Atlas petroloških i rudnih uzoraka: Magmatske stijene II. dio

Vokić, Ema

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:169:996335

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



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:

MAGMATSKE STIJENE II. DIO

Završni rad

Ema Vokić

G-2174

Zagreb, 2021

Sveučilište u Zagrebu Završni rad

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

ATLAS PETROLOŠKIH I RUDNIH UZORAKA: MAGMATSKE STIJENE II. DIO

EMA VOKIĆ

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 nadopuna materijalima iz kolegija „Geologija rudnih ležišta“ na preddiplomskom studiju Geološkog inženjerstva Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu. Atlas sadrži 60 uzoraka iz Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine. Za sve uzorke su izrađene uniformne kartice uz koje stoje odgovarajuće slike pojedinog uzorka ili skupine uzoraka, njihove oznake i opisne tablice. U prvom dijelu rada opisane su teorijske osnove za terensku identifikaciju minerala i stijene, te osnove o postanku magmatskih stijena i kriteriji i dijagrami za klasifikaciju istih. Na temelju svojstava minerala određuje se mineralni sastav stijene, nakon čega slijedi određivanje teksture, strukture i boje stijene. Poslije toga se vrši klasifikacija stijene prema kriterijima i parametrima za klasifikaciju i klasifikacijskih dijagrama za određivanje vrste magmatskih stijena. U drugom dijelu rada klasificirano je 60 uzoraka iz Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine. Na temelju klasificiranih uzoraka napravljeno je 30 uniformnih kartica pojedinih uzoraka ili skupine uzoraka. Uzorci su poredani prema rastućem udjelu SiO_2 komponente u svom kemijskom sastavu. Prvih 3 kartica opisuju ultrabazične stijene s udjelom SiO_2 komponente <45%. Kroz idućih 7 kartica su opisane bazične stijene s udjelom SiO_2 komponente 45-52%. Iza njih slijede 3 kartice neutralnih stijena s udjelom SiO_2 52-63%. Posljednjih 17 kartica opisuju kisele stijene s udjelom SiO_2 >63%.

Ključne riječi: atlas, identifikacija, minerali, magmatske stijene

Završni rad sadrži: 60 stranica, 60 tablica, 79 slika i 16 reference

Jezik izbornika: Hrvatski

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

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

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

Datum obrane: 21.9.2021., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

ZAHVALE

U prvom redu zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Sibili Borojević Šoštarić 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.

SADRŽAJ

1. UVOD....1

2. POSTUPAK IZRADE ZAVRŠNOG RADA....3

3. TEORIJSKE OSNOVE O SVOJSTVIMA MINERALA I STIJENA....5

3.1. Terenska identifikacija minerala....5

3.1.1. Boja....5

3.1.2. Crt....6

3.1.3. Sjaj....7

3.1.4. Kalavost....7

3.1.5. Tvrdoća....7

3.1.6. Oblik minerala....8

3.2. Terenska identifikacija stijena....8

3.2.1. Boja magmatske stijene....8

3.2.2. Tekstura....9

3.2.3. Struktura....11

4. TEORIJSKE OSNOVE O MAGMATSKIM STIJENAMA....12

4.1. Postanak magmatskih stijena....12

4.1.1. Magmatski stadij....12

4.1.2. Pegmatitni stadij....13

4.2. Kriteriji i parametri za klasifikaciju magmatskih stijena....14

4.2.1. Strukturni kriterij....14

4.2.2. Kvalitativni kriterij....14

4.2.3. Kvantitativni kriterij....14

4.2.4. Kemijski kriterij....14

4.3. Klasifikacijski dijagrami za određivanje vrste magmatskih stijena....15

5. IDENTIFIKACIJA I OPIS PROMATRANIH UZORAKA....20

5.1. Ultrabazične stijene....20

5.1.1. Peridotit (PRD1)....20

5.1.2. Dunit (DNT)....22

5.1.3. Serpentinit (SRP1, SRP2, SRP3)....23

5.2. Bazične magmatske stijene....25

5.2.1. Gabro (GBR1, GBR2, GBR3, GBR4, GBR5)....25

5.2.2. Bazalt (BAZALT, BZL1, BZL2, BZL5) 28
5.2.3. Olivinski bazalt (BZL3) 30
5.2.4 Bazalt s peridotitnim ksenolitima (BZL4) 32
5.2.5. Dijabaz (DJB3, DJB4, DJB5) 34
5.2.6. Piroksenit (PRK) 36
5.2.7. Anortozit (LBR1, LBR2, LBR3) 38
5.3. Neutralne magmatske stijene 40
5.3.1. Sijenit (SJN) 40
5.3.2. Trahit (TRH2, TRH3) 42
5.3.3. Andezit (AND, AND1, AND2, AND3, AND4, AND5) 44
5.4. Kisele magmatske stijene 48
5.4.1. Alkalni granit (GRN6, GRN7, GRN5, GRN9) 48
5.4.2. Granit (GRN4, GRN8, GRN12, GRN13) 51
5.4.3. Granodiorit 54
5.4.3.1. Granodiorit (GRD2) 54
5.4.3.2. Granodiorit (GRD3) i pegmatit (PGM1) 56
5.4.4. Porfiroidni alkalni granit (GRN10, GRN11) 58
5.4.5. Opsidijan (VULKANSKO STAKLO) 60
5.4.6. Pegmatit 61
5.4.6.1. Pegmatit (PGM1) 61
5.4.6.2. Pegmatit (PGM2) 63
5.4.6.3. Pegmatit (PGM4) 65
5.4.6.4. Pegmatit (PGM5) 67
5.4.6.5. Pegmatit (PGM6) 69
5.4.6.6. Pegmatit (PGM7) 71
5.4.6.7. Pegmatit (MKR1) 73
5.4.6.8. Pegmatit - beril (BRL1) 75
5.4.6.9. Pegmatit - kvarc (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) 77
5.4.6.10. Pegmatit - biotit (B1) 81
5.4.6.11. Pegmatit - muskovit (MSK1, MSK2) 83
6. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK 85
7. LITERATURA 88

POPIS TABLICA

Tablica 5-1: Identifikacijska tablica uzorka peridotita PRD1

Tablica 5-1a: Identifikacija minerala u uzorku 19
Tablica 5-1b: Identifikacija stijene.....21

Tablica 5-2: Identifikacijska tablica uzorka dunita DNT

Tablica 5-2a: Identifikacija minerala u uzorku 22
Tablica 5-2b: Identifikacija stijene.....22

Tablica 5-3: Identifikacijska tablica uzoraka serpentinita SRP1, SRP2, SRP3

Tablica 5-3a: Identifikacija minerala u uzorku 243
Tablica 5-3b: Identifikacija stijene.....243

Tablica 5-4: Identifikacijska tablica uzoraka gabra GBR1, GBR2, GBR3, GBR4, GBR5

Tablica 5-4a: Identifikacija minerala u uzorku 27
Tablica 5-4b: Identifikacija stijene.....26

Tablica 5-5: Identifikacijska tablica uzoraka bazalta BAZALT, BZL1, BZL2, BZL5

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

Tablica 5-6: Identifikacijska tablica uzorka olivinskog bazalta BZL2

Tablica 5-6a: Identifikacija minerala u uzorku 30
Tablica 5-6b: Identifikacija stijene.....31

Tablica 5-7: Identifikacijska tablica uzorka bazalta s peridotitnim ksenolitima BZL4

Tablica 5-7a: Identifikacija minerala u uzorku.....32
Tablica 5-7b: Identifikacija stijene.....33

Tablica 5-8: Identifikacijska tablica uzoraka dijabaza DJB3, DJB4, DJB5

Tablica 5-8a: Identifikacija minerala u uzorku 35
Tablica 5-8b: Identifikacija stijene.....35

Tablica 5-9: Identifikacijska tablica uzorka piroksenita PRK1

Tablica 5-9a: Identifikacija minerala u uzorku 36
Tablica 5-9b: Identifikacija stijene.....37

Tablica 5-10: Identifikacijska tablica uzoraka anortozita LBR1, LBR2, LBR3

Tablica 5-10a: Identifikacija minerala u uzorku 39
Tablica 5-10b: Identifikacija stijene.....39

Tablica 5-11: Identifikacijska tablica uzorka sijenita SJB

Tablica 5-11a: Identifikacija minerala u uzorku 40
Tablica 5-11b: Identifikacija stijene.....41

Tablica 5-12: Identifikacijska tablica uzoraka trahita TRH2, TRH3

Tablica 5-12a: Identifikacija minerala u uzorku 43
Tablica 5-12b: Identifikacija stijene.....43

Tablica 5-13: Identifikacijska tablica uzoraka andezita AND, AND1, AND2, AND3, AND4, AND5

Tablica 5-13a: Identifikacija minerala u uzorku 47
Tablica 5-13b: Identifikacija stijene.....47

Tablica 5-14: Identifikacijska tablica uzoraka alkalnog granita GRN6, GRN7, GRN5, GRN9

Tablica 5-14a: Identifikacija minerala u uzorku 49
Tablica 5-14b: Identifikacija stijene.....50

Tablica 5-15: Identifikacijska tablica uzoraka granita GRN4, GRN8, GRN12, GRN13

Tablica 5-15a: Identifikacija minerala u uzorku 53
Tablica 5-15b: Identifikacija stijene.....53

Tablica 5-16: Identifikacijska tablica uzorka granodiorita GRN2

Tablica 5-16a: Identifikacija minerala u uzorku 54
Tablica 5-16b: Identifikacija stijene.....55

Tablica 5-17: Identifikacijska tablica uzoraka granodiorita GRN1 i pegmatita PGM1

Tablica 5-17a: Identifikacija minerala u uzorku 56
Tablica 5-17b: Identifikacija stijene 57

Tablica 5-18: Identifikacijska tablica uzoraka porfiroidnog alkalnog granita GRN10, GRN11

Tablica 5-18a: Identifikacija minerala u uzorku 59
Tablica 5-18b: Identifikacija stijene 59

Tablica 5-19: Identifikacijska tablica uzorka opsidijana VULKANSKO STAKLO

Tablica 5-19a: Identifikacija minerala u uzorku 60
Tablica 5-19b: Identifikacija stijene 60

Tablica 5-20: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita PGM1

Tablica 5-20a: Identifikacija minerala u uzorku 62
Tablica 5-20b: Identifikacija stijene 62

Tablica 5-21: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita PGM2

Tablica 5-21a: Identifikacija minerala u uzorku 63
Tablica 5-21b: Identifikacija stijene 64

