

Petrografska analiza utrusaka u kiselim efuzivima okolice Voćina (Papuk)

Maruna, Petar

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:363166>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Petar Maruna

**PETROGRAFSKA ANALIZA UTRUSAKA U
KISELIM EFUZIVIMA OKOLICE VOĆINA
(PAPUK)**

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentor:
Dražan Balen

Zagreb, 2022.

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja, Petar Maruna, student/ica Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, s prebivalištem na adresi Golija 24, 23250 Pag, OIB 37632290996,

JMBAG 0269076729, ovim putem izjavljujem pod materijalnom i kaznenom odgovornošću da je moj završni/diplomski/doktorski rad pod naslovom: Petrografska analiza utrusaka u kiselim efuzivima okolice Voćina (Papuk)

_____, isključivo moje autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu.

U Zagrebu, 13. 09. 2022.

Petar Maruna

Potpis

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

PETROGRAFSKA ANALIZA UTRUSAKA U KISELIM EFUZIVIMA OKOLICE VOĆINA (PAPUK)

Petar Maruna

Rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Mineraloško-petrografski zavod, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb

Sažetak:

U ovom radu istraživane su stijene sa šireg područja okolice Voćina na Papuku. Cilj rada je petrografska analiza stijene, sa posebnim naglaskom na utruske albite. Osim toga, razmatrane su i ostale mineralne vrste u uzorku, kao i njegov matriks. Dodatno su rađene analize svih navedenih mineralnih vrsta, pomoću računalnog programa za obradu slike i statističkih parametara. Pritom su određene karakteristike minerala, kao primjerice prosječna duljina i širina njihovih bridova, prosječna površina i distribucija. Potvrđeno je da se radi o albitemskom riolitu, gdje utrusci albite zauzimaju približno 35 vol.% istraživanog uzorka.

Ključne riječi: petrografska analiza, utrusak, efuzivna stijena, Voćin, ImageJ.

Rad sadrži: 14+XXII stranica, 39 slika, 1 tablicu i 15 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: prof. dr. sc. Dražen Balen, PMF, Zagreb.

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Dražen Balen, PMF, Zagreb
doc. dr. sc. Katarina Gobo, PMF, Zagreb
doc. dr. sc. Zorica Petrincec, PMF, Zagreb

Datum završnog ispita: 15. rujna 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

PETROGRAPHIC ANALYSIS OF PHENOCRYSTS FROM ACID VOLCANIC ROCKS NEAR VOĆIN (MT. PAPUK)

Petar Maruna

Thesis completed in: University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geology, Division of Mineralogy and Petrology, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb

Abstract:

In this work, rocks from the wider area around Voćin on Papuk were interpreted. The aim of the work is the petrographic analysis of the rock, with special emphasis on albite phenocrysts. In addition, other minerals, as well as its matrix were considered. Analysis of all the mentioned mineral species were performed using the computer program for image processing and statistical parameters. Also, the characteristics of the minerals were determined, such as the average length and width of their edges, average surface area and distribution. It was confirmed that the rock is indeed albite rhyolite, with albite inclusions occupying approximately 35 vol.% of the sample.

Keywords: petrographic analysis, phenocryst, extrusive rock, Voćin, ImageJ.

Seminar contains: 14+XXII pages, 39 figures, 1 table and 15 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: Dražen Balen, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb.

Reviewers: Dražen Balen, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb
Katarina Gobo, Ph.D. Assistant Professor, PMF, Zagreb
Zorica Petrinc, Ph.D. Assistant Professor, PMF, Zagreb

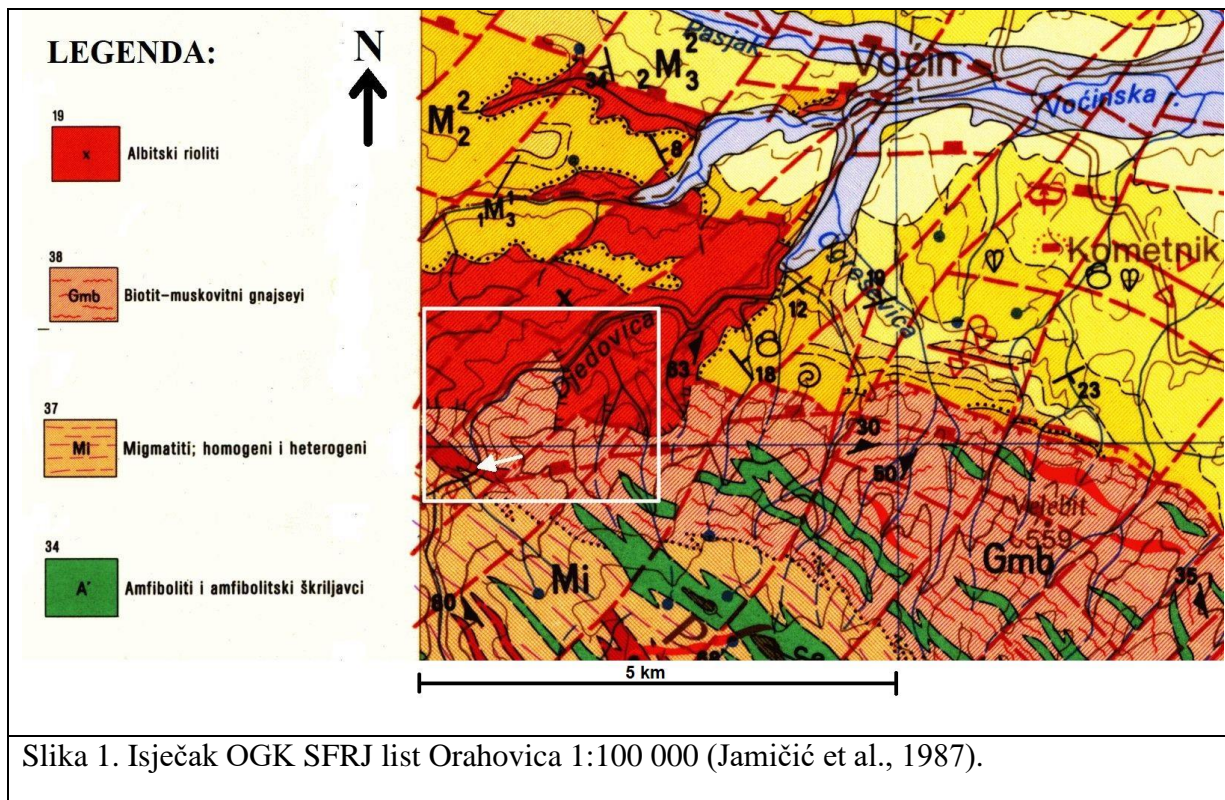
Date of the final exam: 15 September 2022.

Sadržaj

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Uvod..... | 1 |
| 2. | Pregled dosadašnjih istraživanja..... | 2 |
| 3. | Materijali i metode istraživanja | 3 |
| 3.1. | Materijali | 3 |
| 3.1.1. | Priprema uzoraka..... | 3 |
| 3.2. | Metode istraživanja..... | 4 |
| 3.2.1. | Analiza pomoću polarizacijskog mikroskopa | 4 |
| 3.2.2. | Analiza pomoću Image J (Fiji) softvera | 4 |
| 4. | Rezultati | 7 |
| 5. | Rasprava..... | 10 |
| 6. | Zaključak | 12 |
| 7. | Literatura..... | 13 |
| 8. | Table | V |

1. Uvod

Voćin je naselje smješteno na samom rubu planine Papuk, odnosno na njenim sjevernim obroncima. U neposrednoj okolici Voćina nalazi se geolokalitet Trešnjevica (slika 1), gdje je prikupljen uzorak u sklopu kolegija "Terenska nastava iz geologije II". U bijelom se kvadratu nalazi okolno područje sa pripadajućim stijenama, dok je bijelom strelicom naznačen točan položaj geolokaliteta Trešnjevica.



Cilj ovog rada je petrografska analiza prikupljenog uzorka pomoću polarizacijskog mikroskopa, ali i određivanje duljine i širine bridova pojedinih mineralnih vrsta i njihovog indirektnog volumena pomoću ImageJ (Fiji) računalnog programa, u svrhu utvrđivanja mineraloških karakteristika stijene. Posebna je pažnja pridodana analizi utrusaka, ali su analizirane i ostale mineralne vrste, kao i one koje se nalaze u matriksu. Dodatno su opažene ostale vidljive strukturne i teksturne karakteristike. Također je napravljena interpretacija geneze stijene, kao i njenih strukturnih, teksturnih i mineraloških karakteristika.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Prva istraživanja okolice Voćina sežu do daleke 1862. godine istraživanjem D. Stura, koji okolne stijene klasificira kao trahite.

M. Kišpatić (1887) pak smatra da se ne radi o trahitima, već o trošnim augitskim andezitima. Kišpatić (1919) publicira novo istraživanje, u kojem djelomično mijenja mišljenje o mineralnom sastavu, ali stijene i dalje klasificira kao augitske andezite.

Ubrzo slijedi istraživanje F. Kocha (1919), koji se slaže sa istraživanjima D. Stura, te predlaže neogen, odnosno gornji miocen kao starost navedenih stijena. J. Poljak (1938) potvrđuje tvrdnje Kocha i Stura.

M. Tajder (1956) svojim istraživanjem daje drugačije mišljenje. Smatra da su gore navedene stijene mahom izmijenjeni albitski riolit i zelenkasti tufovi. Albitski je riolit, pritom, svjelosive boje, sa slabashnom zelenkastom nijansom, porfirne strukture sa utruscima ružičastih feldspata. Iako je u sastavu riolita inače više od 2/3 kalijskih feldspata, kemijskom je analizom dobiveno da se tu ipak radi o albitu, sa prosječno 0,6% anortitne komponente. Rezultati odgovaraju i mjerenjima na teodolitskom mikroskopu, gdje utrusci albita imaju prosječno 1% anortitne komponente. Također, u stijeni su prisutne i veće količine silicija i alkalijskih metala, dok kalcija i magnezija skoro nema. Takav je sastav zapravo karakterističan za riolitsku magmu, a ako u stijeni većinski imamo albit kao mineralnu vrstu, stijena dobiva naziv albitski riolit.

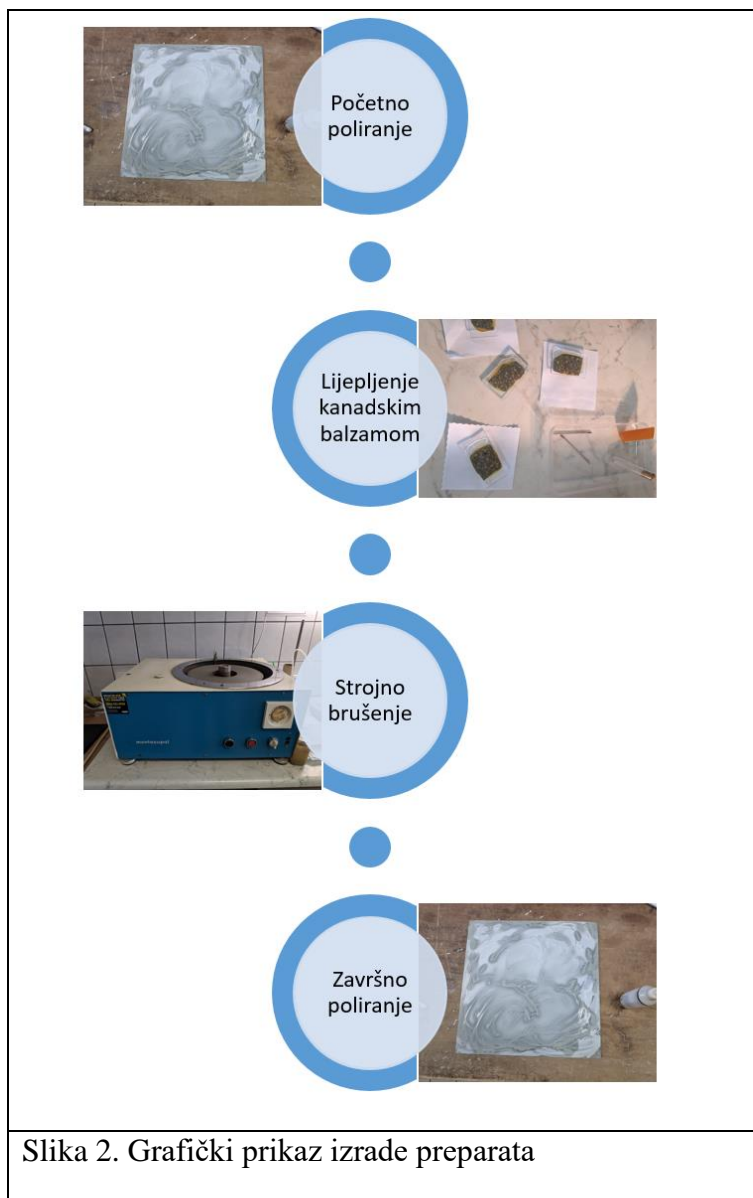
Razlika u mišljenjima vodi se i oko starosti ovih stijena. Iako svi znanstvenici tvrde da su navedene stijene miocenske starosti, J. Pamić (1991) predlaže upravo gornjokrednu starost. Miocenska starost predložena je zbog proslojavanja stijena sa miocenskim sedimentima, kao i zbog kontaktnometamorfne izmijenjenosti okolnih litotamnijskih vapnenaca. Pamić tvrdi da u kontaktnoj zoni između stijena i miocenskog sedimenta nema izmijenjenih litotamnijskih vapnenaca. Na temelju analogije sa sličnim stijenama Požeške gore, kao druge činjenice koje potkrepljuju njegovu tvrdnju navodi fosilni sadržaj i litološke članove koji odgovaraju gornjoj kredi.

