terenski rad

Uzorci koji su korišteni u istraživanju prikupljeni su iz bočnih morena ledenjaka Fee na lokalitetima Feehopf i Längfluh te su time bili podvrgnuti mehaničkom trošenju.

4.2. Prikupljeni uzorci

Uzorci odabrani za obradu sa lokalitetima Feehof i Längfluh su prikazani na Slikama 3, 4, 5 i 6.



Slika 3. Uzorak 1 svjetla metamorfna stijena sa vidljivom žilom kvarca



Slika 4. Uzorak 2 tamna metamorfna stijena prikupljena na lokalitetu Längfluh



Slika 5. Uzorak 3 ultramafitna stijena pločastim amfibolima s lokaliteta Feehopf



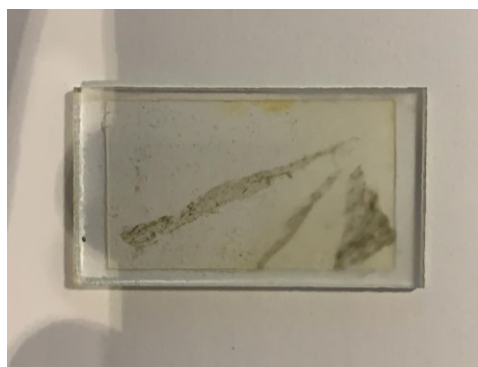
Slika 6. Uzorak 4 masivna ultramafitna stijena s lokaliteta Längfluh

4.3. Preparati za istraživanje polarizacijskim mikroskopom za prolaznu svjetlost

Uzorci prikupljeni na lokalitetima Feehof i Längfluh su pripremljeni u preparate za potrebe istraživanja polarizacijskim mikroskopom. Na slikama 7, 8, 9 i 10 je prikazan makroskopski izgled uzoraka.



Slika 7. Makroskopski izgled Preparata 1



Slika 8. Makroskopski izgled Preparata 2



Slika 9. Makroskopski izgled Preparata 3



Slika 10. Makroskopski izgled Preparata 4

5. Metode istraživanja

5.1. Mikroskopiranje u prolaznoj svjetlosti

Polarizacijski mikroskop je instrument uz pomoć kojega istražujemo optička svojstva minerala i stijena. Uzorci koje promatramo moraju propuštati svjetlost koja se linearno polarizira pomoću polarizatora. Polarizator je prvi nikol, a analizator drugi. Analizator svodi međusobno okomite titrajne pravce dvaju zraka proizišlih iz uzorka u jedan te time omogućava interferenciju.

Razlikujemo ortoskopske i konoskopske uvjete u kojima zapažamo različita svojstva. Ortoskopska opažanja su u linearno polariziranoj svjetlosti koja iz polarizatora upada okomito na mineralni presjek, a mogu biti s jednim nikolom, s ukriženim nikolima ili s paralelnim nikolima. Ortoskopska svojstva koja promatramo bez uključenog analizatora to jest s jednim nikolom su reljef minerala, relativan indeks loma, vlastita boja minerala, pleokroizam te pseudoapsorpcija. Ortoskopska svojstva koja se promatraju sa ukriženim nikolima su sraslaci, zoniranje, izotropija i anizotropija presjeka, dvolom, razlika u hodu, interferencijske boje, relativna debljina izbruska, višefazna proraštanja i izdvajanja, vrsta potamnjenja. Pojedina svojstva je mogu promatrati u svim uvjetima to su habitus, veličina presjeka, agregati, kalavost, sustav pukotina, izmjene, uklopci i zaobljenost presjeka.

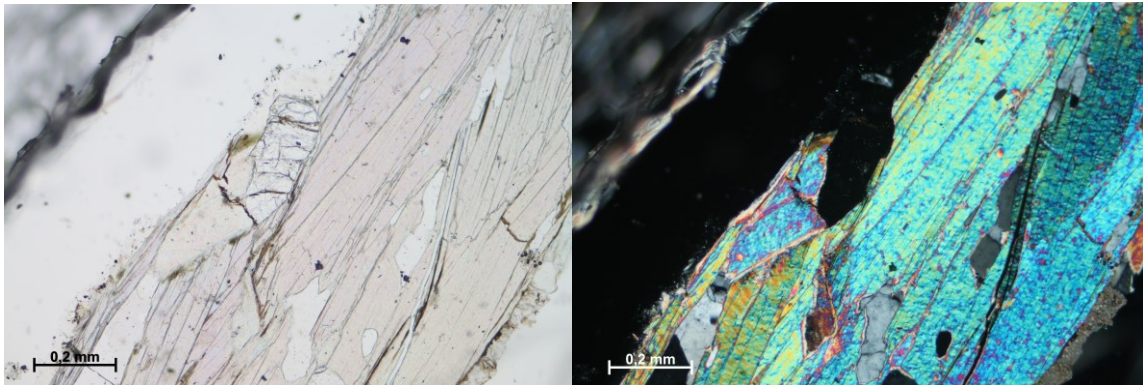
Konoskopski uvjeti opažanja su u konvergentno linearno polariziranoj svjetlosti koja se ostvaruje uz pomoć kondezatora. Kondenzator usmjerava snop svjetlosti kroz središte minerala i duž izvodnica koaksijalnih stožaca različitih otvora. Konoskopom se dobiva karakteristična optička slika koja se naziva interferencijska (konoskopska) figura. Konoskopska figura se sastoji od izokroma i izogira. Izokroma se opaža kao niz interferencijskih boja u obliku krivulja. Izogire se opažaju kao tamni dijelovi interferencijske figure. Pod konoskopskim uvjetima opažamo sljedeća svojstva minerala konoskopsku figuru, optički karakter te određujemo kut optičkih osi. (Vrkljan et al, 2018)

Navedena optička svojstva na omogućavaju prepoznavanje minerala polarizacijskim mikroskopom.

