

Atlas petroloških i rudnih uzoraka 3. dio: kromitna, skarnska i bakarno-porfirna ležišta

Drešar, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:109832>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij Geološkog inženjerstva

**ATLAS PETROLOŠKIH I RUDNIH UZORAKA 3. DIO:
KROMITNA, SKARNSKA I BAKARNO-PORFIRNA LEŽIŠTA**

Završni rad

Iva Drešar

G-2200

Zagreb, 2022.



KLASA: 602-01/22-01/144
URBROJ: 251-70-15-22-2
U Zagrebu, 14. 9. 2022.

Iva Drešar, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/144, URBROJ: 251-70-15-22-1 od 24. 6. 2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

ATLAS PETROLOŠKIH I RUDNIH UZORAKA 3. DIO: KROMITNA, SKARNSKA I BAKARNO-PORFIRNA LEŽIŠTA

Za mentoricu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof. dr. sc. Sibila Borojević-Šošćarić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentorica:

(potpis)

Prof. dr. sc. Sibila Borojević-
Šošćarić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Doc. dr. sc. Zoran Kovač

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)

ATLAS PETROLOŠKIH I RUDNIH UZORAKA 3 DIO: KROMITNA, SKARNSKA I
BAKARNO-PORFIRNA LEŽIŠTA

IVA DREŠAR

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Završni rad dio je *Atlasa petroloških i rudnih uzoraka* koji je dopuna nastavnim materijalima iz kolegija Geologija rudnih ležišta na preddiplomskom studiju Geološkog inženjerstva Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu. Atlas sadrži 34 identifikacijske kartice rudnih uzoraka iz Zbirke rudnih minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine. U svakoj identifikacijskoj kartici stoji odgovarajuća fotografija i jedinstveni broj/šifra uzorka.

U prvom dijelu rada su opisane teorijske osnove za terensku identifikaciju minerala i stijene. Kod terenske identifikacije minerala su opisana svojstva minerala kao što su boja, ogreb, sjaj, kalavost, tvrdoća, habitus, alteracije, kvantitativni udio minerala u uzorku i odredba korisnih minerala. Nakon utvrđivanja mineralnog sastava slijedi identifikacija rude prema korisnim elementima i mineralima. Dalje je određena tekstura i struktura rude te njezin singenetski ili epigenetski postanak te stijena domaćin i pripadajuće alteracije.

U drugom dijelu rada su opisani tipovi ležišta koje završni rad obuhvaća, a to su kromitna, skarnska i bakarno-porfirna ležišta. Rad sadrži identifikaciju i opis 12 uzoraka iz kromitnih ležišta, 11 uzoraka iz skarnskih ležišta i 11 uzoraka iz bakarno-porfirnih ležišta.

Ključne riječi: atlas petroloških i rudnih uzoraka, kromitna ležišta, skarn, bakarno-porfirna ležišta

Završni rad sadrži: 84 stranica, 62 tablica, 48 slika i 22 reference

Jezik izbornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Sibila Borojević-Šoštarić, redovita profesorica RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Sibila Borojević-Šoštarić, redovita profesorica RGNF
Dr. sc. Vesnica Garašić, izvanredna profesorica RGNF
Dr. sc. Uroš Barudžija, izvanredni profesor RGNF

Datum obrane: 21. 9. 2022., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

ZAHVALE

U prvom redu zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Sibili Borojević Šošćarić na trudu i savjetima koje mi je davala tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem tehničaru Mariu Valentu na pomoći oko izrade makroskopskih uzoraka.

Zahvaljujem svojoj obitelji i svim svojim prijateljima kao najvećoj podršci tijekom izrade završnog rada i tijekom cijelog fakultetskog obrazovanja.

Popis kratica korištenih u radu

Oznake minerala

<i>Az</i>	Azurit
<i>Bt</i>	Biotit
<i>Di</i>	Diopsid
<i>Dol</i>	Dolomit
<i>Ep</i>	Epidot
<i>Fs</i>	Feldspati
<i>Gn</i>	Galenit
<i>Gt</i>	Getit
<i>Grt</i>	Granat
<i>Ccp</i>	Halkopirit
<i>Cc</i>	Halkozin
<i>Hd</i>	Hedenbergit
<i>Cal</i>	Kalcit
<i>Kln</i>	Kaolinit
<i>Clc</i>	Klinoklor
<i>Cv</i>	Kovelin
<i>Chr</i>	Kromit
<i>Qtz</i>	Kvarc
<i>Mt</i>	Magnetit
<i>Mal</i>	Malahit
<i>Ol</i>	Olivin
<i>Opal</i>	Opal
<i>Po</i>	Pirhotin
<i>Py</i>	Pirit
<i>Pl</i>	Plagioklas
<i>Rt</i>	Rutil
<i>Srp</i>	Serpentin

<i>Sp</i>	Sfalerit
<i>Sch</i>	Šelit
<i>Tr</i>	Tremolit

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. POSTUPAK IZRADE ZAVRŠNOG RADA.....	3
3. TEORIJSKE OSNOVE ZAVRŠNOG RADA	4
3.1. Terenska identifikacija minerala	4
3.1.1. Boja	4
3.1.2. Ogreb.....	5
3.1.3. Sjaj.....	5
3.1.4. Kalavost.....	6
3.1.5. Tvrdća	6
3.1.6. Habitus	7
3.1.7. Alteracije	7
3.1.8. Udio minerala.....	8
3.1.9. Rudni minerali.....	8
3.2. Terenska identifikacija rude.....	9
3.2.1. Tip rude prema korisnom elementu.....	9
3.2.2. Tip rude prema skupinama minerala.....	9
3.2.3. Epigenetska/singenetska ležišta	9
3.2.4. Teksture rude.....	9
3.2.4.1. Podjela tekstura prema veličini	9
3.2.4.2. Podjela tekstura prema prostornom rasporedu	10
3.2.5. Strukture rude: primarna/sekundarna	12
3.2.6. Stijena domaćin.....	12
3.2.6.1. Magmatska/metamorfna/sedimentna stijena domaćin	12
3.2.6.2. Naziv stijene domaćin	12
3.2.7. Alteracije po stijeni domaćinu.....	12
3.2.8. Vlastita opažanja	12
4. VRSTE RUDNIH LEŽIŠTA	13
4.1. Kromitna rudna ležišta	13
4.1.1. Tipovi kromitnih ležišta	13
4.2. Skarnska ležišta.....	15
4.2.1. Prva faza formiranja	15
4.2.2. Druga faza formiranja	16
4.2.3. Treća faza formiranja	16
4.3. Bakarno-porfirna ležišta	17

5. IDENTIFIKACIJA I OPIS UZORAKA	18
5.1. KROMITNA LEŽIŠTA	18
5.1.1. Kromit (CHR1)	18
5.1.2. Kromit (CHR2)	20
5.1.3. Kromit (CHR3)	22
5.1.4. Kromit (CHR4)	24
5.1.5. Kromit (CHR5)	26
5.1.6. Kromit (CHR6)	28
5.1.7. Kromit (CHR7)	30
5.1.8. Kromit (CHR8)	32
5.1.9. Kromit (CHR9)	34
5.1.10. Kromit (CHR10)	36
5.1.11. Kromit (CHR11)	38
5.1.12. Kromit (CHR12)	40
5.2. SKARNSKA LEŽIŠTA	42
5.2.1. Dolomit (S1).....	42
5.2.2. Dolomit (S2).....	43
5.2.3. Željezoviti skarn (S3)	44
5.2.4. Željezoviti skarn (S4)	46
5.2.5. Željezoviti skarn (S5)	48
5.2.6. Željezoviti skarn (S6)	50
5.2.7. Željezoviti skarn (S7)	52
5.2.8. Željezoviti skarn (S8)	54
5.2.9. Volframski skarn (S9)	56
5.2.10. Volframski skarn (S10)	58
5.2.11. Bakarni skarn (S11).....	60

5.3. BAKARNO-PORFIRNA LEŽIŠTA	62
5.3.1. Cu-porfirna ruda (BPL1)	62
5.3.2. Cu-porfirna ruda (BPL2)	64
5.3.3. Cu-porfirna ruda (BPL4)	66
5.3.4. Cu-porfirna ruda (BPL5)	68
5.3.5. Cu-porfirna ruda (BPL6)	70
5.3.6. Cu-porfirna ruda (BPL7)	72
5.3.7. Cu-porfirna ruda (BPL8)	74
5.3.8. Cu-porfirna ruda (BPL9)	76
5.3.9. Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL10).....	78
5.3.10. Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL11).....	79
5.3.11. Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL12).....	80
6. ZAKLJUČAK.....	81
7. LITERATURA	83

POPIS TABLICA

Tablica 3-1: Mohsova ljestvica tvrdoće..... 7

Tablica 5-1: Identifikacijska tablica uzorka CHR1

Tablica 5-1 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 18

Tablica 5-1 b: Identifikacija rude 18

Tablica 5-2: Identifikacijska tablica uzorka CHR2

Tablica 5-2 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 20

Tablica 5-2 b: Identifikacija rude 20

Tablica 5-3: Identifikacijska tablica uzorka CHR3

Tablica 5-3 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 22

Tablica 5-3 b: Identifikacija rude 22

Tablica 5-4: Identifikacijska tablica uzorka CHR4

Tablica 5-4 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 24

Tablica 5-4 b: Identifikacija rude 24

Tablica 5-5: Identifikacijska tablica uzorka CHR5

Tablica 5-5 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 26

Tablica 5-5 b: Identifikacija rude 26

Tablica 5-6: Identifikacijska tablica uzorka CHR6

Tablica 5-6 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 28

Tablica 5-6 b: Identifikacija rude 28

Tablica 5-7: Identifikacijska tablica uzorka CHR7

Tablica 5-7 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 30

Tablica 5-7 b: Identifikacija rude 30

Tablica 5-8: Identifikacijska tablica uzorka CHR8

Tablica 5-8 a: Identifikacija minerala u uzorku..... 32

Tablica 5-8 b: Identifikacija rude 32

Tablica 5-9: Identifikacijska tablica uzorka CHR9

Tablica 5-9 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	34
Tablica 5-9 b: Identifikacija rude	34

Tablica 5-10: Identifikacijska tablica uzorka CHR10

Tablica 5-10 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	36
Tablica 5-10 b: Identifikacija rude	36

Tablica 5-11: Identifikacijska tablica uzorka CHR11

Tablica 5-11 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	38
Tablica 5-11 b: Identifikacija rude	38

Tablica 5-12: Identifikacijska tablica uzorka CHR12

Tablica 5-12 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	40
Tablica 5-12 b: Identifikacija rude	40

Tablica 5-13: Identifikacijska tablica uzorka S1

Tablica 5-13 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	42
---	----

Tablica 5-14: Identifikacijska tablica uzorka S2

Tablica 5-14 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	43
---	----

Tablica 5-15: Identifikacijska tablica uzorka S3

Tablica 5-15 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	44
Tablica 5-15 b: Identifikacija rude	45

Tablica 5-16: Identifikacijska tablica uzorka S4

Tablica 5-16 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	46
Tablica 5-16 b: Identifikacija rude	46

Tablica 5-17: Identifikacijska tablica uzorka S5

Tablica 5-17 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	48
---	----

Tablica 5-18: Identifikacijska tablica uzorka S6

Tablica 5-18 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	50
Tablica 5-18 b: Identifikacija rude	50

Tablica 5-19: Identifikacijska tablica uzorka S7

Tablica 5-19 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	52
Tablica 5-19 b: Identifikacija rude	52

Tablica 5-20: Identifikacijska tablica uzorka S8

Tablica 5-20 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	54
Tablica 5-20 b: Identifikacija rude	54

Tablica 5-21: Identifikacijska tablica uzorka S9

Tablica 5-21 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	56
Tablica 5-21 b: Identifikacija rude	56

Tablica 5-22: Identifikacijska tablica uzorka S10

Tablica 5-22 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	58
Tablica 5-22 b: Identifikacija rude	58

Tablica 5-23: Identifikacijska tablica uzorka S11

Tablica 5-23 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	60
Tablica 5-23 b: Identifikacija rude	60

Tablica 5-24: Identifikacijska tablica uzorka BPL1

Tablica 5-24 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	62
Tablica 5-24 b: Identifikacija rude	62

Tablica 5-25: Identifikacijska tablica uzorka BPL2

Tablica 5-25 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	64
Tablica 5-25 b: Identifikacija rude	64

Tablica 5-26: Identifikacijska tablica uzorka BPL4

Tablica 5-26 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	66
Tablica 5-26 b: Identifikacija rude	66

Tablica 5-27: Identifikacijska tablica uzorka BPL5

Tablica 5-27 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	68
Tablica 5-27 b: Identifikacija rude	68

Tablica 5-28: Identifikacijska tablica uzorka BPL6

Tablica 5-28 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	70
Tablica 5-28 b: Identifikacija rude	70

Tablica 5-29: Identifikacijska tablica uzorka BPL7

Tablica 5-29 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	72
Tablica 5-29 b: Identifikacija rude	72

Tablica 5-30: Identifikacijska tablica uzorka BPL8

Tablica 5-30 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	74
Tablica 5-30 b: Identifikacija rude	74

Tablica 5-31: Identifikacijska tablica uzorka BPL9

Tablica 5-31 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	76
---	----

Tablica 5-32: Identifikacijska tablica uzorka BPL10

Tablica 5-32 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	78
---	----

Tablica 5-33: Identifikacijska tablica uzorka BPL11

Tablica 5-33 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	79
---	----

Tablica 5-34: Identifikacijska tablica uzorka BPL12

Tablica 5-34 a: Identifikacija minerala u uzorku.....	80
---	----

POPIS SLIKA

Slika 3-1: Terenska identifikacija minerala

Slika 3-1: Usporedni grafikon za vizualnu procjenu postotaka..... 8

Slika 3-2: Terenska identifikacija rude

Slika 3-2: Kromitne teksture 11

Slika 4-1: Kromitna ležišta

Slika 4-1 a: Prikaz stratiformnih i podiformnih ležišta na karti svijeta..... 13

Slika 4-2: Skarnska ležišta

Slika 4-2 a: Prva faza formiranja skarna 15

Slika 4-2 b: Druga faza formiranja skarna..... 16

Slika 4-2 c: Treća faza formiranja skarna..... 16

Slika 4-3: Bakarno-porfirna ležišta

Slika 4-3: Procesi u bakarno-porfirnom ležištu..... 17

Slika 5-1: Kromitna ležišta

Slika 5-1 a: Kromit (CHR1) 19

Slika 5-1 b: Kromit (CHR2) 21

Slika 5-1 c: Kromit (CHR3) 23

Slika 5-1 d: Kromit (CHR4) 25

Slika 5-1 e: Kromit (CHR5) 27

Slika 5-1 f: Kromit (CHR6)..... 29

Slika 5-1 g: Kromit (CHR7) 31

Slika 5-1 h: Kromit (CHR8) 33

Slika 5-1 i: Kromit (CHR9) 35

Slika 5-1 j: Kromit (CHR10) 37

Slika 5-1 k: Kromit (CHR11) 39

Slika 5-1 l: Kromit (CHR12) 41

Slika 5-2: Skarnska ležišta

Slika 5-2 a: Dolomit (S1)	42
Slika 5-2 b: Dolomit (S1)	43
Slika 5-2 c: Željezoviti skarn (S3).....	45
Slika 5-2 d: Željezoviti skarn (S4).....	47
Slika 5-2 e: Željezoviti skarn (S5).....	49
Slika 5-2 f: Željezoviti skarn (S6)	51
Slika 5-2 g: Željezoviti skarn (S7).....	53
Slika 5-2 h: Željezoviti skarn (S8).....	55
Slika 5-2 i: Volframski skarn (S9).....	57
Slika 5-2 j: Volframski skarn (S10).....	59
Slika 5-2 k: Bakarni skarn (S11)	61

Slika 5-3: Bakarno-porfirna ležišta

Slika 5-3 a: Cu-porfirna ruda (BPL1).....	63
Slika 5-3 b: Cu-porfirna ruda (BPL2).....	65
Slika 5-3 c: Cu-porfirna ruda (BPL4).....	67
Slika 5-3 d: Cu-porfirna ruda (BPL5).....	69
Slika 5-3 e: Cu-porfirna ruda (BPL6).....	71
Slika 5-3 f: Cu-porfirno ležište, primarna diseminirana ruda (BPL7).....	73
Slika 5-3 g: Cu-porfirno ležište, primarna diseminirana ruda (BPL8)	75
Slika 5-3 h: Cu-porfirno ležište, primarna diseminirana ruda (BPL9)	77
Slika 5-3 i: Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL10)	78
Slika 5-3 j: Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BP11)	79
Slika 5-3 k: Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL12)	80

1. UVOD

Općenito

Krom (Cr) je litofilni element. Kompatibilan je i koncentrira se u spinelu i klinopiroksenu, stoga prilikom niskog stupnja parcijalnog taljenja prvenstveno ostaje u kromitnom spinelu, a tek malim dijelom ulazi u taljevinu. Javlja se u znatno nižim koncentracijama u kori nego u plaštu, te se kromitna ruda nalazi u bazičnim i ultrabazičnim intruzivnim stijenama. Za dobivanje kroma gotovo se isključivo upotrebljava mineral kromit ($\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$) jer od mnogobrojnih ruda koje sadrže krom većina ih ne dolazi u obzir za industrijsku preradbu zbog malog sadržaja kroma. Kromit, ovisno o svojem kemijskom sastavu, ima različitu ekonomsku vrijednost i različitu uporabu u gospodarstvu. Koristi se kao sirovina za proizvodnju kemikalija koje sadrže krom, za proizvodnju vatrostalnih materijala te za oplemenjivanje u leguri fero-kroma koja se dodaje željezu pri taljenju nehrđajućeg čelika (Robb, 2005).

Ležišta kromita nastaju kristalizacijskom diferencijacijom i asocirana su sa stijenama bogatim olivinom, magnetitom i serpentinom. Postoje dvije uobičajene vrste ležišta kromita na temelju oblika rudnog tijela i njihovog geološkog okruženja. Prva vrsta su stratiformna ležišta kromita u velikim uslojenim ultrabazično-bazičnim intruzijama. Ogromni kompleks Bushveld spada u stratiformna ležišta, a nalazi se u Južnoj Africi. Druga vrsta su podiformna kromitna ležišta u ofiolitima ili tzv. Alpski tip kromitnih ležišta (Robb, 2005).

Skarn je povijesni švedski rudarski izraz koji se koristi za paragenezu željezovitih kalcijsko-silikatnih minerala (granat, diopsid, vollastonit itd.) koji su povezani s sulfidnim rudama. Izraz se danas koristi za metasomatski izmijenjene stijene s kalcijskim ili magnezijским silikatima. Ležišta skarna smještena su u karbonatnim stijenama koje su hidrotermalno izmijenjene i vezana su za vulkansku aktivnost. Skarska ležišta dijele se prema korisnom kemijskom elementu na bakarna, volframska, željezovita, kositrena, molibdenska, cinkova i zlatonosna skarska ležišta (Ridley, 2013).

Prema podacima iz baze podataka RESEERVE projekta, Hrvatskoj najbliža ležišta kroma (Kromitna ležišta) i željeza (Skarska ležišta) su na sjeverozapadu Bosne i Hercegovine, koja se protežu sve do središta BiH te na granici s Crnom Gorom i Srbijom na jugoistoku. Poveći broj ležišta kroma nalazi se u Albaniji. (<https://reserve.eu/results/west-balkan-mineral-register-of-primary-raw-materials>)

Porfirna ležišta vezana su uz pneumatolitno-hidrotermalnu fazu plitkih kiselih do neutralnih intruzija, a smještene su duž subdukcijskih zona. Naziv im potječe od poveznice s porfirnim magmatskim intruzijama. Ruda je štokverknno diseminirana i u niskim koncentracijama. U takvim ležištima imamo tri najvažnija kemijska elementa prema vrijednosti u svijetu, a to su Cu, Mo i Au. Ležišta su dominantni svjetski izvor bakra (Cu); sa više od 65% proizvodnje i molibdena (Mo); sa više od 95% proizvodnje. Predstavljaju značajni udio proizvodnje zlata (Au), a također i srebra (Ag) i renija (Re) kao nusproizvoda (Ridley, 2013).

Najbliža ležišta bakra nalaze se u centralnim dijelovima BiH, sjeveroistoku Srbije i Crne Gore, a najviše ležišta se nalazi u Albaniji. Jedino ležište molibdena na Balkanu se nalazi na jugoistoku Srbije. Najviše ima ležišta aluminija na cijelom teritoriju BiH, centralnim dijelovima Crne Gore te na sjeveru Albanije dok su u Hrvatskoj nalaze u Istri, Lici i u zaleđu Zadra i Splita. (<https://reserve.eu/results/west-balkan-mineral-register-of-primary-raw-materials>)

Hipoteza i ciljevi završnog rada

Završni rad je dio *Atlasa petroloških i rudnih uzoraka*. Atlas će koristiti studenti 3. godine preddiplomskog studija Geološkog inženjerstva na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Uvođenjem novog nastavnog sadržaja u obliku interaktivnog Atlasa petroloških i rudnih uzoraka omogućiti će studentima samostalno svladavanje gradiva kao i bolju prolaznost na ispitu iz kolegija Geologija rudnih ležišta.