Tablica 5-22: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita PGM4

Tablica 5-22a: Identifikacija minerala u uzorku 65
Tablica 5-22b: Identifikacija stijene 66

Tablica 5-23: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita PGM5

Tablica 5-23a: Identifikacija minerala u uzorku 67
Tablica 5-23b: Identifikacija stijene 68

Tablica 5-24: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita PGM6

Tablica 5-24a: Identifikacija minerala u uzorku 69
Tablica 5-24b: Identifikacija stijene 70

Tablica 5-25: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita PGM7

Tablica 5-25a: Identifikacija minerala u uzorku 71
Tablica 5-25b: Identifikacija stijene 72

Tablica 5-26: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita MKR1

Tablica 5-26a: Identifikacija minerala u uzorku 73
Tablica 5-26b: Identifikacija stijene 74

Tablica 5-27: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita-beril BRL1

Tablica 5-27a: Identifikacija minerala u uzorku 75
Tablica 5-27b: Identifikacija stijene 76

Tablica 5-28: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita-kvarc Q1, Q2, Q3, Q4, Q5

Tablica 5-28a: Identifikacija minerala u uzorku 79
Tablica 5-28b: Identifikacija stijene 80

Tablica 5-29: Identifikacijska tablica uzorka pegmatita-biotit B1

Tablica 5-29a: Identifikacija minerala u uzorku 81
Tablica 5-29b: Identifikacija stijene 82

Tablica 5-30: Identifikacijska tablica uzoraka pegmatita-muskovit MSK1, MSK2

Tablica 5-30a: Identifikacija minerala u uzorku 84
Tablica 5-30b: Identifikacija stijene 84

POPIS SLIKA

Slika 3-1.

Slika 3-1: Tipovi minerala prema obojenju; a) idiokromatični mineral (hematit), b) alokromatični mineral (kvarc- citrin), c) pseudokromatični mineral (varijetet kvarca „tigrovo oko“) 6

Slika 3-2.

Slika 2-2: Mohsova ljestvica tvrdoće i ostali materijali koji se koriste u testiranjima tvrdoće ..8

Slika 3-3.

Slika 3-3: Tipovi tekstura; a) homogena tekstura, b) fluidalna tekstura, c) vezikularna tekstura, d) mandulasta tekstura, e) perlitna tekstura 10

Slika 3-4.

Slika 3-4: Tipovi struktura; a) zrnata struktura, b) porfirna struktura, c) porfiroidna struktura, d) serijatna struktura.....11

Slika 4-1.

Slika 4-1: Bowenov kristalizacijski niz 13

Slika 4-2.

Slika 4-2: Klasifikacija kiselih i neutralnih intruzivnih stijena (QAP dijagram).....16

Slika 4-3.

Slika 4-3: Klasifikacija kiselih i neutralnih efuzivnih stijena (QAP dijagram) 17

Slika 4-4.

Slika 4-4: Klasifikacija bazičnih intruzivnih stijena (trokomponentni dijagram plagioklas-ortopiroksen- klinopiroksen).....18

Slika 4-5.

Slika 4-5: Klasifikacija bazičnih intruzivnih stijena (trokomponentni dijagram plagioklas-piroksen- olivin) 18

Slika 4-6.

Slika 4-6: Klasifikacija ultrabazičnih stijena (trokomponentni dijagram olivin- ortopiroksen-klinopiroksen) 19

Slika 5-1.

Slika 5-1: Peridotit (PRD1).....20

Slika 5-2.

Slika 5-2: Dunit (DNT).....22

Slika 5-3.

Slika 5-3 a: Serpentinit (SRP1), Slika 5-3 b: Serpentinit (SRP2) 23

Slika 5-3 c: Serpentinit (SRP3).....24

Slika 5-4.

Slika 5-4 a: Gabro (GBR1), Slika 5-4 b: Gabro (GBR2) 25

Slika 5-4 c: Gabro (GBR3), Slika 5-4 d: Gabro (GBR4) 26

Slika 5-4 e: Gabro (GBR5) 27

Slika 5-5.

Slika 5-5 a: Bazalt (BAZALT).....28

Slika 5-5 b: Bazalt (BZL2) 28

Slika 5-5 c: Bazalt (BZL5).....29

Slika 5-6.

Slika 5-6: Olivinski bazalt (BZL3).....30

Slika 5-7.

Slika 5-7 a: Bazalt s peridotitnim ksenolitima (BZL4).....32

Slika 5-8

Slika 5-8 a: Dijabaz (DJB3), Slika 5-8 b: Dijabaz (DJB4).....34

Slika 5-8 c: Dijabaz (DJB5).....35

Slika 5-9.

Slika 5-9: Piroksenit (PRK).....36

Slika 5-10.

Slika 5-10 a: Anortozit (LBR1), Slika 5-10 b: Anortozit (LBR2).....38

Slika 5-10 c: Anortozit (LBR3).....39

Slika 5-11.

Slika 5-11: Sijenit (SJN).....40

Slika 5-12.

Slika 5-12 a: Trahit (TRH2), Slika 5-12 b: Trahit (TRH3).....42

Slika 5-13.

Slika 5-13 a: Andezit (AND), Slika 5-13 b: Andezit (AND1).....44

Slika 5-13 c: Andezit (AND2), Slika 5-13 d: Andezit (AND3).....45

Slika 5-13 e: Andezit (AND4), Slika 5-13 f: Andezit (AND5).....46

Slika 5-14.

Slika 5-14 a: Alkalni granit (GRN6), Slika 5-14 b: Alkalni granit (GRN7).....48

Slika 5-14 c: Alkalni granit (GRN5), Slika 5-14 d: Alkalni granit (GRN9).....49

Slika 5-15.

Slika 5-15 a: Granit (GRN4), Slika 5-15 b: Granit (GRN8).....51

Slika 5-15 c: Granit (GRN12), Slika 5-15 d: Granit (GRN13).....52

Slika 5-16.

Slika 5-16: Granodiorit (GRD2) 54

Slika 5-17.

Slika 5-17: Pegmatit (PGM1), Granodiorit (GRD1) 56

Slika 5-18.

Slika 5-18 a: Porfiroidni alkalni granit (GRN10), Slika 5-18 b: Porfiroidni alkalni granit (GRN11) 58

Slika 5-19.

Slika 5-19: Opsidijan (VULKANSKO STAKLO) 60

Slika 5-20.

Slika 5-20: Pegmatit (PGM1) 61

Slika 5-21.

Slika 5-21: Pegmatit (PGM2) 63

Slika 5-22.

Slika 5-22: Pegmatit (PGM4) 65

Slika 5-23.

Slika 5-23: Pegmatit (PGM5) 67

Slika 5-24.

Slika 5-24: Pegmatit (PGM6) 69

Slika 5-25.

Slika 5-25: Pegmatit (PGM7) 71

Slika 5-26.

Slika 5-26: Pegmatit (MKR1) 73

Slika 5-27.

Slika 5-27: Pegmatit-beril (BRL1) 75

Slika 5-28.

Slika 5-28 a: Pegmatit-kvarc (Q1), Slika 5-28 b: Pegmatit-kvarc (Q2) 77

Slika 5-28 c: Pegmatit-kvarc (Q3), Slika 5-28 d: Pegmatit-kvarc (Q4) 78

Slika 5-28 e: Pegmatit-kvarc (Q5) 79

Slika 5-29.

Slika 5-29: Pegmatit-biotit (B1) 81

Slika 5-30.

Slika 5-30: Pegmatit-muskovit (MSK1), Slika 5-30 b: Pegmatit-muskovit (MSK2) 83

1. UVOD

Magmatske stijene nastaju solidifikacijom iz taljevine-magme. Magma je prirodni, polifazni sustav u kojem u ravnoteži koegzistiraju: taljevina (likvidna faza), plinovi i pare (volatili) i kristali (krute faze). Magme se odlikuju specifičnim kemijskom sastavom, temperaturom i viskozitetom (gustoćom). Najčešći tipovi magme su kisela, neutralna i bazična. Kisele magme koje koegzistiraju na temperaturama od 800-650°C, u svom sastavu imaju između 63-75% SiO_2, visoku koncentraciju K i Na, a nisku koncentraciju Fe, Mg i Ca. Zbog velikog udjela SiO_2 komponente kisele magme su vrlo viskozne. Neutralne magme imaju nešto manju viskoznost, što je posljedica manjeg udjela SiO_2 (52-63%). U kemijskom sastavu imaju umjerenu količinu Na, K, Fe, Mg, Ca, te koegzistiraju na temperaturama od 1000-800°C. Bazične magme su postojane na temperaturama od 1200-1000°C. U kemijskom sastavu imaju puno Fe i Mg, Ca, a malo K i Na. Udio SiO_2 komponente je 45-52%, zbog čega su ove magme fluidalne i niskog su viskoziteta. Magma se stvara u unutrašnjosti Zemlje, te se zbog svoje manje gustoće, u odnosu na okolne stijene, uzdiže prema Zemljinoj površini. Izdizanje magme uzrokovano je raznim geološkim procesima, no najčešće se radi o tektonskim procesima. Magma koja izađe na površinu Zemlje naziva se lava, te njenom kristalizacijom nastaju efuzivne (površinske) stijene. Ponekad magma kristalizira u unutrašnjosti Zemljine kore, prije nego izbije na površinu, pa tako nastaju intruzivne (dubinske) stijene. Treći tip magmatskih stijena su žilne stijene koje nastaju kada se magma utiskuje i kristalizira u pukotinama već postojećih stijena. Intruzivne i efuzivne stijene mogu imati identičan mineralni sastav, ali ono što ih čini vizualno različitima jest njihova struktura. Osim strukture, svojstva koja mogu pomoći u uspješnoj identifikaciji i interpretaciji stijena su boja, crt, sjaj, kalavost, tvrdoća i oblik minerala, te boja i tekstura stijena (Lugović, 2011).

Hipoteza i ciljevi rada

Hipoteza: samostalno savladavanje gradiva iz kolegija „Geologija rudnih ležišta“ za 3. godinu preddiplomskog studija Geološkog inženjerstva na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu u Zagrebu biti će poboljšano uvođenjem novog nastavnog sadržaja u obliku interaktivnog Atlasa petroloških i rudnih uzoraka.