6. Rezultati

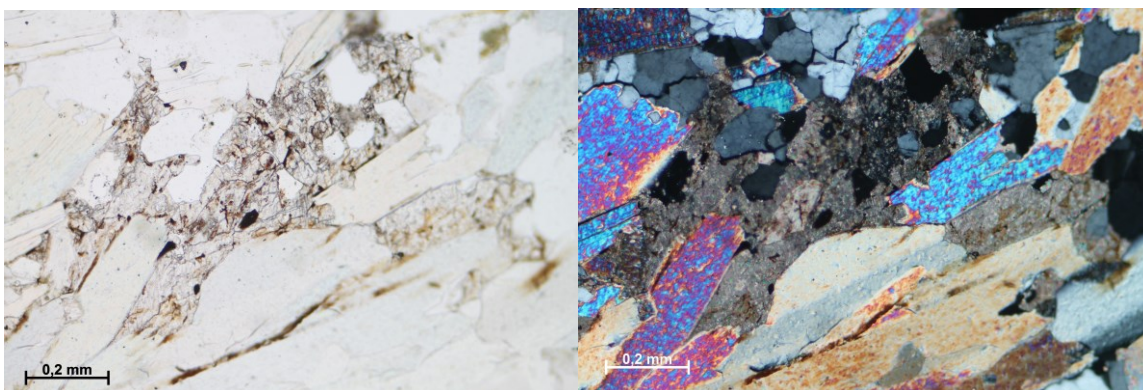
6.1. Istraživanje polarizacijskim mikroskopom

Preparat 1 je izrađen od svijetle metamorfne stijene koja sadrži alotriomorfna zrna kvarca, izdužena zrna muskovita i granate.



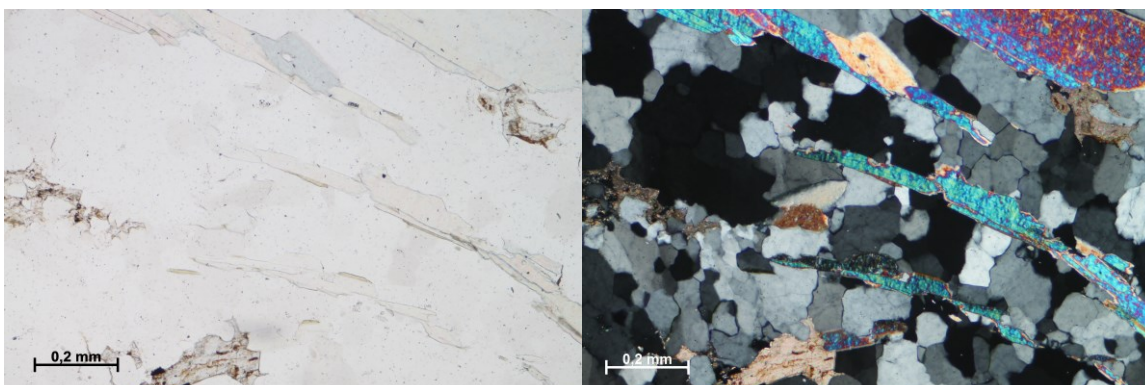
Slika 11. Mikroskopska slika preparata 1 bez analizatora i s analizatorom;

alotriomorfno zrno granata okruženo sa izduženim hipidiomorfnim muskovitnim pločicama



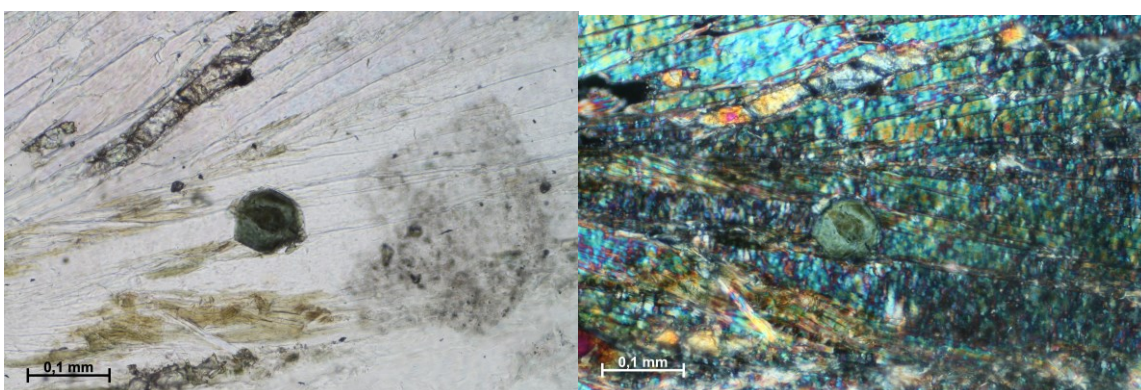
Slika 12. Mikroskopska slika preparata 1 bez analizatora i s analizatorom;