Završni rad obuhvatit će temu kromitna, skarnska i bakarno-porfirna ležišta unutar koje će se izraditi identifikacijske kartice za 34 uzoraka iz kromitnih, skarnskih i bakarno-porfirnih ležišta. Identifikacijske kartice će sadržavati makroskopski opis mineralnog sastava, a zatim i opis rude. Uz svaku identifikacijsku karticu uzorka bit će postavljena odgovarajuća fotografija. Identifikacijske kartice će se postaviti u aplikaciju Merlin i učiniti dostupne studentima RGNF-a i Sveučilišta u Zagrebu.

2. POSTUPAK IZRADE ZAVRŠNOG RADA

- 1) Odabir odgovarajućih rudnih uzoraka iz Zbirke rudnih minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine iz sljedećih kategorija:
 - **Kromitna ležišta** – 12 uzoraka
 - **Skarnska ležišta** – 11 uzoraka
 - **Bakarno-porfirna ležišta** – 11 uzoraka
- 2) Makroskopska odredba minerala i njihovih svojstva te identifikacija rude na temelju mineralnog sastava i njegovih svojstva;
- 3) Piljenje, poliranje i lakiranje rudnih uzoraka;
- 4) Fotografiranje uzoraka;
- 5) Izrada identifikacijskih kartica uzoraka;
- 6) Unos podataka na stranicu Merlin pod nazivom „Atlas petroloških i rudnih uzoraka“.
(<https://moodle.srce.hr/eportfolio/view/>)

3. TEORIJSKE OSNOVE ZAVRŠNOG RADA

Ovim poglavljem opisuju se svojstva minerala i stijene/rude, a služe za terensku identifikaciju minerala i stijene/rude. Poglavlje je predviđeno kao teoretski vodič kroz identifikaciju minerala i stijene/rude za lakše razumijevanje svih navedenih termina.

3.1. Terenska identifikacija minerala

Kod terenske identifikacije stijena i ruda je najvažnije započeti s prepoznavanjem minerala u uzorku. Kriteriji koji će pomoći pri identifikaciji su: boja, ogreb, sjaj, kalavost, tvrdoća, habitus i alteracije. Na kraju se procjenjuje kvantitativni udio minerala u postotcima i određuju korisni rudni/industrijski minerali. Makroskopskim određivanjem minerala je teško odrediti minerale koji se pojavljuju u malim udjelima u stijeni, i u pravilu ih je nemoguće identificirati golim okom. Zbog toga je potrebna upotreba mikroskopa ili nekih drugih metoda, ali to nije predmet ovog završnog rada.

3.1.1. Boja

Boja je jedno od najvažnijih fizičkih svojstava minerala te je vrlo korisna za identifikaciju minerala makroskopskim određivanjem.

Boja minerala je direktno povezana s njegovim kemijskim sastavom. Stoga, kemijski sastav određuje boju minerala, a primjese u kemijskom sastavu uzrokuju promjenu primarne boje minerala. Na primjer inače bezbojan kalcit može biti sivo crne boje radi primjesa grafita. Također, boja masivnog minerala obično se razlikuje od boje njegovog praha ili ogreba.

Na temelju svojstva boje razlikuju se tri glavne skupine minerala: idiokromatični, alokromatični i pseudokromatični. Idiokromatični minerali su "samobojni" zbog svog sastava, a boja im je stalna i predvidljiva komponenta. Primjeri su plavi azurit, crveni cinabarit i zeleni malahit. Alokromatični minerali su obojeni zbog primjesa u svom sastavu, uklopaka drugih minerala ili nedostataka u strukturi. U ovom slučaju, boja je promjenjivo i nepredvidivo svojstvo minerala, a primjer je kvarc. Pseudokromatični minerali su lažno obojeni zbog difrakcije svjetlosti. U tim slučajevima, boja je promjenjiva, ali jedinstveno svojstvo minerala. Primjeri su boje koje proizvodi opal i labradorit.

Boja minerala ovisi o selektivnoj apsorpciji ili refleksiji određenih valnih duljina svjetlosti od strane minerala tijekom transmisije ili refleksije. Biti će vidljiva ona boja koju mineral reflektira ili propušta, a ne koju apsorbira. Bezbojni minerali propuštaju gotovo cijeli vidljivi dio spektra, bijeli minerali ga reflektiraju, a crni minerali ga apsorbiraju (Slovenec, 2014).

3.1.2. Ogreb

Ogreb minerala je boja crte ili tankog sloja praha koji nastaje kada se mineral povuče po površini porculanske pločice.

Za razliku od prividne boje minerala, koja za većinu minerala može značajno varirati, trag fino mljevenog praha općenito ima dosljedniju karakterističnu boju. Ako se čini da nema ogreba, kaže se da je ogreb minerala bijel. Osobito je važan kao dijagnostika za neprozirne i obojene materijale. Manje je koristan za silikatne minerale, od kojih većina ima bijeli ogreb ili su pretvrđi da se dobije prah. Minerale koji su tvrđi od porculana (tvrdoća porculana je 7), treba smrviti u prah, npr. u ručnom tarioniku. Većina minerala koji su tvrđi od 7 po Mohsovoj ljestvici tvrdoće imaju bijeli ogreb.

Neki minerali ostavljaju trag sličan svojoj prirodnoj boji, poput cinabarita, azurita i samorodnog zlata. Drugi minerali ostavljaju iznenađujuće boje, poput fluorita, koji uvijek ima bijelu crtu, iako mu kristali mogu biti ljubičaste, plave, žute ili zelene boje. Hematit, koji je crne boje, ostavlja crveni ogreb.

Alokromatični i pseudokromatični minerali obično imaju bijeli, prljavo bijeli ili svijetlo nijansiranu boju ogreba. Boja ogreba idiokromatičnih minerala uglavnom je jednaka boji krupnijih minerala no znatno je svjetlijih nijansi. Ogreb bezbojnih minerala uvijek je bijel (Slovenec, 2014).

3.1.3. Sjaj

Sjaj minerala je definiran načinom na koji se svjetlost reflektira od njegove površine. To je svojstvo minerala koje pokazuje koliko dobro mineral odbija svjetlost. Sjaj minerala ovisi o stupnju refleksije (R), i može biti metalan ili nemetalan. Minerali s metalnom vezom i sulfidi metala koji su neprozirni imaju R veći od 25% i karakterizirani su metalnim sjajem. Samородno srebro ima najviši sjaj ($R \approx 95\%$), a od sulfida pirit ($R \approx 53\%$). Minerali kojima je R manji od 25% imaju nemetalni sjaj.

Prema indeksu loma i stupnju refleksije nemetalni sjaj može biti: voštani, biserni, svilenkasti, staklasti, masni, smolasti, mutni, zemljasti i polumetalni.

Sjaj ovisi i o karakteru površine pa tako određeni minerali koji su na plohama staklastog sjaja, na neravnom prijelomu imaju viši stupanj refleksije, odnosno masni ili smolasti sjaj. Masni sjaj imaju minerali koji sadrže veliku količinu mikroskopskih inkluzija te su bezbojni ili svijetlije obojeni kao na primjer kvarc, opal, kordijerit, jadeit i dr., dok smolasti sjaj imaju

tamnije obojeni minerali npr. jantar. Minerali sa savršenom kalavosti na plohama kalavosti imaju sedefasti sjaj kao što je talk i gips, a finovlaknasti agregati nekih minerala imaju svilenkasti sjaj. Finozrnasti agregati kao što su agregati minerala glina često su bez sjaja te su okarakterizirani zemljastim sjajem jer nalikuju na tlo (Slovenec, 2014).

3.1.4. Kalavost

Kalavost je svojstvo kristala da se pod utjecajem neke sile odvaja tj. kala duž ravnina koje su paralelne, a usko je povezana s položajem atoma u mineralu. Plohe kalavosti mogu biti paralelne plohama kristalnih formi, pa od većih kristala možemo dobiti manje kristale tj. kalotine jednake kristalnim formama pomoću dlijeta, noža ili udarcem čekića. Međutim, plohe kalavosti ne moraju uvijek biti paralelne plohama kristalnih formi kao što je npr. fluorit koji ima najčešće formu kocke, tj. $\{100\}$, a ima kalavost paralelnu plohama oktaedra, tj. $\{111\}$.

S obzirom na kvalitetu kalavosti i stupnju savršenosti površine plohe kalavosti imamo savršenu, dobru, nejasnu, slabu i nepotpunu kalavost. Minerali savršene kalavosti se lako kalaju bez ostavljanja grubih površina; formira se glatka površina koja dobro reflektira svjetlost. Minerali s dobrom kalavosti također ostavljaju glatke površine, ali dijelom i hrapave površine. Nejasna, slaba i nepotpuna kalavost odnosi se minerale na kojima glatki rubovi nisu jako vidljivi jer je hrapava površina dominantna. Neki minerali nemaju uopće kalavost (kvarc i pirit), dok neki imaju kalavost paralelnu dvjema ili trima različitim plohama (anhidrit). Kalavost je jedno od važnih svojstava, ali se to svojstvo najviše koristi kod mikroskopske identifikacije minerala jer za makroskopsko opažanje trebaju puno veći kristali minerala (Slovenec, 2014).

3.1.5. Tvrdoća

Tvrdoća minerala je mjera njegove relativne otpornosti na grebanje, mjerena grebanjem minerala naspram druge tvari poznate tvrdoće na Mohsovoj ljestvici tvrdoće (Tablica 3-1). Mohsova ljestvica tvrdoće ima standarde tvrdoće predstavljene s deset minerala tako da je najmekši mineral označen brojem 1, a najtvrđi brojem 10. Svaki broj označava tvrdoću određenog tj. standardnog minerala. U pravilu bi svaki mineral te ljestvice trebao zaparati mineral manje tvrdoće. Tvrdoća prema Mohsu nam pokazuje samo je li neki mineral tvrđi ili mekši od drugog, odnosno služi za procjenu relativne tvrdoće. Za određivanje apsolutne tvrdoće koriste se instrumentalne metode koji rade na temelju brušenja ili utiskivanja. Neke od instrumentalnih metoda su: Brinellova, Vickersova piramida, Rosiwalova, Shoreova i

Seebeckova. Na kraju se mjerenjem udubljenja i pritiska, dobiva broj apsolutne tvrdoće minerala. Ova metoda je posebno korisna za identifikaciju minerala na terenu jer se minerali mogu testirati u odnosu na neke vrlo uobičajene predmete (nokat, novčić, staklo, čekić) (Slovenec, 2014).

Mineral	Tvrdoća
Talk	1
Gips	2
Kalcit	3
Fluorit	4
Apatit	5
Ortoklas	6
Kvarc	7
Topaz	8
Korund	9
Dijamant	10

Tablica 3-1: Mohsova ljestvica tvrdoće (Slovenec, 2014)

3.1.6. Habitus

Habitus ili površinski izgled minerala ovisi o kristalnoj strukturi, no u znatnoj mjeri i o uvjetima u kristalizacijskoj sredini. Na rast i oblik kristala utječu razni uvjeti kao što su koncentracijske struje, viskozne otopine, visoki stupanj prezasićenosti, strane stvari, promjene temperature i tlaka itd. Razlikuju se tri vrste habitusa kod minerala, a to su idiomorfni, hipidiomorfni i alotriomorfni habitus. Minerali koji imaju dobro razvijene kristalne plohe imaju idiomorfni habitus, a minerali koji nemaju razvijene kristalne plohe imaju alotriomorfni habitus. Minerali kod kojih kristalne plohe nisu dobro razvijene, a zapažaju se, imaju hipidiomorfni habitus (Slovenec, 2014).

3.1.7. Alteracije

Alteracije minerala su vrlo česte, a odnose se na različite prirodne procese koji mijenjaju kemijski sastav ili kristalografiju minerala.

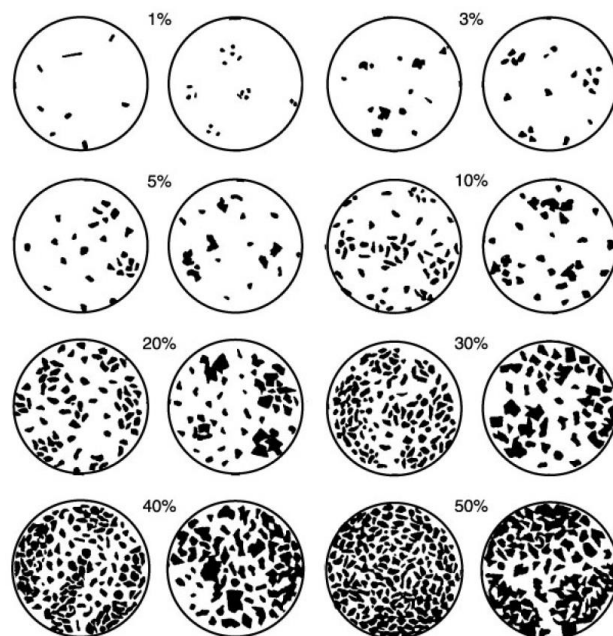
Stupanj alteracije ovisi o fizičkim svojstvima minerala i njegovoj osjetljivosti na promjene. Neki minerali kao što su kvarc i cirkon vrlo su otporni na promjene u normalnim vremenskim uvjetima. Oni minerali koji su kemijski nestabilni mogu biti djelomično ili potpuno

izmijenjeni u druge minerale, a ponajviše djelovanjem hidrotermalnih otopina. U nekim slučajevima, mineral se mijenja, ali njegov vanjski oblik biva sačuvan, pa govorimo o pseudo-formi.

Alteracije se razlikuje od procesa metamorfizma i trošenja. Alteracije obično započinju na rubovima minerala i u pukotinama, a zbog duljeg djelovanja otopina napreduju prema unutrašnjosti minerala (Vrkljan i dr., 2018).

3.1.8. Udio minerala

Udio minerala (%) u uzorku se određuje vizualno, usporedbom sa standardnim geološkim dijagramima (Slika 3-1). Potrebno je odrediti udio minerala u stijeni koji su navedeni u identifikacijskoj kartici (Terry and Chilingar, 1955).



Slika 3-1: Usporedni grafikon za vizualnu procjenu postotaka (<https://www.lwbg.nl/wp-content/uploads/2019/03/percentage-schattingskaart-2.pdf>)

3.1.9. Rudni minerali

Na temelju identificiranja minerala u uzorku odnosno određivanja mineralnog sastava, poznavanja kemijskog sastava minerala i osnovnog znanja iz geologije rudnih ležišta određuju se potencijalno korisni rudni minerali.

3.2. Terenska identifikacija rude

3.2.1. Tip rude prema korisnom elementu

Prema utvrđenim rudnim mineralima određuje se tip rude prema osnovnom korisnom kemijskom elementu, pa je tako npr. magnetit rudni mineral željeza (Fe) te se ruda proglašava rudom željeza.

3.2.2. Tip rude prema skupinama minerala

Prema mineralnom sastavu se može odrediti tip rude prema skupinama minerala. Na primjer ako se u mineralnom sastavu rude nalazi magnetit onda se uzorak klasificira kao oksidna ruda ili ako se nalazi galenit onda je uzorak sulfidna ruda (Slovenec, 2002).

3.2.3. Epigenetska/singenetska ležišta

Rudna ležišta su formirana u različitim geološkim uvjetima. Razlikuju se epigenetska i singenetska ležišta ovisno o njihovom vremenskom nastanku u odnosu na stijene koje su s njima povezane.

Epigenetska ležišta nastaju kasnije, odnosno nakon stijene domaćina u kojima se nalaze. Ona se formiraju u obliku žila koje diskordantno sijeku ili ispunjavaju otvorene pukotine u stijeni domaćinu. Singenetska ležišta nastaju u isto vrijeme kad i stijene domaćini npr. tijekom konsolidacije magme ili tijekom taloženja sedimentnih stijena (Robb, 2005).

3.2.4. Teksture rude

Tekstura rude je način na koji su minerali zauzeli prostor, a dijelimo ih prema veličini minerala i prema prostornom rasporedu minerala.

3.2.4.1. Podjela tekstura prema veličini

Prema veličini postoje megateksture, makroteksture i mikroteksture. Megateksture su kilometarskih ili metarskih dimenzija i uočavaju se na terenu npr. izdanak stijena u kojem se vidi trakasta tekstura. Makrotekstura je centimetarskih do decimetarskih dimenzija, vidljiva je golim okom te su u ovom završnom radu svi uzorci opisani makroteksturom. Mikroteksture se promatraju samo pod mikroskopom jer nisu vidljive golim okom.

3.2.4.2. Podjela tekstura prema prostornom rasporedu

Prema prostornom rasporedu minerala postoje standardne teksture koje vrijede za sve rudne uzorke: pjegava, oolitna, trakasta, koloformna, trakasta-krustifikacija, brečasta, konglomeratična, žilna, sferoidalna, ćelijasta.

Masivnom teksturom je karakterizirana ruda u kojoj je koncentracija rudnog minerala vrlo velika u odnosu na jalovinske minerale. Trakasta tekstura se prepoznaje po izmjeni slojeva rudnih i jalovinskih minerala. Žilna tekstura može imati dimenzije od nekoliko milimetara do nekoliko metara te nastaje u okolini u kojoj se uslijed djelovanja pritiska otvaraju pukotine unutar stijena domaćina. Uprskanom ili pjegavom teksturom opisuju se rude gdje je niska koncentracija rude, a rudni minerali su dispergirani u stijeni domaćinu.

Posebno se izdvajaju kromitne teksture za kromitna ležišta, a to su leopardska, negativna leopardska, nodularna, petljasta, trakasta, orbikularna i gusto uprskana tekstura.

Nodularna (leopardska) tekstura (Slika 3-2 a) nastaje kristalizacijom idiomorfni kromita u obliku krupnih zrna (ponekad zaobljenih) koja gravitacijski tonu na dno magmatske komore, te u slijedećoj fazi oko kromita, u intersticijskim prostorima, kristaliziraju silikatni minerali (najčešće olivin).

Negativna nodularna (leopardska) tekstura (Slika 3-2 b) je nastala kristalizacijom kromita u intersticijskim prostorima oko prethodno iskristaliziranih silikatnih minerala (najčešće olivina).

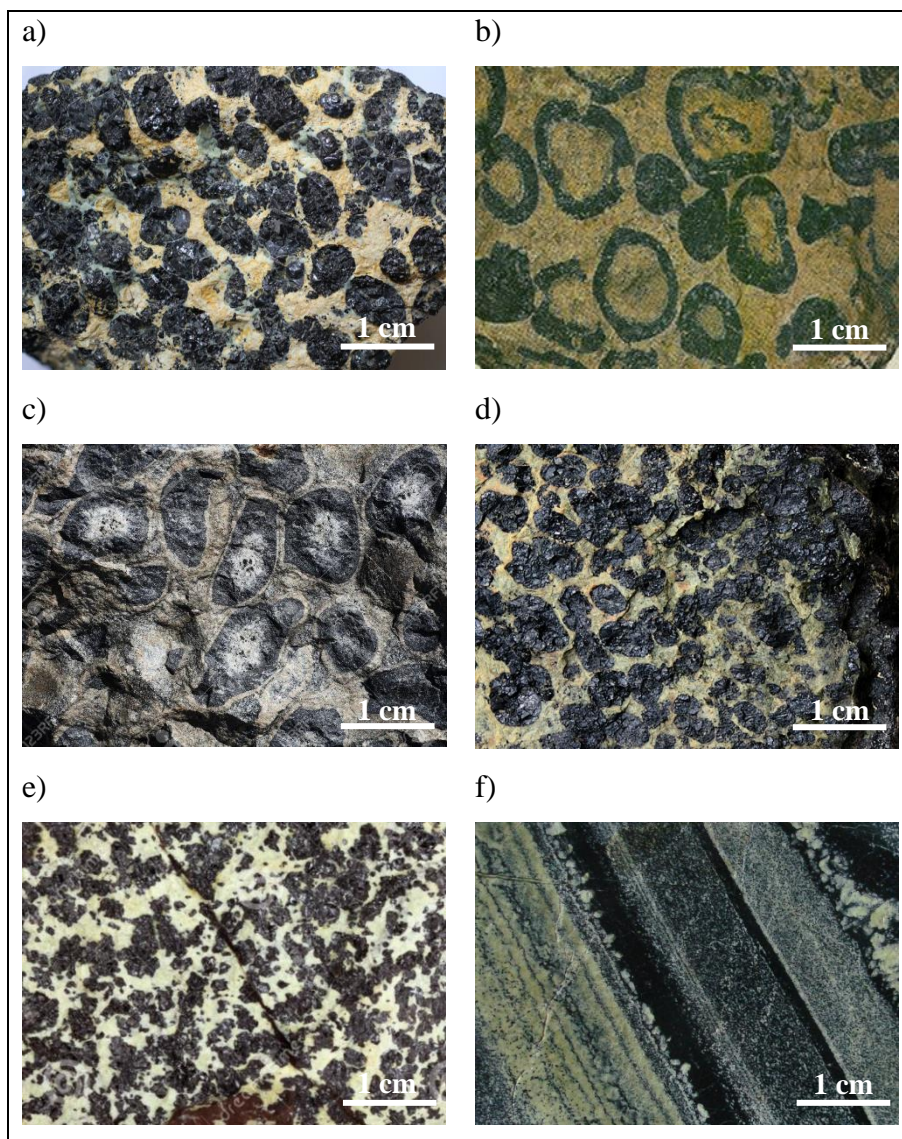
Orbikularna tekstura (Slika 3-2 c) nastaje koncentričnim rastom kromita i silikatnih minerala, između kojih u intersticijskim prostorima kristaliziraju silikatni minerali.