Ciljevi: ovaj završni rad obuhvatit će temu „Magmatske stijene“ unutar koje će se:

1) Izraditi uniformne identifikacijske kartice za 59 uzoraka intruzivnih, efuzivnih i žilnih stijena različitog udjela komponente SiO_2;

2) Kartice će sadržavati makroskopski mineraloški opis uzoraka s navedenim svojstvima minerala (boja, crt, sjaj, kalavost, tvrdoća, oblik), glavne identifikacijske parametre magmatske stijene (boja, tekstura, struktura) i odredbu stijene;

3) Uniformne kartice postavit će se u aplikaciji Merlin i učiniti dostupne studentima Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu.

2. POSTUPAK IZRADE ZAVRŠNOG RADA

1) Odabir odgovarajućih petroloških uzoraka iz Zbirke Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine iz sljedećih kategorija:

Ultrabazične magmatske stijene

- Intruzivne
  - Peridotit (1)
  - Dunit (1)
  - Serpentinit (3)

Bazične magmatske stijene

- Intruzivne
  - Gabro (5)
  - Anortozit (3)
- Efuzivne
  - Bazalt (3)
  - Olivinski bazalt (1)
  - Bazalt s peridotitnim ksenolitima (1)
- Žilne
  - Dijabaz (3)
  - Piroksenit (1)

Neutralne magmatske stijene

- Intruzivne
  - Sijenit (1)
- Efuzivne
  - Trahit (2)
  - Andezit (6)

Kisele magmatske stijene

- Intruzivne
  - Alkalni granit (4)
  - Granit (4)
  - Granodiorit (1)
  - Granodiorit + pegmatit (1)

-Porfiroidni alkalni granit (2)

- Efuzivne
  - Opsidijan (1)
- Žilne
  - Pegmatiti (17)

2) Obrada uzoraka u koju ulazi piljenje, poliranje i lakiranje uzoraka;

3) Makroskopska odredba svojstava minerala i glavnih identifikacijskih parametara magmatske stijene;

4) Fotografiranje uzoraka;

5) Izrada uniformnih kartica uzoraka;

6) Unos podataka na stranicu e-portfolia pod nazivom „Atlas petroloških i rudnih uzoraka“. (https://moodle.srce.hr/eportfolio/view/)

3. TEORIJSKE OSNOVE O SVOJSTVIMA MINERALA I STIJENA

U ovom poglavlju opisuju se svojstva minerala i stijena koja služe terenskoj identifikaciji minerala, a potom i stijena. Kako bi identifikacija i interpretacija magmatskih stijena bila što točnija, potrebno je poznavati svojstva koja su pobliže opisana u narednom poglavlju. Koristeći se znanjem o svojstvima minerala i stijena, u poglavlju broj 5. identificirani su pravi uzorci.

3.1. Terenska identifikacija minerala

Prvi i najvažniji korak u terenskoj identifikaciji stijene je prepoznavanje minerala u uzorku. Prema zastupljenosti u stijeni, minerali se dijele na glavne, sporedne i akcesorne. Glavni minerali javljaju se u značajnim količinama te ih je najčešće moguće uspješno identificirati. Međutim sporedne minerale nije uvijek jednostavno identificirati, a važni su za nomenklaturu podtipova stijena. Na primjer peridotiti uz glavne minerale olivin, klinopiroksen i ortopiroksen, mogu sadržavati i plagioklas, spinel ili granat. Neki od kriterija, koji su od pomoći pri identifikaciji minerala su boja, crt, sjaj, kalavost, tvrdoća i oblik minerala. Akcesorni minerali čine manje od 1% stijene, te nisu značajni za makroskopsko definiranje stijene.

3.1.1. Boja

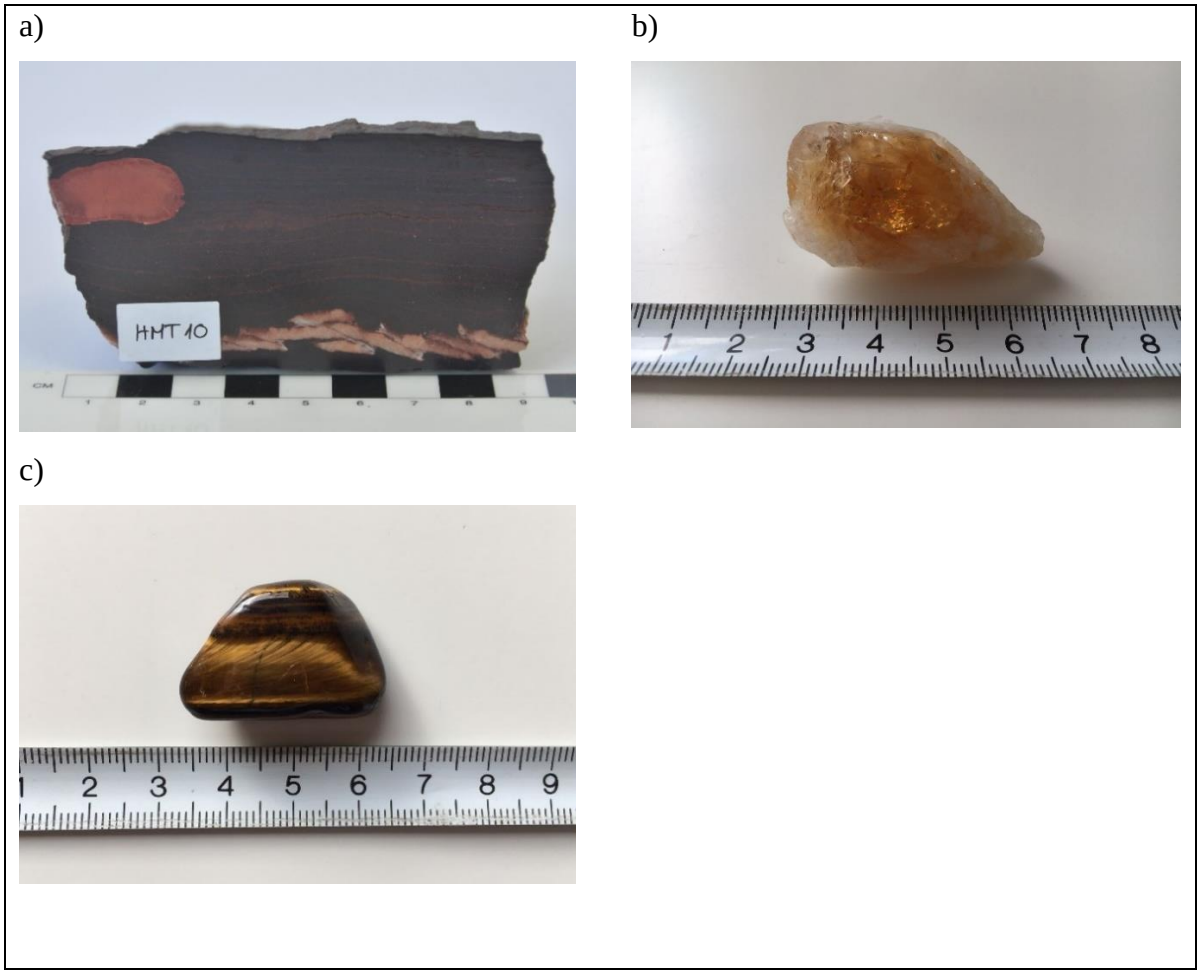
Boja je efekt koji nastaje kao razlika između emitirane i reflektirane svjetlosti s neke površine. Obojeni minerali različito reflektiraju različite valne duljine i boje bijele svjetlosti, dok bezbojni minerali podjednako reflektiraju sve valne duljine i boje bijele svjetlosti.

Prema uzrocima obojenosti minerali mogu biti idiokromatski, alokromatski i pseudokromatski (Slika 3-1).

Idiokromatski minerali u kemijskom sastavu imaju kromoforne elemente koji su nositelji obojenja te oni apsorbiraju samo određeni dio spektra bijele svjetlosti. To su prirodni pigmenti ili bojila. Kromoforni elementi mangan i kobalt daju roza obojenja mineralima, bakar plava, krom narančasta, željezo i uran žuta, itd. Minerali koji su nazvani prema svojoj boji su crveni hematit, modri azurit, zeleni malahit, te zlatno žuti auripigment.

Boja alokromatskih minerala uvjetovana je sadržajem kromofora kao elemenata u tragovima ili uklopcima stranih elemenata. Takvi minerali mogu biti različito obojeni. Jedan od najčešćih alokromatičnih minerala koji se pojavljuje u magmatskim stijenama je kvarc. Može biti bezbojan, mliječno bijel, crn, smeđ, ljubičast, ružičast, crven, žut, itd.

Pseudokromatski minerali su oni minerali čija je obojenost uzrokovana optičkim efektima. Jedan od optičkih efekata je efekt „mačje oko“ koji se opaža kao prelijevanje boje i promjena sjaja pri zakretanju minerala koji su izgrađeni od finih paralelnih vlakanaca ili sadrže paralelne vlaknaste uklopke. Primjer je varijetet kvarca „tigrovo oko“ (Slovenec, 2014).



Slika 3-1: Tipovi minerala prema obojenju; a) idiokromatski mineral (hematit), b) alokromatski mineral (kvarc-citrin), c) pseudokromatski mineral (varijetet kvarca „tigrovo oko“).

3.1.2. Crt

Crt je boja minerala smrvljenog u prah. Prema crtu se mogu razlikovati idiokromatski minerali od alokromatskih. Idiokromatski minerali imaju najčešće istu boju kao i njihov crt, osim što je kod crta nešto svjetliji ton boje. Minerali hematit i magnetit oboje mogu biti sive boje, ali kada se ogrebu boja crta hematita uvijek je crvene boje, a magnetita sive. Alokromatski minerali

imaju bijeli crt bez obzira kakve su boje. Na primjer, bez obzira je li crn, bijel ili ljubičast, mineral kvarc će uvijek imati bijelu boju crta (Slovenec, 2014).