3. Materijali i metode istraživanja

3.1. Materijali

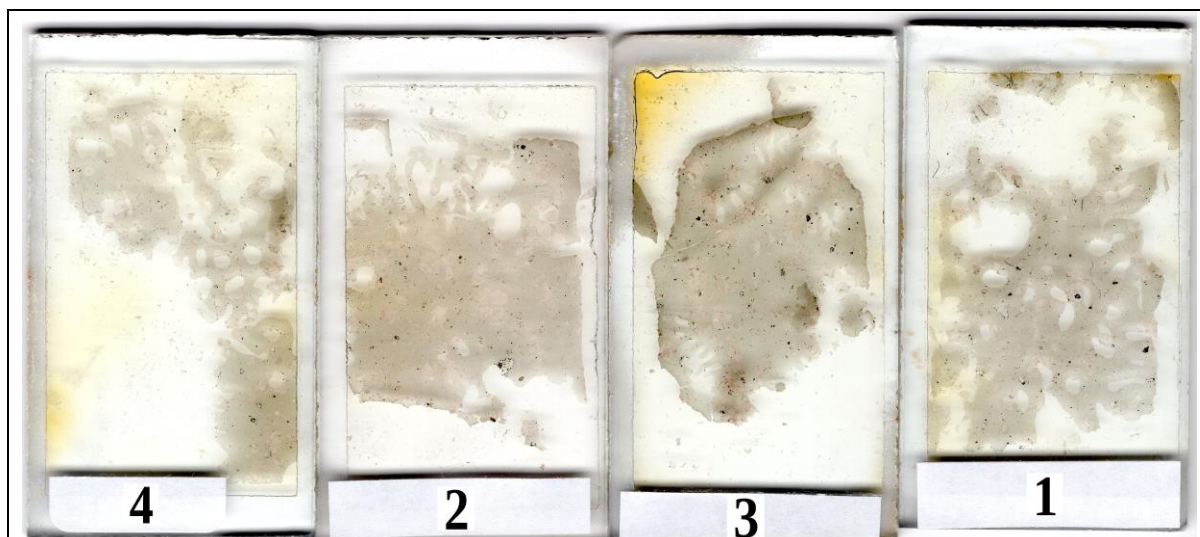
3.1.1. Priprema uzoraka

Prikupljeni uzorak stijene sa okolice lokaliteta Voćin na Papuku izrezan je na pločice, debljine nekoliko milimetara, u laboratoriju Mineraloško – petrografskog zavoda.



Pomoću abrazivnog praha (silicijevog karbida) jedna je strana uzoraka polirana (slika 2), te potom nalijepljena industrijskim ljepilom (kanadskim balzomom) na predmetno stakalce (slika 2). Mjehurići se zraka istisnu, a ljepilo se pusti da se osuši. Slijedi strojno brušenje (slika 2), a kako krajnja debljina preparata mora biti između 20 i 30 mikrometara (μm), završno poliranje je opet ručno (slika 2). Debljina preparata se provjerava pod mikroskopom, pri čemu optičke karakteristike minerala moraju odgovarati standardnim. Preparat se pokriva pokrovnim stakalcem te se višak kanada balzama odstrani. Izrađena su ukupno

četiri preparata, označena brojevima 1-4 (slika 3).



Slika 3. Skenirane površine mikroskopskih preparata koji su korišteni u petrografskoj i računalnoj analizi. Širina jednog pokrovnog stakalca iznosi 23 mm. Reflektirano svjetlo, Epson Perfection V19.

3.2. Metode istraživanja

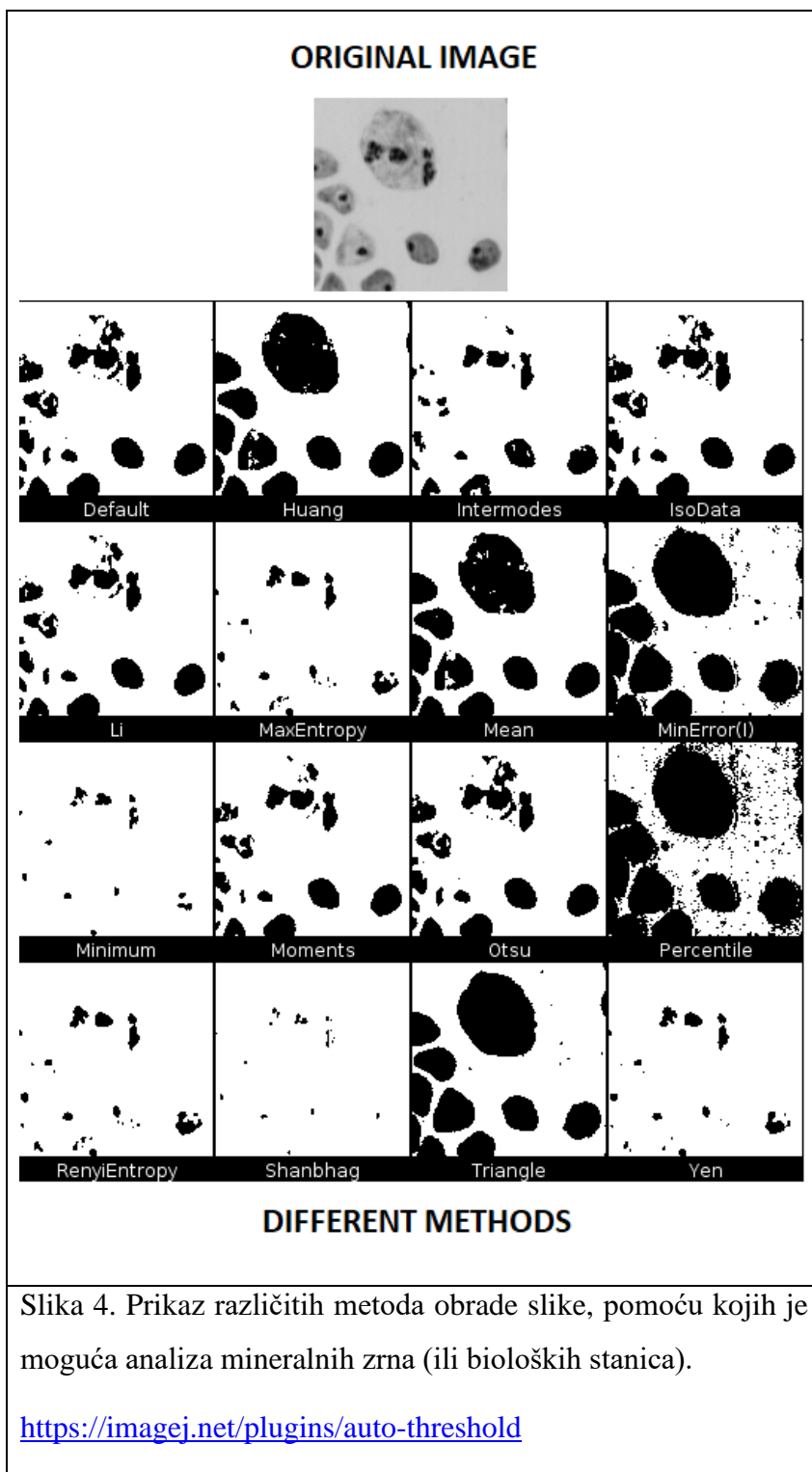
3.2.1. Analiza pomoću polarizacijskog mikroskopa

Preparati su promatrani pomoću polarizacijskog mikroskopa, u ortoskopskim uvjetima, odnosno sa i bez uključenog analizatora. U uvjetima bez uključenog analizatora promatrane su strukturne i teksturne karakteristike stijene, oblik zrna, kalavost, reljef, pleokroizam, pseudoapsorpcija i vlastita boja mineralnih zrna. U uvjetima sa uključenim analizatorom promatrano je potamnjenje i interferencijske boje. Mikroskopiranje i slike su slikane na Zeiss Axiolab polarizacijskom mikroskopu u kabinetu Mineraloško – petrografskog zavoda. Pritom su korištena povećanja od 25x, 100x, 200x and 500x, kamera Canon EOS 500D, računalni program EOS Utility i AxioVision 4.8.2.

3.2.2. Analiza pomoću Image J (Fiji) softvera

Image J je računalni program otvorenog koda za obradu i analizu slika, izvorno namijenjen neuroznanstvenicima, no koriste ga i u biologiji, genetici te čak i u geologiji. Originalno razvijen u Nacionalnim institutima za zdravlje (NIH) u SAD-u, i na Laboratoriju za optičke i računalne instrumente (LOCI) Sveučilišta u Winsconsinu, danas ga mogu razvijati brojni korisnici diljem svijeta, zbog čega program posjeduje niz alata

pomoću kojih se slika može analizirati. Moguća je analiza na temelju boje, veličine i oblika mineralnih zrna, pri čemu se zada donja i gornja granica onoga što se želi analizirati (slika 4). Također je moguća analiza površine jednog, više ili svih zrna iste mineralne vrste, dok je analiza volumena nešto kompliciranija, no isto moguća. Image J može mjeriti i udaljenost između mineralnih zrna, no prije takvih (ali i ostalih analiza) potrebno je poznatu udaljenost na preparatu usporediti sa pikselima na slici. Program omogućava i statističke analize u vidu histograma i linijskih profila.



Slika 4. Prikaz različitih metoda obrade slike, pomoću kojih je moguća analiza mineralnih zrna (ili bioloških stanica).

<https://imagej.net/plugins/auto-threshold>

Analiza je rađena na sljedeći način: slike sa mjerilom otvore se u programu ImageJ (Fiji). Pomoću ravne linije označi se dužina mjerila, te se pod „Set Scale“ namjesti duljina mjerila i njegova jedinica. Potom se odabere tip slike – mora biti 8-bitni, odnosno *Grayscale*. Tek je onda moguće zadati gornju i donju granicu vrijednosti boja koje želimo analizirati. Odabere se metoda – analiza je rađena pomoću *Default*, *Huang* i *MinError* metoda. Razni filteri se mogu

iskoristiti za točniju analizu slike, primjerice *Median* ili *Minimum*, kao i eventualno izoštravanje ili zamućivanje slike. Pomoću opcije *Analyze Particles* zatim je definirana veličina čestica koja se želi analizirati i njihova zaobljenost. Ponekad je potrebno upotrijebiti opciju izdvajanja zrna koja su na rubu slike.

4. Rezultati

Makroskopski, prikupljeni uzorak je masivnog izgleda, sive do slabo-zelenkaste boje, sa izraženim ružičastim utruscima (prilog 1, slika 1), pri čemu odgovara opisu M. Tajdera, koji je to područje detaljnije istraživao.

Stijena ima porfirnu strukturu koja je karakteristična za efuzive, dok joj je tekstura makroskopski homogena. U preparatima su mjestimično vidljivi tragovi tečenja. Najzastupljenija mineralna vrsta u uzorku su feldspati, a to su ujedno i utrusci u matriksu. Hipidiomorfne su do alotriomorfne habitusa (prilog 1, slike 2 i 3), pri čemu su sraslaci i/ili proraštanja jako dobro vidljivi (prilog 1, slika 4). Interferencijska boja im je siva, bez vlastite su boje i niskog reljefa.

Bridovi utrusaka feldspata su veličine od 100 μm do preko 1 mm. To se značajno razlikuje od onih koji se nalaze u matriksu, čija je veličina između 5 i 30 μm . Površine su im stoga između 10 000 μm^2 pa sve do 2 mm², koliko iznosi najveće izmjereno zrno.

Radi se o feldspatima negativnog indeksa loma, a s obzirom da se radi o efuzivnoj stijeni, u obzir dolaze kiseli plagioklasi ili sanidin. Pošto su na mineralima prisutne tanke, ali jasno vidljive polisintetske sraslačke lamele, a minerali su trošni, za zaključiti je da se radi o albitu. Najveća izmjerena širina polisintetskih sraslačkih lamela iznosi 10 μm (prilog 1, slika 5). Sastav plagioklasa nije bilo moguće odrediti pomoću zone simetrijskog potamnjenja zbog nepostojanja pravilnog presjeka ili zbog preuskih sraslačkih lamela.

Osim što se pojavljuju kao utrusci, isti se minerali pojavljuju u matriksu, te su njegov glavni dio. Osim njih, u matriksu su vidljivi i štapičasti zelenkasto-žuti minerali koji interferiraju u nižim bojama – pretpostavljeno amfiboli (prilog 1, slike 6 i 7), opaki minerali – pretpostavljeno hematit zbog crvene boje kod tanjih presjeka, kao i smečkasti koji interferiraju u živim bojama – pretpostavljeno biotit.