Alotriomorfna zrna kalcita okružena kvarcom i muskovitom

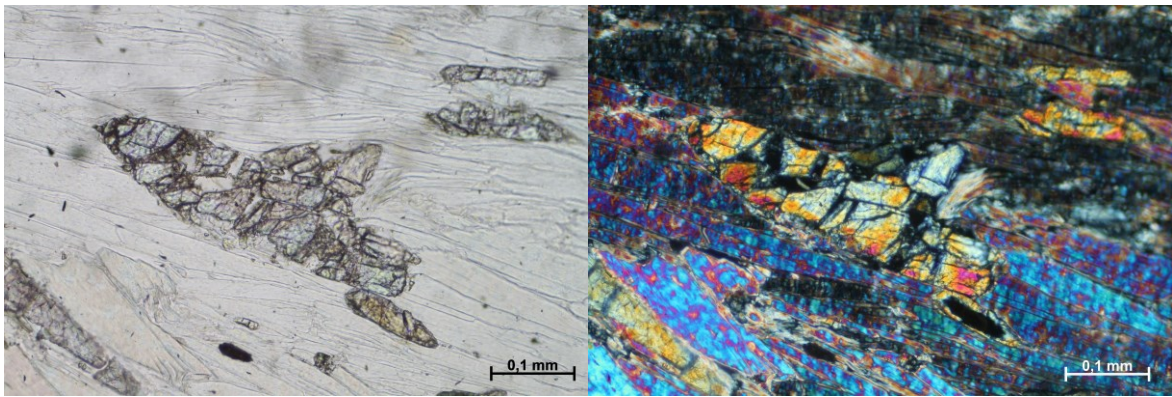


Slika 13. Mikroskopska slika preparata 1 bez analizatora i s analizatorom;
izduženi muskoviti okruženi alotriomorfnim zrnima kvarca

Preparat 2 je izrađen od tamne metamorfne stijene s horizontalnom folijacijom u kojoj je prisutan veliki broj mineralnih faza. Preparat sadrži idiomorfna zrna turmalina, izdužene muskovite, alotriomorfna zrna epidota, pseudohipidiomorfna zrna klorita, hipidiomorfna zrna ortoklasa i alotriomorfna zrna titania.

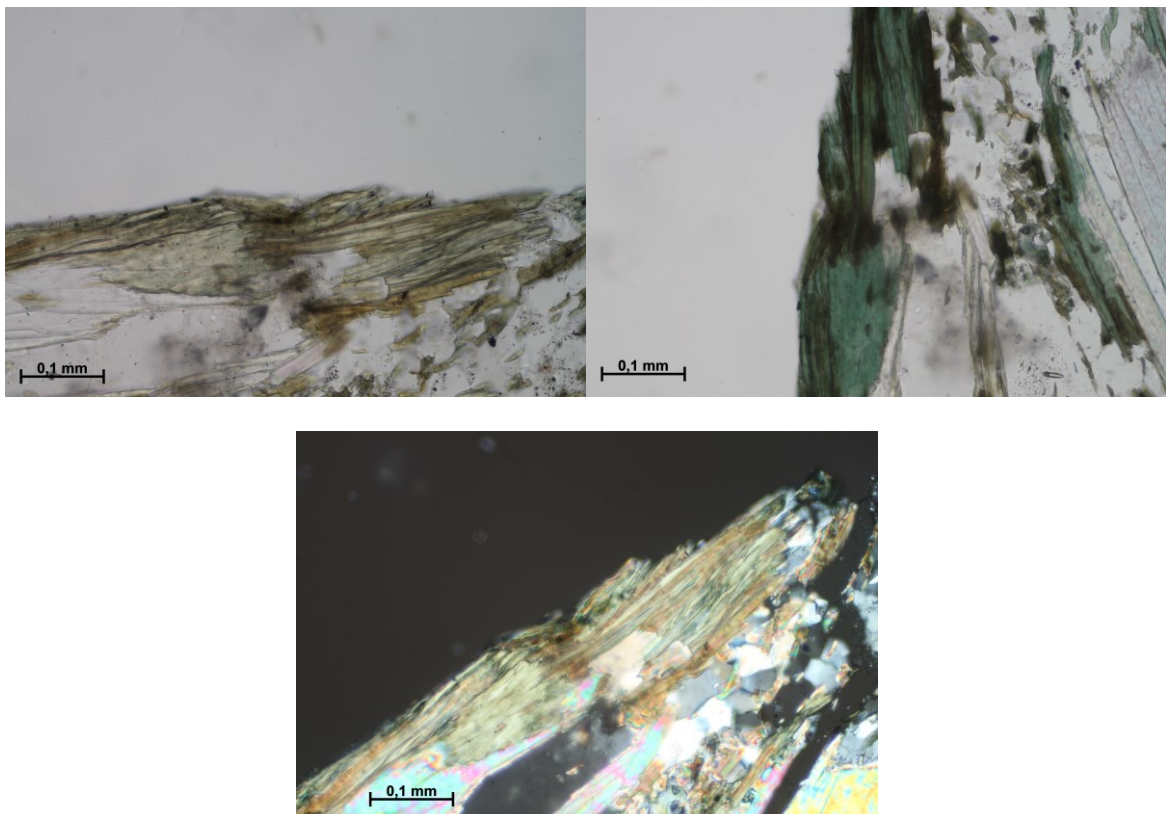


Slika 14. Mikroskopska slika preparata 2 bez analizatora i s analizatorom;
zonalno obojeno zrno turmalina okruženo izduženim muskovitima