3.1.3. Sjaj

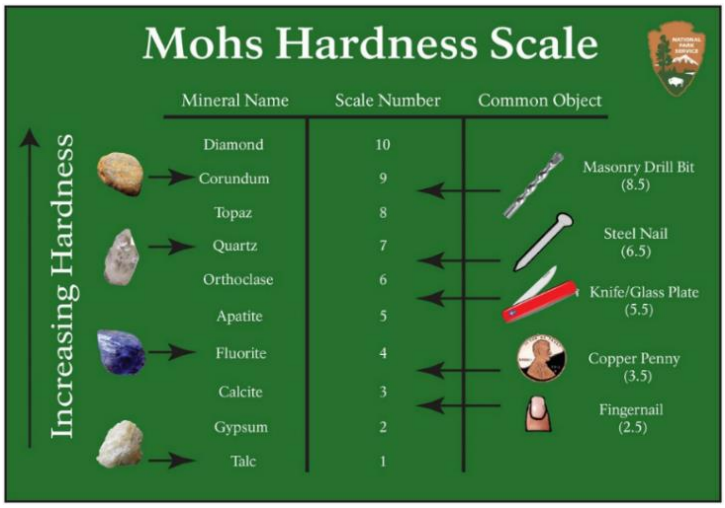
Sjaj se uočava kada se mineral postavi pod direktnu svjetlost. Predstavlja kvalitetu i intenzitet svijetla koje se reflektira s površine minerala. Od ukupnog intenziteta svjetlosti koji dolazi do površine minerala, dio se reflektira, dio se apsorbira, a u prozirnim i poluprozirnim mineralima dio prolazi kroz mineral. Sjaj ovisi o udjelu reflektiranog intenziteta (stupnju refleksije *R*). Prema tome, minerali za koje je *R* veći od 25% odlikuju se metalnim sjajem, a minerali za koje je *R* manji od 25% imaju nemetalan sjaj. S obzirom na raspone indeksa loma i stupnja refleksije mogu se izdvojiti tri kategorije nemetalnog sjaja: staklasti, dijamantni i polumetalni. Sjaj je intenzivniji na ravnim, glatkim plohama. Prema intenzitetu razlikuju se: voštani, smolasti, svilenkasti, sedafasti, masni, staklasti, dijamantni, polumetalni i metalni sjaj (Slovenec, 2014).

3.1.4. Kalavost

Kalavost je svojstvo minerala da pod utjecajem sile puca po jasno definiranim plohama koje su međusobno povezane sa slabijim silama kohezije. Tim svojstvom se odlikuju minerali u kojima su privlačne sile u različitim smjerovima različite. Po svom intenzitetu, kalavost može biti odlična, dobra ili slaba. Odlična kalavost znači da su plohe kalavosti glatke i da se mineral lako kala. Dobra kalavost znači da se mineral relativno lako kala, ali plohe kalavosti nisu sasvim glatke. Slaba kalavost odnosi se na slabiju kvalitetu ploha kalavosti. Minerali koji nemaju ravnine kalavosti će pod utjecajem sile pucati nepravilno (Slovenec, 2014).

3.1.5. Tvrdoća

Tvrdoća je otpor kojim se tijelo odupire prodiranju nekog drugog tijela kroz svoju površinu. Postoji nekoliko postupaka i načina određivanja tvrdoće. Najčešće korišten postupak određivanja tvrdoće u mineraloškoj praksi je paranje (grebanje) površine ispitivanog uzorka mineralima poznate tvrdoće koji su svrstani u Mohsovu ljestvicu tvrdoće (Slika 3-2). Ljestvica se sastoji od 10 minerala čije su tvrdoće poznate, poredanih od najmekšeg do najtvrđeg rednim brojevima od 1 do 10. Svaki mineral iz te ljestvice može zaparati mineral čija je tvrdoća manja, a on sam može biti zaparan tvrđim mineralom. Za ispitivanje po Mohsu koriste se posebne olovke koje na svojim krajevima imaju pričvršćene standardne minerale iz ljestvice. Drugi „materijali“ koji se mogu koristiti u određivanju tvrdoće su nokat (tvrdoća 2.5), bakreni novčić (tvrdoća 3.5), staklo (tvrdoća 5.5) (Slovenec, 2014).



Slika 3-2: Mohsova ljestvica tvrdoće i ostali materijali koji se koriste u testiranjima tvrdoće.

(https://www.nps.gov/articles/mohs-hardness-scale.htm)

3.1.6. Oblik minerala

Pri hlađenju magme, svaki mineral ima tendenciju da kristalizira u svoju kristalografsku formu. Minerali koji kristaliziraju slobodno u magmi obično će sve plohe jasno razviti. Takav oblik kristala naziva se idiomorfnim (euhedralnim). Minerali koji se međusobno 'bore' za slobodan prostor tijekom kristalizacije ili će plohe razviti djelomično, pa se kao takvi nazivaju hipidiomorfnim (subheadralnim), ili neće razviti kristalne plohe (alotriomorfni minerali) (Slovenec, 2014).

3.2. Terenska identifikacija stijena

Stijenu na terenu je moguće identificirati tek nakon što je određen njezin mineralni sastav. Pri tome, osim mineralnog sastava, potrebno je utvrditi boju, teksturu i strukturu stijene. Nakon što je određen mineralni sastav, boja, tekstura i struktura stijene, pomoću klasifikacijskih dijagrama se određuje vrsta magmatske stijene (više u poglavlju 3.3).

3.2.1. Boja magmatske stijene

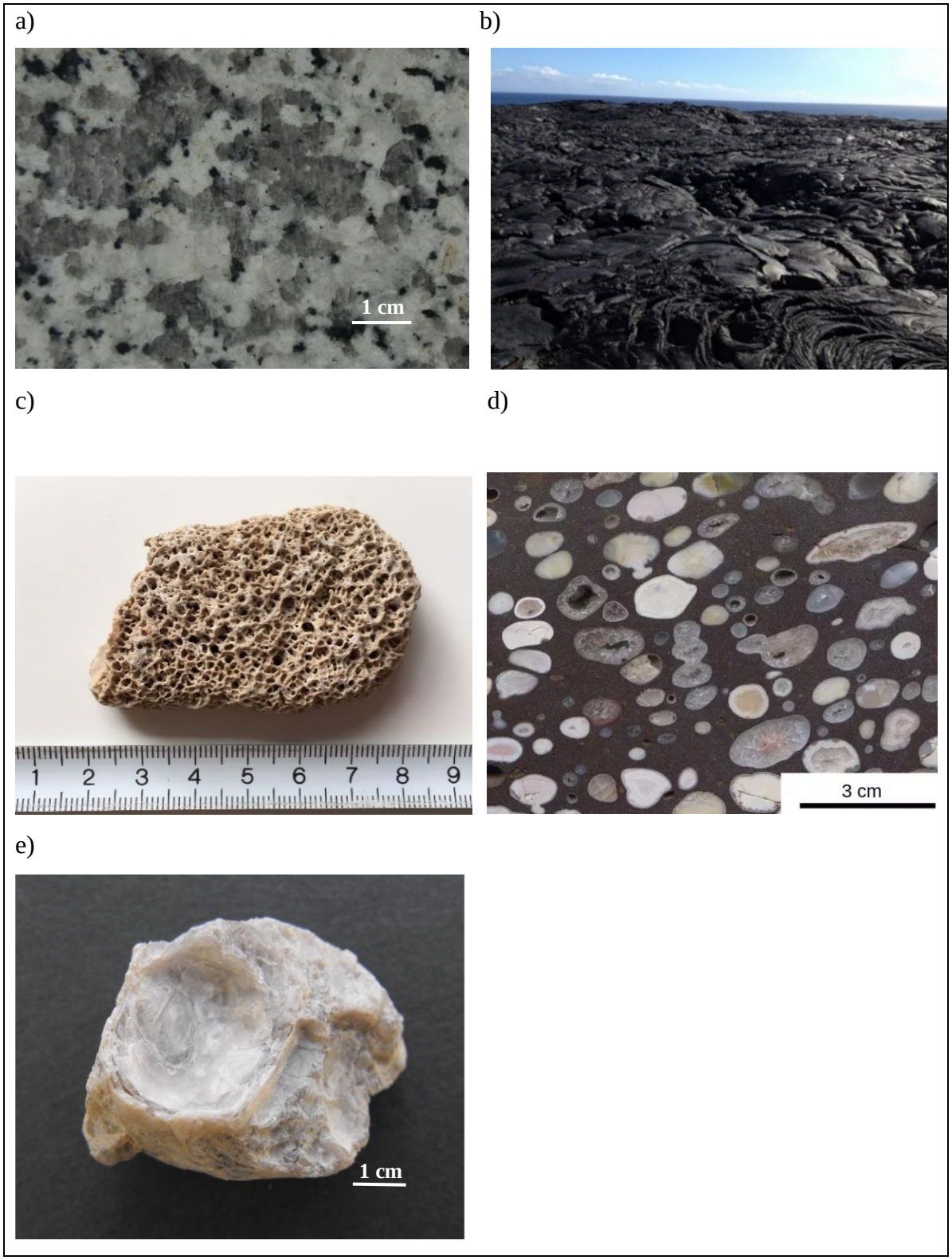
Boja minerala magmatskih stijena je rezultat njihovog kemijskog sastava, odnosno kemijskih elemenata prisutnih u magmi iz koje se oni kristaliziraju. Leukokratni ili salski minerali (neobojeni, svijetli, bijeli) su Al-silikati alkalijskih (K, Na) i zemnoalkalijskih elemenata (Ca, Mg). U skupinu salskih minerala spadaju kvarc (bezbojan), alkalni feldspat (ružičast, bijel), plagioklas (bijel), feldspatoid (bijel, siv) i muskovit (srebrno bijel). Melanokratni ili femski

minerali su tamni, obojeni silikati. U skupinu femskih minerala spadaju olivin (maslinasto zelen), piroksen (tamno zelen, crn), amfibol (tamno zelen, crn) i biotit (crn).

Omjer femskih minerala prema zbroju femskih i salskih minerala u stijeni predstavlja indeks obojenja (c.i.). Prema indeksu obojenja stijene se razvrstavaju u potpuno svijetle, hololeukokratne (c.i.= 0-10%), leukokratne (c.i.= 10-35%), mezokratne (c.i.= 35-65%), melanokratne (c.i.= 65-90%) i holomelanokratne stijene (c.i. >90%). Dalje se stijene s indeksom obojena od 0-50% svrstavaju u felzične, 50-90% u mafične te u ultramafične s indeksom obojenja >90%. Na primjer, granit je felzična stijena, gabro mafična, a peridotit ultramafična stijena (Lugović, 2011).