U nekim zrnima plagioklasa pronađeni su sekundarni minerali, primjerice kalcit (prilog 1, slike 8 - 11) ili klorit. Sekundarni minerali nastaju trošenjem ili alteracijom primarnih minerala, koji nastaju kristalizacijom iz magme. Takvi minerali onda „potiskuju domaćina“, odnosno, vrlo je teško prepoznati o kojem se mineralu prvotno radilo. Kalcit je u uzorku moguće pronaći i u obliku žila (prilog 1, slike 12 i 13). Prepoznaje ga se po izraženoj pseudoapsorpciji, bijelim interferencijskim bojama višeg reda i polisintetskim sraslačkim lamelama. Te lamele su vrlo uske, debljine do 5 μm (prilog 1, slike 14 i 15). Što

se smeđeg ruba mineralnog zrna tiče (prilog 1, slike 16 – 19), on bi mogao pripadati biotitu. Prepoznat je na osnovu vlastite smeđe boje, pleokroizma u smeđoj i žućkastoj boji, visokih interferencijskih boja, te bi imalo smisla da je njegovom alteracijom nastao klorit. Klorit se može prepoznati po vlastitoj zelenoj boji, pleokroizmu u svijetlo i tamnije zelenoj boji i interferencijskim bojama nižeg reda koje su mahom prekrivene vlastitom. Na slici su, kao i prije, vidljivi opaki minerali.

Sličnu situaciju imamo i na ostalim alteriranim mineralima biotita (prilog 1, slike 20 i 21), gdje se ponovno događa „potiskivanje domaćina“ kalcitom i kloritom. Posebice je zanimljiv mineral sa okolnim rubom, koji se nalazi unutar albita. Mineral je bezbojan, Interferira u sivoj do žutoj boji I. reda te koso potamni.

U preparatu su prisutni i vlaknasti agregati, jasno vidljivog pleokroizma (prilog 1, slike 22 – 25). Pleokroizam se opaža u zelenkasto-smeđoj boji, dok se pri okretanju stolića ta boja mijenja u plavkasto-zelenu. Interferencijske boje variraju od narančaste I. do zelene II. reda. U donjem dijelu agregata se nalaze dva mineralna zrna, smeđe i žute vlastite boje i živih interferencijskih boja. I oni pokazuju pleokroizam, u nijansama smeđe i žute boje. Može se primijetiti da je habitus minerala nekoć bio šesterostran. Iz navedenog je zaključeno da se radi o vlaknastim amfibolima, odnosno o aktinolitu.

Opaki minerali mjestimično pokazuju intenzivnu crvenu boju. Na žalost, bez analize na rudnom mikroskopu nije moguće zaključiti o kojem se točno mineralu radi (prilog 1, slike 26 i 27).

U uzorku se mogu pronaći i alterirani biotiti, u „zajednici“ sa (pretpostavljeno) ilmenitom (prilog 1, slike 28 i 29).

Epidot je također moguće pronaći u uzorku (prilog 1, slike 30 – 33). Oko epidota se nalazi kvarc, te su i epidot i kvarc unutar feldspata. Tipična žuto-zelena vlastita boja, interferencijske boje višeg reda, slab pleokroizam koji je također u žutoj i zelenoj boji, te visok reljef su indikativni za ovu mineralnu vrstu. Veća zrna kvarca, kao na primjer ovo, u uzorku su rijetko vidljiva.

Analiza albita pomoću ImageJ računalnog programa pokazala se vrlo zahtjevnom, iz razloga jer ImageJ teško prepoznaje granice mineralnih zrna. Kako su granice slabo vidljive, program isprva nije prepoznavao utruske albita, već ih je smatrao kao pozadinu. Prvotne analize su pokazale da su površine koju zauzimaju albiti mnogo manje od očekivanih vrijednosti. Tome se doskočilo napravivši obrub oko svih utrusaka albita,

pomoću drugog računalnog programa. Nove analize su pokazale da su vrijednosti izmjerene površine približne stvarnima. Iz istog je razloga ponekad nužno analizirati samo djelić slike, posebice ako se radi analiza minerala u matriksu. Osim analize albita, rađena je i analiza dimenzija drugih mineralnih vrsta koje se nalaze u matriksu (tablica 1). Kalcit i klorit se pojavljuju kao sekundarni minerali, te kao takvi nisu uzeti u obzir.

Analiza volumnih udjela djelomično je uspjela. Za što točnije podatke bilo bi potrebno analizirati cijeli preparat, što nije bilo moguće zbog premalo detalja na skeniranim preparatima. Potom se pokušala analiza sa slika slikanih pomoću kamere na mikroskopu, no te slike prikazuju samo najzanimljivije dijelove preparata, te kao takve nisu nužno reprezentativne za ovu vrstu analize. Također, neke je mineralne vrste bilo jedino moguće analizirati na velikom povećanju, zbog boljeg prepoznavanja granica mineralnog zrna. Analiza volumnih udjela rađena je slično kao i analiza površina. Udio utrusaka albita se prema tome kreće između 20 vol.% i 45 vol.%, biotiti oko 15 vol.% i opaki minerali oko 5 vol.%.

Tablica 1. Rezultati analize najčešćih minerala pomoću ImageJ računalnog programa.

| Mineral | Broj analiziranih zrna | Prosječna duljina [μm] | Prosječna širina [μm] | Prosječna površina [μm^2] |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| Albiti, utrusci | 44 | 782 | 484 | 378488 |
| Albiti, matriks | 346 | 9 | 7 | 63 |
| Biotiti | 106 | 29 | 13 | 377 |
| Amfiboli | 579 | 16 | 3 | 48 |
| Opaki minerali | 167 | 47 | 41 | 1620 |

5. Rasprava

U daljnjem tekstu će se pokušati napraviti interpretacija geneze stijene, te će se bolje objasniti rezultati dobiveni kako polarizacijskim mikroskopom, tako i ImageJ računalnim programom.

Izdvajanja albita i ortoklasa/oligoklasa naziva se pertit (prilog 1, slike 8 i 28) Izdvajanja se događaju po plohama kalavosti. Bez točkaste analize kemijskog sastava minerala teško je reći radi li se o ortoklasu ili o oligoklasu.

Osim što su vidljiva pertitska izdvajanja, ponegdje je moguće vidjeti da kristali u matriksu lagano povijaju oko utrusaka albita (prilog 1, slike 10 i 11). Ovo bi, stoga, upućivalo na kretanje magmi. Moguće je da su utrusci albita kristalizirali ranije, nakon čega dolazi njegovog hlađenja, kao i do hlađenja okolne magme. Novim donosom magme u magmatsku komoru, kristalizacija se ovoga puta počinje odvijati od utrusaka, čije površine djeluju kao kristalizacijski centri. Pritom se u neposrednoj blizini površina utrusaka mogu razabrati tragovi tečenja, dok je tekstura ostatka stijene i dalje homogena.

Albiti su bitno različitih dimenzija – oni u matriksu nisu veći od 30 μm , dok su utrusci milimetarskih dimenzija. Iz toga se da zaključiti da se radi o dvije generacije albita (prilog 1, slika 34), gdje se nazire rub feldspata, koji bi u tom slučaju morao biti mlađi od samog mineralnog zrna. Rub i mineralno zrno su istog ili približno istog mineralnog sastava.

Prisutnost klorita i kalcita u uzorku upućuje na naknadne hidrotermalne alteracije, nakon što je došlo do erozije ili je stijena tektonikom dovedena u današnji položaj. Kako na užem području okolice Voćina imamo i kisele i bazične magmatske stijene, bez detaljnije je analize teško reći na kojim je dubinama i tlakovima nastala izvorna magma. Ono što se zna, jest da su ove stijene bogate natrijem, a taljevine bogate natrijem su jedne od mobilnijih. To pak može ukazivati na manje količine parcijalnog taljenja koje se događa na većim dubinama, a do površine se probila samo ona najmobilnija taljevina.

Alterirani je biotit (prilog 1, slike 28 i 29), moguće objasniti prisustvom titanija. Naime, na većim dubinama i na većim PT uvjetima u strukturu biotita ulazi titanij. Kada stijena, odnosno mineral dođe u pliće uvjete, pada tlak pa mineral postaje nestabilan, pri čemu se Ti izdvaja iz strukture minerala. Taj će titanij stvarati ilmenit (FeTiO_3) te će biti pretežito u kontaktu sa preostalim biotitom.

Što se minerala sa okolnim rubom tiče (prilog 1, slike 20 i 21), moguće je da se radi o klorozoisitu, koji u svom sastavu imaju elemente rijetkih zemalja (REE), kao i izotope radioaktivnih elemenata. Ako je jedan od tih elemenata radioaktivan, stvarat će se ovakav rub.

Veća zrna kvarca rijetko su vidljiva (prilog 1, slike 30 – 33), no za pretpostaviti je da ga ima dosta u osnovi, na osnovi prijašnjih istraživanja (koja su pokazala visok udio SiO₂). No, to i nije toliko neobično s obzirom da se radi o efuzivnoj stijeni bogatoj SiO₂. Naime, moguće je da je osnova dobrim dijelom devitrificirano staklo. Prilika za kristalizaciju kvarca se stvorila dok je stijena još bila na višim temperaturama i većim dubinama.

Iako ovom analizom nije rađeno radiometrijsko datiranje, ipak je moguće staviti nastanak stijene u kontekst paleogeografije. Ako je stijena miocenske starosti, najveći su izgledi da je njen nastanak vezan uz evoluciju Panonskog bazena, što bi ujedno značilo badensku starost kada imamo rifting na ovom području. S druge pak strane, ako je stijena kredne starosti, vezana je uz subdukcijske procese zatvaranja Neotethysa, kada se Gondwana podvlači pod Europu (Schneider et al., 2022.).

6. Zaključak

Petrografskom analizom uzorka potvrđeno je da se radi o albiskom riolitu. Stijenu odlikuje porforna struktura i homogena tekstura. Najzastupljeniji petrogeni minerali u uzorku su albiti, koji se mogu naći kao utrusci, ali i u matriksu. Slijede amfiboli, koje se također može pronaći u matriksu ali i kao agregate izvan matriksa, opaki minerali i biotiti. Osim navedenih, u uzorku se uočava cijeli niz sekundarnih minerala, kao što su kalcit ili klorit. Analiza mineralnih vrsta provedena je pomoću ImageJ računalnog programa. Veličina bridova u dvodimenzionalnim presjecima utrusaka albita iznosi između 100 μm do preko 1 mm. Prosječna površina analiziranih utrusaka iznosi približno 400 000 μm^2 , odnosno oko 35 vol.% uzorka. Na pojedinim mineralnim zrnima plagioklasa vidljiva su pertitska izdvajanja albita i ortoklasa/oligoklasa, a također postoje indicije za miješanje magmi (engl. *magma mingling and mixing*), s obzirom na dvije izrazito različite raspodjele dimenzija veličina albita. Sekundarni minerali, kao klorit i kalcit, upućuju na hidrotermalne alteracije kroz koje je stijena prošla nakon njenog smještanja u pliće dijelove Zemljine kore.

7. Literatura

Jamičić, D. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Orahovica, L33-96. Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

Kišpatić M. (1887): Voćinski augitski andezit (trahit) Rad Jug. Akad. znanosti i umjetnosti. Knjiga 83-VIII. Zagreb.

Kišpatić M. (1916): Eruptivgesteine des Krndija-Gebirges. Glasnik hrv. prirodoslov. društva. Zagreb.

Koch F. (1919): Grundlinien der Geologie von West-Slavonien. Glasnik hrv. prirodoslov. društva. Godina XXXI/II. Zagreb.

Pamić, J. (1991): Gornjokredne bazaltoidne i piroklastične stijene iz voćinske vulkanske mase na Papuku (Slavonija, sjev. Hrvatska).– Geol. vjes., 44, 161–172, Zagreb.

Poljak J. (1938): Izvještaj o geološkom snimanju lista „Slatina – Voćin“. „Godišnjak“ Geološkog instituta kralj. Jugoslavije. Beograd.

Schneider, P. (2022): Dating and geochemistry of zircon and apatite from rhyolite at the UNESCO geosite Rupnica (Mt. Papuk, northern Croatia) and the relationship to the Sava Zone. *Geologia Croatica*. Zagreb.

Stur D. (1862): IV. Die neogen tertiären Ablagerungen von West-Slavonien. *Jahrbuch der k. u. k. Geologischen Reichsanstalt*. XII. Bd. Wien.

Tajder, M. (1956): Albitski efuzivi okolice Voćina i njihova geneza. *Acta geologica 1 JAZU*. 35-45. Zagreb.

internetski izvori:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Fiji_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Fiji_(software)) (pristupljeno 05. 08. 2022.)

<https://imagej.net/software/imagej2/> (pristupljeno 05. 08. 2022.)

<https://www.limswiki.org/index.php/ImageJ> (pristupljeno 05. 08. 2022.)

http://doc.rero.ch/record/5618/files/1_Burkhard_Martin_-_Calcite_twins_their_geometry_20060426.pdf

(pristupljeno 08. 08. 2022.)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/019181419390132T>

(pristupljeno 08. 08. 2022.)