Gusto uprskana tekstura (Slika 3-2 d) je varijante nodularne teksture sa zrnskom potporom kromitnih zrna koja su međusobnom kontaktu, pri čemu su silikatni minerali oskudni.

Petljasta tekstura (Slika 3-2 e) je nepravilna izmjena alotriomorfni kromita i silikatnih minerala bez jasne genetske poveznice na redosljed procesa kristalizacije.

Trakasta tekstura (Slika 3-2 f) nastaje ritmičnom izmjenom kristalizacije kromita i silikatnih minerala u obliku slojeva.

(Smirnov, 1976)



Slika 3-2: Kromitne teksture: a) nodularna (leopardska) tekstura; b) negativna nodularna (leopardska) tekstura; c) orbikularna tekstura; d) gusto uprskana tekstura; e) petljasta tekstura; f) trakasta tekstura

a) <https://www.mindat.org/photo-571601.html>

b) <http://www.chromexpert.com/>

c) https://www.123rf.com/photo_15138024_closeup-of-surface-orbicular-%20granite-block-finland.html

d) <https://www.mindat.org/photo-531269.html>

e) [https://www.dreamstime.com/natural-sample-chromitic-serpentinite-rock-chromite-mineral-grains-white-background-specimen-%C3%A2%E2%82%AC-most-important-ore-image107451587#_ \(9/2022\)](https://www.dreamstime.com/natural-sample-chromitic-serpentinite-rock-chromite-mineral-grains-white-background-specimen-%C3%A2%E2%82%AC-most-important-ore-image107451587#_ (9/2022))

f) <https://www.mindat.org/photo-1093679.html>

3.2.5. Strukture rude: primarna/sekundarna

Struktura rude određena je oblikom, volumenom i rasporedom minerala i njihovih odlomaka u prostorno izoliranim nakupinama, te stupnjem kristaliničnosti. Općenito strukture se dijele na primarne, sekundarne te strukture vanzemaljskog podrijetla. U primarne strukture, koje su nastale tijekom rasta minerala, spadaju strukture koje su nastale različitim tipovima rudotvornih procesa kao što su zonalni rast, sraslaci, stupanj kristaliničnosti (pravilnosti) presjeka minerala, prorastanja. U sekundarne strukture, koje su nastale nakon rasta minerala, spadaju strukture formirane procesima kao što su izdvajanje, potiskivanje, metamorfizam, trošenje i rekristalizacija. Za odredbu struktura kod rudnih uzoraka potrebno je korištenje rudnog mikroskopa što nije predmet ovog završnog rada te će se u nastavku definirati samo primarni ili sekundarni postanak u uzorku.

3.2.6. Stijena domačin

Stijena domačin se određuje samo ako je sastavni dio rudnog uzorka te ukoliko ju je moguće determinirati s obzirom na stupanj alteracija u uzorku. Stijena domačin je stijena nositelj orudnjenja.

3.2.6.1. Magmatska/metamorfna/sedimentna stijena domačin

U slučaju da je stijena domačin prisutna u uzorku za nju se određuje da li je magmatskog, metamorfnog ili sedimentnog podrijetla.

3.2.6.2. Naziv stijene domačin

Ukoliko su minerali, tekstura ili struktura u stijeni domačinu prepoznatljivi tada se određuje naziv te stijene iz pripadajućih klasifikacijskih dijagrama. Za kromitna težišta je karakteristično da su genetski vezana za ultrabazične stijene domačina, plutonskog podrijetla, pri čemu je stijena domačin najčešće dunit.

3.2.7. Alteracije po stijeni domačinu

Alteracije su objašnjene u poglavlju 3.1.7. pa isto vrijedi i za alteracije u stijeni domačinu. Najčešće alteracije koje se pojavljuju u stijeni domačinu u obrađivanim uzorcima su serpentinizacija i limonitizacija. Serpentinizacija je izmjena olivina u mineral serpentin, a limonitizacija nastaje kao posljedica oksidacije i hidratacije željezom bogatih minerala kao što u željezni sulfidi ili trošenjem željeznih silikata.

3.2.8. Vlastita opažanja

Kada se na uzorcima vide dodatne pojave koje bi bile korisne za identifikaciju uzoraka tj. minerala ili stijena navode se vlastita opažanja.

4. VRSTE RUDNIH LEŽIŠTA

Postoje različite vrste rudnih ležišta, ali u ovom poglavlju i općenito u ovom završnom radu spominju se isključivo kromitna, skarnska i bakarno-porfirna ležišta. U daljnjim potpoglavljima je opisano svako ležište.

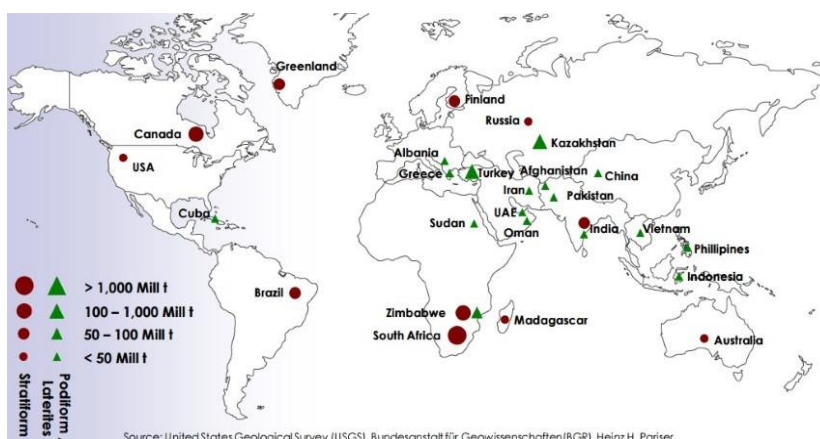
4.1. Kromitna rudna ležišta

Kromitna rudna ležišta spadaju u likvidno magmatska ležišta koja nastaju kristalizacijskom diferencijacijom ili likvidno-magmatskom segregacijom. Kromit je svjetski dominantan izvor kroma (Robb, 2005).

4.1.1. Tipovi kromitnih ležišta

Postoje dva tipa kromitnih rudnih ležišta, a to su stratiformna i podiformna ležišta.

Stratiformna ležišta su asocirana s velikim bazično-ultrabazičnim intruzijama, uglavnom unutar stabilnog prekambrijskog kratona. Stijene domaćini su bazično-ultrabazične stijene, peridotiti i gabri, karakterizirane slojevitom teksturom. Rudna ležišta se mogu protezati stotinama kilometara i sadržavati 10^9 tona rude. Ona čine 90% svjetskih rezervi kromita, a nalaze se prvenstveno u Južnoj Africi (75%) i Zimbabveu (23%) što je prikazano na Slici 4-1 a. Najpoznatiji primjer stratiformnog ležišta je Bushveld kompleks u Južnoj Africi. To je veliko slojevito ultrabazično magmatsko tijelo sa slojevima debljine od nekoliko mm do 0,4 m, a sastoje se 90% od kromita uz koje dolazi i klinopiroksen. Slojevi su dužine 65 km, a maksimalna debljina im je 110 cm.

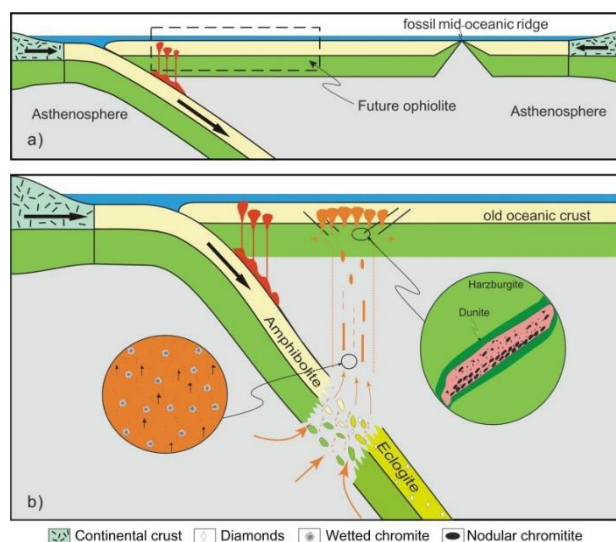


Slika 4-1 a: Prikaz stratiformnih i podiformnih ležišta na karti svijeta

(<https://www.pmfias.com/copper-nickel-chromite-distribution/>)

Podiformna ležišta nazivaju se još i Alpski tip ležišta. Asocirana su s stijenama donjeg dijela oceanske kore ili gornjeg plašta te se nalaze unutar ofiolitnih kompleksa u područjima Tetiskog orogena i južnog Pacifika. Njihov postanak je vezan uz magme u suprasubdukcijskim zonama. Stijene domaćini su duniti koji su obično serpentinizirani i deformirani (Slika 4-1 b). Većina ležišta proteže se u širini od nekoliko stotina metara i sadrže nekoliko 10^6 tona rude.

Podiformna ležišta su općenito mnogo manja, ali mogu biti od velike ekonomske vrijednosti jer su smještena u blizini tržišta i metalurški udio rude je visok (Cr-bogata, Ti-siromašna). Kromiti se tipično javljaju kao ritmično uslojena tamna ruda debljine od jednog metra, a svjetlije obojeni slojevi sastoje se od magnezijskih silikata (olivin, piroksen, serpentin) (Robb, 2005).



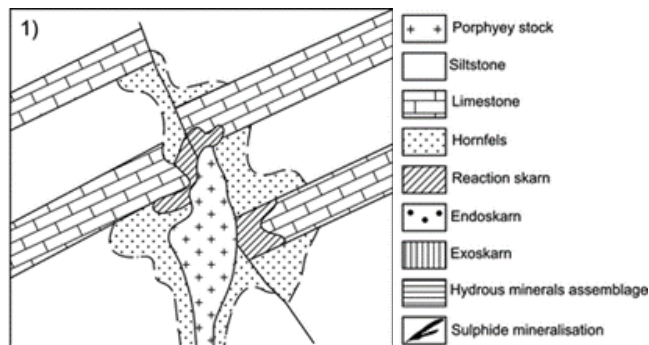
Slika 4-1 b: Formiranje podiformnih ležišta u suprasubdukcijskim zonama (Alpskog tipa) (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1342937X14000021>)

4.2. Skarnska ležišta

Skarnska ležišta su asocirana s vulkanskom aktivnošću jer se javljaju u klasterima oko magmatske intruzije. Nastaju najčešće kontaktnim metamorfizmom, a rjeđe regionalnim metamorfizmom ili metasomatskim procesima. Postoje različita skarnska ležišta prema korisnom kemijskom elementu, a to su željezovita, zlatonosna, volframska, bakarna, cinkovna, molibdenska i kositrena skarnska ležišta (Robb, 2005).

4.2.1. Prva faza formiranja

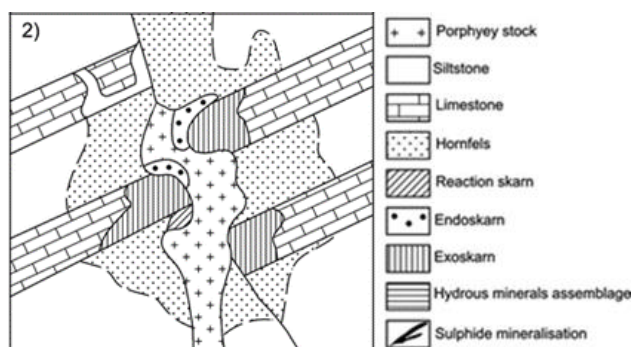
U prvoj fazi formiranja skarna dolazi do intruzije vrućeg magmatskog tijela koje isijava toplinu u okolne sedimentne stijene (vapnenci i šejlovi u međusobnim izmjenama) i uzrokuje izokemijski metamorfizam. Izokemijskim metamorfizmom i pod utjecajem male količine metamorfne vode (voda koja je istisnuta iz okolnih sedimenata, voda koja je bila vezana u mineralima) dolazi do izmjene vapnenaca u mramore i šejlova u hornfelse. U prvoj fazi nastaju tzv. reakcijski skarnovi koji se razvijaju na granici mramora i magmatskog tijela ili na granicama između mramora i hornfelse. Mogu se razvijati i duž rasjeda kao posljedica cirkulacije fluida na samom kontaktu u vršnim dijelovima intruzije (Slika 4-2 a) (Robb, 2005).



Slika 4-2 a: Prva faza formiranja skarna ([schematic formation stages od skarn – Google pretraživanje](#))

4.2.2. Druga faza formiranja

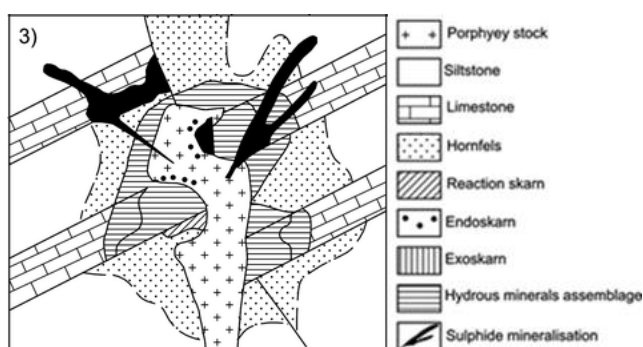
U drugoj fazi formiranja skarna u sustav ulaze hidrotermalne otopine koje zajedno s manjom količinom magmatske vode (porijeklom iz kristalizirajućeg magmatskog tijela) formiraju endo- i egzoskarnove na mjestima gdje su se prethodno razvili reakcijski skarnovi. Ovdje mogu nastati i manja sulfidna tijela potisnog tipa vršno u odnosu na magmatsko tijelo. Endoskarnovi nastaju u unutrašnjem dijelu reakcijske zone, potiskivanjem magmatskog intruziva te u kontaktnoj zoni s mramorima. Egzoskarnovi nastaju u vanjskom dijelu, potiskivanjem karbonatnih metasedimenata (Slika 4-2 b, Robb, 2005).



Slika 4-2 b: Druga faza formiranja skarna ([schematic formation stages od skarn – Google pretraživanje](#))

4.2.3. Treća faza formiranja

U posljednjoj fazi meteorska voda cirkulira tj. ulazi u unutrašnji dio magmatske intruzije pri čemu dolazi do intenzivnih alteracija. Vršni dijelovi se sericitiziraju i dolazi do retrogradnih izmjena u hornfelsima i skarnovima. U toj fazi dominantno nastaje sulfidna mineralizacija koja može biti potisnog tipa te vrlo često masivna mineralizacija (Slika 4-2 c, Robb, 2005).

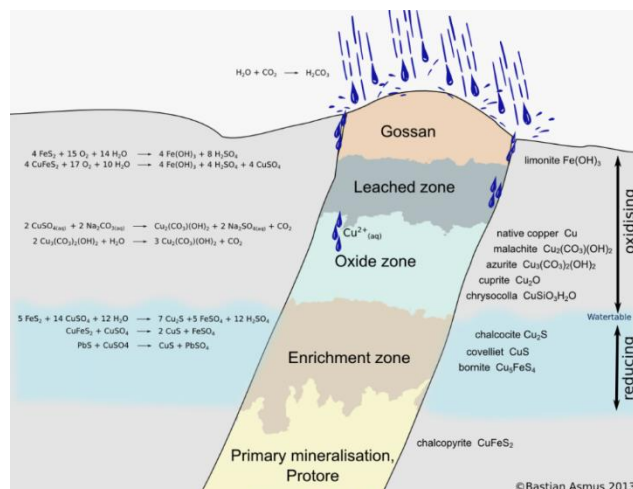


Slika 4-2 c: Treća faza formiranja skarna ([schematic formation stages od skarn – Google pretraživanje](#))

4.3. Bakarno-porfirna ležišta

Bakarno-porfirna ležišta su ogromna ležišta s niskom koncentracijom rude. Vezana su uz kisele i neutralne plutone, karakterizirane porfirnom strukturom, genetski vezane za subdukcijske zone. Napredovanjem subdukcije oslobađaju se fluidi nastali dehidratacijom stijena iz gornjeg dijela oceanske kore. Oni su obogaćeni litofilnim elementima, koji su karakterizirani velikim ionskim radijusom (*large ion lithophile element* – LILE) koji su mobilni i imaju tendenciju izlaska iz kristalnih struktura. Uz LILE elemente oslobađaju se i velike količine metala: bakar, molibden, zlato, volfram, kositar, srebro, olovo, cink i dr. Povećanjem koncentracije volatila dolazi do parcijalnog taljenja plašnog klina iznad subdukcijske zone. Stvorena magma bogata je volatilima, premješta se u pliće dijelove kore čime nastaju porfirne plitke intruzije u gornjoj kontinentalnoj kori i oko njih porfirna ležišta na dubini od nekoliko kilometara.

Erozijom, porfirna ležišta izložena su površinskom trošenju (*gossan*) i razvoju zone sekundarnog obogaćenja. Dio rudnog tijela koje se nalazi iznad vodnog lica (zona izluživanja i oksidacijska zona), troši se prilikom čega nastaju karakteristični minerali: limonit, malahit, azurit, kuprit i krizokola. Ispod vodnog lica se nalazi redukcijaska zona i primarna ruda te dolazi do cementacije tj. do sekundarnog sulfidnog obogaćenja. U redukcijaskoj zoni nalazimo minerale kao što su halkozin, kovelin i bornit. Primarna ruda se nalazi ispod vodnog lica i dalje od površine tako da ne oksidira. To je diseminirana ruda relativno niske koncentracije, koja se sastoji od različitih primarnih minerala bakra (halkopirita i bornita), od primarnih minerala željeza (pirit i markazit) te od primarnih sulfida olova i cinka (sfalerit i galenit) (Slika 4-3 a) (Robb, 2005).