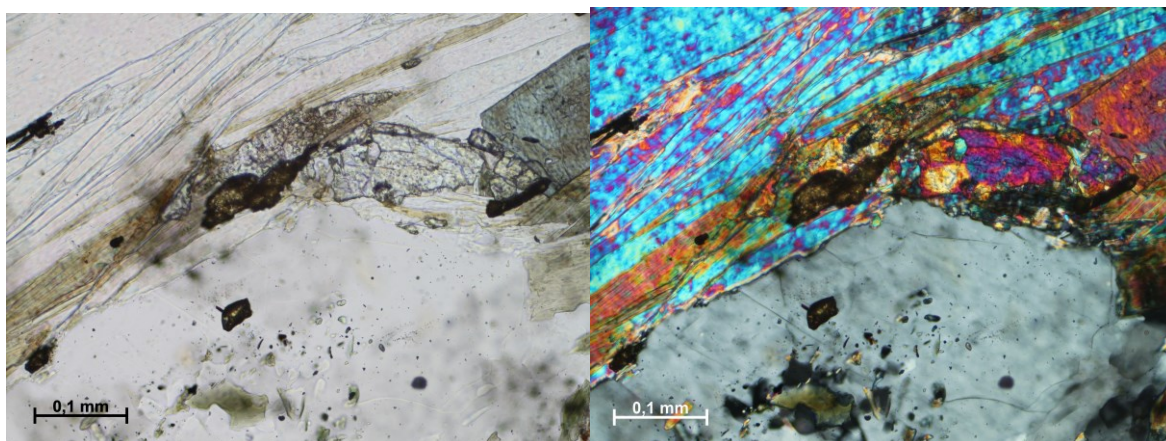
Slika 15. Mikroskopska slika preparata 2 bez analizatora i s analizatorom;

Alotriomorfna zrna epidota okružena izduženim muskovitom

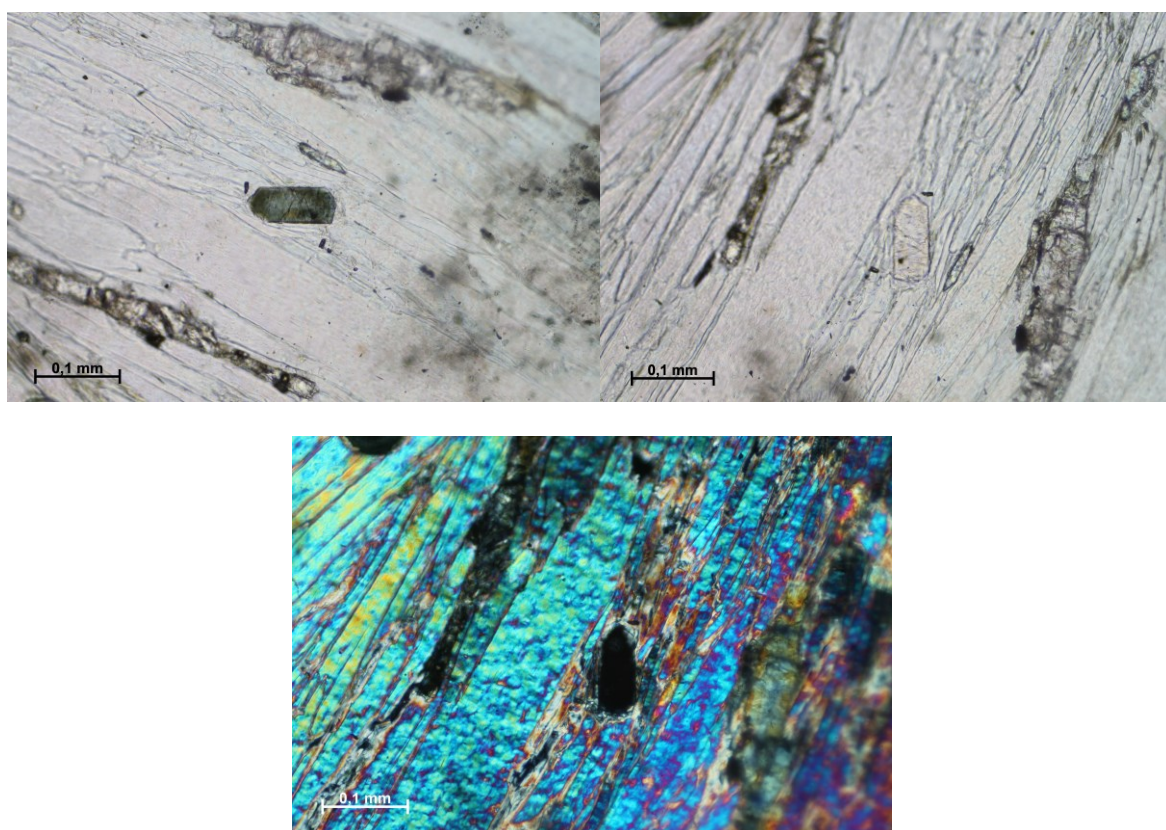


Slika 16. Mikroskopska slika preparata 2 bez analizatora i s analizatorom;