Atlas providnih minerala -

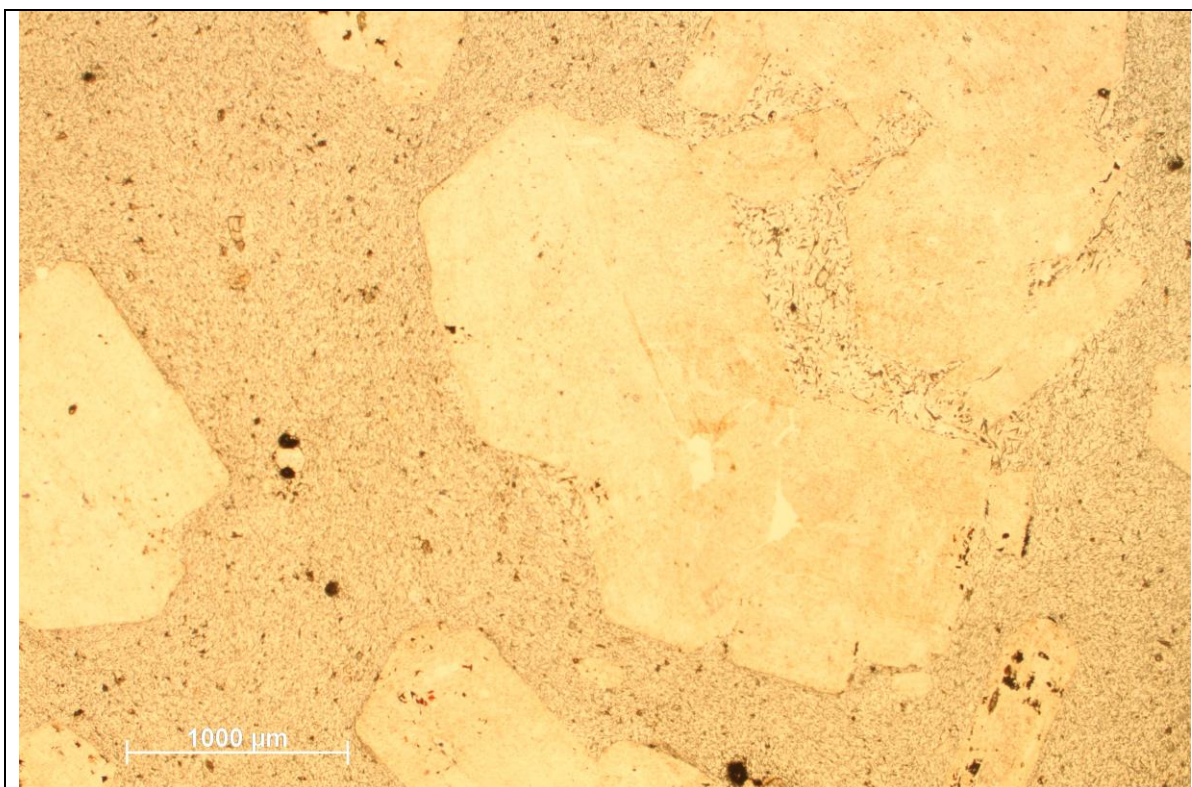
<https://moodle.srce.hr/eportfolio/view/view.php?id=6437> (pristupljeno 14. 08. 2022.)

<https://www.alexstrekeisen.it/english/index.php> (pristupljeno 14. 08. 2022.)

8. Table



Slika 1. Makroskopski izgled uzorka.



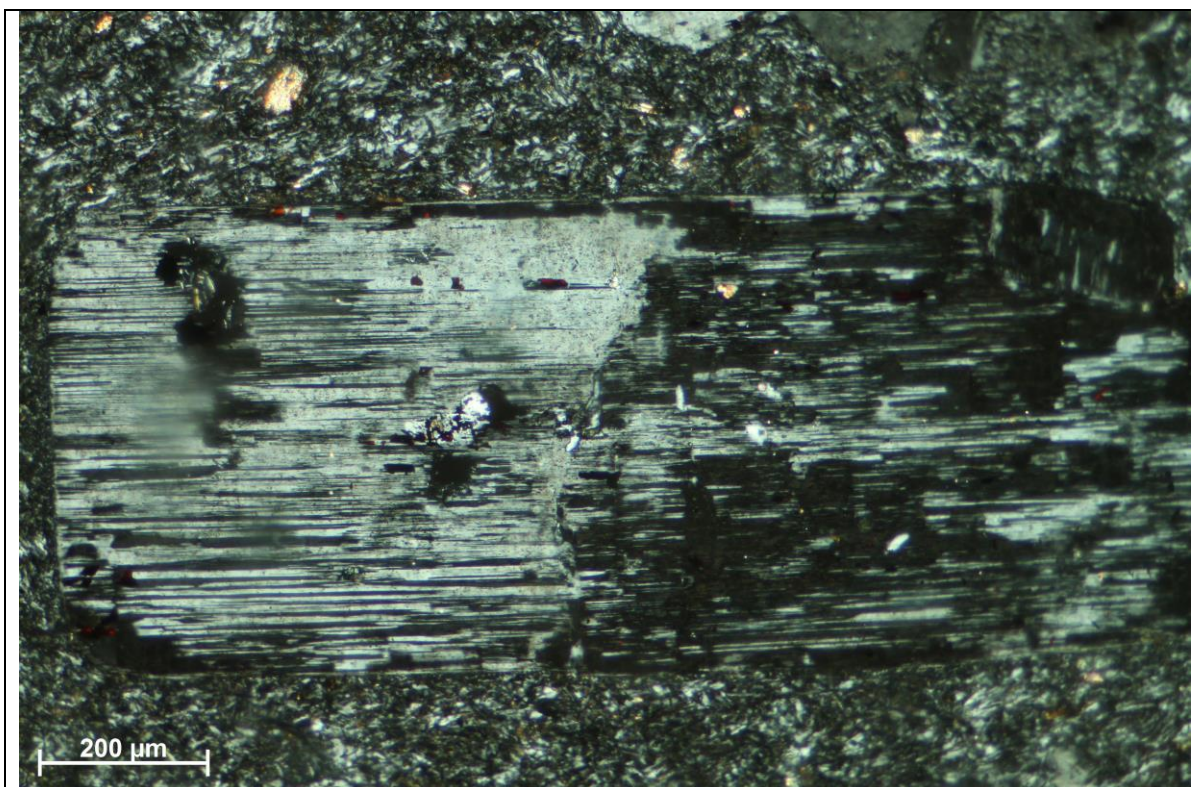
Slika 2. Habitus plagioklasa, N



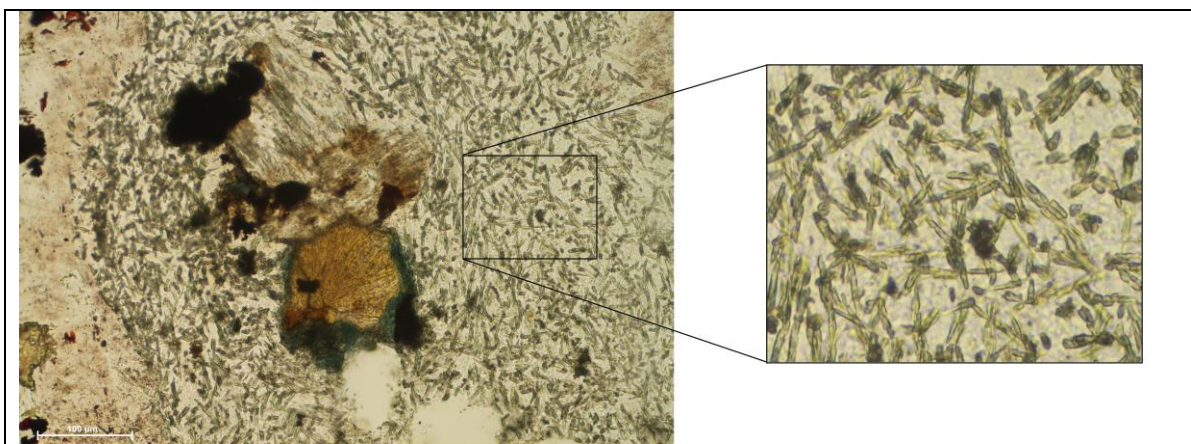
Slika 3. Habitus plagioklasa, N+



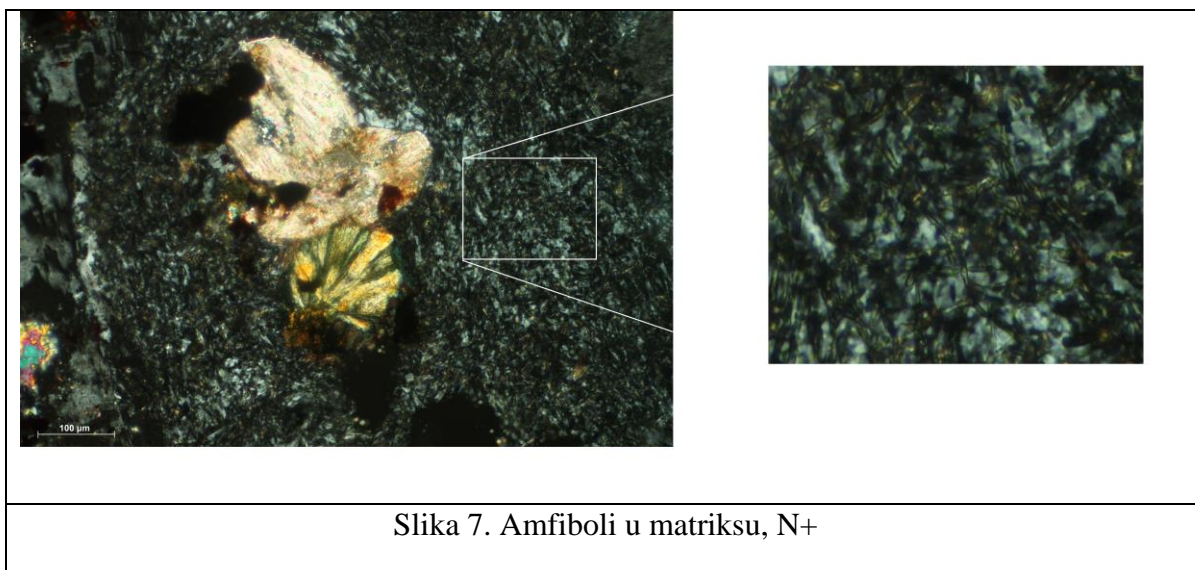
Slika 4. Sraslac dvojac albita, N+



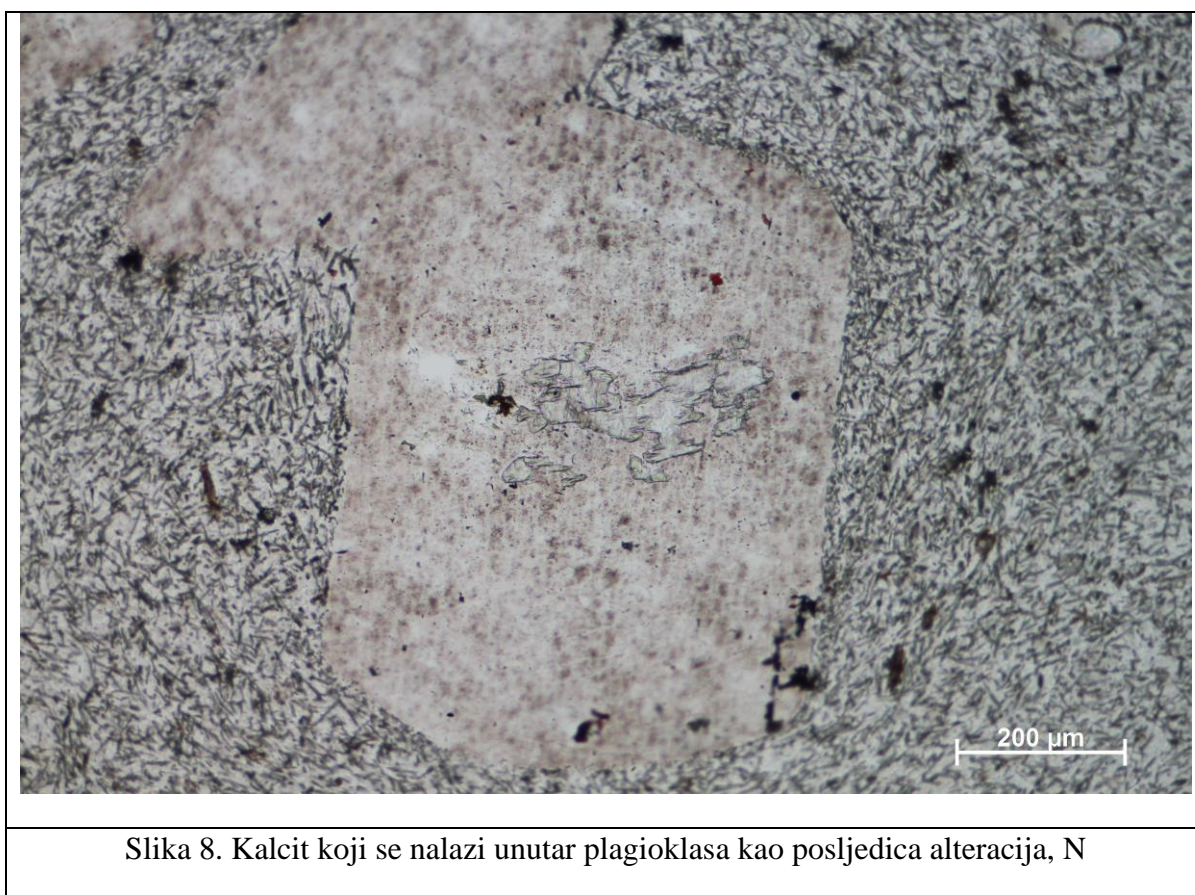
Slika 5. Polisintetske sraslačke lamele kod albita, N+