Slika 4-3: Procesu u bakarno-porfirnom ležištu

(<https://en.archaeometallurgie.de/category/archaeometallurgy/page/7/>)

5. IDENTIFIKACIJA I OPIS UZORAKA

5.1. KROMITNA LEŽIŠTA

5.1.1. Kromit (CHR1)

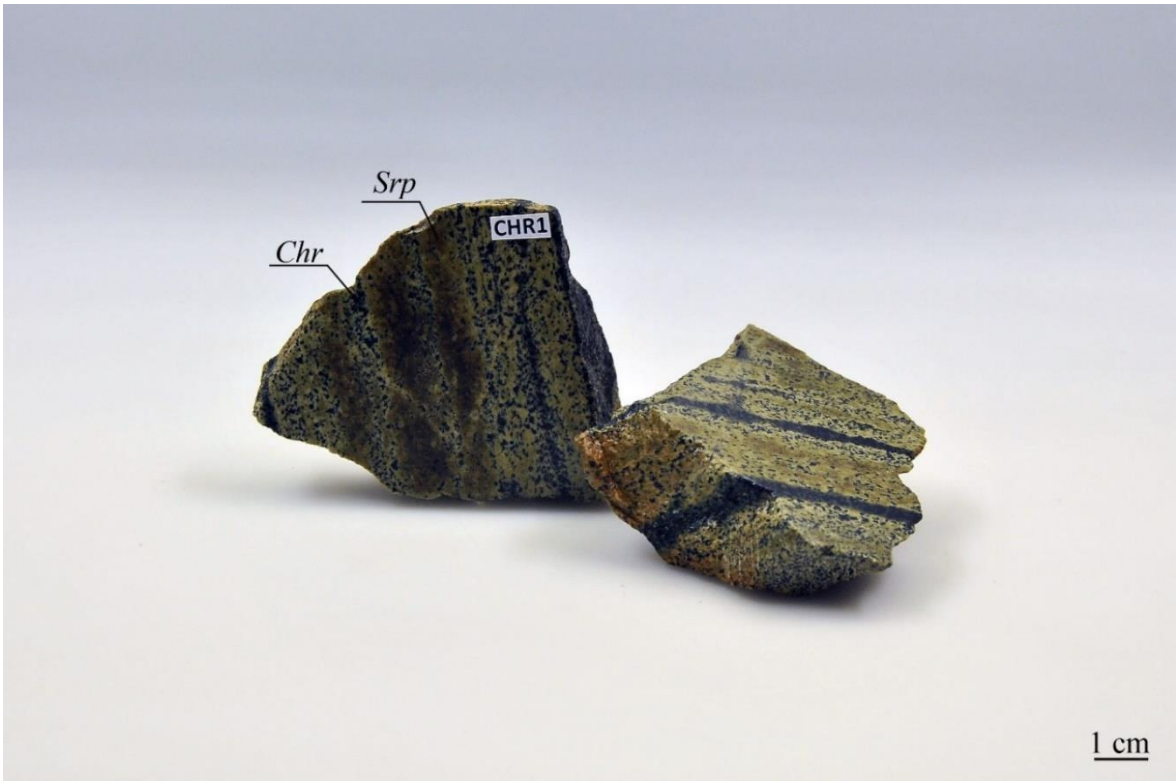
Uzorak CHR1 (Slika 5-1 a) je karakterističan primjer uzorka kromitne rude koju najčešće nalazimo u kromitnim ležištima. Ovakav uzorak je lako prepoznatljiv po izmjeni minerala kromita i serpentina u obliku slojeva/traka. Kromit se pojavljuje u obliku zrna koja se nalaze u matriksu serpentina. Matriks je u potpunosti serpentiniziran, svježi minerali olivina nisu prisutni. Serpentin je na pojedinim mjestima smeđkasto-žute boje, pretpostavka je da se radi o limonitizaciji asociranog magnetita. Naime, jedna od reakcija serpentinizacije uključuje olivin + H₂O → serpentin ± brucit ± magnetit. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentin). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-1 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	Fe ²⁺ Cr ₂ O ₄	Mg(Fe) ₃ [Si ₂ O ₅](OH) ₄
<i>Boja</i>	crna	zelena, smečkasta
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	limonitizacija magnetita asociranih sa serpentinom
<i>Udio minerala (%)</i>	30%	70%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-1 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR1)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) trakasta
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i>	
<i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) dunit (serpentin)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	limonitizacija, serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 a: Kromit (CHR1)

5.1.2. Kromit (CHR2)

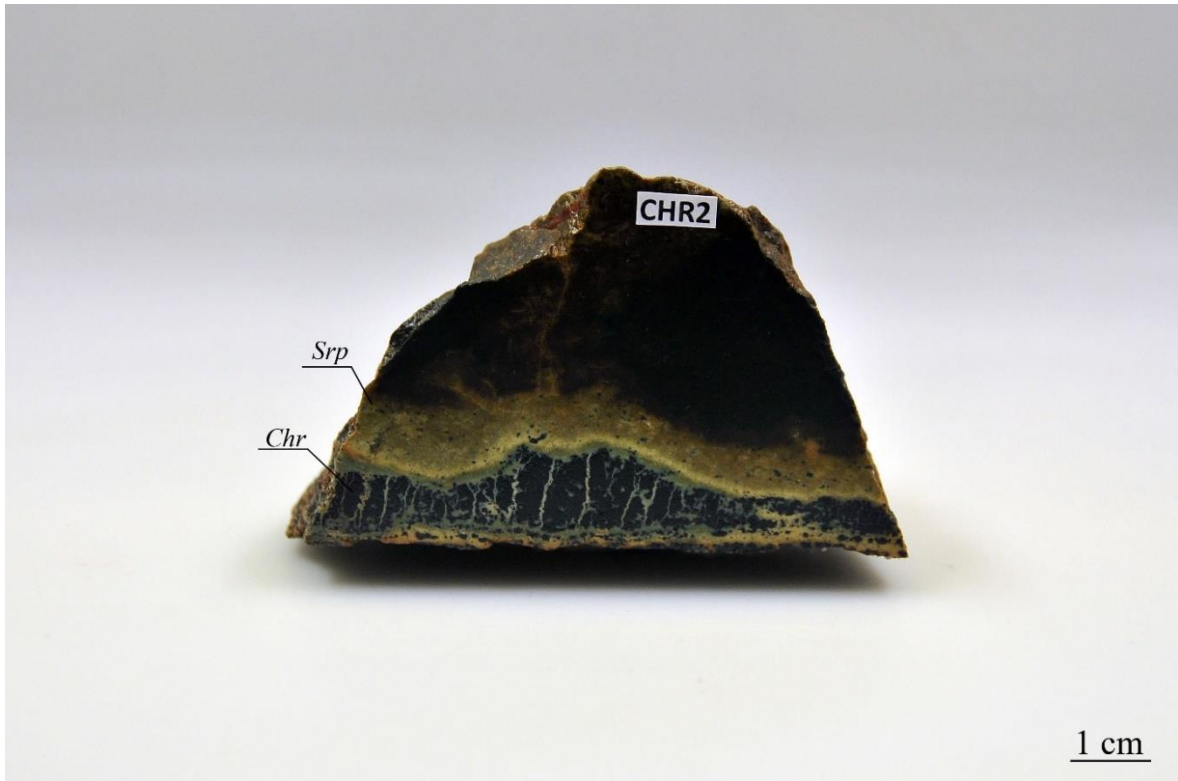
U uzorku CHR2 (Slika 5-1 b) prevladava mineral serpentin svijetlozelene boje. Međutim na vrhu uzorka je tamnosmeđe boje, a pretpostavka je da se radi o limonitizaciji asociiranog magnetita. Naime, jedna od reakcija serpentinizacije uključuje olivin + H₂O → serpentin ± brucit ± magnetit. Unutar masivnog serpentina nalazi se nekoliko zrna kromita. Na donjem dijelu uzorka nalazi se uslojeni crni kromit koji je ispresijecan žilicama serpentina, a na samom dnu uzorka je karakteristično proslojavanje kromita i serpentina. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentininit). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-2 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	Fe ²⁺ Cr ₂ O ₄	Mg ₃ (Fe) ₃ [Si ₂ O ₅](OH) ₄
<i>Boja</i>	crna	zelena, smeđa, tamnosmeđa
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	limonitizacija magnetita asociiranih sa serpentinom
<i>Udio minerala (%)</i>	15%	85%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-2 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR2)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) trakasta (u sloju nodularna)
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i> <i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i> <i>b) Naziv stijene</i>	a) magmatska b) dunit (serpentininit)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	limonitizacija, serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 b: Kromit (CHR2)

5.1.3. Kromit (CHR3)

U uzorku CHR3 (Slika 5-1 c) prevladava gusti masivni kromit, a unutar šupljina u uzorku je formiran serpentin. Serpentin je na pojedinim mjestima smečkasto-žute boje, pretpostavka je da se radi o limonitizaciji asociranog magnetita. Naime, jedna od reakcija serpentinizacije uključuje olivin + H₂O → serpentin ± brucit ± magnetit. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentin). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-3 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	Fe ²⁺ Cr ₂ O ₄	Mg ₃ (Fe) ₃ [Si ₂ O ₅](OH) ₄
<i>Boja</i>	crna	smečkasta
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	limonitizacija	limonitizacija magnetita asociranih sa serpentinom
<i>Udio minerala (%)</i>	95%	5%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-3 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR3)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) gusto uprskana
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i> <i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i> <i>b) Naziv stijene</i>	a) magmatska b) dunit (serpentin)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	limonitizacija, serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 c: Kromit (CHR3)

5.1.4. Kromit (CHR4)

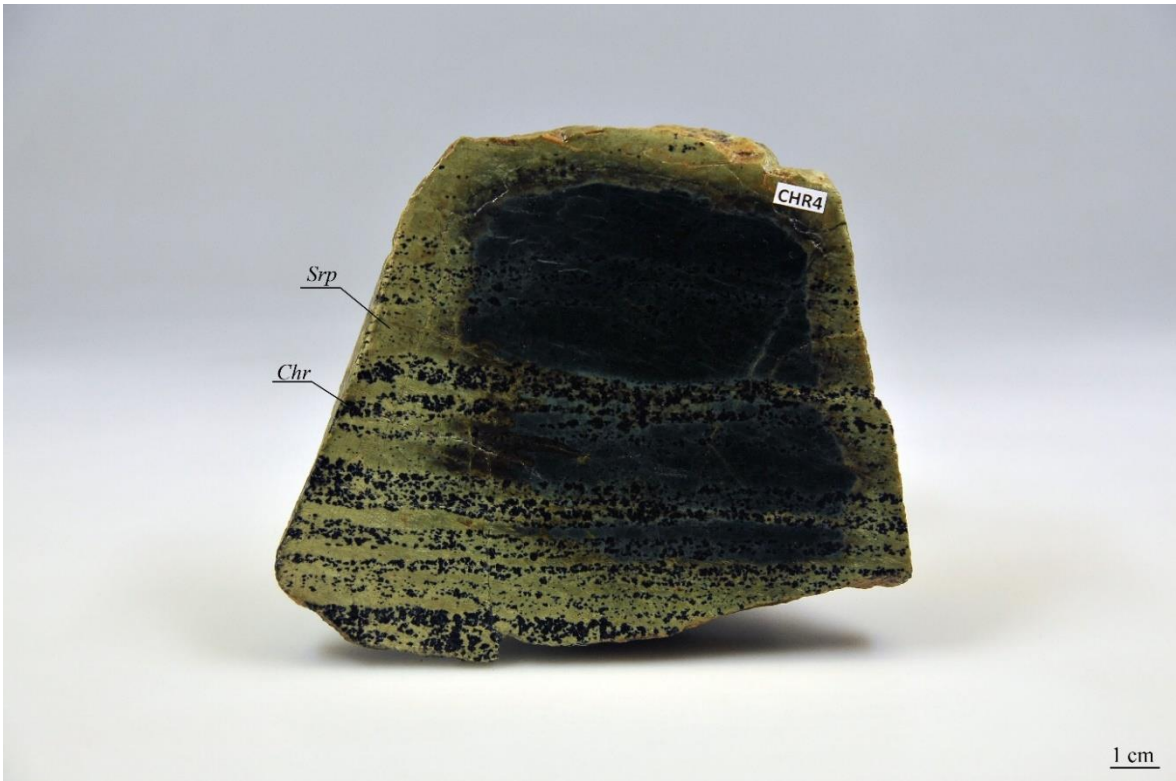
Uzorak CHR4 (Slika 5-1 d) je trakaste teksture zbog karakterističnog proslojavanja kromita i serpentina. Uglavnom prevladava serpentin koji je u središtu tamno zelene boje dok prema rubovima uzorka prelazi u svijetlozelenu boju. Serpentin je na pojedinim mjestima te ponajviše na nepoliranoj strani uzorka smečkasto-žute boje, pretpostavka je da se radi o limonitizaciji asociranog magnetita. Naime, jedna od reakcija serpentinizacije uključuje $\text{olivin} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{serpentin} \pm \text{brucit} \pm \text{magnetit}$. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentin). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-4 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$\text{Mg}_3(\text{Fe})_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Boja</i>	crna	zelena, tamnozeleno, smečkasta
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	limonitizacija magnetita asociranih sa serpentinom
<i>Udio minerala (%)</i>	20%	80%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-4 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR4)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) trakasta
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i>	
<i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) dunit (serpentin)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	limonitizacija, serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 d: Kromit (CHR4)

5.1.5. Kromit (CHR5)

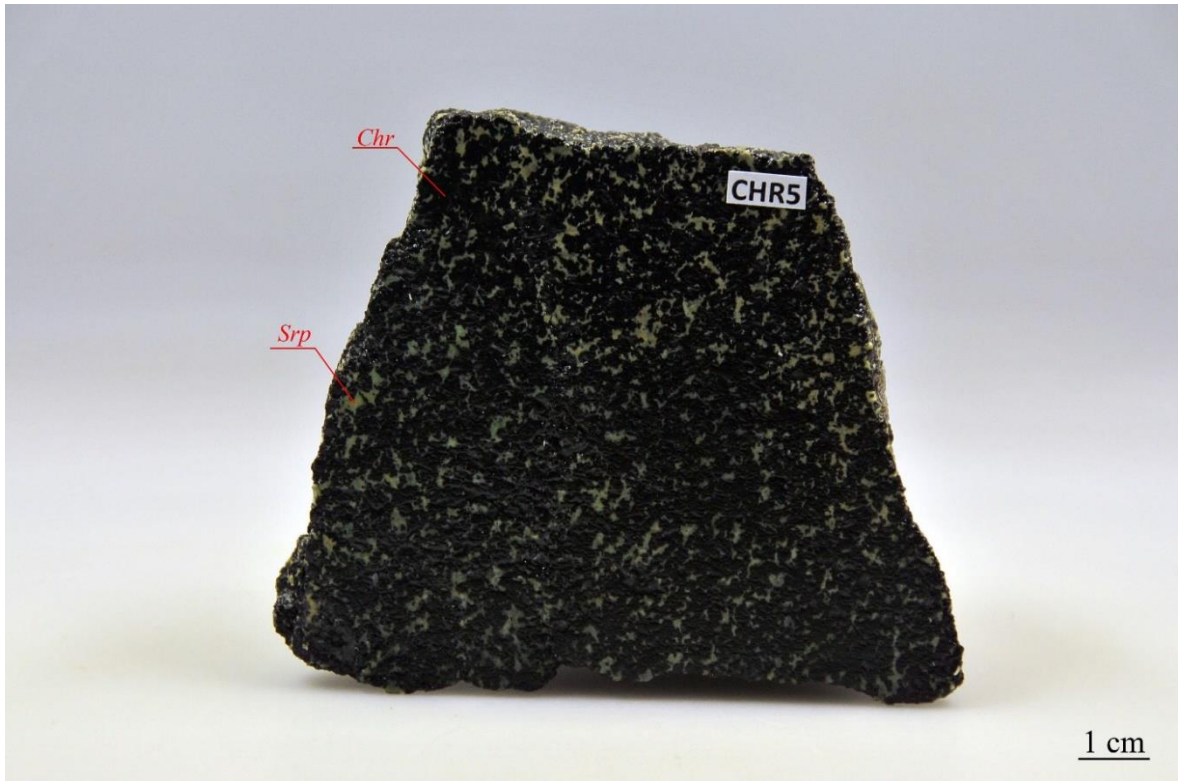
U uzorku CHR5 (Slika 5-1 e) prevladava gusto uprskani kromit, a unutar šupljina u uzorku je iskristalizirao serpentinit. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentinit). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-5 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Boja</i>	crna	zelena, svijetložuta
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do polumastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	90%	10%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-5 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR5)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) gusto uprskana
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i>	
<i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) dunit (serpentinit)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 e: Kromit (CHR5)

5.1.6. Kromit (CHR6)

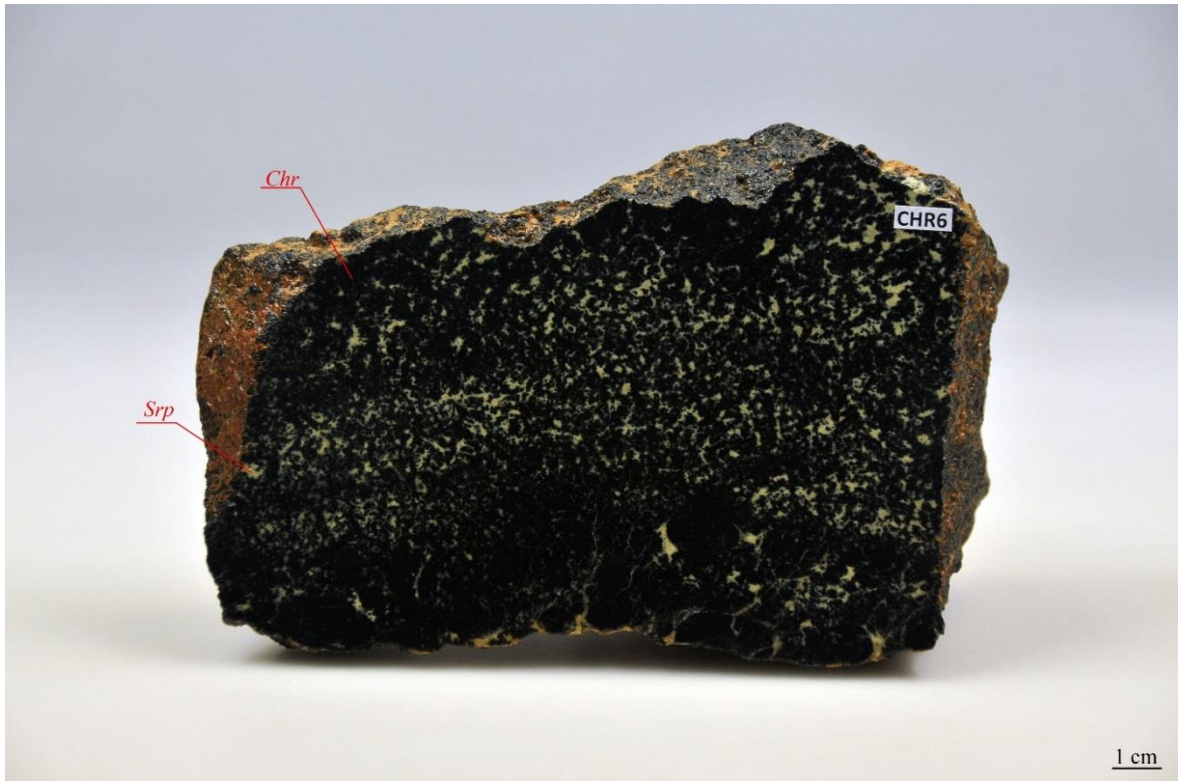
U uzorku CHR6 (Slika 5-1 f) prevladava kromit u obliku nodula po rubovima uzorka i u obliku traka po sredini uzorka gdje se izmjenjuje sa serpentinom. Serpentin je na rubovima uzorka smeđkasto-žute boje, pretpostavka je da se radi o limonitizaciji asociiranog magnetita. Naime, jedna od reakcija serpentinizacije uključuje olivin + H₂O → serpentin ± brucit ± magnetit. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentinit). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-6 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	Serpentin
<i>Formula</i>	Fe ²⁺ Cr ₂ O ₄	Mg ₃ (Fe) ₃ [Si ₂ O ₅](OH) ₄
<i>Boja</i>	crna	zelena, svijetložuta, smečkasta
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	hipidiomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	limonitizacija	limonitizacija magnetita asociiranih sa serpentinom
<i>Udio minerala (%)</i>	20%	80%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-6 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR6)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) nodularna i trakasta
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i>	
<i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) dunit (serpentinit)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	limonitizacija, serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 f: Kromit (CHR6)

5.1.7. Kromit (CHR7)

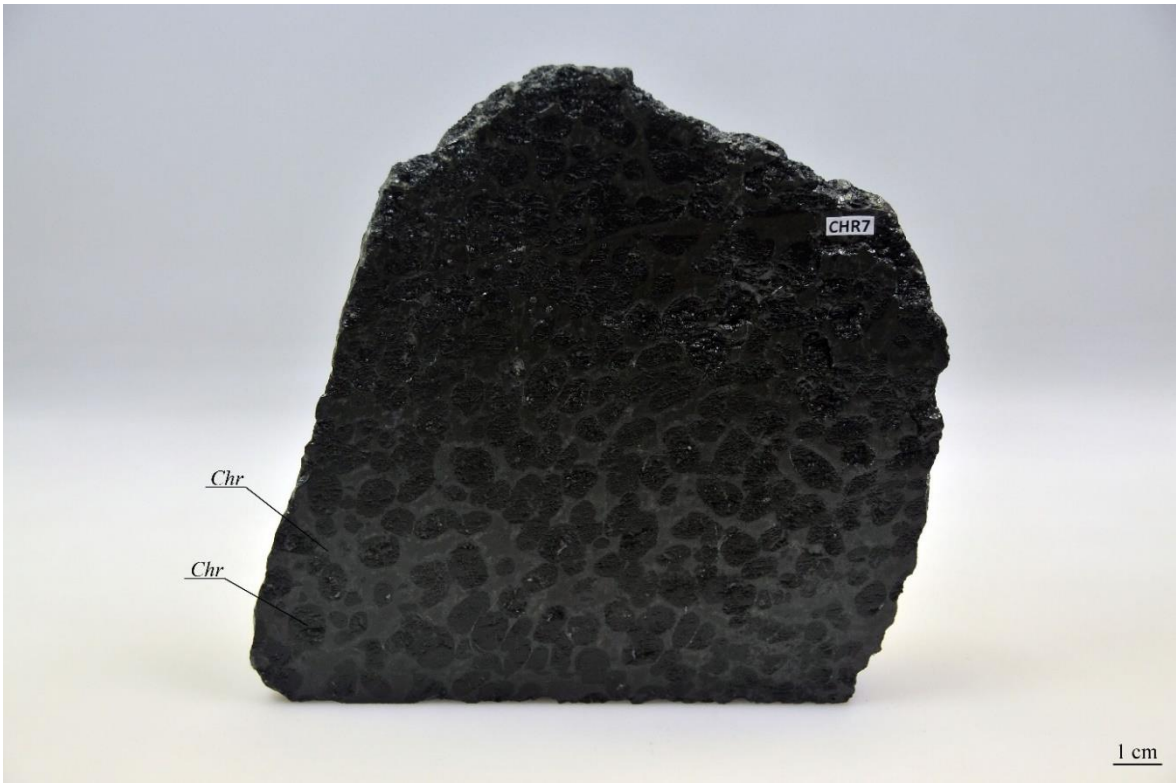
Uzorak CHR7 (Slika 5-1 g) je specifičan po tome što je matriks sastavljen od sitno zrnatog kromita i smjese silikatnih minerala u kojem se također nalazi kromit, ali u obliku krupnih zrna. Kromitna zrna su u obliku nodula. Stijene domaćina u ovom uzorku nema. Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-7 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	kromit (između zrna kromita)
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$
<i>Boja</i>	crna	crna
<i>Ogreb</i>	smeđ	smeđ
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	polumetalan do mastan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	5,5
<i>Habitus</i>	hipidiomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	70%	30%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-7 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR7)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) nodularna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 g: Kromit (CHR7)