izduženi pseudohipidiomorfni kloriti s izraženim pleokroizmom

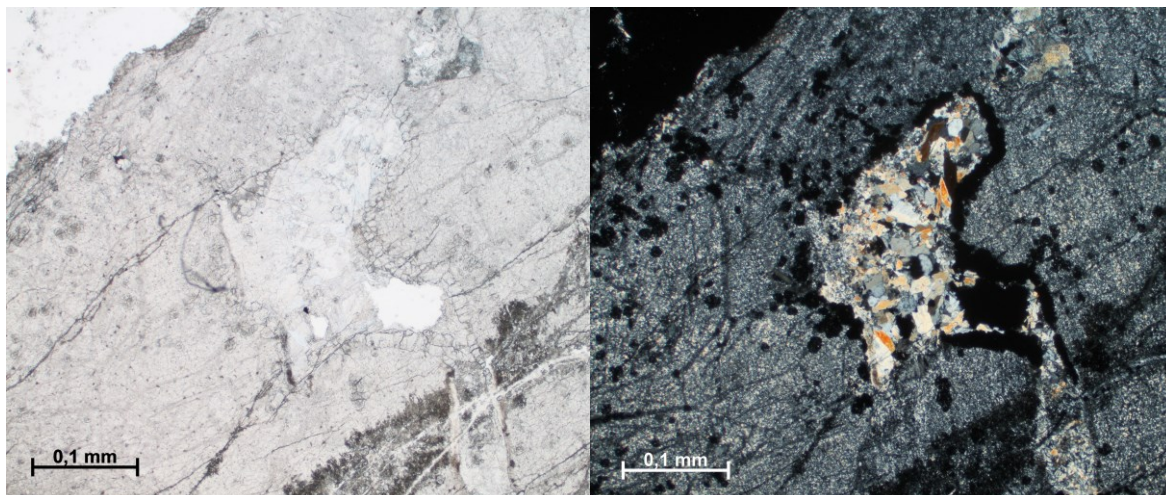


Slika 17. Mikroskopska slika preparata 2 bez analizatora i s analizatorom;
alotriomorfno zaobljeno zrno titanita s izduženim muskovitom i epidotom



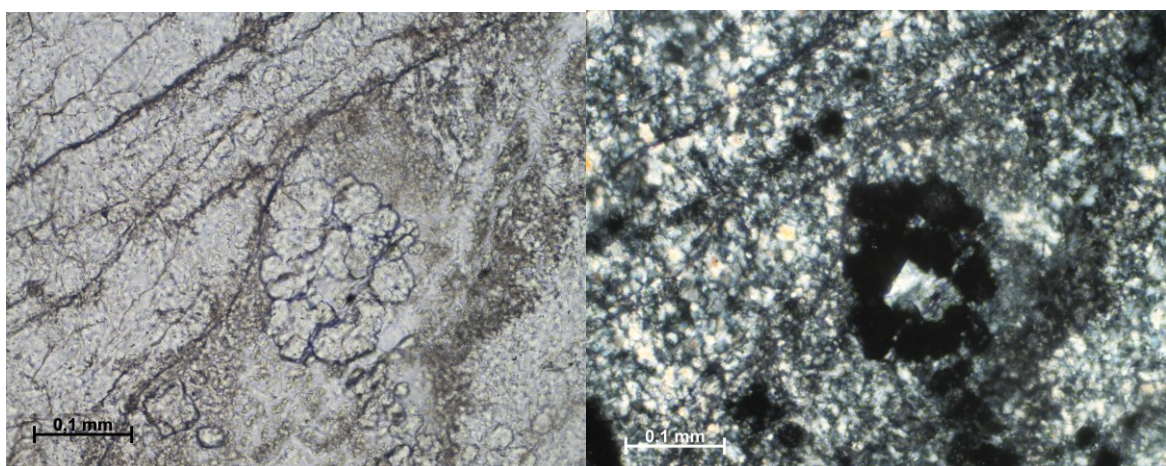
Slika 18. Mikroskopska slika preparata 2 bez analizatora i s analizatorom;
Šesterostrano idiomorfno zrno turmalina sa jasnim pleokroizmom i paralelnim
potamnjenjem

Preparat 3. je izrađen od ultramafitne stijene s amfibolima te se sastoji od idiomorfnih do hipidiomorfnih granata, hipidiomorfnih amfibola, žila serpentina, hipidiomorfnih zrna ortopiroksena i alotriomorfnih presjeka tinjaca.



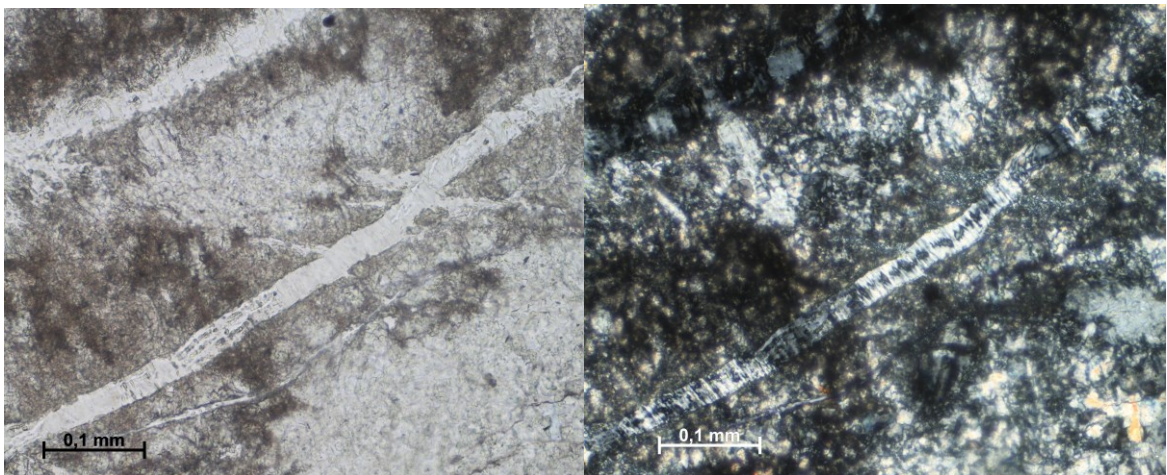
Slika 19. Mikroskopska slika preparata 3 bez analizatora i s analizatorom;