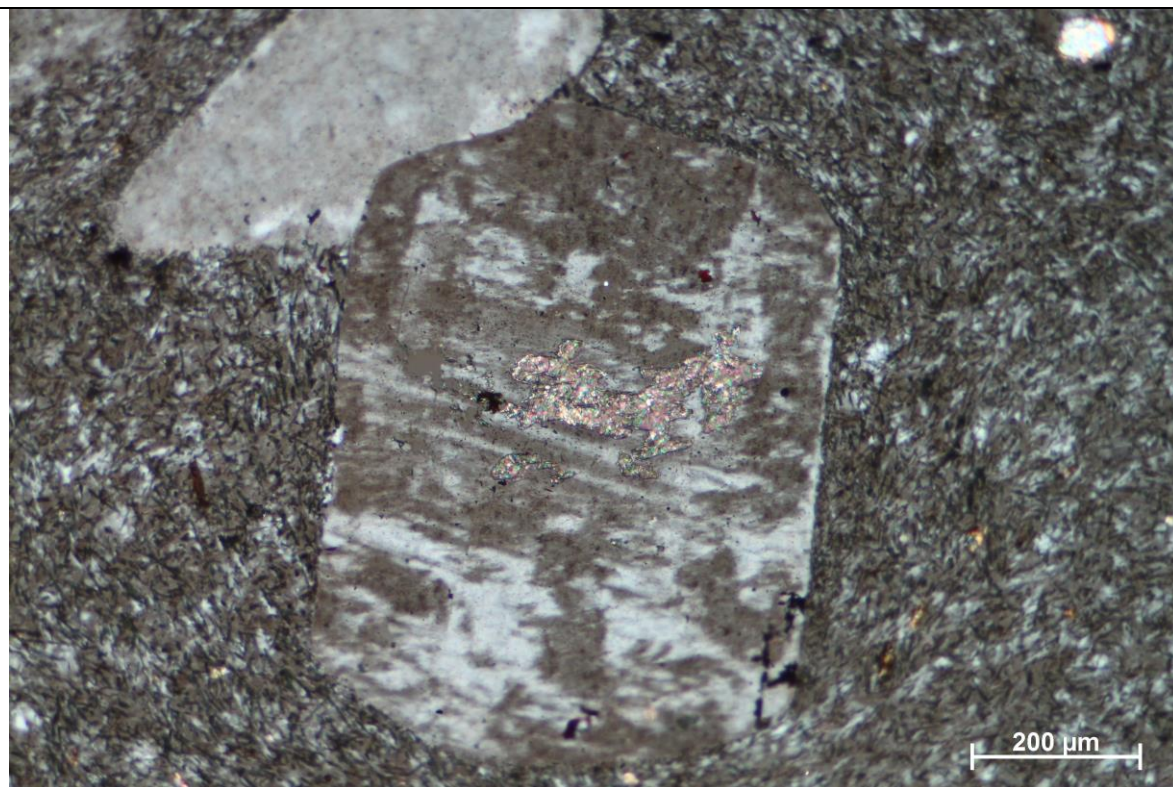
Slika 6. Amfiboli u matriksu, N



Slika 7. Amfiboli u matriksu, N+



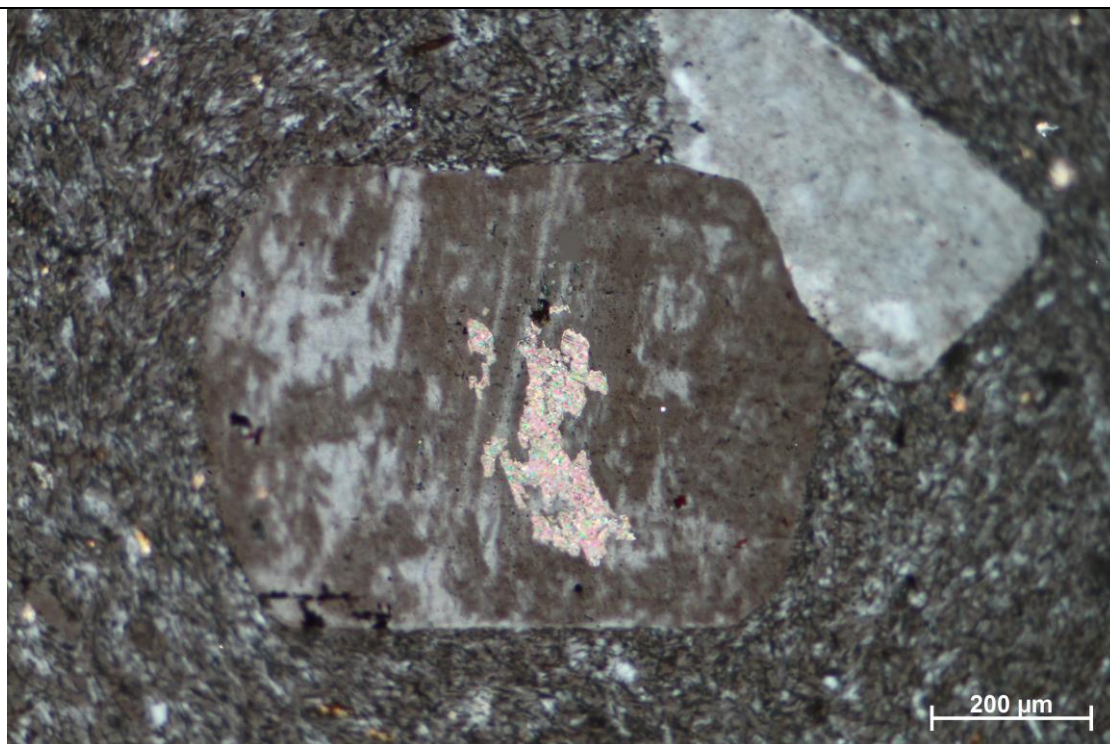
Slika 8. Kalcit koji se nalazi unutar plagioklasa kao posljedica alteracija, N



Slika 9. Kalcit koji se nalazi unutar plagioklasa kao posljedica alteracija, N+



Slika 10. Kalcit koji se nalazi unutar plagioklasa kao posljedica alteracija, N



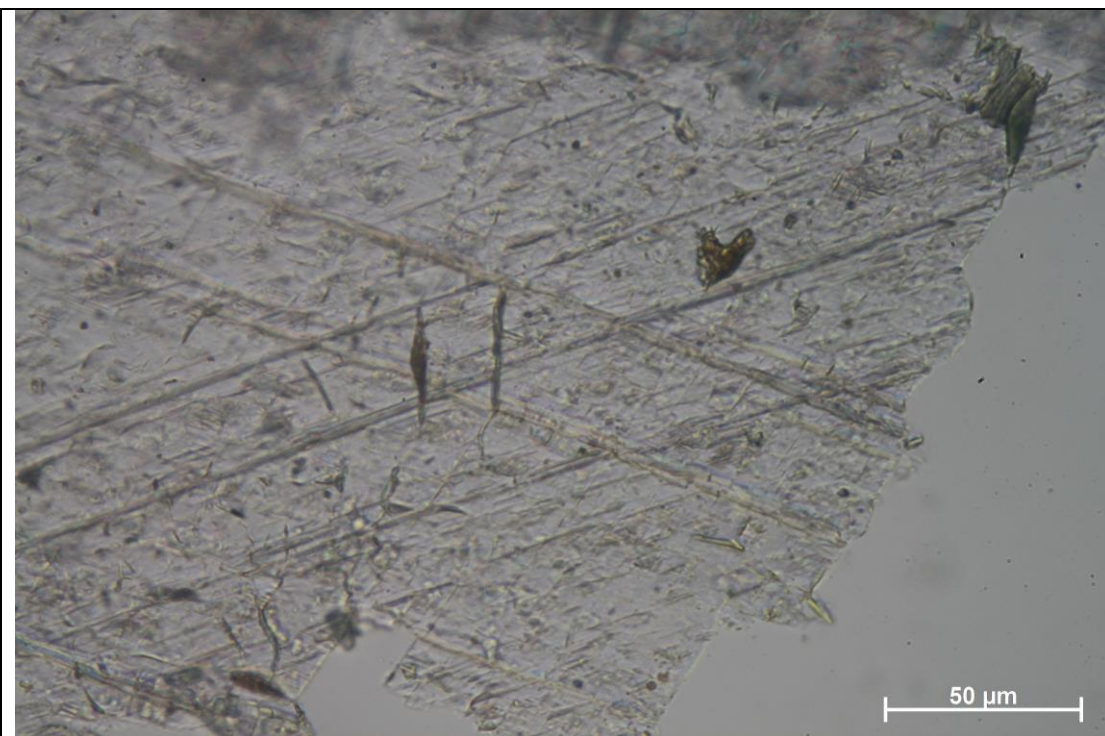
Slika 11. Kalcit koji se nalazi unutar plagioklasa kao posljedica alteracija, N+