5.1.8. Kromit (CHR8)

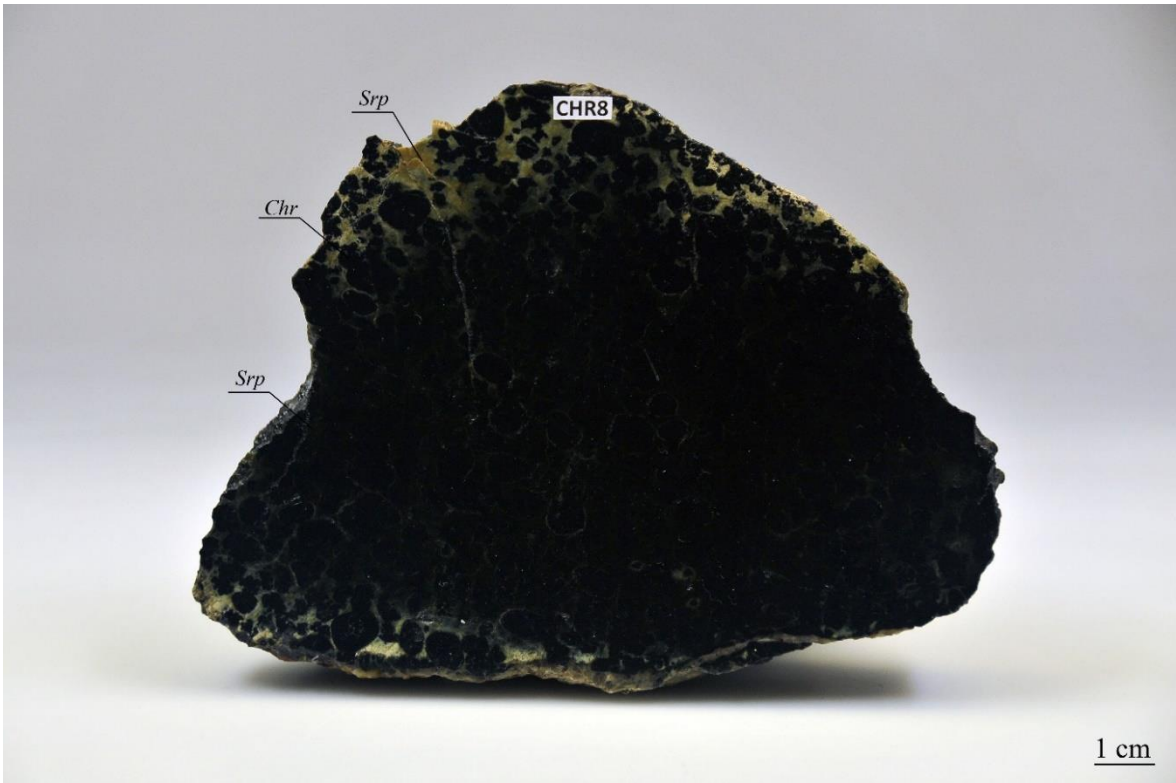
Uzorak CHR8 (Slika 5-1 h) se sastoji od zrna kromita koja su raspoređena po cijelom uzorku. Po sredini uzorka su zrna kromita u kromitnom matriksu, ali se isto tako primjećuje serpentini između zrna. Prema rubovima uzorka se zrna kromita nalaze u matriksu serpentina. Mjestimično se pojavljuju prevlake opala (nisu vidljive na slici 5-1 h) na nepoliranoj strani uzorka. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentinit). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-8 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin	opal
Formula	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$	$\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$
Boja	Crna	zeleni, svijetložuti	zelenkasti
Ogreb	Smeđi	bijeli	bijeli
Sjaj	polumetalan do mastan	mastan do voštan	staklast do voštan
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	5,5	2,5-3,5	5,5-6,5
Habitus	hipidiomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
Alteracije	/	opalizacija	/
Udio minerala (%)	80%	5%	5%
Rudni minerali	kromit		

Tablica 5-8 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR8)
Tip rude prema korisnom elementu	ruda kroma
Tip rude prema korisnim skupinama minerala	oksidna ruda
Epigenetska/Singenetska	singenetska
Teksture rude	
a) prema veličini	a) makrotekstura
b) prema prostornom rasporedu	b) gusto uprskana, nodularna
Strukture rude: primarna/sekundarna	primarna
Stijena domaćin	
a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna	a) magmaška
b) Naziv stijene	b) dunit (serpentinit)
Alteracije po stijeni domaćinu	serpentinizacija, opalizacija
Vlastita opažanja	/



Slika 5-1 h: Kromit (CHR8)

5.1.9. Kromit (CHR9)

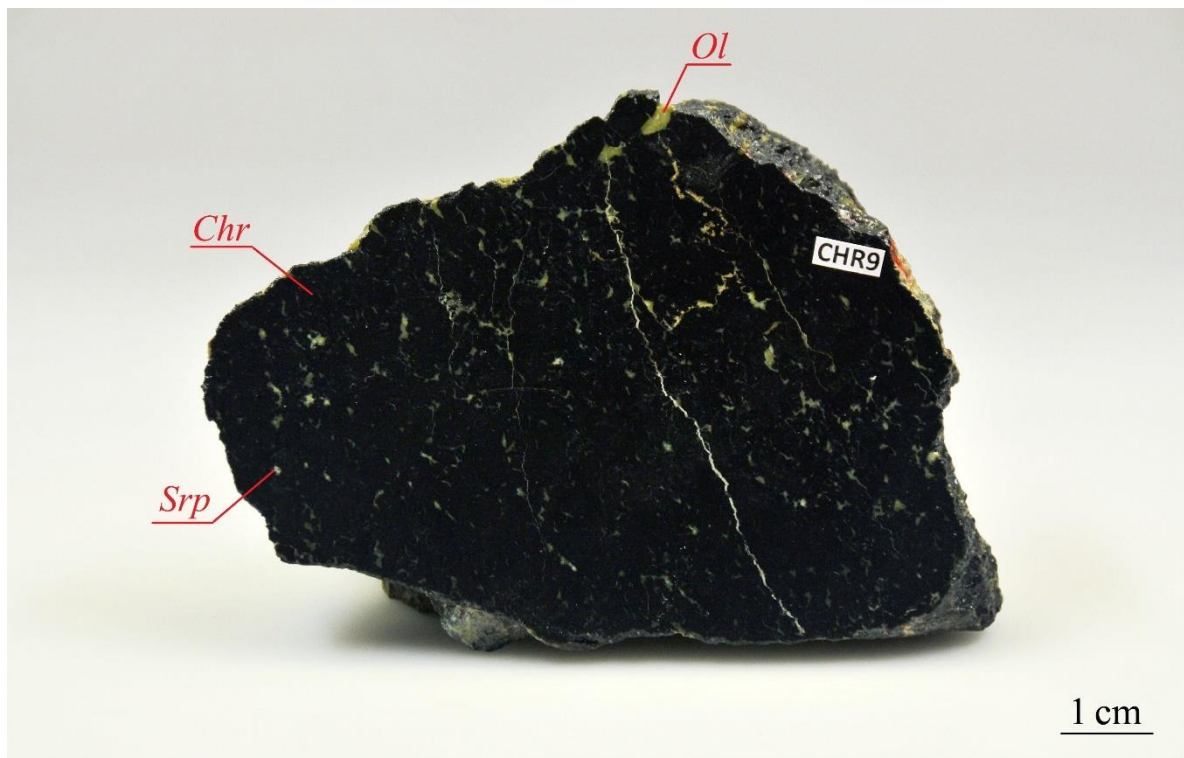
Uzorak CHR9 (Slika 5-1 i) je specifičan po tome što je jedini uzorak na kojem se može uočiti svježi olivin koji još nije serpentiniziran. Karakterizira ga njegova karakteristična maslinasta boja. Olivin se nalazi u masi gusto uprskanog kromita zajedno s serpentinom. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentin). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-9 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	olivin	serpentin
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$	$\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Boja</i>	crna	žutozeleno, maslinasto zelena	zeleno, svijetložuto
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel	
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	staklast	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	fosterit 7, fayalit 6,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	70%	20%	10%
<i>Rudni minerali</i>	kromit		

Tablica 5-9 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR9)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) gusto uprskana
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i>	
<i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) dunit (serpentin)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 i: Kromit (CHR9)

5.1.10. Kromit (CHR10)

Uzorak CHR10 (Slika 5-1 j) je karakterističan primjer proslojavanja kromita i serpentina. Kromit je uglavnom gusto uprskan u matriksu serpentina, ali se može primijetiti i početak formiranja trakaste teksture kromita i serpentina. Cijeli matriks serpentina je poprimio smeđu boju, a pretpostavka je da se radi o limonitizaciji asociiranog magnetita. Naime, jedna od reakcija serpentinizacije uključuje olivin + H₂O → serpentin ± brucit ± magnetit. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentin). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-10 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	Fe ²⁺ Cr ₂ O ₄	Mg ₃ (Fe) ₃ [Si ₂ O ₅](OH) ₄
<i>Boja</i>	crna	zelena, svijetložuta, smečkasta
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	limonitizacija magnetita asociiranih sa serpentinom
<i>Udio minerala (%)</i>	30%	70%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-10 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR10)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) magmatska b) trakasta
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i> <i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i> <i>b) Naziv stijene</i>	a) magmatska b) dunit (serpentin)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	limonitizacija, serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 j: Kromit (CHR10)

5.1.11. Kromit (CHR11)

Uzorak CHR11 (Slika 5-1 k) je specifičan po tome što prevladava serpentini u kojem su uklopljeni veći odlomci kromita. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentin). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-11 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Boja</i>	crna	zelena, svijetložuta, bijela
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	70%	30%
<i>Rudni minerali</i>	kromit	

Tablica 5-11 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR11)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) krupnokristalasti kromit
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i> <i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i> <i>b) Naziv stijene</i>	a) magmatska b) dunit (serpentin)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 k: Kromit (CHR11)

5.1.12. Kromit (CHR12)

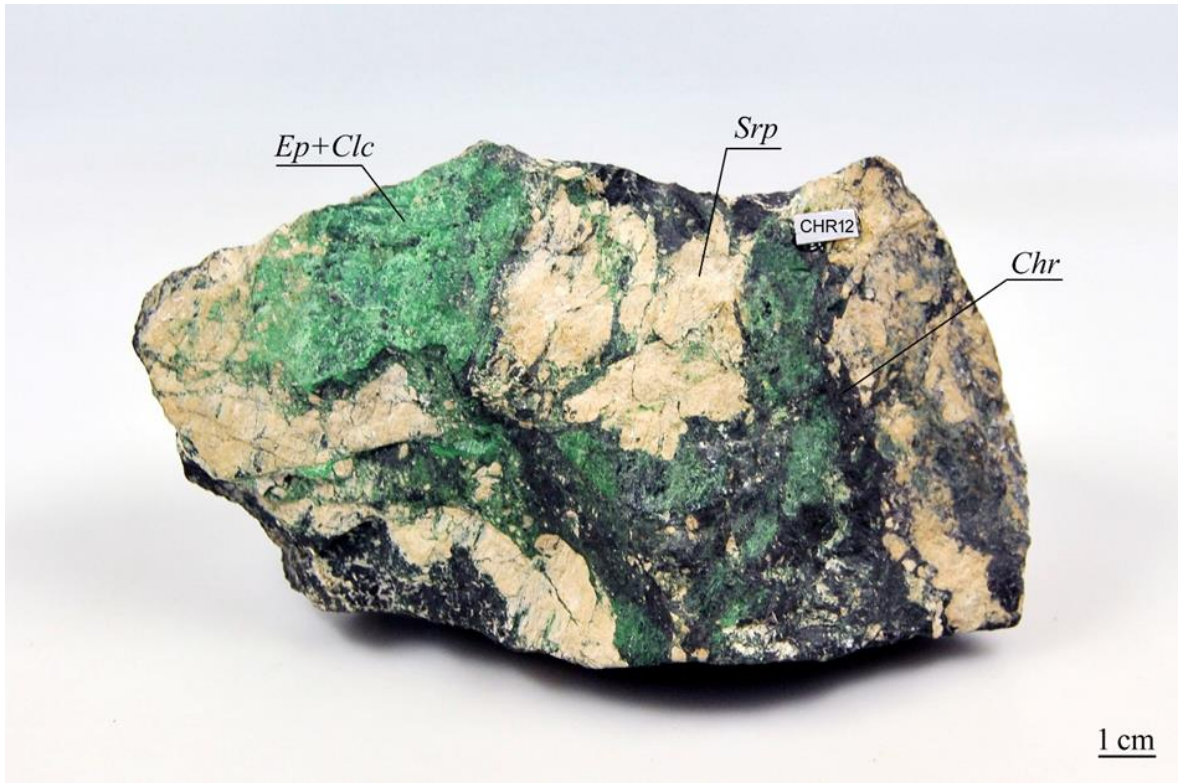
Uzorak CHR12 (Slika 5-1 1) je masivne teksture zbog uklapanja lizardita (određeno XRD analizom) u masivnoj rudi kromita. Na površini pojavljuju se klinoklor i epidot (određeno XRD analizom) zelene boje. Stijena domaćin je magmatska stijena odnosno dunit (serpentinit). Kromit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

Tablica 5-12 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kromit	serpentin (lizardit)	epidot + klinoklor
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	$\{\text{Ca}_2\}\{\text{Al}_2\text{Fe}^{3+}\}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$ + $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
<i>Boja</i>	crna	zelena do žućkasta	zelena
<i>Ogreb</i>	smeđ	bijel	bijel
<i>Sjaj</i>	polumetalan do mastan	mastan do voštan	mastan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5	2,5-3,5	epidot: 6-7; klinoklor 2-2,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	80%	15%	5%
<i>Rudni minerali</i>	malahit, kovelin		

Tablica 5-12 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	kromit (CHR12)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda kroma
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	singenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i>	
<i>a) Magmaška/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) dunit (serpentinit)
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	serpentinizacija
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-1 I: Kromit (CHR12)

5.2. SKARNSKA LEŽIŠTA

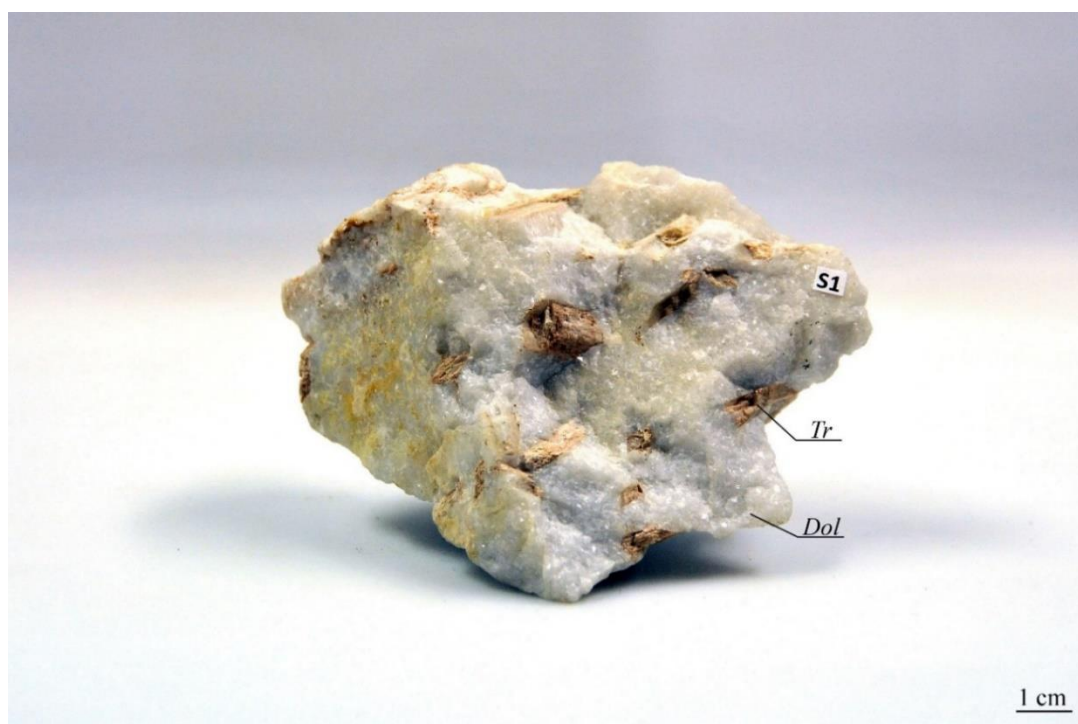
5.2.1. Dolomit (S1)

Uzorak S1 (Slika 5-2 a) pretežno se sastoji od krupnokristalastog dolomita u kojem su uklopljeni izduženi štapićasti tremoliti. Na pojedinim mjestima se uočava početak limonitizacije po dolomitu i tremolitu, vjerojatno vezan uz uklope/zone sa Fe-bogatijim tremolitom. U uzorku nema korisnih rudnih minerala zbog čega se uzorak svrstava u jalovinu.

Tablica 5-13 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	dolomit	tremolit	* limonit
<i>Formula</i>	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	$\square\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	/
<i>Boja</i>	bijela	bijela, smečkasta	žućkasta
<i>Ogreb</i>	bijel	bijel	
<i>Sjaj</i>	staklast	staklast	
<i>Kalavost</i>	/	/	
<i>Tvrdoća</i>	3,5-4	5,5-6	
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	štapićasti	
<i>Alteracije</i>	/	limonitizacija	
<i>Udio minerala (%)</i>	90%	10%	
<i>Rudni minerali</i>	/ (jalovinski minerali)		
<i>Vlastita opažanja</i>	/		

* limonit je mineraloid



Slika 5-2 a: Dolomit (S1)

5.2.2. Dolomit (S2)

Uzorak S2 (Slika 5-2 b) se pretežno sastoji od krupnokristalastog dolomita u kojem su uklopljeni izduženi štapićasti tremoliti. Na pojedinim mjestima se uočava početak limonitizacije po dolomitu i tremolitu, vjerojatno vezan uz uklope/zone sa Fe-bogatijim tremolitom. U uzorku nema rudnih minerala zbog čega uzorak svrstavamo u jalovinu.

Tablica 5-14 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	dolomit	tremolit	* limonit
<i>Formula</i>	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	$\square\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	/
<i>Boja</i>	bijela	bijela, smečkasta	žućkasta
<i>Ogreb</i>	bijel	bijel	
<i>Sjaj</i>	staklast	staklast	
<i>Kalavost</i>	/	/	
<i>Tvrdoća</i>	3,5-4	5,5-6	
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	štapićasti	
<i>Alteracije</i>	/	/	
<i>Udio minerala (%)</i>	90%	10%	
<i>Rudni minerali</i>	/ (jalovinski minerali)		
<i>Vlastita opažanja</i>	/		

* limonit je mineraloid



Slika 5-2 b: Dolomit (S1)

5.2.3. Željezoviti skarn (S3)

Uzorak S3 (Slika 5-2 c; ležište Trepča) se sastoji od tri glavna minerala - magnetit, hedenbergit i diopsid. S lijeve strane uzorka je koncentriran magnetit, a s desne klinopirokseni – prelazak hedenbergita u diopsid (Strmić Palinkaš i dr., 2013). Magnetit, hedenbergit i diopsid srastaju jedan za drugim zrakasto. Pojavljuju se kalcit i pirhotin kao sporedni minerali u obliku uklopaka u masi triju glavnih minerala. Na pojedinim dijelovima uzorka se pojavljuje i limonitizacija. Jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku je magnetit.