3.2.2. Tekstura

Tekstura stijene predstavlja način na koji su minerali zapremili prostor stijene. Određuje se makroskopski na terenu. Tipovi tekstura magmatskih stijena su homogena, fluidalna, vezikularna, mandulasta i perlitna (Slika 3-3). Homogena tekstura karakterizirana je jednolikim rasporedom minerala u stijeni. U fluidalnoj teksturi listićavi ili štapićasti minerali u matriksu svojom orijentacijom ukazuju na smjer toka lave. Nakon što volatili kondenziraju i migriraju iz stijene, ostaju prazne šupljine u stijeni. Takva tekstura je vezikularna. Mandulastu teksturu predstavljaju šupljine u stijeni koje su naknadno ispunjene sekundarnim mineralima. Perlitna tekstura karakterizirana je kuglastim pukotinama u devitrificiranom staklu koje nastaju kontrakcijom uslijed hlađenja (Lugović, 2011).

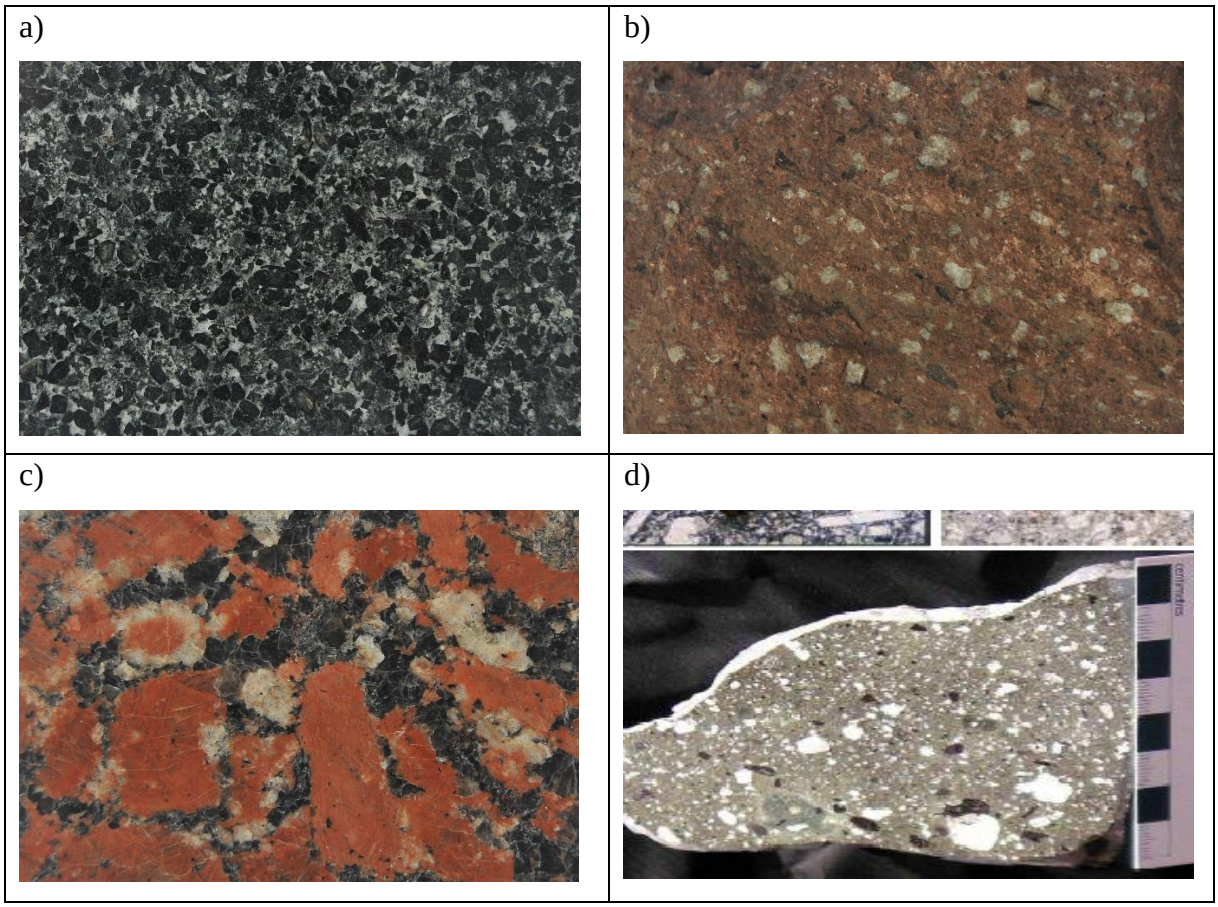


Slika 3-3: Tipovi tekstura; a) homogena tekstura b) fluidalna tekstura (https://www.ck12.org/book/ck-12-earth-science-concepts-for-high-school/section/4.8/), c) vezikularna tekstura, d) mandulasta tekstura (https://zywaplaneta.pl/polska-w-przeszlosci-

geologicznej/polska-perm/melafir/), e) perlitna tekstura (https://www.mindat.org/photo-969415.html)

3.2.3. Struktura

Struktura stijene odnosi se na raspored i međusobni odnos minerala u stijeni s obzirom na njihovu relativnu veličinu, oblik i stupanj kristalizacije. Tipovi strukture s obzirom na međusobni odnos i raspored minerala su zrnata, porfirna, serijatna i porfiroidna struktura (Slika 2-4). Zrnata struktura odnosi se na zrna minerala približno podjednake veličine. Takvom strukturom najčešće se odlikuju intruzivne stijene. Porfirna struktura predstavlja relativno krupnije kristale (fenokristale) u osnovnoj masi (matriksu). Ovaj tip strukture karakterističan je za efuzivne stijene. Porfiroidna struktura odnosi se na krupne fenokristale u osnovi koja sadrži minerale koji su toliko krupni da se mogu prepoznati golim okom. Serijatna struktura predstavlja postupni prijelaz od najkrupnijih do najsitnijih minerala u stijeni (Lugović, 2011).



Slika 3-4: Tipovi struktura; a) zrnata struktura, b) porfirna struktura, c) porfiroidna struktura, d) serijatna struktura (Lugović, 2011)

4. TEORIJSKE OSNOVE O MAGMATSKIM STIJENAMA

U ovom poglavlju opisuju se glavni stadiji kroz koje magma prolazi prilikom formiranja magmatskih stijena. Uz opis postanka magmatskih stijena, objašnjeni su glavni kriteriji i parametri prema kojima se klasificiraju magmatske stijene, kao i klasifikacijski dijagrami koji služe za terensko određivanje nazivlja magmatskih stijena.

4.1. Postanak magmatskih stijena

Magmatske stijene nastaju kristalizacijom silikatne magme, ili u slučaju kada se magma izlije na površinu Zemlje kristalizacijom iz lave. Razvojni put magme od parcijalnog taljenja do završetka magmatske aktivnosti obuhvaća 5 stadija: magmatski, pegmatitni, pneumatolitni, hidrotermalni i ekshalacijski stadij. Magmatske stijene formiraju se u magmatskom i pegmatitnom stadiju.

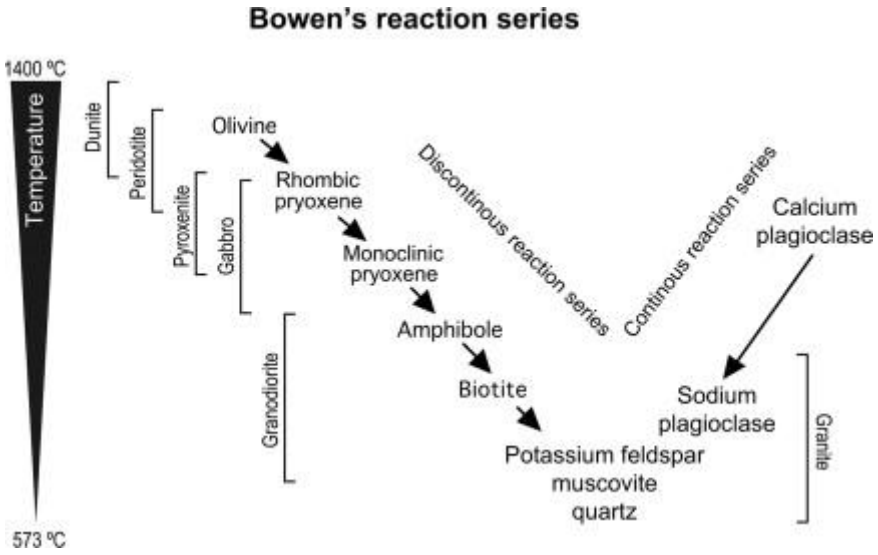
4.1.1. Magmatski stadij

U ovom stadiju iz magma različitog porijekla i sastava nastaju magmatske stijene procesima kristalizacijske diferencijacije. Magma se sastoji od 8 glavnih elemenata (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg) i fluida (plinovi i pare). Tijekom kristalizacijske diferencijacije minerali se izdvajaju postupno, u određenom rasponu temperatura, čime se mijenja sastav magme. Dolazi do izlučivanja bazičnih, feromagnezijskih silikata (olivin, bazični plagioklas), te oksida i sulfida Fe, Ti, Cr, V, Bi i Cu, uslijed čega se uklanja Mg i Fe iz taljevine. U ovom stadiju nastaju ultrabazične stijene (40-45% SiO_2), bazične stijene (45-52% SiO_2) i ležišta kromita. Daljnjim napredovanjem kristalizacije povećava se udio komponente SiO_2, odnosno povećava se kiselost taljevine.

Kristalizacijom bazičnih minerala taljevina postaje osiromašena na Mg i Fe te dolazi do povećanja koncentracije Na, K. Daljnjim smanjenjem temperature kristaliziraju silikati koji uz Al sadrže Ca, Mg, Fe, Na i K. Nastaju neutralne (52 – 63% SiO_2) i kisele stijene (>63% SiO_2).

Bowenov reakcijski niz (Slika 4-1) prikazuje slijed kristalizacije minerala iz magme tijekom postupnog hlađenja. Lijeva strana dijagrama predstavlja diskontinuirani niz minerala koji su bogati sa Mg i Fe. Kristalizacija započinje s Mg-bogatim olivinom na temperaturi oko 1600 ºC, nakon kojeg slijede ortopiroksen, klinopiroksen, amfibol i na kraju biotit. Paralelno s diskontinuiranim nizom kristalizira kontinuirani niz plagioklasa. Kristalizacija kontinuiranog niza započinje formiranjem bazičnog Ca-plagioklasa, nastavlja se kristalizacijom Ca-Na plagioklasa, a završava formiranjem kiselog Na- plagioklasa. Na temperaturi oko 800-700°C

kristaliziraju K-feldspat i muskovit, te na 573°C kristalizira kvarc. K-feldspat, muskovit i kvarc nisu u reakcijskom nizu. U slučaju parcijalnog taljena redoslijed je obrnut. Prvo se tali kvarc, muskovit, K-feldspat, a zatim minerali iz kontinuiranog i diskontinuiranog niza, ali obrnutim redoslijedom od procesa kristalizacije (Lugović, 2011).