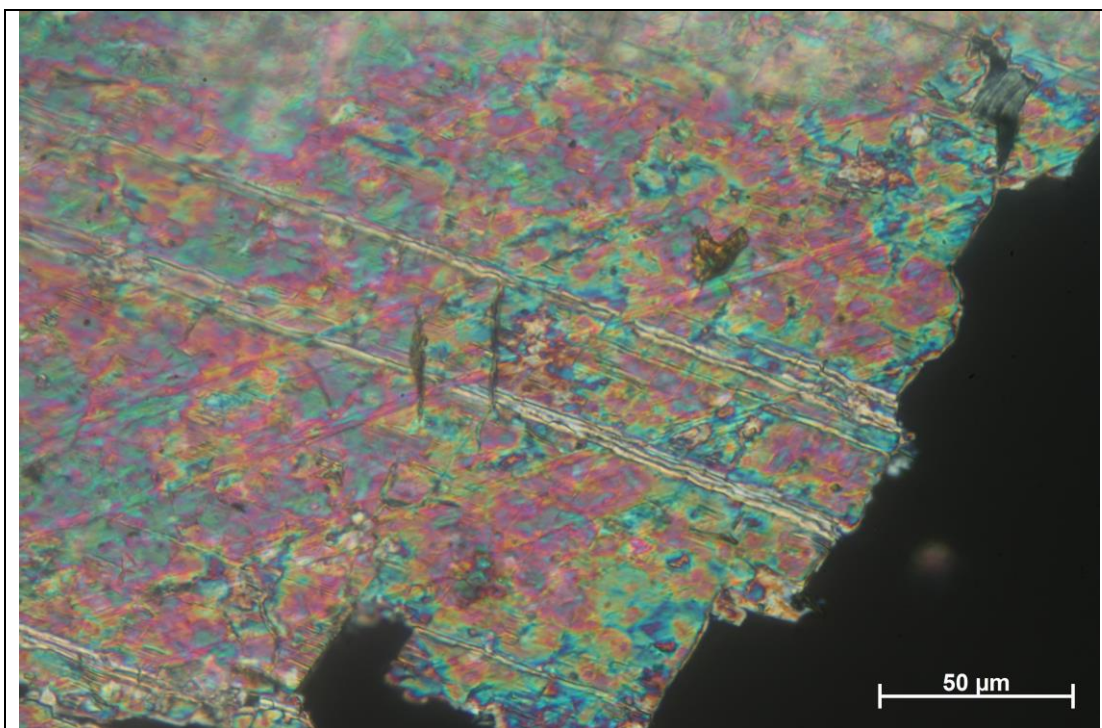
Slika 12. Kalcit u obliku žile, N



Slika 13. Kalcit u obliku žile, N+



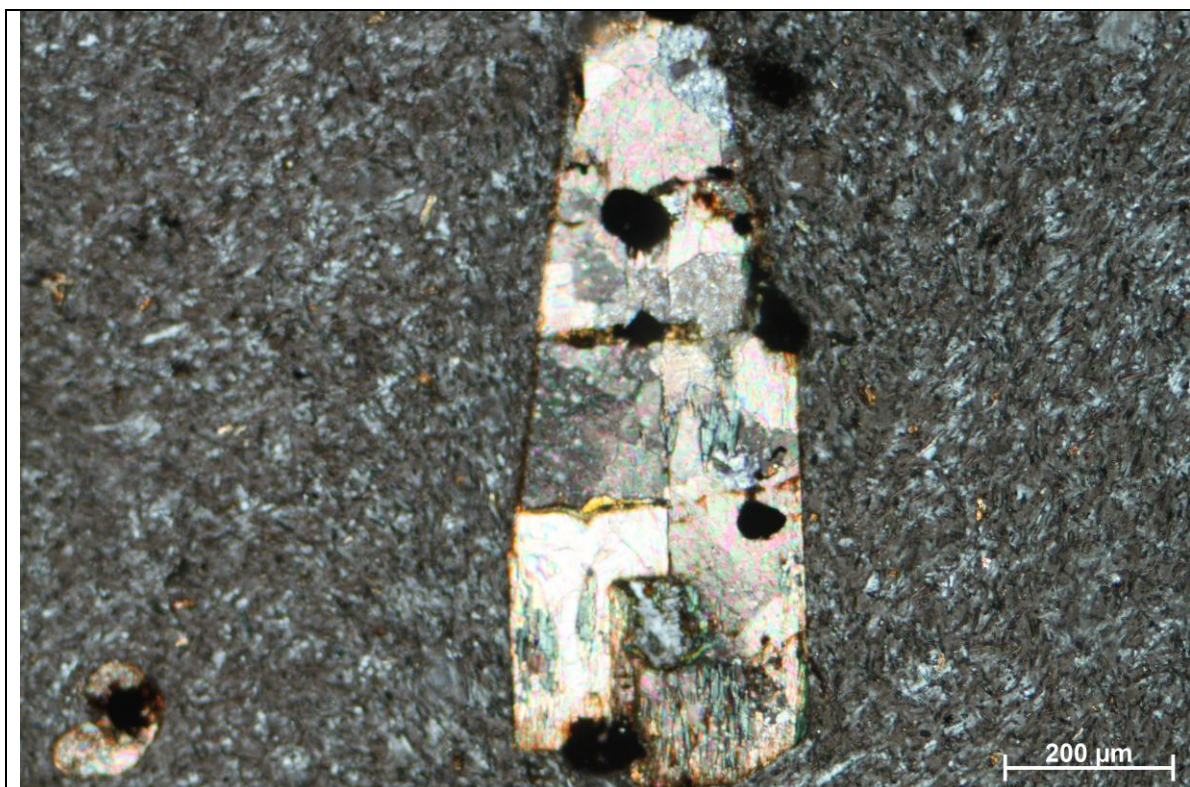
Slika 14. Polisintetske sraslačke lamele kod kalcita, N



Slika 15. Polisintetske sraslačke lamele kod kalcita, N+



Slika 16. Kloritizirani biotit sa kalcitom, N



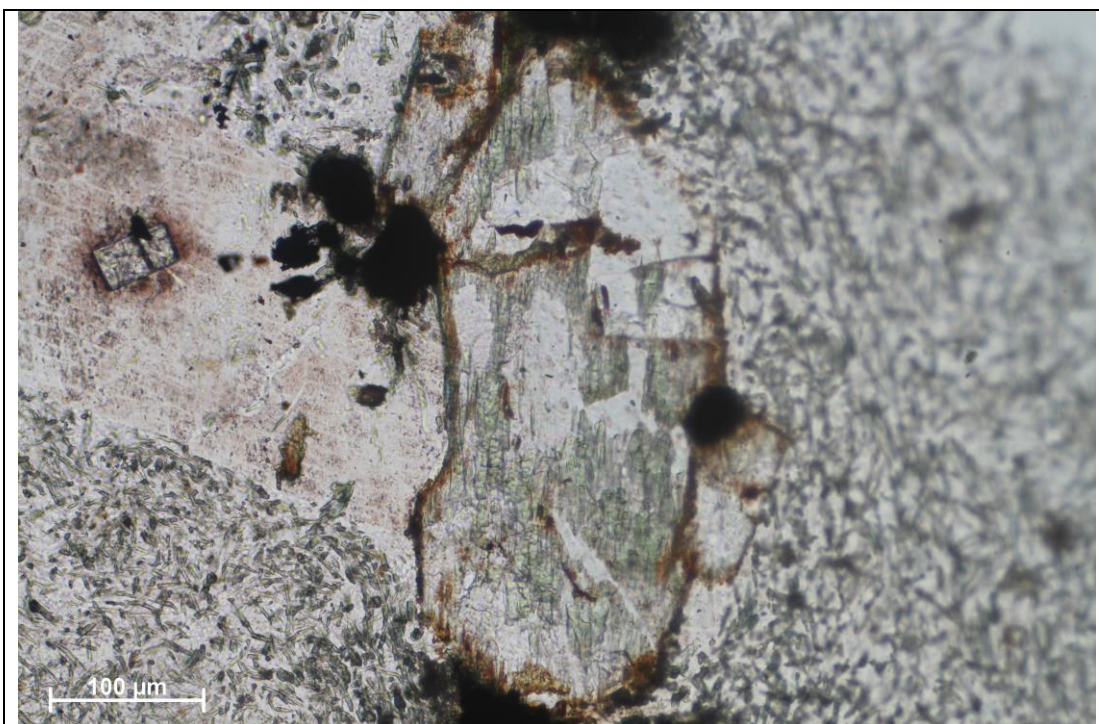
Slika 17. Kloritizirani biotit sa kalcitom, N+



Slika 18. Kloritizirani biotit sa kalcitom, N



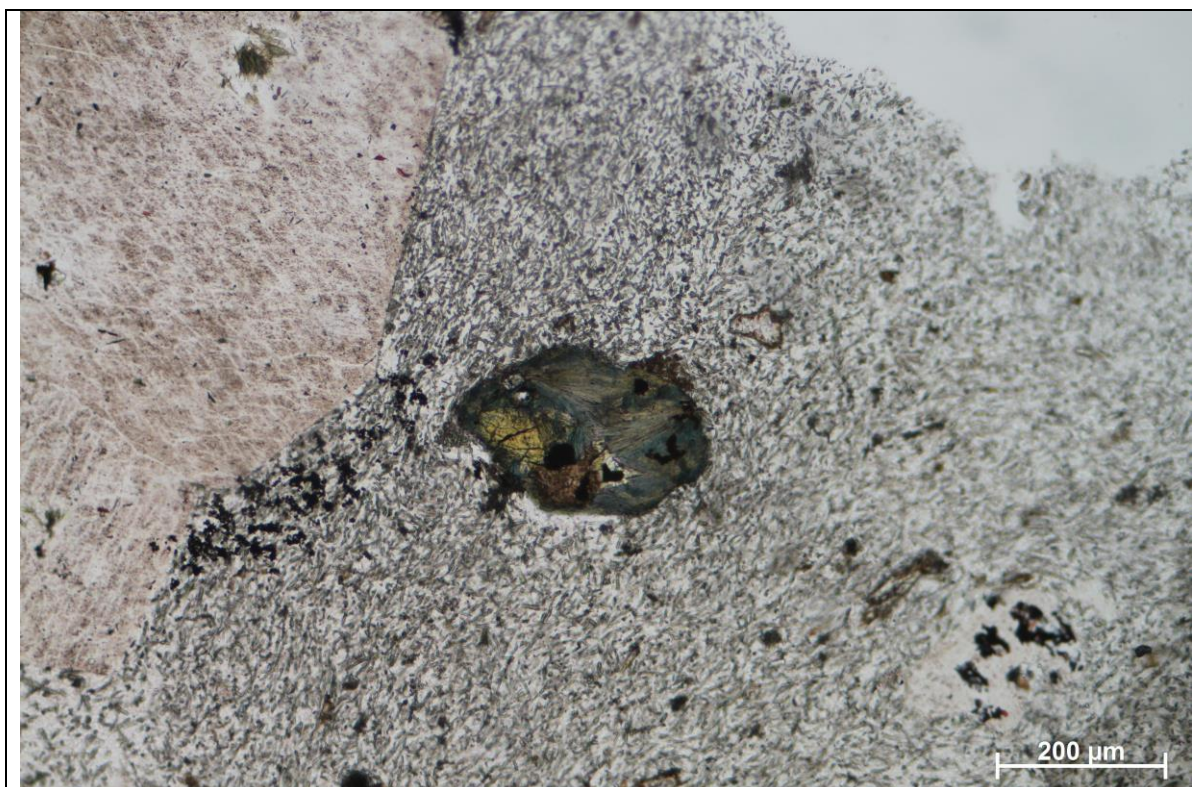
Slika 19. Kloritizirani biotit sa kalcitom, N+



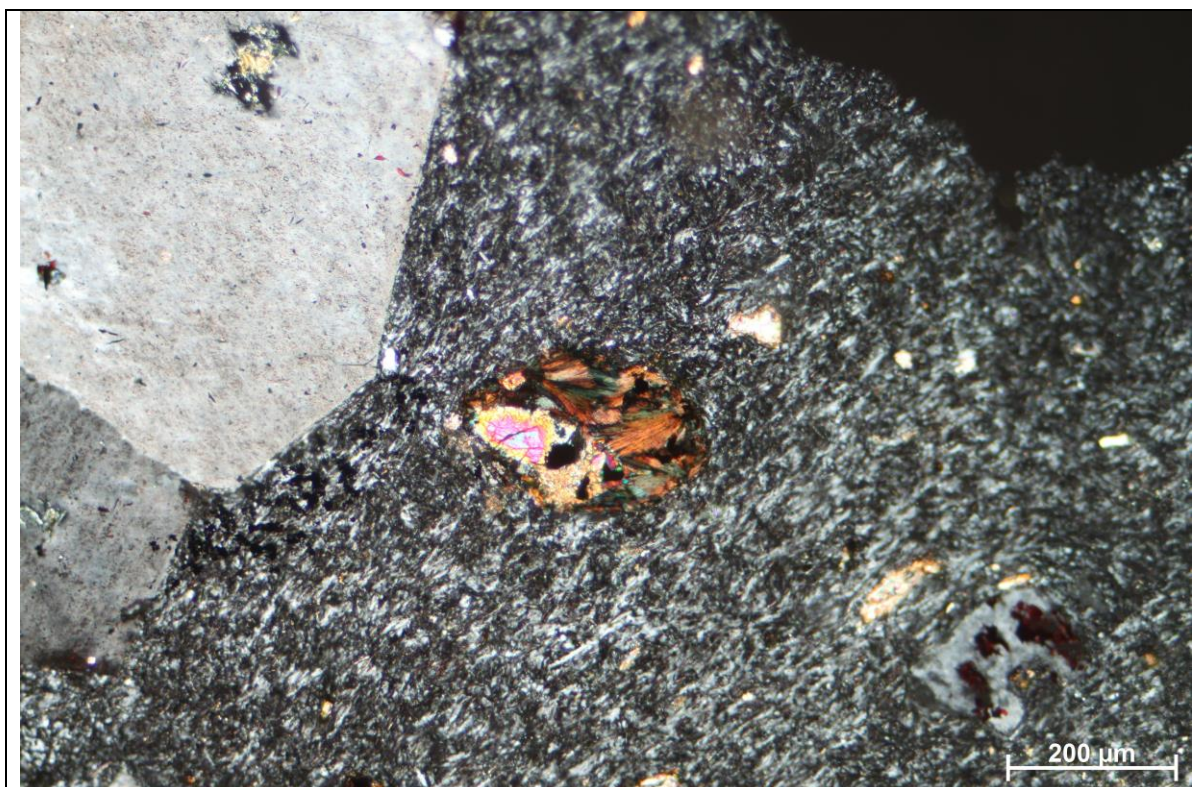
Slika 20. Kloritizirani biotit sa kalcitom, na lijevoj je strani vidljivo idiomorfno mineralno zrno sa okolnim rubom unutar albite, N



Slika 21. Kloritizirani biotit sa kalcitom, na lijevoj je strani vidljivo idiomorfno mineralno zrno sa okolnim rubom unutar albite, N+