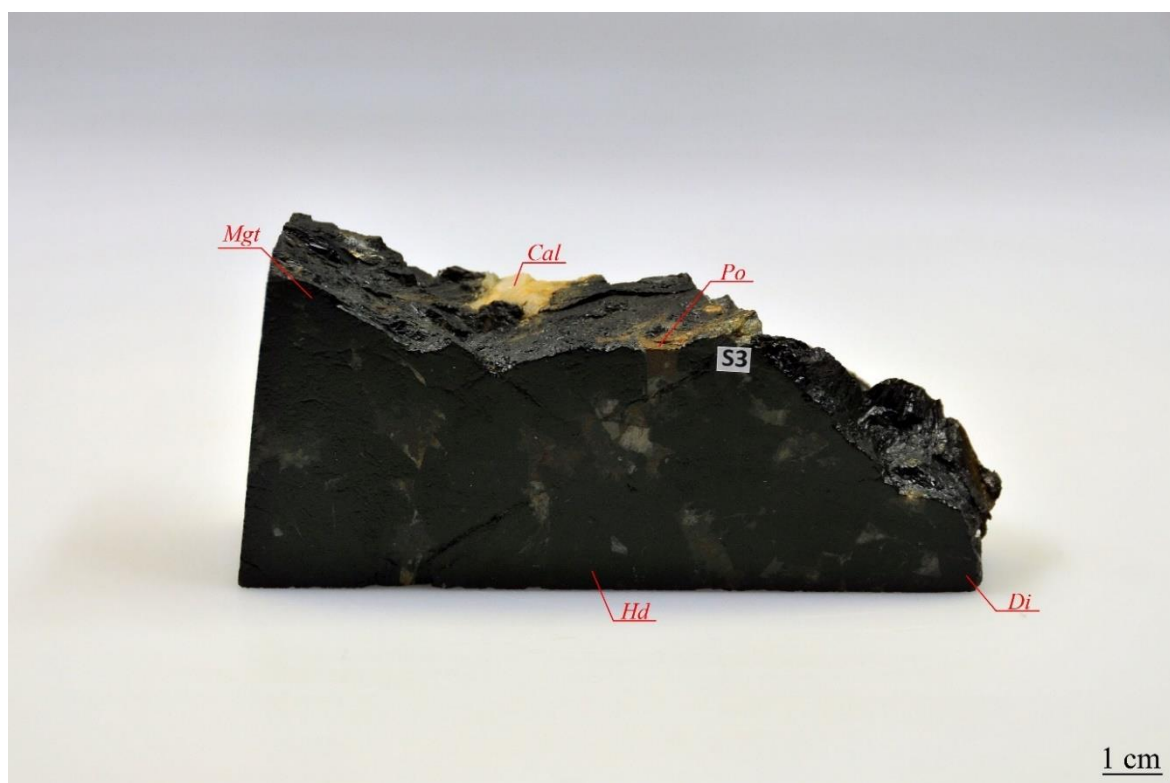
Tablica 5-15 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	magnetit	hedenbergit	diopsid	kalcit
Formula	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$	$\text{CaFe}^{2+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	CaCO_3
Boja	željezno crna	tamnozeleno, zeleno crna	smečkasta	proziran, bezbojan
Ogreb	željezno crn	blijedo zelen	blijedo zelen	bijel
Sjaj	metalno do polumetalno	staklast	staklast	staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	5,5-6,5	5-6	5-6	3
Habitus	alotriomorfan	kratkoprizmatičan	kratkoprizmatičan	prizmatski
Alteracije	limonitizacija	/	/	/
Udio minerala (%)	80%	10%	5%	3%
Identifikacija minerala	kvarc	pirhotin	pirit	* limonit
Formula	SiO_2	Fe_{1-x}S	FeS_2	/
Boja	proziran, bezbojan	brončanožuta do žutosmeđa	svjetlo mjedenožuta	žućkasta
Ogreb	bijel	crven do sivocrn	zelenocrn	
Sjaj	staklast	metalno	metalno	
Kalavost	/	/	/	
Tvrdoća	7	3,5-4,5	6-6,5	
Habitus	prizmatski	alotriomorfan	kubični	
Alteracije	/	limonitizacija	/	
Udio minerala (%)	0,5%	1%	0,5%	
Rudni minerali	magnetit			

* limonit je mineraloid

Tablica 5-15 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	željezoviti skarn (S3)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda željeza
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i> a) <i>prema veličini</i> b) <i>prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	nije pirit nego pirhotin, jer je magnetičan



Slika 5-2 c: Željezoviti skarn (S3)

5.2.4. Željezoviti skarn (S4)

Uzorak S4 (Slika 5-2 d; ležište Trepča) se sastoji od tri glavna minerala - magnetit, hedenbergit i diopsid. S desne strane uzorka je magnetit koji prelazi u zrakasti hedenbergit, a zatim u diopsid (Strmić Palinkaš i dr., 2013). Magnetit i klinopirokseni javljaju se u slojevima sa zrakastom teksturom. Na pojedinim dijelovima uzorka se pojavljuje i limonitizacija. Jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku je magnetit.

Tablica 5-16 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	magnetit	hedenbergit	diopsid	* limonit
Formula	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$	$\text{CaFe}^{2+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	/
Boja	željezocrna	tamnozeleno, zelenocrna	smečkasta	žučkasta
Ogreb	željezocrn	blijedo zelen	blijedo zelen	
Sjaj	metalno do polumetalno	staklast	staklast	
Kalavost	/	/	/	
Tvrdoća	5,5-6,5	5-6	5-6	
Habitus	alotriomorfan	kratkoprizmatičan	kratkoprizmatičan	
Alteracije	limonitizacija	limonitizacija	/	
Udio minerala (%)	10%	60%	30%	
Rudni minerali	magnetit			

* limonit je mineraloid

Tablica 5-16 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	željezoviti skarn (S4)
Tip rude prema korisnom elementu	ruda željeza
Tip rude prema korisnim skupinama minerala	oksidna ruda
Epigenetska/Singenetska	epigenetska
Teksture rude	
a) prema veličini	a) makrotekstura
b) prema prostornom rasporedu	b) masivna
Strukture rude: primarna/sekundarna	primarna
Vlastita opažanja	/



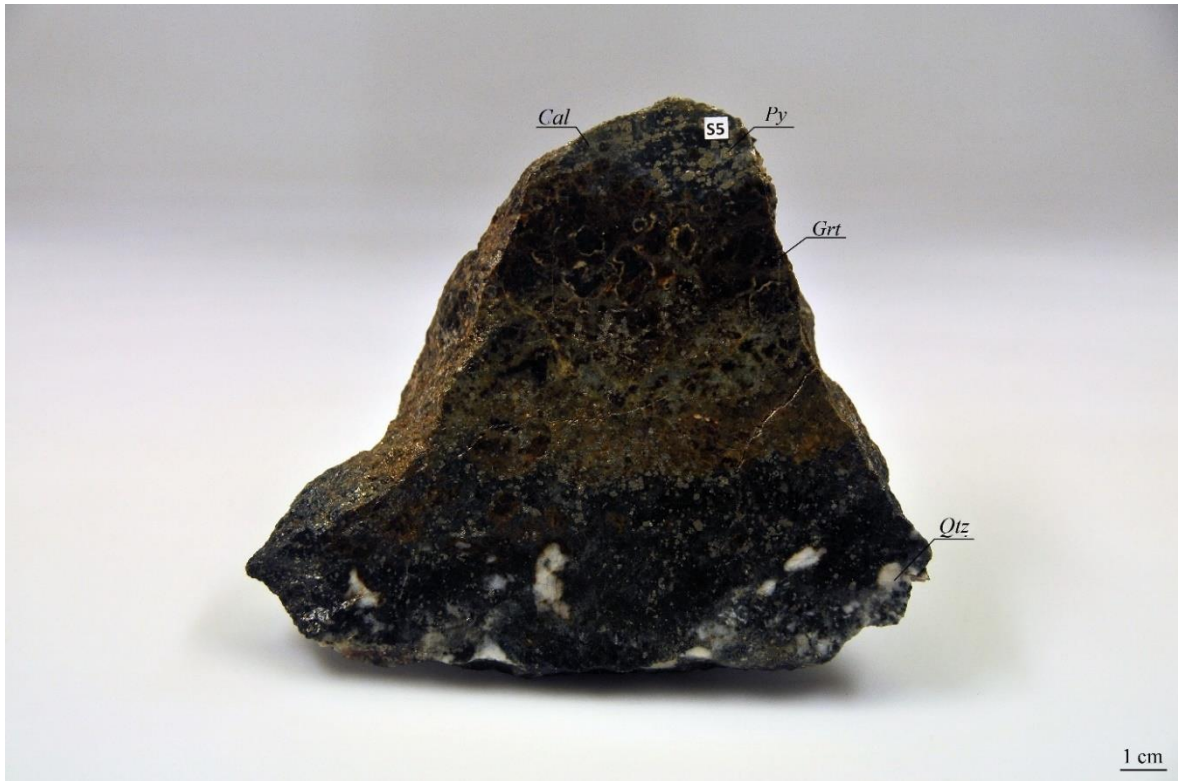
Slika 5-2 d: Željezoviti skarn (S4)

5.2.5. Željezoviti skarn (S5)

Uzorak S5 (Slika 5-2 e) se sastoji od pirita, granata i kvarca koji se nalaze u masi kalcita. Zbog pojave uklopaka ili kemijske supstitucije u kalcitu, boja kalcita je promijenjena u tamnozelenu. Korisnih rudnih minerala u ovom uzorku nema.

Tablica 5-17 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	granat	kvarc	kalcit
Formula	FeS ₂	$A^{2+}_3B^{3+}_2[SiO_4]_3$ A = Mg, Fe, Mn, Ca B = Al, Fe, Cr	SiO ₂	CaCO ₃
Boja	svijetlo mjedenožuta	smeđecrvena	proziran, bezbojan	tamnozeleno
Ogreb	zelenocrn	bijel	bijel	bijel
Sjaj	metalni	staklast	staklast	staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6,5	6,5-7,5	7	3
Habitus	kubični	rompsko dodekaedrijski	alotriomorfan	alotriomorfan
Alteracije	/	limonitizacija	/	/
Udio minerala (%)	10%	35%	10%	45%
Rudni minerali	/ (jalovinski minerali)			
Vlastita opažanja	kalcit je tamnozeleno boje radi uklopaka ili kemijske supstitucije			



Slika 5-2 e: Željezoviti skarn (S5)

5.2.6. Željezoviti skarn (S6)

Uzorak S6 (Slika 5-2 f) se sastoji od masivnog magnetita po kojem je uprskani pirit. Uzorak je težak zbog velike gustoće magnetita. Magnetit je jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku.

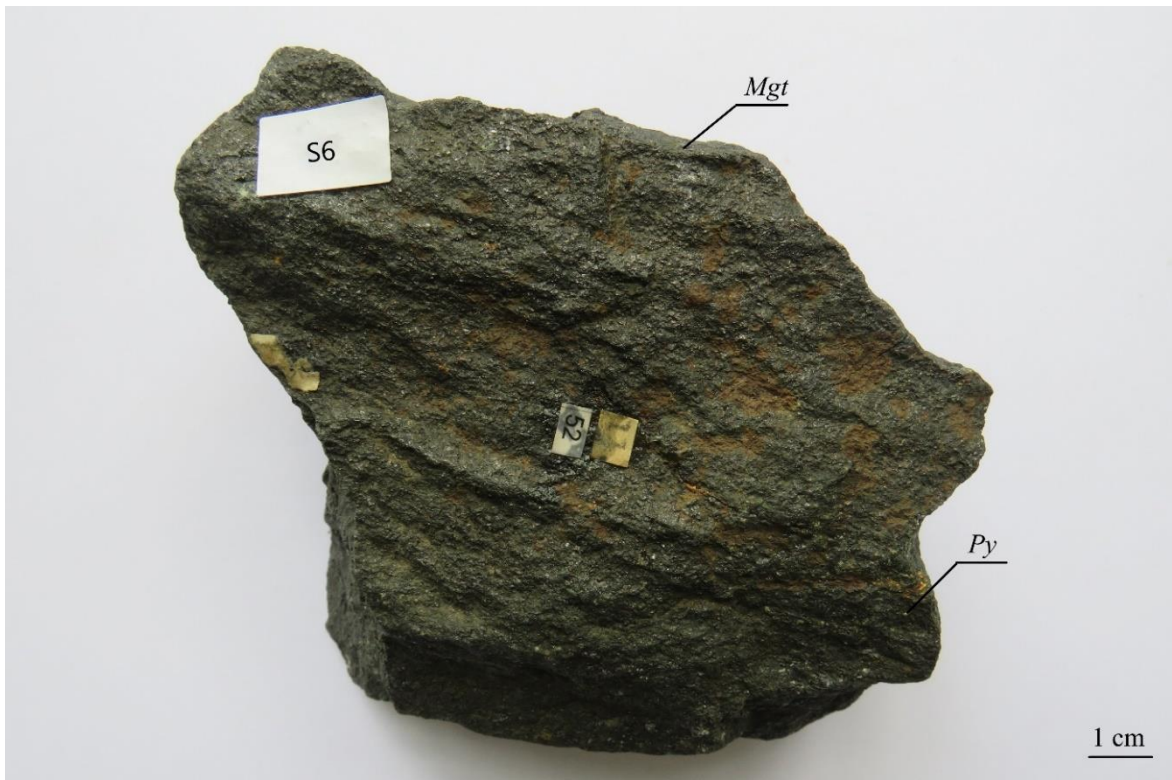
Tablica 5-18 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	magnetit	pirit	* limonit
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$	FeS_2	/
<i>Boja</i>	željezocrna	svjetlo medenožuta	žućkasta
<i>Ogreb</i>	željezocrn	zelenocrn	
<i>Sjaj</i>	metalnan do polumetalan	metalnan	
<i>Kalavost</i>	/	/	
<i>Tvrdoća</i>	5,5-6,5	6-6,5	
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	
<i>Alteracije</i>	limonitizacija	limonitizacija	
<i>Udio minerala (%)</i>	95%	5%	
<i>Rudni minerali</i>	magnetit		

* limonit je mineraloid

Tablica 5-18 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	željezoviti skarn (S6)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda željeza
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	pirit je nahukan



Slika 5-2 f: Željezoviti skarn (S6)

5.2.7. Željezoviti skarn (S7)

Uzorak S7 (Slika 5-2 g) sastoji se od masivnog magnetita, a uzorak je težak zbog velike gustoće magnetita. Magnetit je ujedno i jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku.

Tablica 5-19 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	magnetit
<i>Formula</i>	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$
<i>Boja</i>	željeznocrna
<i>Ogreb</i>	željeznocrn
<i>Sjaj</i>	metalnan do polumetalan
<i>Kalavost</i>	/
<i>Tvrdoća</i>	5,5-6,5
<i>Habitus</i>	hipidiomorfan do idiomorfan
<i>Alteracije</i>	limonitizacija
<i>Udio minerala (%)</i>	95%
<i>Rudni minerali</i>	magnetit

Tablica 5-19 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	željezoviti skarn (S7)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda željeza
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	oksidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-2 g: Željezoviti skarn (S7)

5.2.8. Željezoviti skarn (S8)

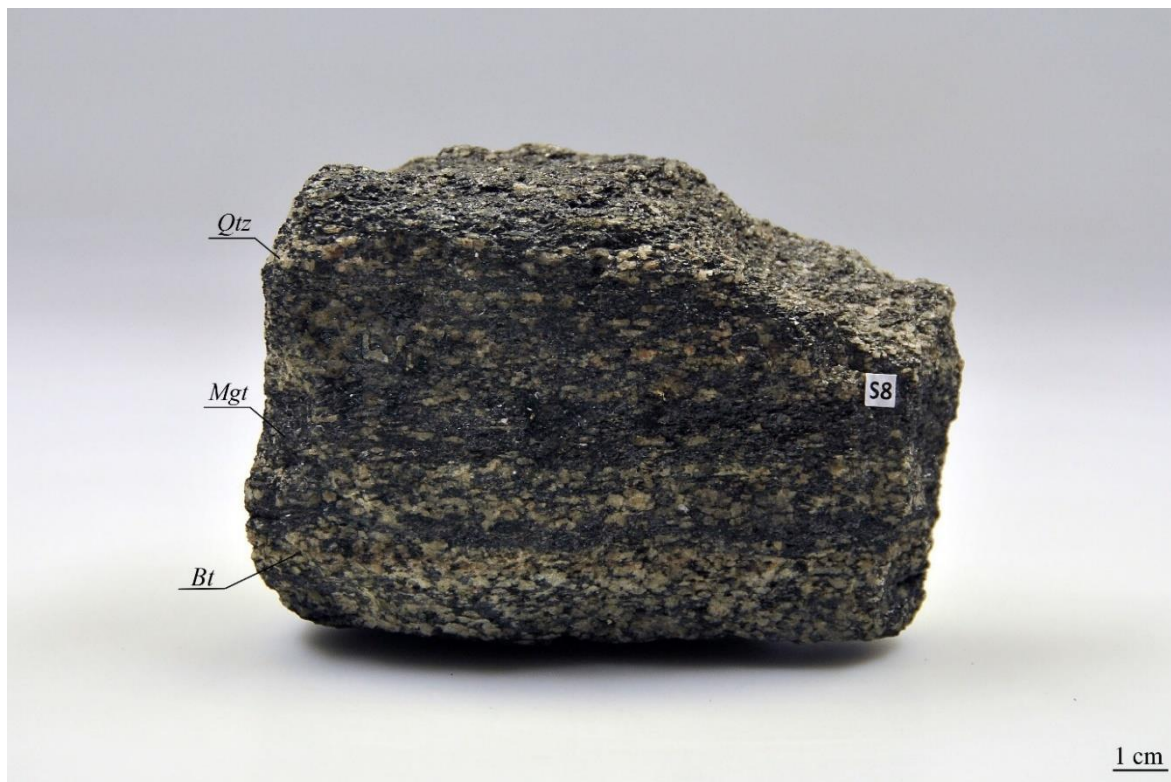
Uzorak S8 (Slika 5-2 h) se sastoji od masivno zastupljenog magnetita i biotita s kvarcom. Zbog naknadnog metamorfizma poprimio je trakastu teksturu. Magnetit je jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku.

Tablica 5-20 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	magnetit	biotit	kvarc
Formula	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$	$\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	SiO_2
Boja	željeznocrna	crna	proziran, bezbojan
Ogreb	željeznocrn	bijel	bijel
Sjaj	metalnan do polumetalan	staklast do sedefast sjaj	staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	5,5-6,5	2-3	7
Habitus	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
Alteracije	/	/	/
Udio minerala (%)	50%	1-2%	48%
Rudni minerali	magnetit		

Tablica 5-20 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	željezoviti skarn (S8)
Tip rude prema korisnom elementu	ruda željeza
Tip rude prema korisnim skupinama minerala	oksidna ruda
Epigenetska/Singenetska	epigenetska
Teksture rude	
a) prema veličini	a) makrotekstura
b) prema prostornom rasporedu	b) trakasta ili uslojena
Strukture rude: primarna/sekundarna	sekundarna
Vlastita opažanja	naknadni metamorfizam



Slika 5-2 h: Željezoviti skarn (S8)

5.2.9. Volframski skarn (S9)

Uzorak S9 (Slika 5-2 i) je žilne teksture karakteriziran asocijacijom šelita, rutila i getita unutar koje se pojavljuje pukotina ispunjena kvarcom i šelitom. Kod šelita je jasno vidljiv zonalni rast koji je za njega karakterističan. Šelit je jedini korisni rudni mineral u uzorku.