Slika 4-1: Bowenov kristalizacijski niz (https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/experimental-petrology)

4.1.2. Pegmatitni stadij

Nakon kristalizacije granitnih stijena u glavnom magmatskom stadiju preostala magma, koja se naziva pegma, bogata je volatilima vodene pare (H_2O), bora (B), fluora (F), klora (Cl) i fosfora (P) i inkompatibilnim elementima (Li, Rb, REE, Nb, Ta, W, P, Sn, itd) koji tvore rijetke minerale. Volatili povećavaju fluidnost i smanjuju viskozitet pegme. U fluidnim magmama ioni su vrlo mobilni, te se tijekom kristalizacije razvijaju kristali velikih do ekstremnih dimenzija. Temperatura nastanka pegmatita je 700-350°C. Mobilna pegma prodire u okolne stijene stvarajući dajkove, žile i ispune. U pegmatitima se javljaju mnogi egzotični minerali (turmalin, granat, spodumen, topaz, lepidolit, cinvaldit), te rudni minerali (volframit, šelit, beril, kasiterit). Ukoliko volatili napuste magmu, kristaliziraju sitnozrnati mineralni agregati koji se nazivaju apliti. U njima se ne javljaju rudni minerali (Evans, 1993; Lugović, 2011).

4.2. Kriteriji i parametri za klasifikaciju magmatskih stijena

Kriteriji i parametri za klasifikaciju i nomenklaturu magmatskih stijena su strukturni kriterij, kvalitativni mineraloški kriterij, kvantitativni mineraloški kriterij i kemijski kriterij.

4.2.1. Strukturni kriterij

Prema strukturnom kriteriju magmatske stijene dijele se na intruzivne, efuzivne i žilne stijene. Intruzivne stijene kristaliziraju duboko ispod površine. Zbog visokih temperatura u unutrašnjosti Zemlje kristaliziraju vrlo sporo, stoga se formiraju zrna podjednake veličine vidljiva golim okom. Karakterizira ih zrnata struktura. Efuzivne stijene kristaliziraju nakon što se magma izlije na površinu. Najčešće se sastoje od fenokristala koji se nalaze u matriksu izgrađenom od minerala koji nisu vidljivi golim okom. Takav tip strukture je porfiran. Žilne stijene kristaliziraju u pukotinama ranije formiranih stijena te dimenzije njihovih minerala variraju od sitnih do ekstremno velikih dimenzija. Ukoliko imaju sastav sličan matičnoj stijeni prema strukturnom kriteriju su ašistne stijene, a ako im je sastav različit, onda su to dijašistne stijene (Lugović, 2011).

4.2.2. Kvalitativni kriterij

Kvalitativni mineraloški kriterij obuhvaća strukturni kriterij i kvalitativni modalni mineralni sastav stijene. Stijene iste strukture, ako sadrže istovrsne minerale, razvrstavaju se dalje u familije. Ako se radi o kiselim intruzivnim stijenama čiji su modalni minerali kvarc, plagioklas i K-feldspat, spadaju u porodicu granita-granodiorita. Ako se radi o stijenama s istim modalnim sastavom, ali porfirnom strukturom, pripadaju u porodicu riolita-dacita (Lugović, 2011).

4.2.3. Kvantitativni kriterij

Kvantitativni mineraloški kriterij podrazumijeva poznavanje volumnog udjela pojedinih minerala u stijeni. Pomoću omjera udjela plagioklasa i alkalnog feldspata stijene se razvrstavaju i imenuju unutar jedne porodice. Tako se kisela intruzivna stijena sa zrnatom strukturom, modalnim sastavom (kvarc, K- feldspat, plagioklas) i udjelom alkalnog feldspata većim od 7/8, a udjelom plagioklasa manjim od 1/8 naziva alkalni granit. Dok će se ista stijena, ali s udjelom feldspata od 1/3-2/3 i udjelom plagioklasa od 2/3-1/3, nazivati granodiorit (Lugović, 2011).

4.2.4. Kemijski kriterij

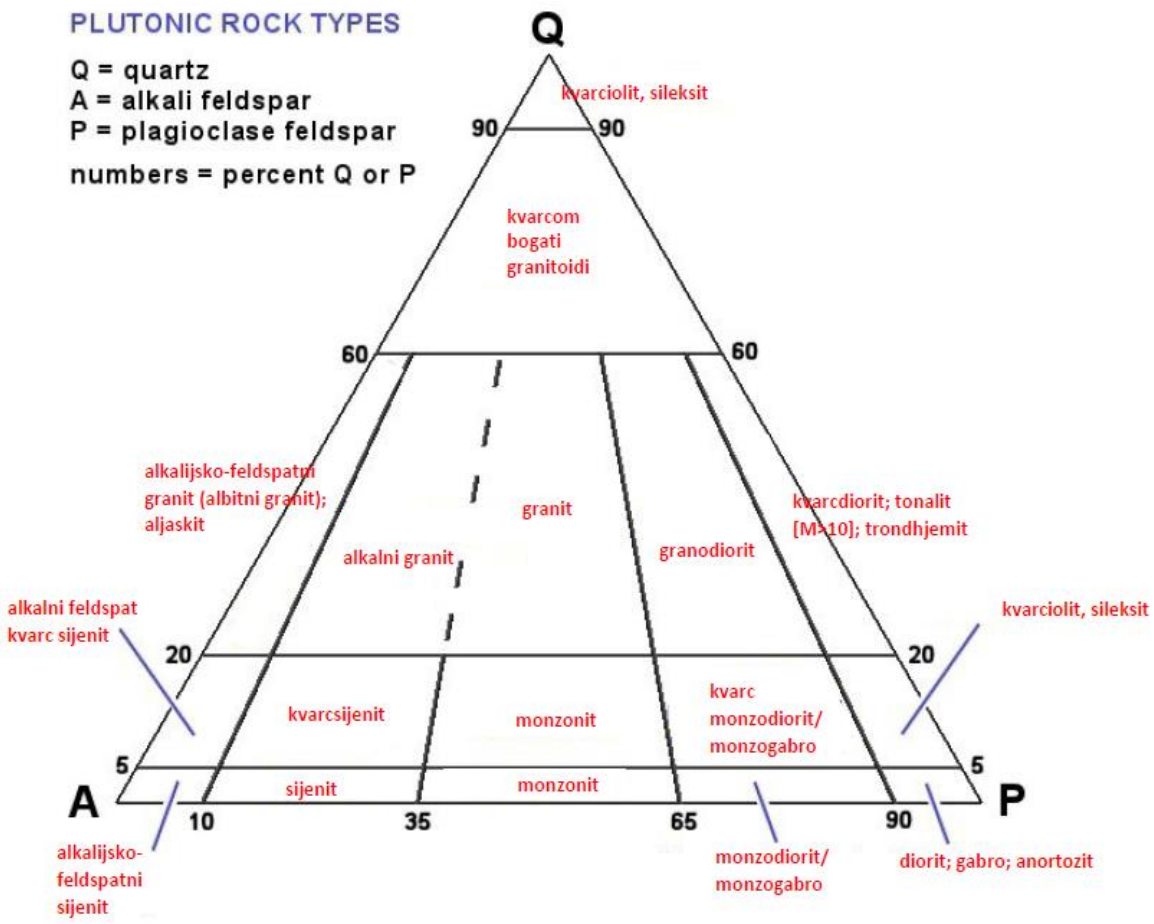
Kemijski kriterij podrazumijeva poznavanje koncentracije glavnih elemenata. Prema stupnju zasićenosti sa SiO_2 komponentom, stijene se dijele na kisele, neutralne, bazične i ultrabazične.

Kisele stijene su prezasićene, sadrže >63% SiO_2 komponente te se u njima pojavljuje modalni kvarc. Neutralne stijene sa SiO_2 komponentom od 63-52% su zasićene, te je u njima moguća pojava neznatne količine modalnog kvarca. Bazične stijene sa 52-45% SiO_2 komponente su nezasićene, te se u njima ne pojavljuje modalni kvarc. Ultrabazične stijene sa manje od 45% SiO_2 komponente su podzasićene i u njima pojava modalnog kvarca nije moguća (Lugović, 2011).

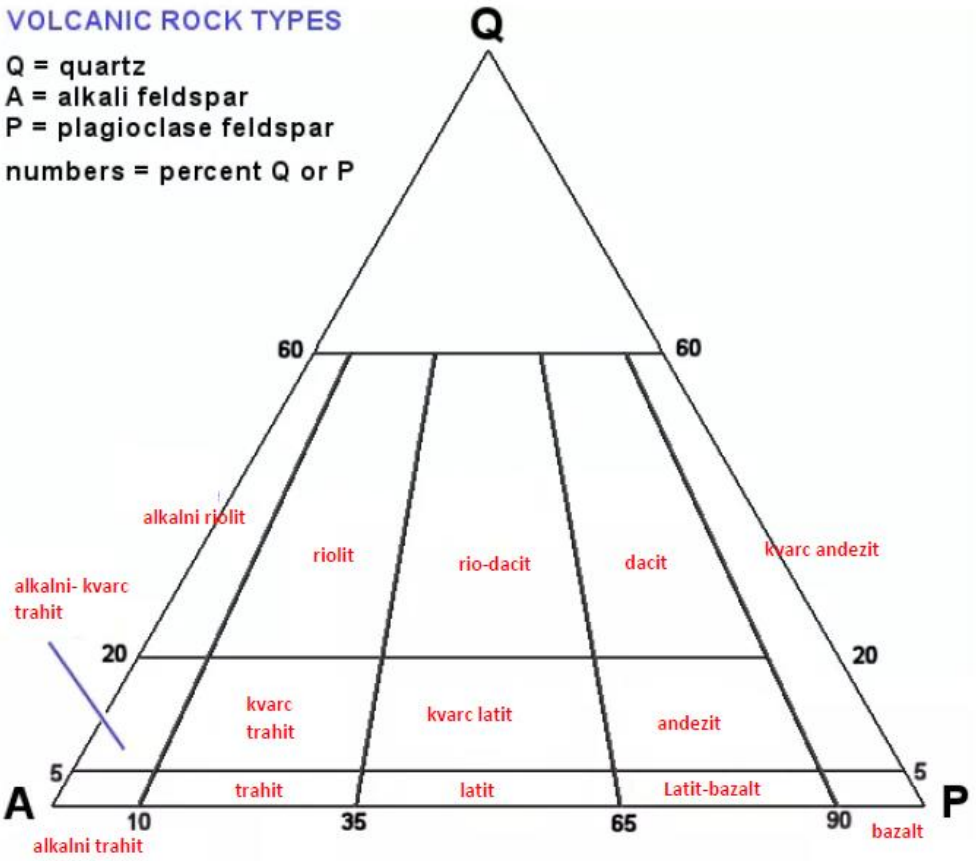
4.3. Klasifikacijski dijagrami za određivanje vrste magmatskih stijena

Ukoliko je mineralni sastav stijene poznat te su procijenjeni omjeri pojedinih minerala u stijeni, pomoću klasifikacijskih dijagrama moguće je odrediti naziv stijene.