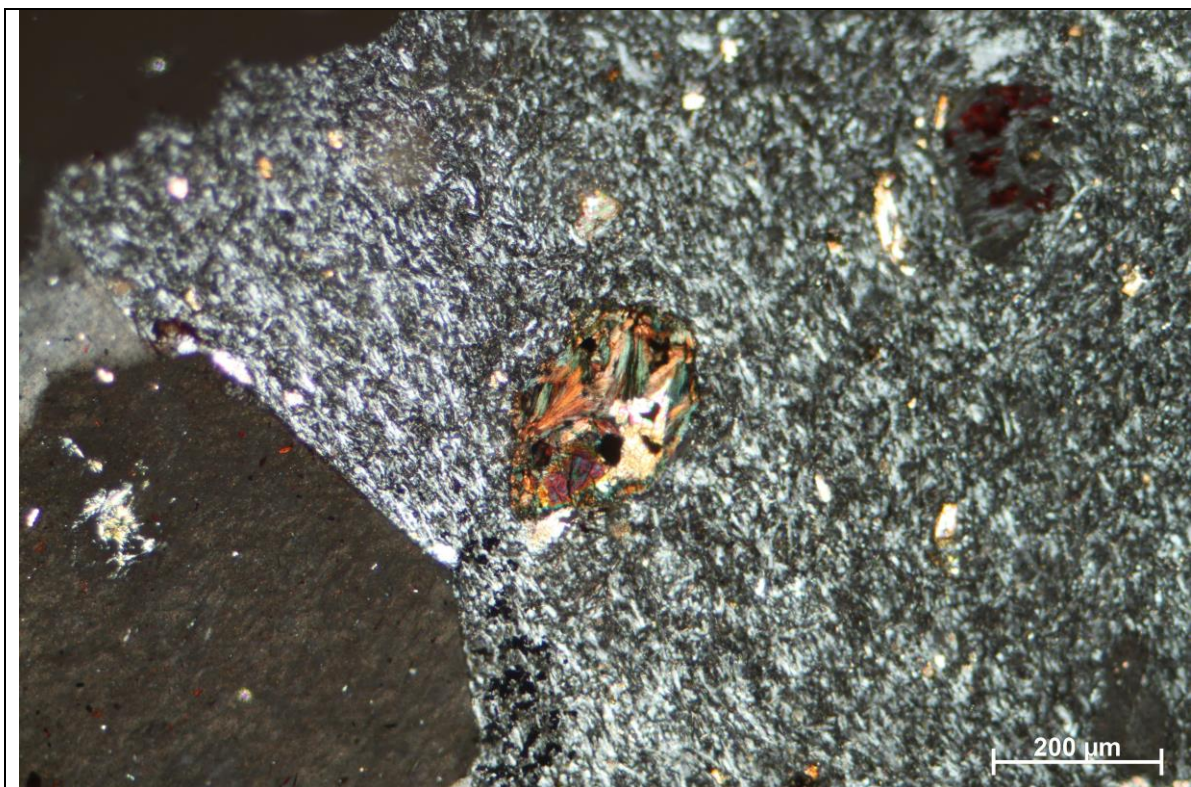
Slika 22. Agregat aktinolitita, N



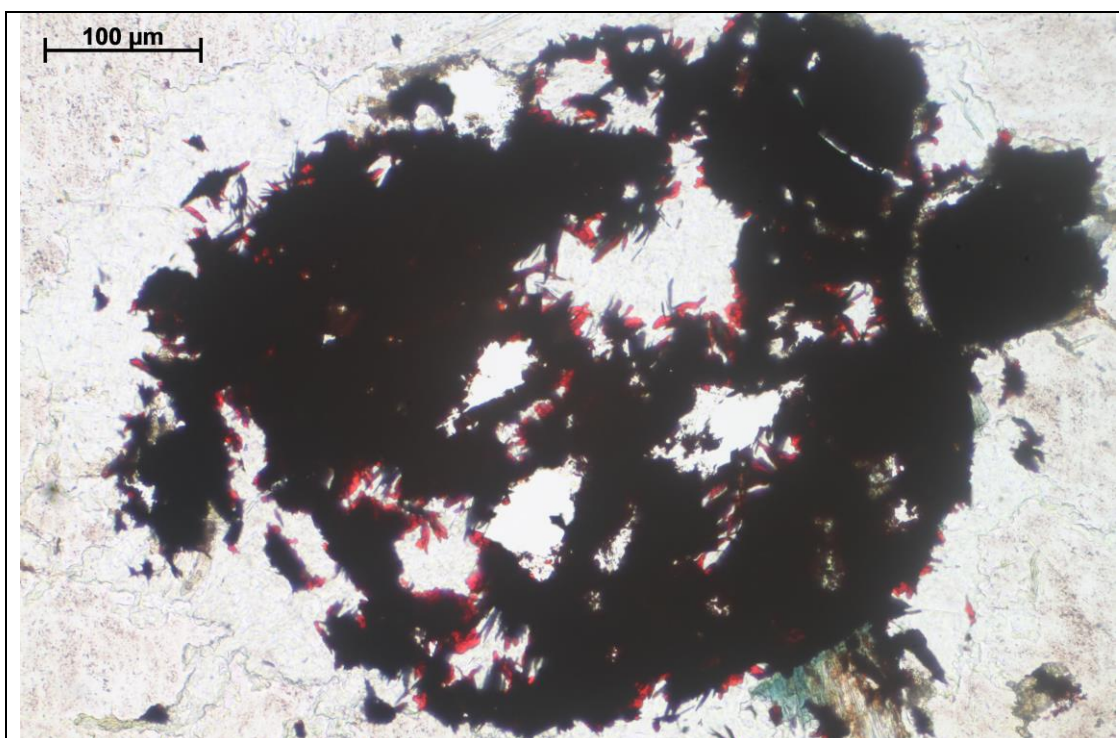
Slika 23. Agregat aktinolitita, N+



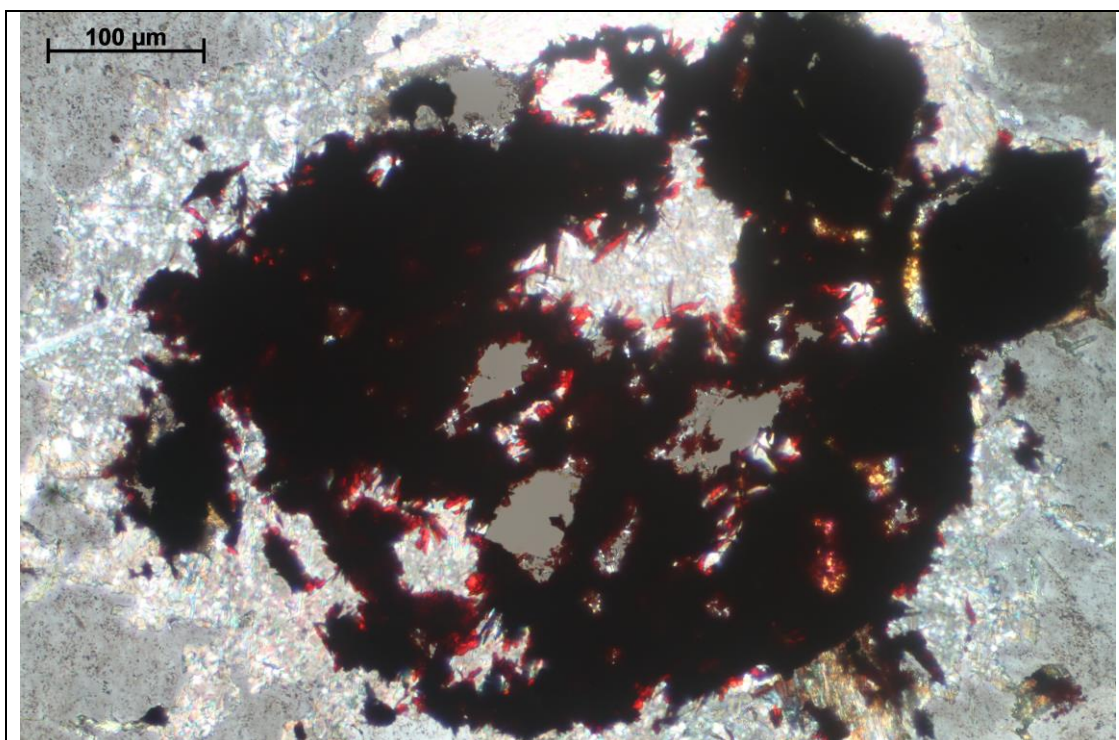
Slika 24. Agregat aktinolita, N



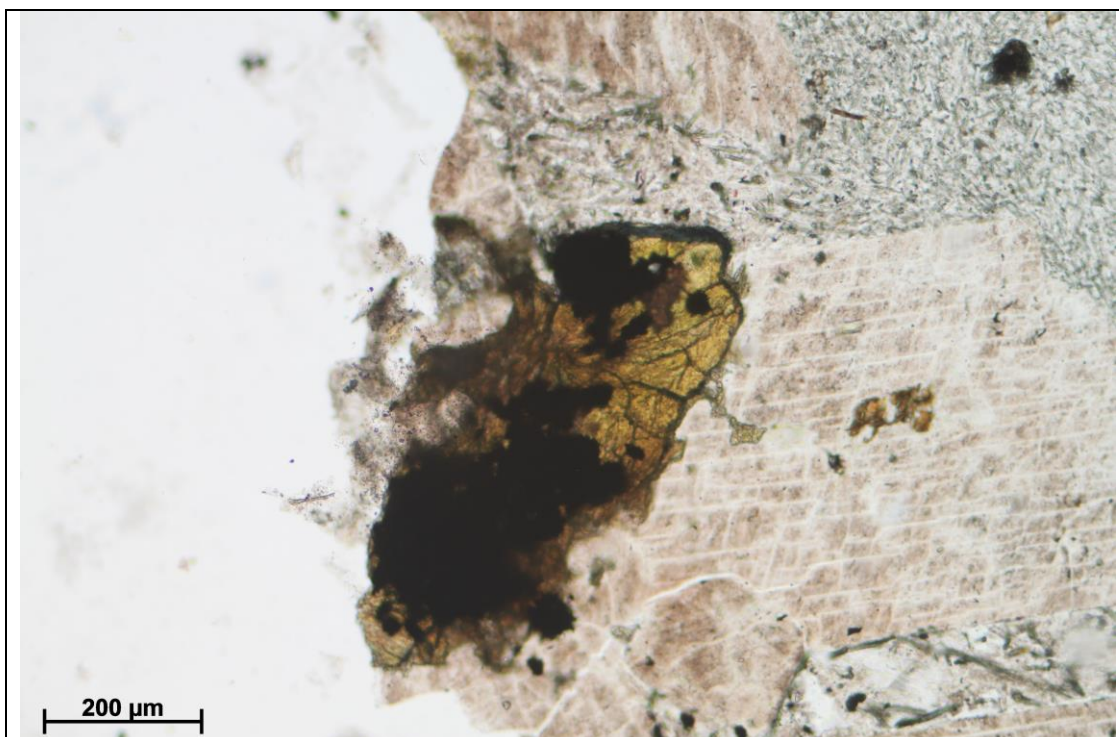
Slika 25. Agregat aktinolita, N+



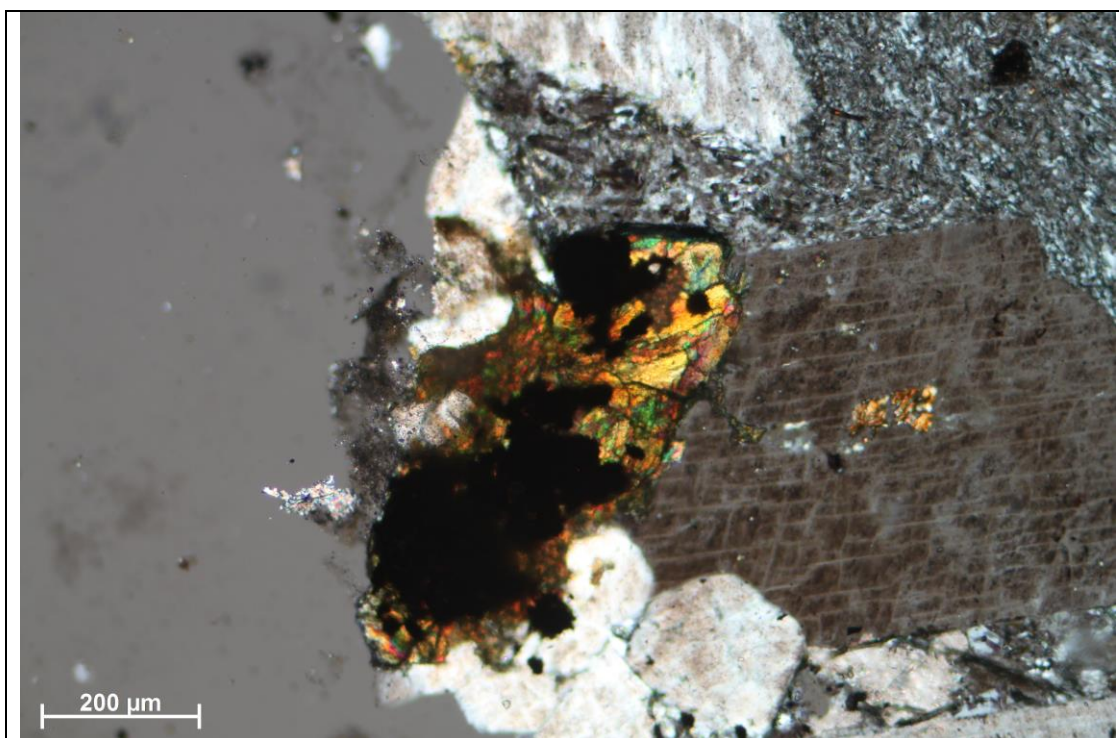
Slika 26. Opaki mineral, N



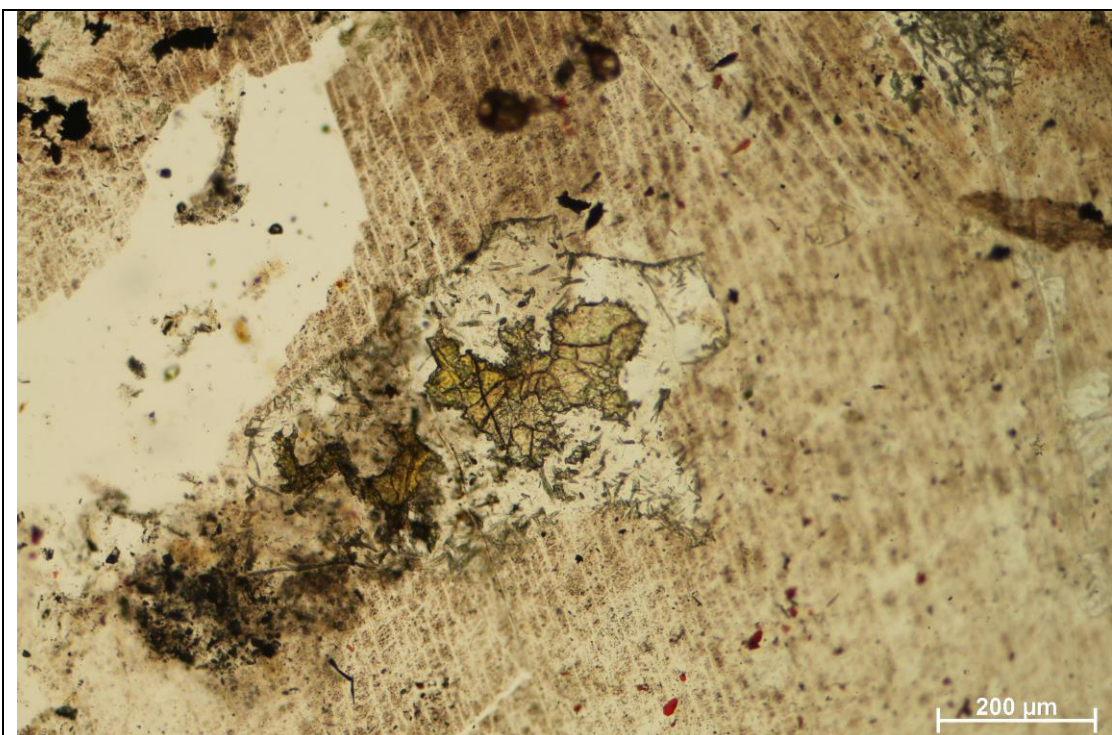
Slika 27. Opaki mineral, N+



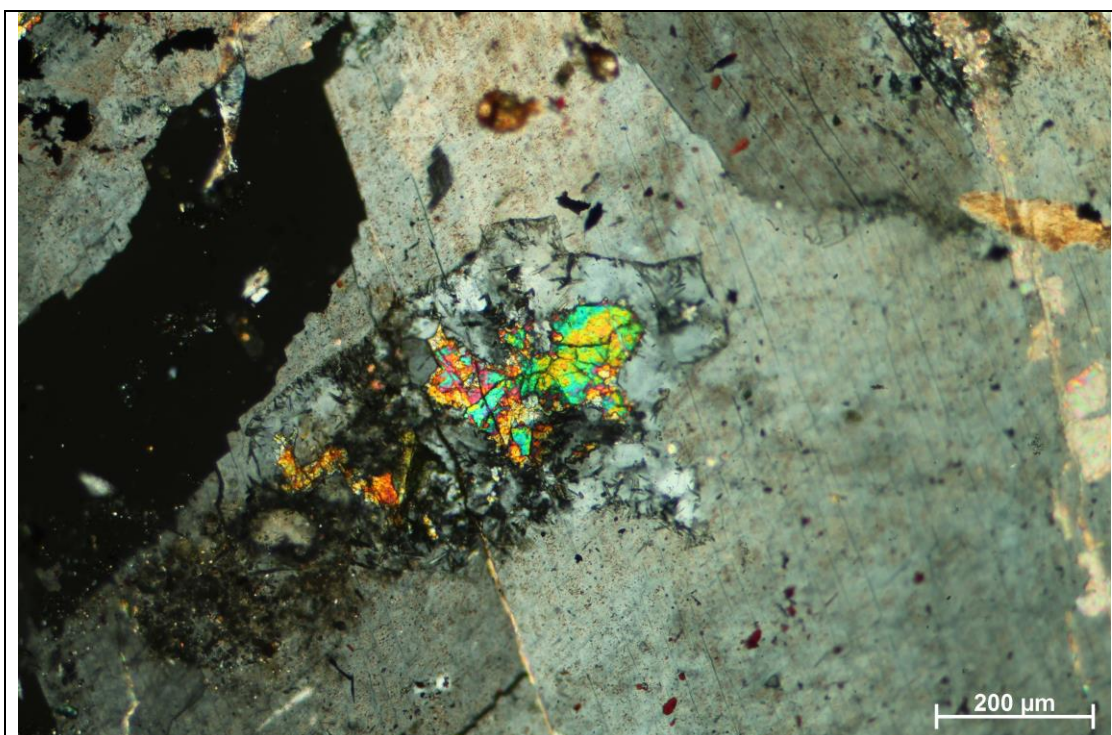