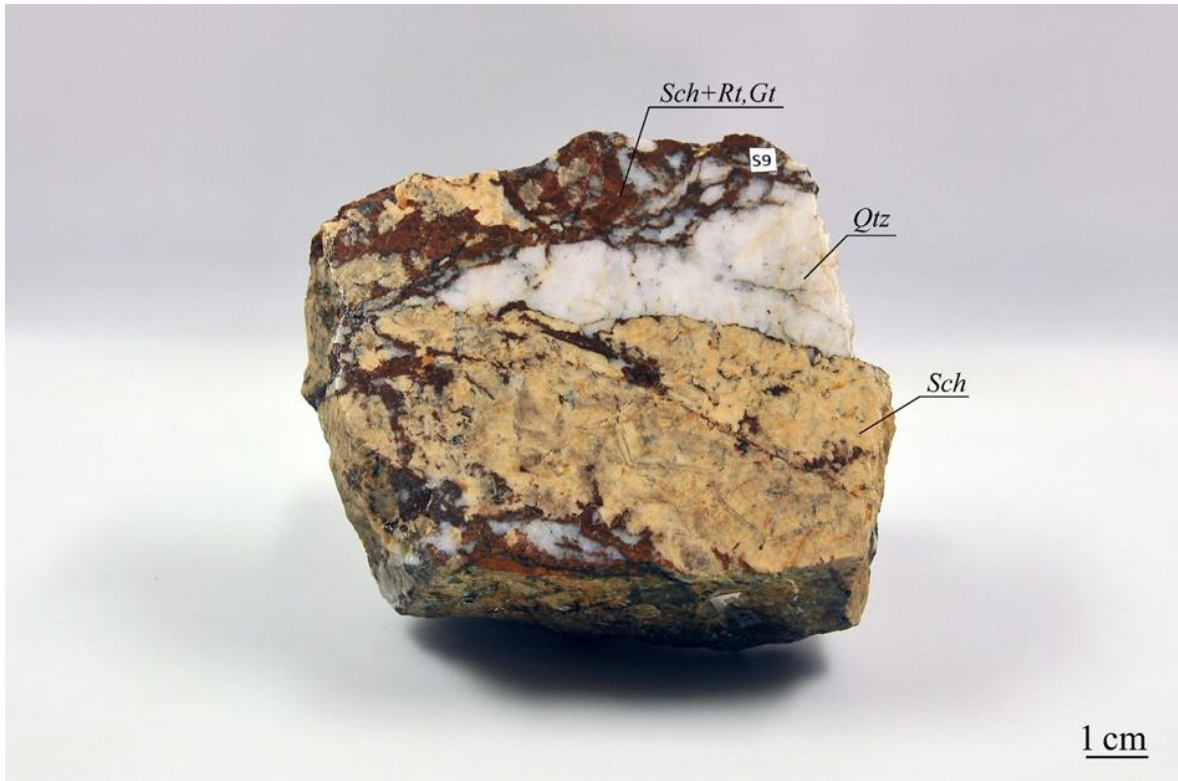
Tablica 5-21 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	šelit	kvarc	šelit + rutil, getit	* limonit
<i>Formula</i>	Ca(WO ₄)	SiO ₂	Ca(WO ₄) + TiO ₂ , α-Fe ³⁺ O(OH)	/
<i>Boja</i>	žutobijela	proziran, bezbojan	crvenkastosmeđa	žućkasta
<i>Ogreb</i>	bijel	bijel	smeđ	
<i>Sjaj</i>	mastan	staklast, na prijelomu mastan	smolast	
<i>Kalavost</i>	/	/	/	
<i>Tvrdoća</i>	4,5-5	7	3	
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan	
<i>Alteracije</i>	/	/	limonitizacija	
<i>Udio minerala (%)</i>	60%	25%	15%	
<i>Rudni minerali</i>	šelit			

* limonit je mineraloid

Tablica 5-21 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	volframski skarn (S9)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda volframa ± željeza
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	volframatna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) žilna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-2 i: Volframski skarn (S9)

5.2.10. Volframski skarn (S10)

Uzorak S10 (Slika 5-2 j) se pretežno sastoji od kvarca sive boje i šelita smeđe boje koji nepravilno prorastaju. Na nepoliranoj strani uzorka uočljive su male količine galenita i sfalerita. Korisni rudni minerali u ovom uzorku su šelit, galenit i sfalerit.

Tablica 5-22 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	šelit	kvarc	galenit	sfalerit
<i>Formula</i>	Ca(WO ₄)	SiO ₂	PbS	ZnS
<i>Boja</i>	žutobijela	proziran, bezbojan	olovnosiva	smeđa do crna
<i>Ogreb</i>	bijel	bijel	olovnosiv	smeđ do žut
<i>Sjaj</i>	mastan	staklast, na prijelomu mastan	metalnan	polumetalan
<i>Kalavost</i>	/	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	4,5-5	7	2,5	3,5-4
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	39%	59%	1%	1%
<i>Rudni minerali</i>	šelit, galenit, sfalerit			

Tablica 5-22 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	volframski skarn (S10)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda volframa, olova i cinka
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	volframatna ruda, sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) pjegava
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-2 j: Volframski skarn (S10)

5.2.11. Bakarni skarn (S11)

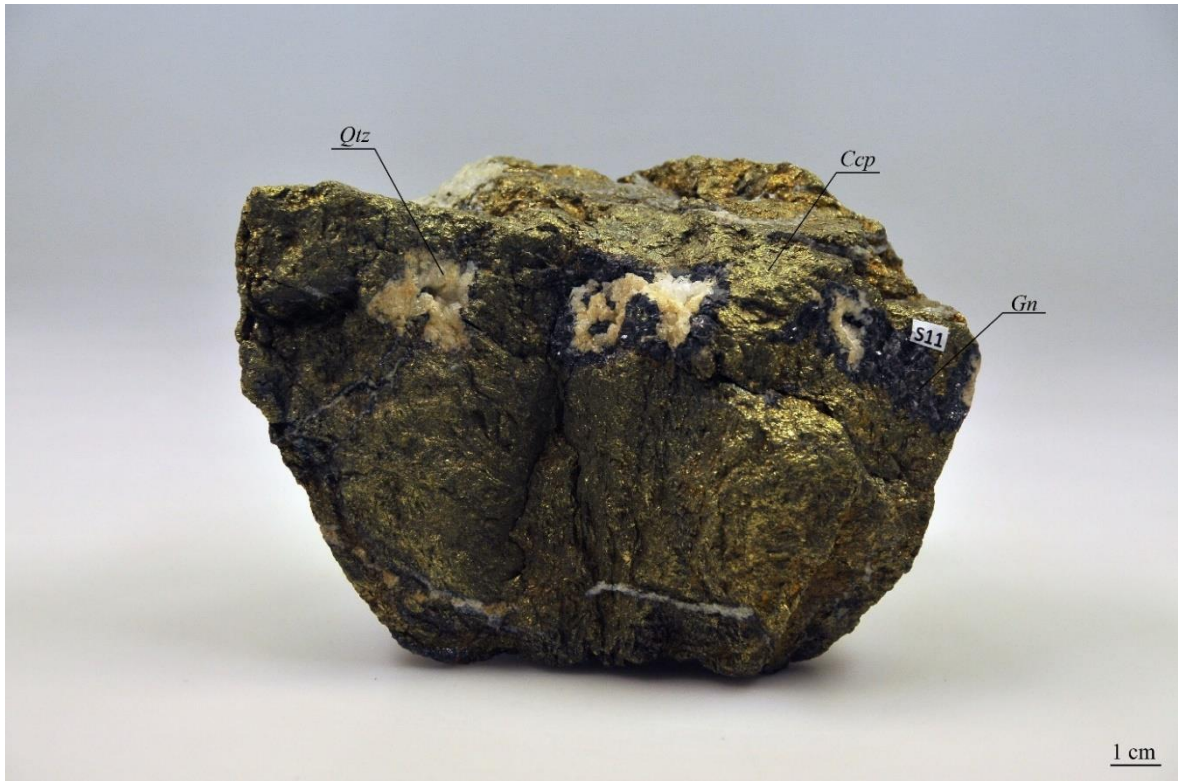
Uzorak S11 (Slika 5-2 k) se pretežno sastoji od halkopirita, a u manjim količinama se pojavljuju galenit i krupnokristalasti kvarc. Uočavaju se gnijezda kvarca i kvarcne žilice na pojedinim dijelovima uzorka. Korisni rudni mineralu u uzorku su halkopirit i galenit.

Tablica 5-23 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	halkopirit	galenit	kvarc
<i>Formula</i>	CuFeS ₂	PbS	SiO ₂
<i>Boja</i>	mjedenožuta	olovnosiva	proziran, bezbojan
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	olovnosiv	bijel
<i>Sjaj</i>	metalni	metalni	staklast, na prijelomu mastan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	3,5-4	2,5	7
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	hipidiomorfan	hipidiomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	80%	10%	10%
<i>Rudni minerali</i>	halkopirit, galenit		

Tablica 5-23 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	bakarni skarn (S11)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra i olova
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-2 k: Bakarni skarn (S11)

5.3. BAKARNO-PORFIRNA LEŽIŠTA

5.3.1. Cu-porfirna ruda (BPL1)

Uzorak BPL1 (Slika 5-3 a) je andezit, koji je uprskan malahitom i azuritom. Malahit i azurit su nastali oksidacijom bakarnih minerala čime dobivaju svoju karakterističnu boju - zelena i azurnoplava. Mjestimice se pojavljuje i galenit u obliku crnih pjega. Uzorak je limonitiziran osobito u područjima pojavljivanja minerala biotita. Korisni rudni minerali u uzorku su malahit i azurit.

Tablica 5-24 a: Identifikacija minerala u uzorku

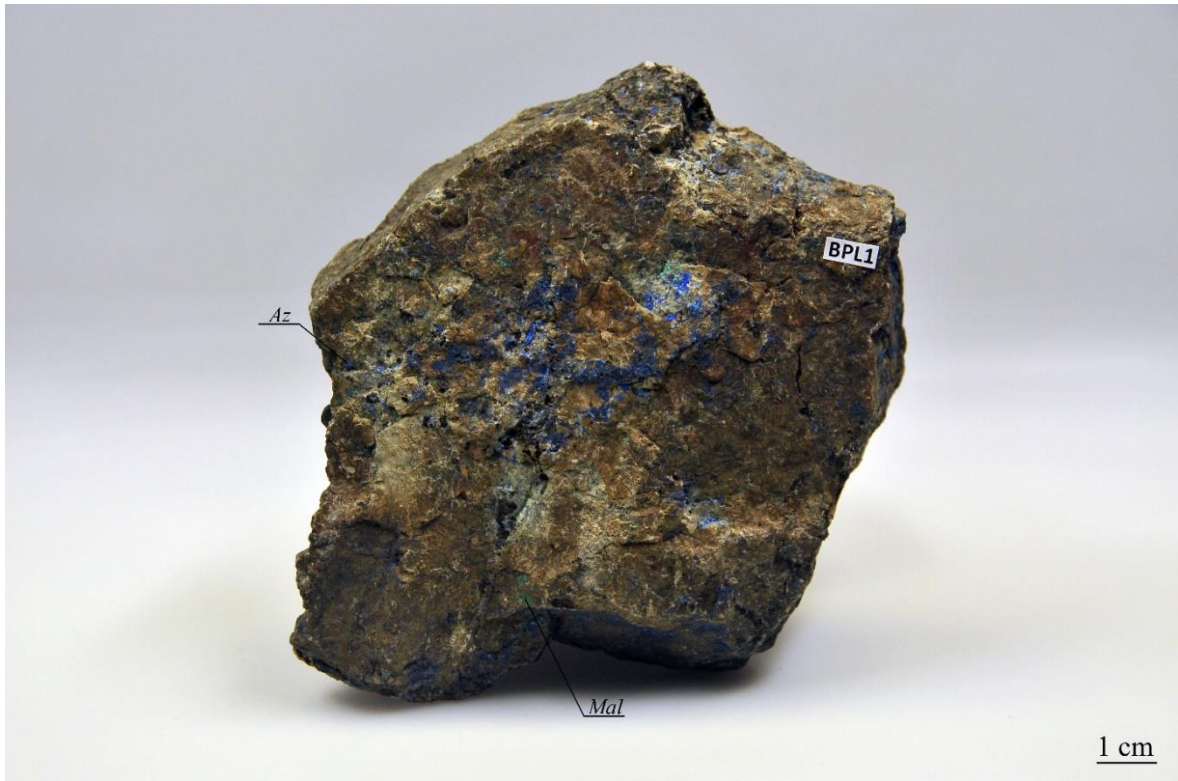
Identifikacija minerala	malahit	azurit	* biotit	*limonit
<i>Formula</i>	$Cu_2[(OH)_2CO_3]$	$Cu_3[OHCO_3]_2$	$K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$	/
<i>Boja</i>	zelena do tamno zelena	azurnoplava	tamnosmeđa	žućkasta
<i>Ogreb</i>	blijedozelen	plav u svjetlijoj nijansi	bijel	
<i>Sjaj</i>	zemljast	zemljast	staklast do sedefast	
<i>Kalavost</i>	/	/	/	
<i>Tvrdoća</i>	3,5-4	3,5-4	2-3	
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan	
<i>Alteracije</i>	/	/	/	
<i>Udio minerala (%)</i>	10%	10%	10%	
<i>Rudni minerali</i>	malahit, azurit			

* biotit - u stijeni domačinu

* limonit je mineraloid

Tablica 5-24 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirna ruda (BPL1)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	karbonatna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) uprskana
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	sekundarna
<i>Stijena domačin</i>	
<i>a) Magmatska/Metamorfna/Sedimentna</i>	a) magmatska
<i>b) Naziv stijene</i>	b) andezit
<i>Alteracije po stijeni domačinu</i>	/
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-3 a: Cu-porfirna ruda (BPL1)

5.3.2. Cu-porfirna ruda (BPL2)

Uzorak BPL2 (Slika 5-3 b) je masivna ruda sastavljena od kovelina i halkozina po kojoj je uprskan pirit. Uzorak je težak zbog velike gustoće kovelina i halkozina. Kovelin i halkozin su korisni rudni minerali u uzorku.

Tablica 5-25 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	kovelin	halkozin
<i>Formula</i>	FeS ₂	CuS	Cu ₂ S
<i>Boja</i>	svijetlo mjedenožuta	indigomodra	olovnosiva
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	olovnosiv	olovno siv
<i>Sjaj</i>	metalan	metalan	metalan, mutan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	6-6,5	1,5-2	2,5-3
<i>Habitus</i>	hipidiomorfni do idiomorfni	alotriomorfan (sitnozrnasti)	alotriomorfan (sitnozrnasti)
<i>Alteracije</i>	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	10%	60%	30%
<i>Rudni minerali</i>	kovelin, halkozin		

Tablica 5-25 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirna ruda (BPL2)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	sekundarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-3 b: Cu-porfirna ruda (BPL2)

5.3.3. Cu-porfirna ruda (BPL4)

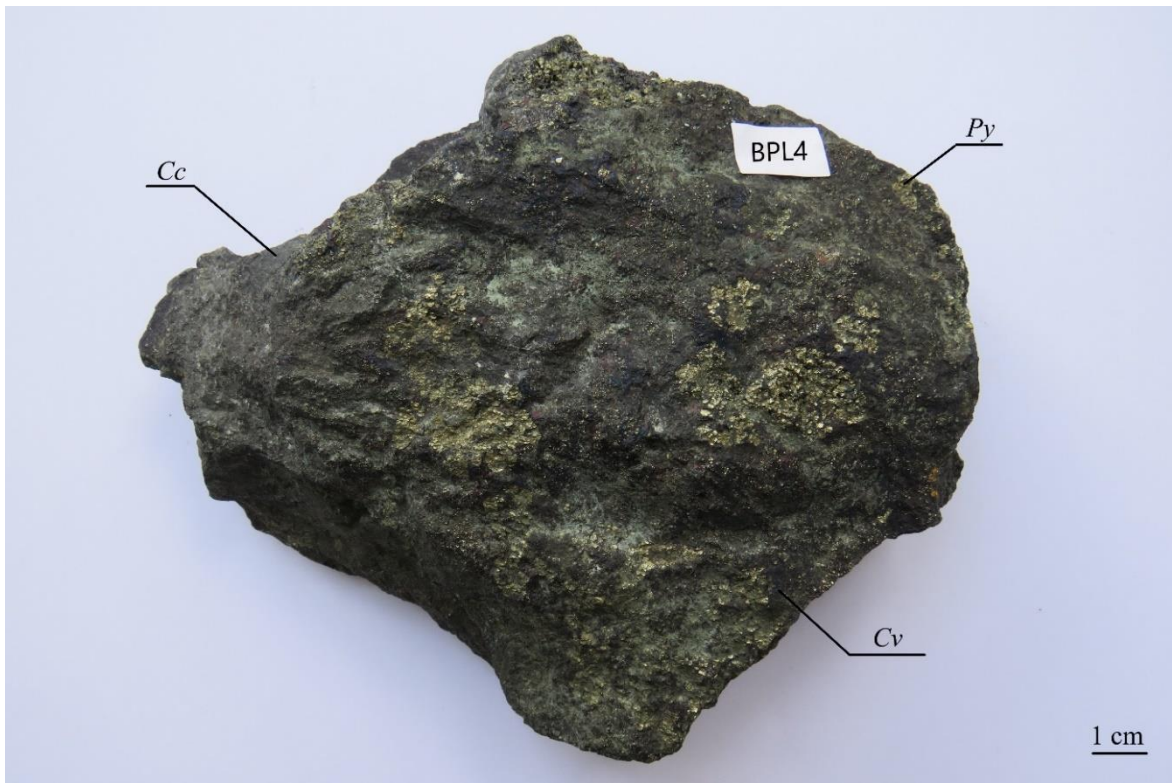
Uzorak BPL4 (Slika 5-3 c) je masivna ruda sastavljena od kovelina i halkozina po kojoj je gusto uprskani pirit. Uzorak je težak zbog velike gustoće kovelina i halkozina. Kovelin i halkozin su korisni rudni minerali u uzorku.

Tablica 5-26 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	kovelin	halkozin
<i>Formula</i>	FeS ₂	CuS	Cu ₂ S
<i>Boja</i>	svijetlo mjedenožuta	indigomodra	olovnosiva
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	olovnosiv	olovnosiv
<i>Sjaj</i>	metalan	metalan	metalan, mutan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	6-6,5	1,5-2	2,5-3
<i>Habitus</i>	hipidiomorfni do idiomorfni	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	40%	20%	40%
<i>Rudni minerali</i>	kovelin, halkozin		

Tablica 5-26 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirna ruda (BPL4)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	sekundarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-3 c: Cu-porfirna ruda (BPL4)

5.3.4. Cu-porfirna ruda (BPL5)

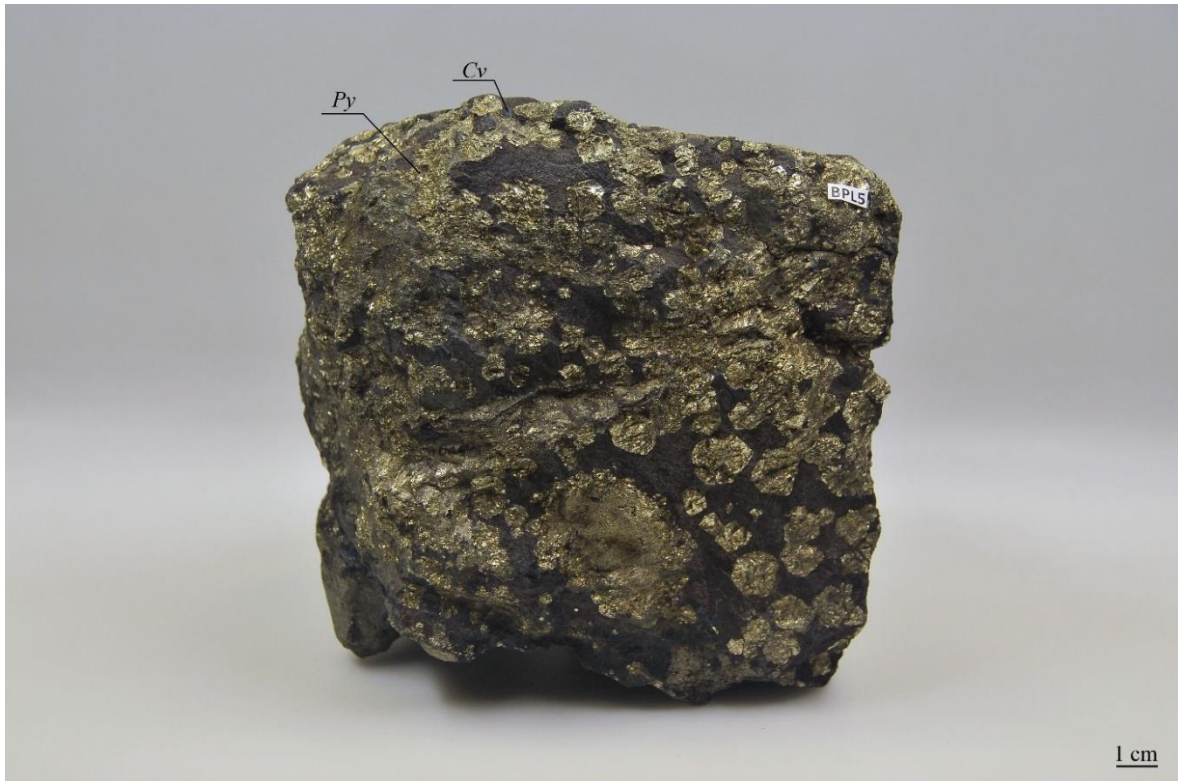
Uzorak BPL5 (Slika 5-3 d) se pretežno sastoji od krupnog piritu u obliku zrna između kojih se nalazi masivni kovelin. Kovelin se prepoznaje po svojoj karakterističnoj indigomodroj plavoj boji. Jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku je kovelin.

Tablica 5-27 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	kovelin
<i>Formula</i>	FeS ₂	CuS
<i>Boja</i>	svijetlo mjedenožuta	indigomodra
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	olovnosiv
<i>Sjaj</i>	metalni	metalni
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	6-6,5	1,5-2
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	85%	15%
<i>Rudni minerali</i>	kovelin	

Tablica 5-27 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirna ruda (BPL5)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i>	
<i>a) prema veličini</i>	a) makrotekstura
<i>b) prema prostornom rasporedu</i>	b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	sekundarna
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-3 d: Cu-porfirna ruda (BPL5)

5.3.5. Cu-porfirna ruda (BPL6)

Uzorak BPL6 (Slika 5-3 e) se sastoji od masivnog pirita i kovelina u znatno manjoj količini. Kovelin se prepoznaje po svojoj karakterističnoj indigomodroj plavoj boji. Jedini korisni rudni mineral u ovom uzorku je kovelin.