pregled 3. preparata

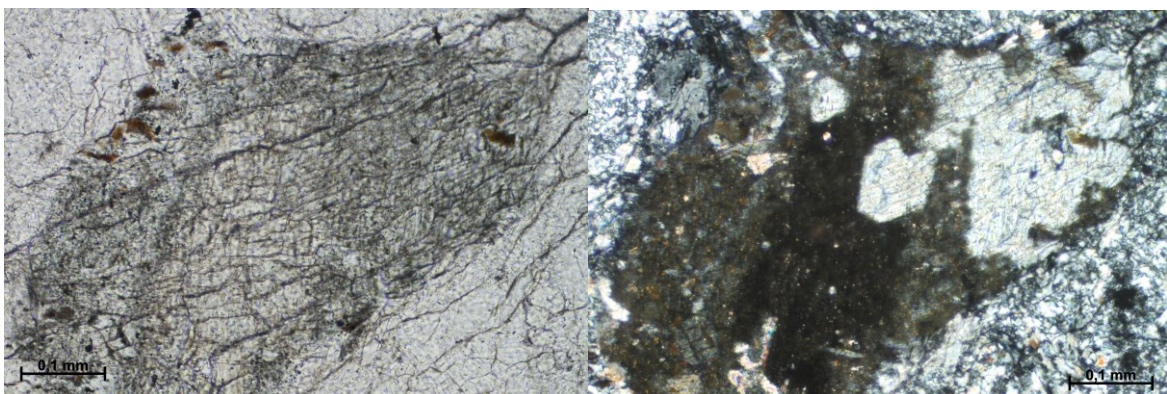


Slika 20. Mikroskopska slika preparata 3 bez analizatora i s analizatorom;

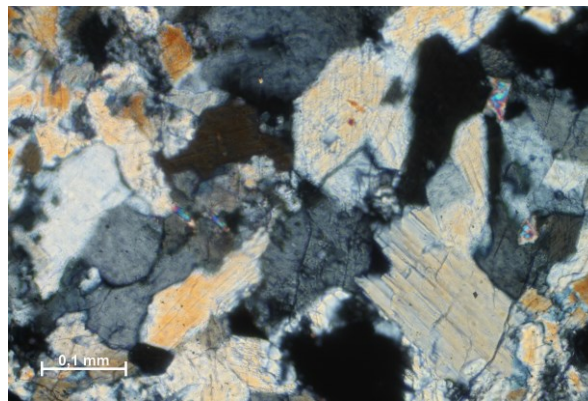
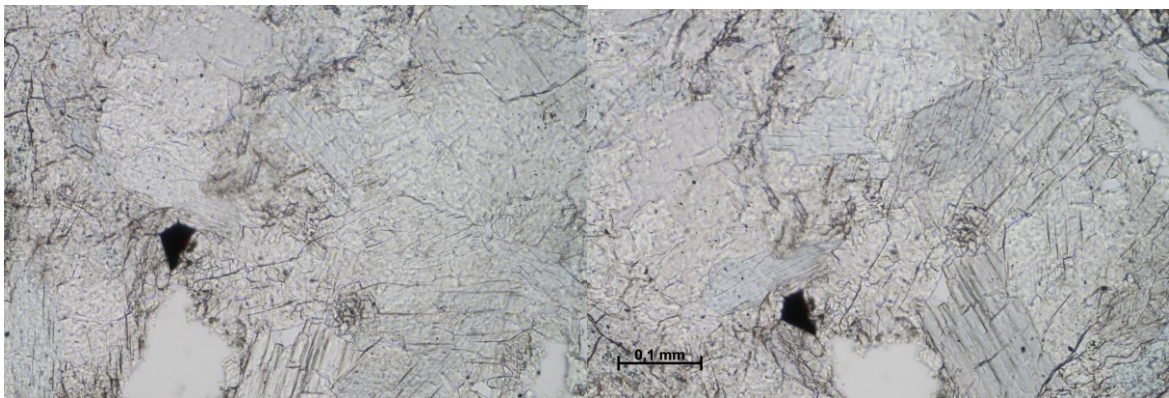
hipidiomorfna zrna granata



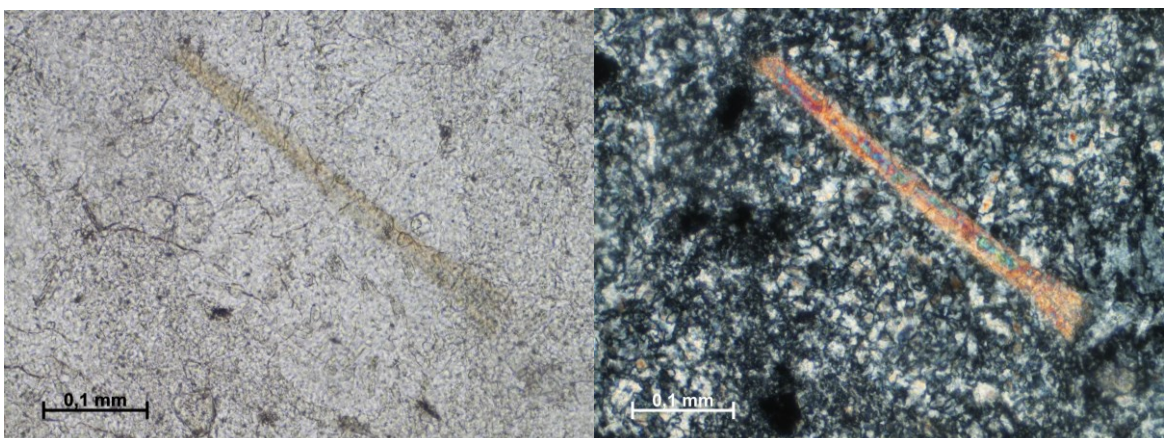
Slika 21. Mikroskopska slika preparata 3 bez analizatora i s analizatorom;
žile serpentina