Slika 28. Alterirani biotit, N



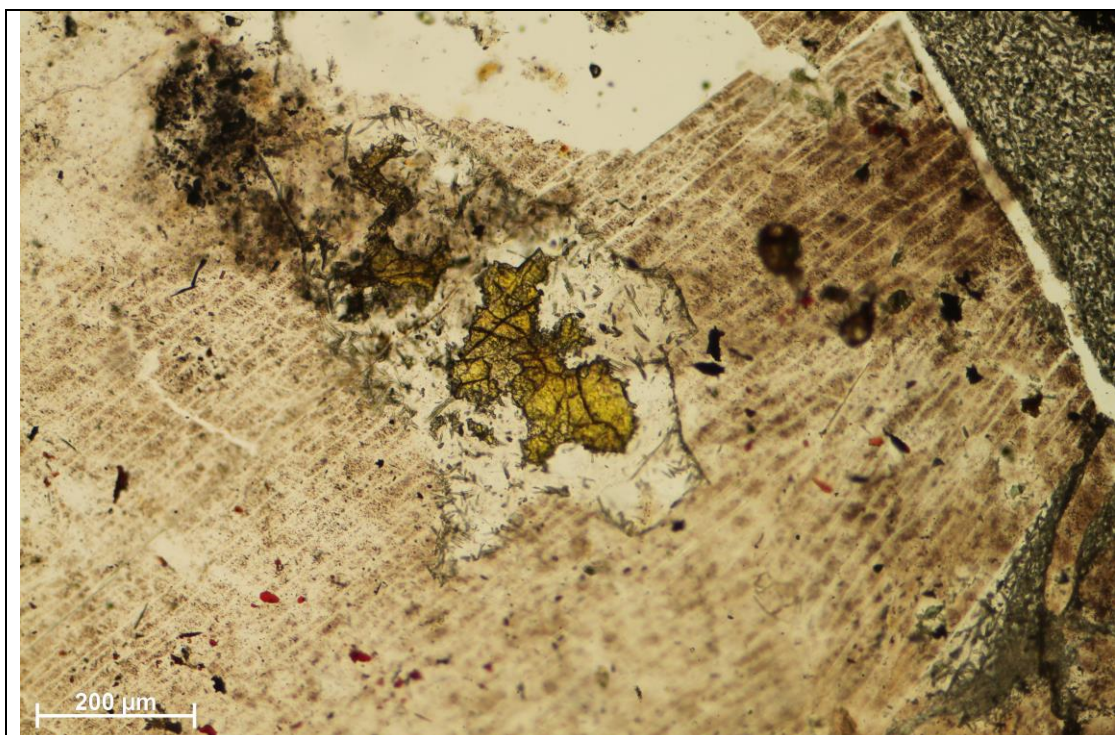
Slika 29. Alterirani biotit, N+



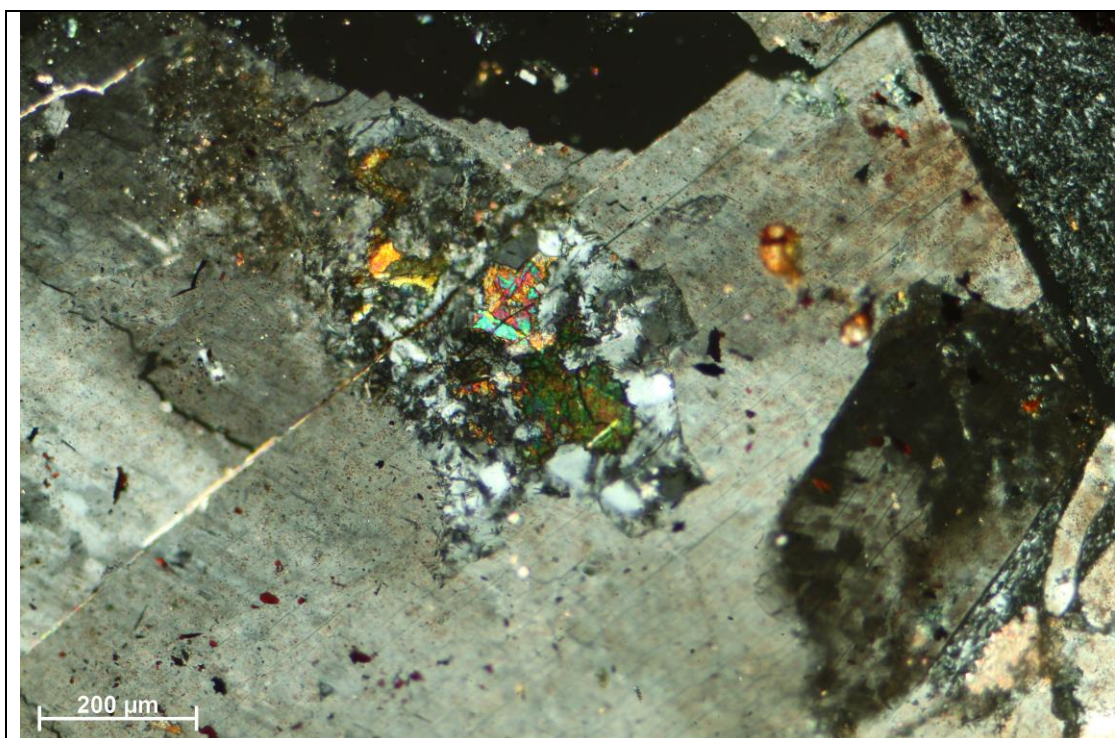
Slika 30. Epidot i kvarc unutar feldspata, N



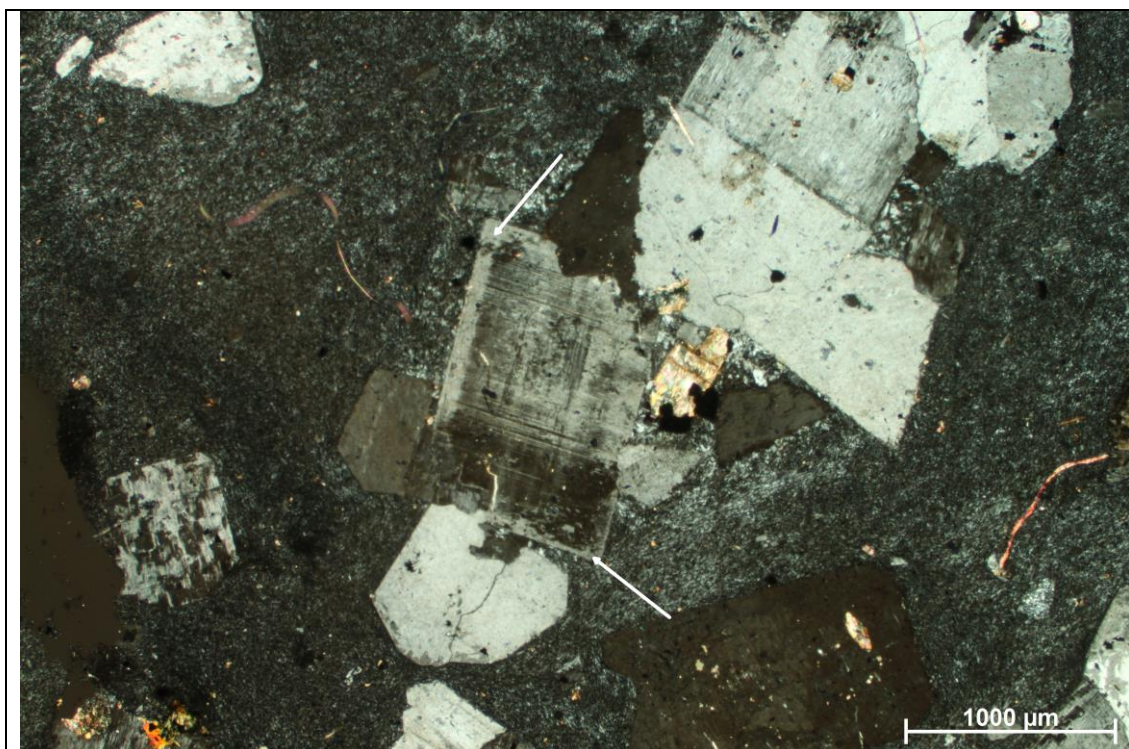
Slika 31. Epidot i kvarc unutar feldspata, N+



Slika 32. Epidot i kvarc unutar feldspata, N



Slika 33. Epidot i kvarc unutar feldspata, N+



Slika 34. Bijelom je strelicom označen rub albita, koji je mlađi od samog mineralnog zrna, N+