Tablica 5-28 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	kovelin
<i>Formula</i>	FeS ₂	CuS
<i>Boja</i>	svijetlo mjedenožuta	indigomodra
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	olovnosiv
<i>Sjaj</i>	metalnan	metalnan
<i>Kalavost</i>	/	/
<i>Tvrdoća</i>	6-6,5	1,5-2
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	90%	10%
<i>Rudni minerali</i>	kovelin	

Tablica 5-28 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirna ruda (BPL6)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) masivna
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	sekundarna
<i>Vlastita opažanja</i>	žila kovelina



Slika 5-3 e: Cu-porfirna ruda (BPL6)

5.3.6. Cu-porfirna ruda (BPL7)

Uzorak BPL7 (Slika 5-3 f) je po stijeni domaćinu grauvaka zbog čega je bogat kvarcom dok preostali udio minerala čine halkopirit i kalcit. Halkopirit se pojavljuje kao uprskani mineral po stijeni domaćinu, a kalcit kao veći zrna. Jedini korisni rudni mineral u uzorku je halkopirit.

Tablica 5-29 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	halkopirit	kalcit	kvarc
<i>Formula</i>	CuFeS ₂	CaCO ₃	SiO ₂
<i>Boja</i>	mjedenožuta	bijela	bijela
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	bijel	bijel
<i>Sjaj</i>	metalan	staklast	staklast, na prijelomu mastan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	3,5-4	3	7
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	/	/
<i>Udio minerala (%)</i>	5%	10%	85%
<i>Rudni minerali</i>	halkopirit		

Tablica 5-29 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirno ležište (BPL7)
<i>Tip rude prema korisnom elementu</i>	ruda bakra
<i>Tip rude prema korisnim skupinama minerala</i>	sulfidna ruda
<i>Epigenetska/Singenetska</i>	epigenetska
<i>Teksture rude</i> <i>a) prema veličini</i> <i>b) prema prostornom rasporedu</i>	a) makrotekstura b) uprskana
<i>Strukture rude: primarna/sekundarna</i>	primarna
<i>Stijena domaćin</i> <i>a) Magmatska/Metamorfna/Sedimentna</i> <i>b) Naziv stijene</i>	a) sedimentna b) grauvaka
<i>Alteracije po stijeni domaćinu</i>	/
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-3 f: Cu-porfirno ležište, primarna diseminirana ruda (BPL7)

5.3.7. Cu-porfirna ruda (BPL8)

Uzorak BPL8 (Slika 5-3 g) je po stijeni domaćinu andezit od kojeg su preostali * biotit i * plagioklas. Pirit i halkopirit su naknadno iskristalizirali po površini uzorka. Jedini korisni rudni mineral u uzorku je halkopirit.

Tablica 5-30 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	halkopirit	* biotit	* plagioklas
Formula	FeS ₂	CuFeS ₂	K(Mg,Fe) ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₂	Na[AlSi ₃ O ₈]-Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]
Boja	svijetlo mjedenožuta	mjedenožuta	crna	bijela
Ogreb	zelenocrn	zelenocrn	bijel	bijel
Sjaj	metalan	metalan	staklast	staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6,5	3,4-4	2-3	6-6,5
Habitus	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
Alteracije	/	/	/	/
Udio minerala (%)	10%	10%	20%	60%
Rudni minerali	halkopirit			

* biotit – iz primarne stijene

* plagioklas – iz primarne stijene

Tablica 5-30 b: Identifikacija rude

Identifikacija rude	Cu-porfirno ležište (BPL8)
Tip rude prema korisnom elementu	ruda bakra
Tip rude prema korisnim skupinama minerala	sulfidna ruda
Epigenetska/Singenetska	epigenetska
Teksture rude	
a) prema veličini	a) makrotekstura
b) prema prostornom rasporedu	b) uprskana
Strukture rude: primarna/sekundarna	primarna
Stijena domaćin	
a) Magmatska/Metamorfna/Sedimentna	a) magmatska
b) Naziv stijene	b) andezit
Alteracije po stijeni domaćinu	/
Vlastita opažanja	/



Slika 5-3 g: Cu-porfirno ležište, primarna diseminirana ruda (BPL8)

5.3.8. Cu-porfirna ruda (BPL9)

Uzorak BPL9 (Slika 5-3 h) je po stijeni domaćinu grauvaka, i stoga bogat kvarcom, dok preostali udio minerala čini uprskani pirit. Po uzorku se pojavljuje limonitizacija žućkaste do smeđe boje, najvjerojatnije kao posljedica alteracije primarnih željeznih minerala u grauvaka, kao npr. biotita. Nema korisnih rudnih minerala zbog čega je uzorak klasificiran kao jalovina.

Tablica 5-31 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	pirit	kvarc	*limonit
<i>Formula</i>	FeS ₂	SiO ₂	/
<i>Boja</i>	svijetlo mjedenožuta	bijela	žućkasta do smeđa
<i>Ogreb</i>	zelenocrn	bijel	
<i>Sjaj</i>	metalni	staklast na prijelomu mastan	
<i>Kalavost</i>	/	/	
<i>Tvrdoća</i>	6-6,5	7	
<i>Habitus</i>	alotriomorfan	hipidiomorfan	
<i>Alteracije</i>	/	/	
<i>Udio minerala (%)</i>	5%	95%	
<i>Rudni minerali</i>	/ (jalovinski minerali)		
<i>Vlastita opažanja</i>	primarna sedimentna stijena - grauvaka		

* limonit je mineraloid



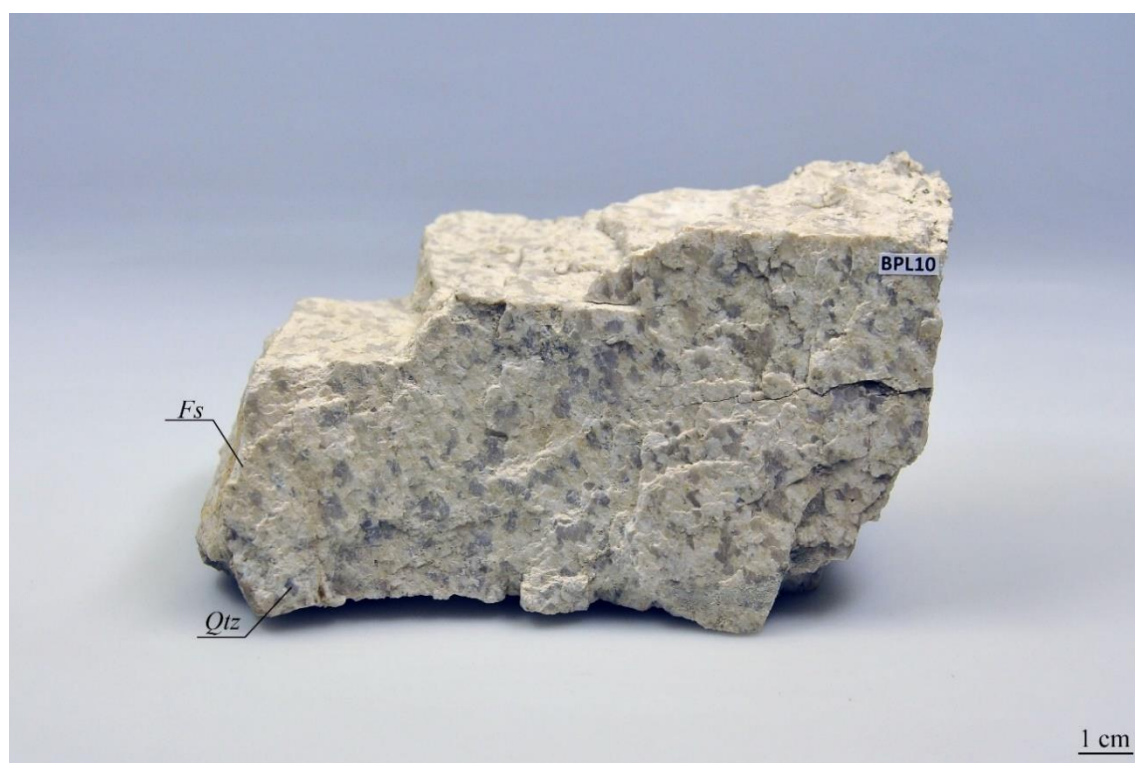
Slika 5-3 h: Cu-porfirno ležište, primarna diseminirana ruda (BPL9)

5.3.9. Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL10)

Uzorak BPL10 (Slika 5-3 i) se pretežno sastoji od feldspata koji je kaolinitiziran. U masi feldspata vidljiv je sivi kvarc i sitni minerali tinjaca/amfibola koji su poprimili žućkasto zelenu boju zbog kloritizacije/epidotizacije što je vidljivo samo lupom. Prema mineralnom sastavu može se zaključiti da je prethodna stijena bila intruzivna magmatska stijena. U uzorku nema korisnih rudnih minerala, zbog čega je uzorak klasificiran kao jalovina.

Tablica 5-32 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kvarc	feldspati	tinjac/amfibol
<i>Formula</i>	SiO ₂	/	/
<i>Boja</i>	bijela	bijela	žućkasto zelena
<i>Ogreb</i>	bijel	bijel	bijel
<i>Sjaj</i>	staklast na prijelomu mastan	mutan	mutan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	7	6-6,5	2-3
<i>Habitus</i>	hipidiomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	kaolinitizacija	kloritizacija/epidotizacija
<i>Udio minerala (%)</i>	19%	80%	1%
<i>Rudni minerali</i>	/ (jalovinski minerali)		
<i>Vlastita opažanja</i>	- prethodno intruzivna magmatska stijena		



Slika 5-3 i: Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL10)

5.3.10. Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL11)

Uzorak BPL11 (Slika 5-3 j) se pretežno sastoji od feldspata koji je kaolinitiziran. U masi feldspata vidljiv je sivi kvarc i sitni minerali tinjaca/amfibola koji su poprimili žućkasto zelenu boju zbog kloritizacije/epidotizacije što je vidljivo samo lupom. Prema mineralnom sastavu može se zaključiti da je prethodna stijena bila intruzivna magmatska stijena. U uzorku nema korisnih rudnih minerala, zbog čega je uzorak klasificiran kao jalovina.

Tablica 5-33 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kvarc	feldspati	tinjac/amfibol
<i>Formula</i>	SiO ₂	/	/
<i>Boja</i>	bijela	bijela	žućkasto zelena
<i>Ogreb</i>	bijel	bijel	bijel
<i>Sjaj</i>	staklast na prijelomu mastan	mutan	mutan
<i>Kalavost</i>	/	/	/
<i>Tvrdoća</i>	7	6-6,5	2-3
<i>Habitus</i>	hipidiomorfan	alotriomorfan	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/	kaolinitizacija	kloritizacija/epidotizacija
<i>Udio minerala (%)</i>	19%	80%	1%
<i>Rudni minerali</i>	/ (jalovinski minerali)		
<i>Vlastita opažanja</i>	- prethodno intruzivna magmatska stijena		



Slika 5-3 j: Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BP11)

5.3.11. Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL12)

Uzorak BPL12 (Slika 5-3 k) se sastoji od čistog minerala kaolinita i klasificiran je kao jalovina. Prepoznaje se po rastresito glinovitom izgledu. Nema sjaj i ostaje bijela prašina po rukama.

Tablica 5-34 a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	kaolinit
<i>Formula</i>	$\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Boja</i>	bijela
<i>Ogreb</i>	bijel
<i>Sjaj</i>	mastan, zemljast
<i>Kalavost</i>	/
<i>Tvrdoća</i>	2-2,5
<i>Habitus</i>	alotriomorfan
<i>Alteracije</i>	/
<i>Udio minerala (%)</i>	100%
<i>Rudni minerali</i>	/ (jalovinski mineral)
<i>Vlastita opažanja</i>	/



Slika 5-3 k: Alteracije u Cu-porfirnom ležištu (BPL12)

6. ZAKLJUČAK

Ovaj završni rad je izrađen u svrhu izrade *Atlasa petroloških i rudnih uzoraka* koji će koristiti studenti za lakše svladavanje gradiva. Atlas pokazuje studentima kako prepoznati i razlikovati rudne uzorke iz kromitnih, skarnskih i bakarno-porfirnih ležišta. Obradeno je ukupno 34 rudna uzorka i svaki ima svoju odgovarajuću identifikaciju karticu i sliku. Svi rudni uzorci su identificirani isključivo vizualno te pomoću olovaka za ispitivanje tvrdoće i HCl kiseline. Svaki uzorak je posebno piljen, poliran i lakiran radi lakšeg prepoznavanja minerala/rude.

Teorijske osnove završnog rada, tj. terenska identifikacija minerala i rude, su korištene za praktični dio rada. Minerali su identificirani promatranjem boje, ogreba, sjaja, kalavosti, tvrdoće, habitusa, alteracija i udjela minerala, a na kraju su izdvojeni rudni minerali prema njihovom korisnom elementu. Potom se određivalo o kojem se tipu rude radi u odnosu na korisni kemijski element i prisutne minerale, potječu li rude iz epigenetskih ili singenetskih ležišta, kakva im je tekstura i struktura, i stijena domaćin sa svojim svojstvima.

Glavni cilj ovog završnog rada je kreiranje online atlasa kojim bi se studenti geologije koristili na kolegiju Geologija rudnih ležišta. Osmišljen je kao vodič kroz terensku identifikaciju minerala i rude, a objavljen je na stranici Merlin (<https://moodle.srce.hr/eportfolio/view/>), gdje je dostupan studentima.

Svi obrađeni uzorci iz kromitnih ležišta pripadaju podiformnom tipu. Potječu iz dubljeg dijela ofiolitnih kompleksa gdje je njihov postanak vezan uz magme u suprasubdukcijskim zonama. Mineralni sastav se uglavnom sastoji od kromita i serpentina, a jedino u uzorku CHR9 imamo svježi olivin. Silikatne minerale uobičajeno prate alteracije kao što su serpentinizacija i limonitizacija. Od rudnih minerala uzorci sadrže samo kromit, dok su serpentin i olivin jalovinski minerali. Svi uzorci su prema korisnom kemijskom elementu rude kroma, a prema korisnim skupinama minerala oksidne rude. Uzorci su singenetskog podrijetla. Opisane su nodularna, trakasta i gusto uprskana tekstura u kromitnim ležištima, među njima četiri uzoraka sa nodularnom teksturom, četiri s trakastom teksturom i četiri s gusto uprskanom teksturom. Kod uzorka CHR11 nalazi se krupnokristalasti kromit, koji vjerojatno predstavlja dio trakaste teksture. Struktura svih uzoraka je primarna. Stijene domaćini su duniti izmijenjeni u serpentinite, osim uzorka CHR11, gdje se krupnokristalasti kromiti nalaze unutar stijene domaćina piroksenita, naknadno serpentiniziranog.

Skarnovi nastaju kroz tri faze formiranja. Tijekom prve faze formiranja magmatsko tijelo intrudira u okolne stijene i dolazi do izokemijskog metamorfizma i izmjene vapnenaca u mramore, a šejlova u hornfelse. Tako nastali skarnovi se nazivaju reakcijski skarnovi. U prvu fazu formiranja pripada pet uzoraka, a to su S1, S2, S3, S4 i S5. Kod druge faze formiranja u sustav ulazi magmatska voda koja je istisnuta iz magmatskog tijela, čime dolazi do formiranja endo- i egzoskarnova na mjestima gdje su se prethodno razvili reakcijski skarnovi. U trećoj fazi formiranja u sustav ulazi meteorska voda, zbog čega dolazi do intenzivnih izmjena. Preostalih šest uzoraka je nastalo za vrijeme druge i treće faze formiranja, a to su S6, S7, S8, S9, S10 i S11.

Od rudnih minerala u skarnovima su opisani magnetit (rudni mineral željeza), šelit (rudni mineral volframa), galenit (rudni mineral olova), sfalerit (rudni mineral cinka) i halkopirit (rudni mineral bakra). Jalovinskih minerala ima znatno više u odnosu na rudne minerale, a to su dolomit, kalcit, kvarc, tremolit, hedenbergit, diopsid, pirhotin, pirit, granat i biotit. Prema korisnim skupinama minerala uzorke dijelimo na oksidne (5), sulfidne (2) i volframatne rude (2). Rudni uzorci su epigenetskog postanka. Od tekstura nalazimo masivnu, trakastu/uslojenu, žilnu i pjegavu, pa tako imamo pet uzoraka s masivnom teksturom, jedan s trakastom/uslojenom teksturom, jedan sa žilnom i jedan s pjegavom teksturom. Svi uzorci imaju primarnu strukturu, osim uzorka S8 koji je karakteriziran sekundarnom teksturom zbog napredovanja metamorfizma.

Atlas sadrži i uzorke bakarno-porfirnog tipa. Prema korisnim skupinama minerala, to su sulfidne rude. Rudni uzorci su epigenetskog podrijetla. Primarne rude su uzorci BPL7, BPL8 i BPL9 koji sadrže rudni mineral halkopirit te jalovinske minerale: kalcit, kvarc i pirit. Zoni oksidacije pripada samo uzorak BPL1, koji sadrži za tu zonu karakteristične rudne minerale kao što su malahit i azurit. Zoni sekundarnog obogaćenja pripadaju uzorci BPL2, BPL4, BPL5 i BPL6 karakterizirani pojavom pirita, kovelina i halkozina. Teksture ovih ruda odgovaraju uprskanoj i masivnoj, od čega su opisana tri uzoraka s uprskanom teksturom i četiri s masivnom teksturom. Samo tri uzorka uključuju i stijenu domaćin. U uzorcima BPL1 i BPL8 radi se o magmatskoj stijeni andezitu, a u uzorku BPL7 o sedimentnoj stijeni grauvaci. Zoni argilične alteracije pripadaju uzorci BPL10, BPL11 i BPL12. Uzorci BPL10 i BPL11 imaju isti mineralni sastav, sastoje se od kvarca, feldspata i tinjaca. Nastali su izmjenom primarne intruzivne magmatske stijene. Uzorak BPL12 je nešto drugačiji i sastoji se samo od kaolinita. Sva tri uzorka ne sadrže korisne minerale.

7. LITERATURA

Knjige:

RIDLEY, J., 2013. *Ore deposits geology*. 1. izd. New York: Cambridge University Press.

SLOVENEK, D., 2014. *Opća mineralogija*. 1. izd. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

TERRY, R. D., CHILINGAR, G. V., 1955. *Journal of Sedimentary Research*. 3. izd. Los Angeles: California; pp. 229-234

VRKLJAN, M., BOROJEVIĆ ŠOŠTARIĆ, S., TOMAŠIĆ, N., 2018. *Optička mineralogija*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

SMIRNOV, V.I., 1976. *Geology of mineral deposits*. MIR, Moscow

ROBB, L.J., 2005. *Introduction to ore-forming processes*. 1. izd. United Kingdom: Blackwell Science Ltd.

SLOVENEK, D., 2002. *Sistematska mineralogija, skripta*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

STRMIĆ PALINKAŠ, S.; PALINKAŠ, L. A.; RENAC, C.; SPANGENBERG, J. E.; LÜDERS, V.; MOLNAR, F.; MALIQI, G., 2013. - [Metallogenic model of the Trepča Pb-Zn-Ag Skarn Deposit, Kosovo : Evidence from Fluid Inclusions, Rare Earth Elements and Stable Isotope Data](#) // *Economic Geology*, 108, 1; 135-162 doi:10.2113/econgeo.108.1.135

Internetski izvori preuzimanja slika:

URL: <https://reserve.eu/results/west-balkan-mineral-register-of-primary-raw-materials> (9/2022)

URL: [Microsoft Word - percentage schattingskaart \(2\).docx \(lwbg.nl\)](#) (9/2022)

URL: <https://www.mindat.org/photo-571601.html> (9/2022)

URL: <http://www.chromexpert.com/> (9/2022)

URL: https://www.123rf.com/photo_15138024_closeup-of-surface-orbicular-%20granite-block-finland.html (9/2022)

URL: <https://www.mindat.org/photo-531269.html> (9/2022)

URL: <https://www.dreamstime.com/natural-sample-chromitic-serpentinite-rock-chromite-mineral-grains-white-background-specimen-%C3%A2%E2%82%AC-most-important-ore-image107451587#> (9/2022)

URL: <https://www.mindat.org/photo-1093679.html> (9/2022)

URL: <https://www.pmfias.com/copper-nickel-chromite-distribution/> (9/2022)

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1342937X14000021> (9/2022)

URL: [schematic formation stages od skarn – Google pretraživanje](#) (9/2022)

URL: [schematic formation stages od skarn – Google pretraživanje](#) (9/2022)

URL: [schematic formation stages od skarn – Google pretraživanje](#) (9/2022)

URL: <https://en.archaeometallurgie.de/category/archaeometallurgy/page/7/> (9/2022)