Identifikacija kiselih i neutralnih stijena olakšana je QAP dijagramom (Slika 4-2, 4-3). Na njemu je prikazano kako se imenuju stijene s obzirom na udio kvarca (Q), alkalijskih feldspata (A) i plagioklasa (P). Brojevi koji se vide na dijagramu označavaju postotke pojedinih minerala. Stijene koje se nalaze na vrhovima dijagrama, pretežito se sastoje od minerala koji se nalazi na vrhu; stijene koje se nalaze na pola puta između dva vrha, sastoje se od dva minerala na susjednim vrhovima; stijene koje se nalaze na sredini jednog od trokuta, sadrže podjednake udjele sva tri mineraıa κoja ih okružuju.



Slika 4-2: Klasifikacija kiselih i neutralnih intruzivnih stijena (QAP dijagram) (https://www.thoughtco.com/igneous-rock-classification-diagrams-4122900).



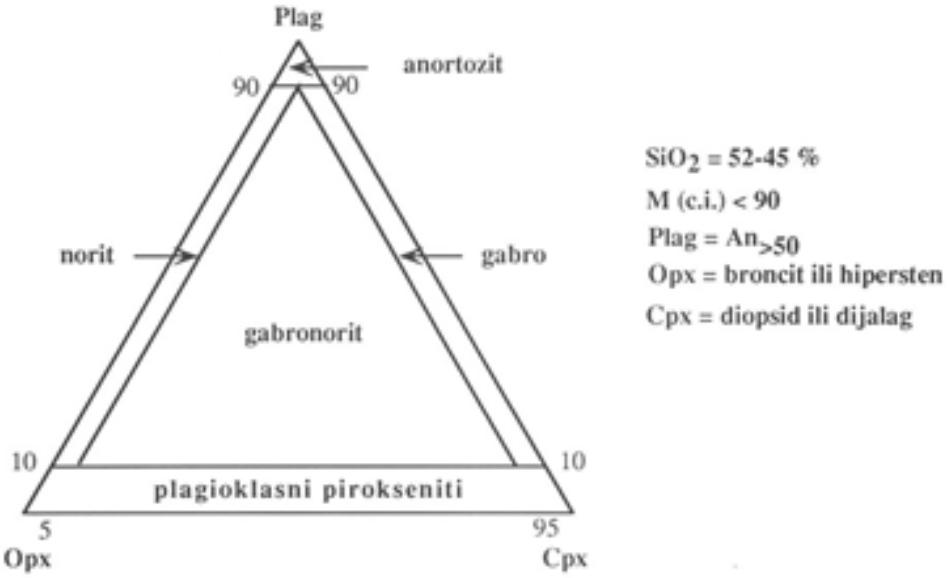
Slika 4-3: Klasifikacija kiselih i neutralnih efuzivnih stijena (QAP dijagram)

(https://www.thoughtco.com/igneous-rock-classification-diagrams-4122900)

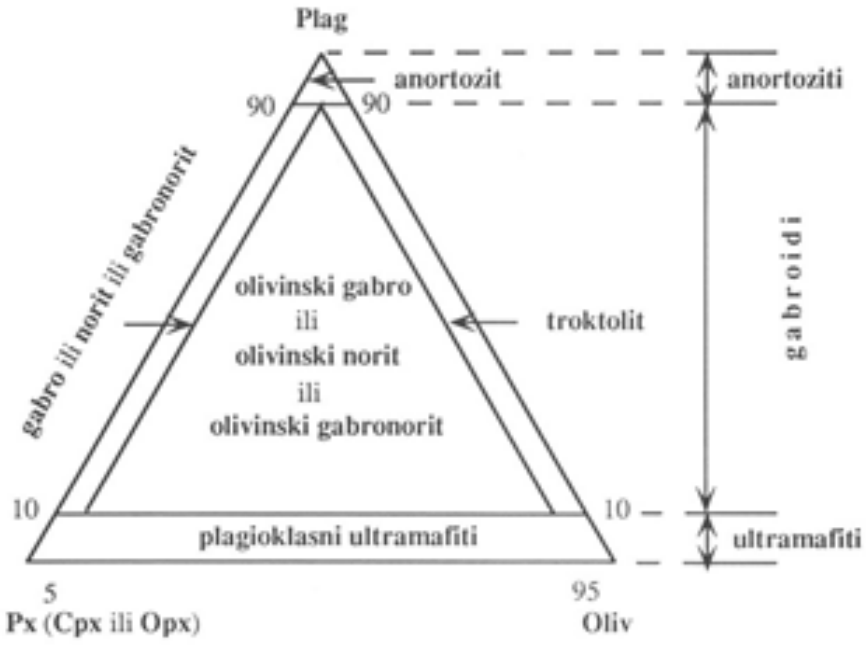
Identifikacija bazičnih intruzivnih stijena određuje se pomoću trokomponentnog dijagrama plagioklas- ortopiroksen-klinopiroksen koji je prikazan na slici 4-4. Imenovanje stijene se određuje na isti način kao u QAP dijagramu. Na temelju udjela plagioklasa, ortopiroksena i klinopiroksena u stijeni, određuje se njeno ime. Na primjer, stijena koja sadrži više od 90% plagioklasa naziva se anortozit, a stijena koja sadrži podjednaku količinu plagioklasa i klinopiroksena je gabro. Ukoliko bazična intruzivna stijena pored glavnih minerala sadrži i olivin, imenovanje se vrši prema trokomponentnom dijagramu plagioklas-piroksen-olivin, koji je prikazan na slici 4-5.

Bazična efuzivna stijena naziva se bazalt. Glavni mineralni sastav bazalta čine plagioklas i klinopiroksen. Od akcesornih minerala, u bazaltu se javljaju kromit, titanomagnetit, ilmenit i apatit.

Bazična žilna stijena naziva se dijabaz, a sastoji se od bijelih do zelenkastih štapićastih plagioklasa i klinopiroksena.

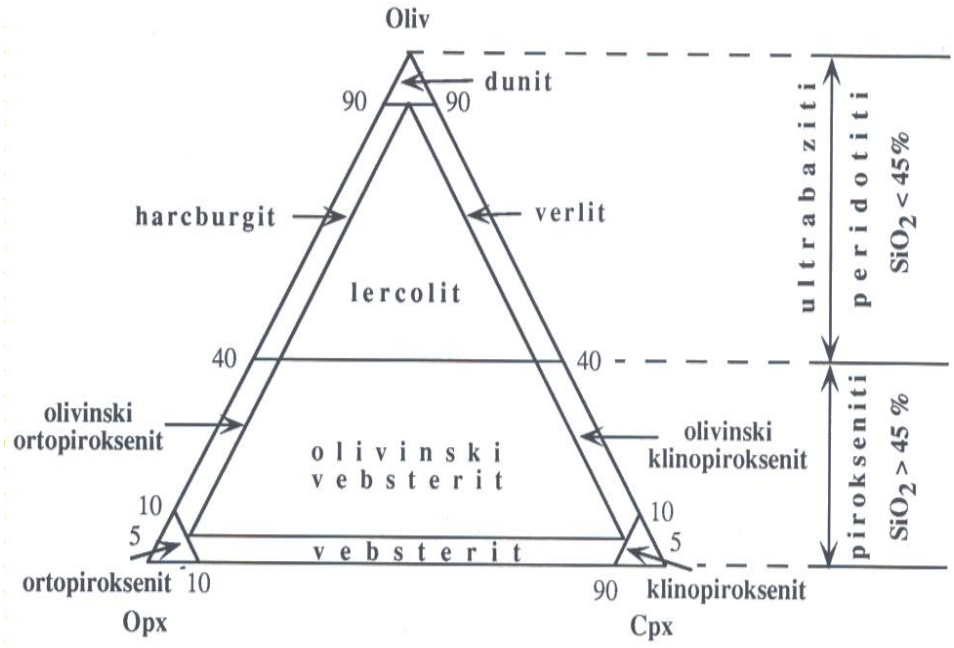


Slika 4-4: Klasifikacija bazičnih intruzivnih stijena (trokomponentni dijagram plagioklas-ortopiroksen- klinopiroksen) (Lugović, 2011).



Slika 4-5: Klasifikacija bazičnih intruzivnih stijena (trokomponentni dijagram plagioklas-piroksen- olivin) (Lugović, 2011).

Nomenklatura ultrabazičnih stijena određuje se pomoću trokomponentnog dijagrama olivin-ortopiroksen-klinopiroksen (Slika 4-6) na temelju udjela pojedinih minerala u stijeni.



Slika 4-6: Klasifikacija ultrabazičnih stijena (trokomponentni dijagram olivin- ortopiroksen-klinopiroksen) (Lugović, 2011).

5. IDENTIFIKACIJA I OPIS PROMATRANIH UZORAKA

5.1. Ultrabazične stijene

U ultrabazičnim stijenama sadržaj SiO_2 komponente je <45%. Glavni minerali koji formiraju ove stijene su olivin, klinopiroksen i ortopiroksen.

5.1.1. Peridotit (PRD1)

Peridotit je ultrabazična i ultramafitna intruzivna stijena (Slika 5-1a). Ima homogenu teksturu, a zrnatu strukturu. Sastoji se od minerala olivina, ortopiroksena i klinopiroksena (Tablica 5-1a, 5-1b).