Slika 22. Mikroskopska slika preparata 3 bez analizatora i s analizatorom;
hipidiomorfna zrna ortopiroksena

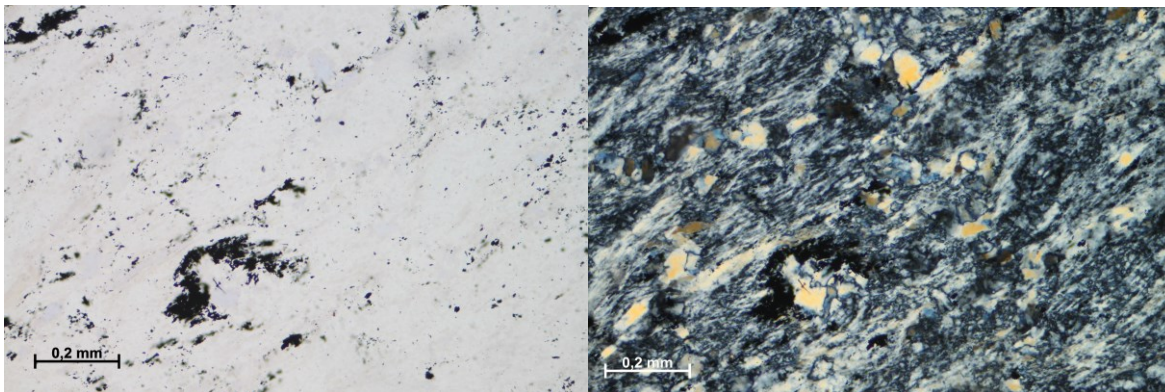


Slika 23. Mikroskopska slika preparata 3 bez analizatora i s analizatorom;
hipidiomorfni amfiboli sa slabim pleokroizmom



Slika 24. Mikroskopska slika preparata 3 bez analizatora i s analizatorom;
izduženi tinjac

4. preparat je izrađen od masivne ultramafitne stijene.



Slika 25. Mikroskopska slika preparata 4 bez analizatora i s analizatorom;
Hipidiomorfna zrna kromita okružena vlaknastim agregatima serpentina

Preparati sadrže presjke kalcita, kvarca, muskovita, granata, turmalina, klorita, epidota, titanita, ortopiroksena, amfibola, serpentina i kromita.

Zrna kalcita su alotriomorfna te se prepoznaje kalavost kojom se stvaraju romboedaski idiomorfni habitus. Opaženi reljef je visok i pozitivan do umjeren i negativan te je zamijećena pseudo-apsorpcija. Opažen je izostanak vlastite boje te simetrično potamnjenje obzirom na romboedarski sustav kalavosti (Slika 12).

Zrna kvarca su alotriomorfna i bezbojna, a u uvjetima uključenog analizatora interferira u bijeloj i sivoj boji I. reda. Kalavost na zrnima kvarca nije prisutna, a reljef je nizak i pozitivan. Radi nedostatka kalavosti nije moguće odrediti potamnjenje niti je zamijećeno undulozno potamnjenje na zrnima (Slika 13).

Sitnolistićasti agregati muskovita su prepoznati po savršenoj kalavosti po bazi te intenzivnim interferencijskim bojama II. i III. reda (Slika 11,12, 13, 14, 15, 17, 18, 24). Opažena je žućkasta vlastita boja (Slika 14) te gotovo paralelno potamnjenje. Prisutna je jako izražena pseudoapsorpcija, a reljef je umjeren do pozitivan (Slika 18).

Zrnasti agregati granata su prepoznati idiomorfnom habitusu i visokom pozitivnom reljefu (Slika 20). Granati su izotropni minerali te se u njima svjetlost u svim smjerovima

širi jednako stoga im je optička indikatrisa kugla. S obzirom da u granatima ne dolazi do dvoloma uključenim analizatorom su stalno tamni. (Slika 11, 19, 20).

Zrna turmalina zamijećena u preparatima su četverostrana i šesterostrana te su prepoznata po paralelnom potamnjenju i jakom pleokroizmu (Slika 18). Apsorpcija ordinarne zrake je značajno veća od apsorpcije ekstraordinarne kao posljedica većega indeksa loma. S obzirom na razliku u apsorpciji ordinarne i ekstraordinarne možemo zaključiti da je turmalin optički negativan mineral. Reljef je umjereno do visoko pozitivan te je vidljiva vlastita zelena do plava boja i zonalno obojenje (Slika 14, 17, 18).

Pseudohipidiomorfna zrna klorita su prepoznata po savršenoj kalavosti po bazi te jakom pleokroizmu (Slika 16). Vlastita boja je žućkasta do plavo zelena. Tamnija vlastita boja u kloritu ukazuje na veći udio željeza. Zamijećeni reljef je umjeren do visok, a interferencijske boje su nešto više od uobičajene bijelo-sive, što ukazuje na povećani udio željeza.

Alotriomorfna zrna epidota su prepoznata dobroj kalavosti i visokom reljefu te interferencijskim bojama II. i III. reda. Zamijećen je i slabi pleokroizam (slike 15, 17).

Alotriomorfna zrna titanita su prepoznata po klinastom obliku, izrazito visokom reljefu te smeđoj vlastitoj boji (Slika 17). Interferencijska boja je prekrivena vlastitom a potamnjenje ne možemo odrediti zbog neizražene kalavosti.

Hipidiomorfna zrna ortopiroksena su prepoznata po umjerenom do visokom reljefu, paralelnom potamnjenju i interferencijskim bojama I. reda. Zrna su bezbojna te je prisutno lučenje po prednjem i bočnom pinakoidu (Slika 22).

Hipidiomorfna stupačasti agregati amfibola su prepoznati po umjerenom do visokom reljefu, interferencijskim bojama I. i II. reda te slabom pleokroizmu. Kalavost je izražena, a potamnjenje koso ako je presjek paralelan osi c, odnosno simetrično u presjeku paralelnom sa baznim pinakoidom (Slika 23).

Prisutni su lističasti, ljuskasti, fino vlaknasti i azbestno vlaknasti agregati serpentina. Prepoznati su po bijelo-sivoj do žutoj interferencijskoj boji I. reda te niskom reljefu. Prisutni agregati su bezbojni te je zamijećeno paralelno potamnjenje kod serpentinških žila (Slika 21, 25).

Zrna kromita su hipidiomorfna i opaka te je vlastita boja crna te dolazi u mineralnoj asocijaciji sa serpentinom (Slika 25).

7. Rasprava

U uzorcima prikupljenim sa lokaliteta Feehopf i Längfluh je utvrđeno dvanaest mineralnih faza: kalcita, kvarca, muskovita, granata, turmalina, klorita, epidota, titanita, ortopiroksena, amfibola, serpentina i kromita. Analizom polarizacijskim mikroskopom su opisane optičke karakteristike svih presjeka.

U Uzorku 1 su prisutni presjeci alotriomorfnih zrna granata okružena izduženim muskovitom. Alotriomorfna zrna kvarca i izduženi muskovit tvore granolepidoblastičnu strukturu. Alotriomorfna zrna kvarca i kalcita te ukazuju da je protolit bila karbonatna stijena. Na uzorku je vidljiva škriljava tekstura koja ukazuje na metamorfni postanak stijene. S obzirom na navedenu strukturu koja ukazuje na niski stupanj regionalnog metamorfizma karbonatnog protolita te škriljavu teksturu same stijene možemo zaključiti da je Uzorak 1 škriljavi mramor.

U Uzorku 2 je prisutna znatno veći broj presjeka. Izdužena zrna muskovita tvore lepidoblastičnu strukturu unutar koje su smještena idiomorfna zrna turmalina te alotriomorfna zrna titanita i epidota. Prisutni su presjeci pseudohipidiomorfnih zrna klorita te hipidiomorfnih zrna ortoklasa. S obzirom na sastav možemo zaključiti da je protolit bio glinoviti sediment. Uzorak 2 pokazuje jasnu škriljavu teksturu, a u presjeku je dominantan muskovit te možemo zaključiti da je riječ o srednjem stupnju regionalnog metamorfizma i o tinčevom škriljavcu. Prema protolitu Uzorka 2 možemo zaključiti da je pripadao pelagičkim sedimentima ofiolitne sekvence.

Uzorak 3 sadrži idiomorfna do hipidiomorfna zrna granata te hipidiomorfna zrna amfibola. Prisutne su žile serpentina koje nastaju procesom serpentinizacije koji ukazuje na prisutnost vode u kristalnim strukturama. Hipidiomorfni presjek ortopiroksena ukazuje da Uzorak 3 podrijetlom iz oceanske kore te je procesom serpentinizacije izmijenjen. S obzirom da je Uzorak 3 sastavljen pretežito od piroksena možemo zaključiti da se radi o piroksenitu. S obzirom na sastav možemo zaključiti da je Uzorak 3 pripadao bazaltnom sloju ofiolitne sekvence.

Uzorak 4 je masivna ultramafitna stijena nastala u niskom stupnju metamorfizma. Građena je od agregata serpentina u kojima se nalaze hipidiomorfna zrna kromita. S obzirom da je Uzorak 4 primarno građen od serpentina možemo zaključiti da se radi o

ultramafitnom serpentinitu. S obzirom na sastav možemo zaključiti da je Uzorak 4 pripadao bazaltnom sloju ofiolitne sekvence.

8. Zaključak

Analizom uzoraka sa lokaliteta Längfluhi Feehopf je utvrđeno sljedeće:

- U uzorcima je pronađeno dvanaest mineralnih faza: kalcit, kvarc, muskovit, granat, turmalin, klorit, epidot, titanit, ortopiroksen, amfibol, serpentina i kromit.
- Uzorci pripadaju tipičnom ofiolitnom slijedu naslaga
- Tinjčev škrljavec (Uzorak 2) je nastao iz oceanskih sedimenata procesima metamorfoze tokom subdukcije i navlačenja ofiolitnih slojeva
- Piroksenit i serpentinit (Uzorci 3 i 4) su ultramafitne stijene oceanske kore

9. Literatura

- Bucher K., Björn Weisenberger T. , Weber S. , Klemm O. and Corfu F. (2020): The Theodul Glacier Unit, a slab of pre-Alpine rocks in the Alpine meta-ophiolite of Zermatt-Saas, Western Alps, 1-5
- Petrinec Z., Kovačić M., Balen D. (2011./12.): Skripta za vježbe iz Petrologije, 27 - 30
- Rubatto D., Gebauer D., Fanning M. (1998): Jurassic formation and Eocene subduction of the Zermatt-Saas-Fee ophiolites: implications for the geodynamic evolution of the Central and Western Alps
- Vrkljan M., Borojević Šoštarić S., Tomašić N. (2019): Optička mineralogija, određivanje minerala polarizacijskim mikroskopom. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 17 – 282