Slika 5-1 a: Peridotit (PRD1)

Tablica 5-1a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Olivin	Ortopiroksen	Klinopiroksen
Boja	Žuto zelena, maslinasto zelena	Crna	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Siv do bijel	Siv do bijel
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	Forsterit 7, fayalit 6,5	5.5-6	5-7
Oblik kristala	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	60%	20%	20%
Specifična svojstva	/	/	/

Tablica 5-1b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PERIDOTIT (PRD1)
Boja	Ultramafitna (holomelanokratna)
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	Serpentinizacija

5.1.2. Dunit (DNT)

Dunit je ultrabazična intruzivna stijena homogene teksture i zrnate strukture (Slika 5-3a). Prema intenzitetu obojenja je holomelanokratna stijena. Sastoji od minerala olivina koji je mjestimice alteriran u serpentin (Tablica 5-3a, 5-3b).



Slika 5-2 a: Dunit (DNT)

Tablica 5-2a: Identifikacija minerala u uzorku

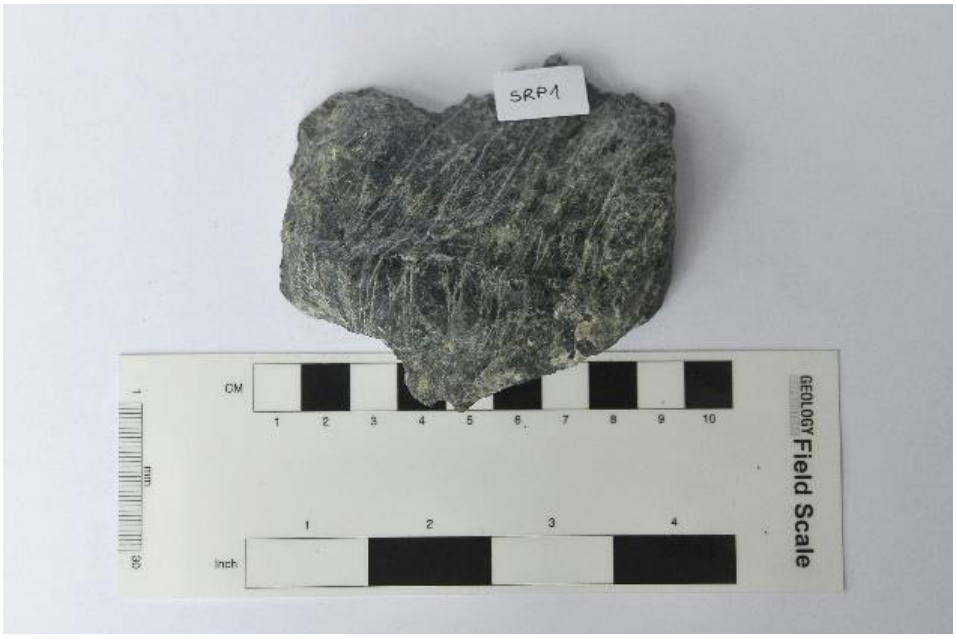
Identifikacija minerala	Olivin
Boja	Žuto zelena, maslinasto zelena
Crt (ogreb)	Bijel
Sjaj	Staklast
Kalavost	/
Tvrdoća	Forsterit 7, fayalit 6,5
Oblik kristala	Alotriomorfan
Udio minerala	>90%
Specifična svojstva	/

Tablica 5-2b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	DUNIT (DNT)
Boja	Holomelanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	Serpentinizacija

5.1.3. Serpentinit (SRP1, SRP2, SRP3)

Serpentinit je ultrabazična intruzivna melanokratna stijena. Tekstura mu je homogena, a struktura zrnata (Slika 5-3a, b, c). Serpentinit nastaje alteracijom olivinom bogatih minerala. Sastav ove stijene čini skupina minerala serpentina, u koju spadaju minerali krizotil, lizardit i antigorit. Makroskopski nije moguće odrediti o kojem je mineralu riječ (Tablica 5-3a, 5-3b).



Slika 5-3 a: Serpentinit (SRP1)



Slika 5-3 b: Serpentinit (SRP2)



Slika 5-3 c: Serpentinit (SRP3)

Tablica 5-3a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Serpentin
Boja	Zelena, svjetlo žuta, bijela
Crt (ogreb)	Bijel
Sjaj	Bez sjaja
Kalavost	/
Tvrdoća	2,5-3,5
Oblik kristala	Alotriomorfan
Udio minerala	>90%
Specifična svojstva	/

Tablica 5-3b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	SERPENTINIT (SRP1, SRP2, SRP3)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	Serpentinizacija

5.2. Bazične magmatske stijene

U bazičnim stijenama SiO_2 komponenta varira u rasponu od 45-52%. Minerali koji se javljaju u različitim kombinacijama su plagioklas, klinopiroksen, ortopiroksen i olivin.

5.2.1. Gabro (GBR1, GBR2, GBR3, GBR4, GBR5)

Gabro je bazična melanokratna intruzivna stijena (Slika 5-4a, b, c, d). Tekstura mu je homogena, a struktura zrnata. Sastoji se od plagioklasa i klinopiroksena (Tablica 5-4a, 5-4b).



Slika 5-4 a: Gabro (GBR1)



Slika 5-4 b: Gabro (GBR2)



Slika 5-4 c: Gabro (GBR3)



Slika 5-4 d: Gabro (u sredini uzorka) (GBR4)



Slika 5-4 e: Gabro (GBR5)

Tablica 5-4a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Klinopiroksen
Boja	Bijela	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Siv do bijel
Sjaj	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/
Tvrdoća	6-6.5	5-7
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	40%	60%
Specifična svojstva	/	/

Tablica 5-4b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	GABRO (GBR, GBR1, GBR2, GBR3, GBR4)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	/

5.2.2. Bazalt (BAZALT, BZL1, BZL2, BZL5)

Bazalt je bazična efuzivna stijena (Slika 5-5a, b, c, d) i ujedno i najčešća magmatska efuzivna stijena nađena na Zemljinoj površini. Ima homogenu teksturu, a porfirnu strukturu. Prema indeksu obojenja bazalt spada u melanokratne stijene. Sastoji se od klinopiroksena i plagioklasa (Tablica 5-5a, 5-5b).



Slika 5-5 a: Bazalt (BAZALT)



Slika 5-5 b: Bazalt (BZL2)



Slika 5-5 c: Bazalt (BZL5)

Tablica 5-5a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Klinopiroksen
Boja	Bijela	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Siv do bijel
Sjaj	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/
Tvrdoća	6-6.5	5-7
Oblik kristala	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	40%	60%
Specifična svojstva	/	/

Tablica 5-5b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	BAZALT (BAZALT, BZL2, BZL5)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Mandulasta (BAZALT), homogena (BZL2), vezikularna (BZL5)
Struktura	Porfirna
Po nastanku	Efuzivna
Alteracije	/

5.2.3. Olivinski bazalt (BZL3)

Olivinski bazalt je bazična efuzivna stijena (Slika 5-6a). Prema indeksu obojenja je melanokratna stijena. Tekstura mu je homogena, a struktura porfirna. Sastoji se od fenokristala klinopiroksena i plagioklasa u sitnozrnatom matriksu sastavljenog od istih minerala (Tablica 5-6a, 5-6b).



Slika 5-6 a: Olivinski bazalt (BZL3)

Tablica 5-6a: Identifikacija minerala u uzorku

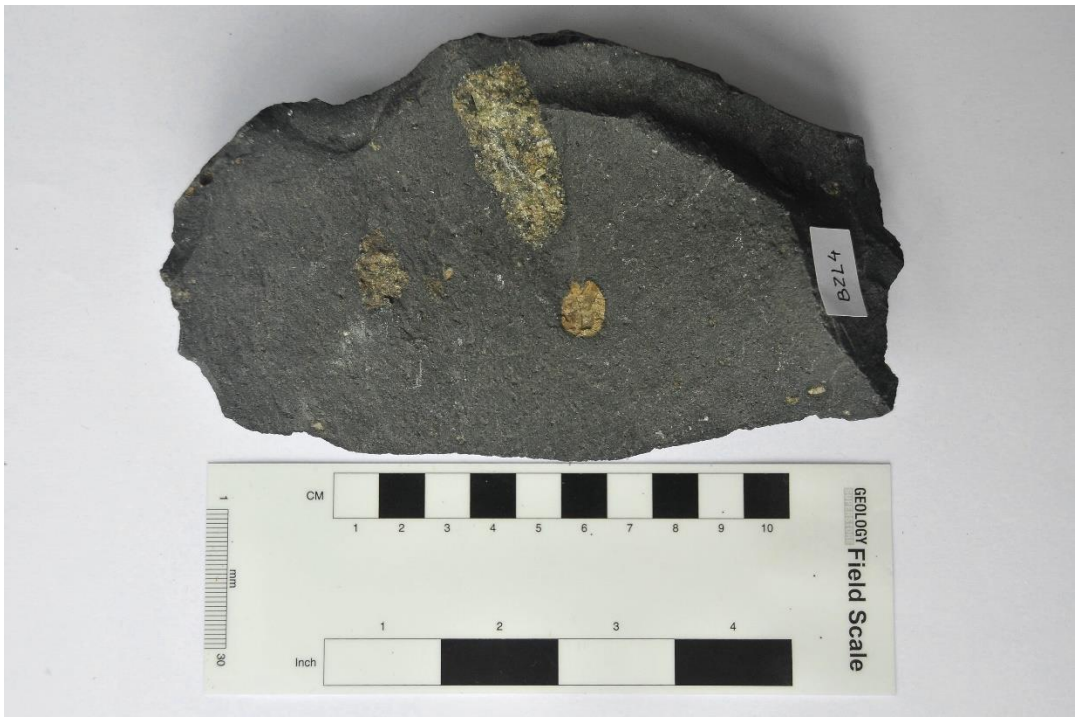
Identifikacija minerala	Plagioklas	Klinopiroksen	Olivin
Boja	Bijela	Crna	Žuto zelena, maslinasto zelena
Crt (ogreb)	Bijela	Siv do bijel	Bijel
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	5-7	Forsterit 7, fayalit 6,5
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	30%	60%	10%
Specifična svojstva	/	/	/

Tablica 5-6b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	OLIVINSKI BAZALT (BZL3)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfirna
Po nastanku	Efuzivna
Alteracije	Serpentinizacija

5.2.4 Bazalt s peridotitnim ksenolitima (BZL4)

Bazalt je melanokratna bazična efuzivna stijena (Slika 5-7a). Osim fenokristala klinopiroksena i plagioklasa u matriksu, ovaj uzorak sadrži i ksenolite peridotita u kojima se vide svježi maslinasto zeleni olivini. Tekstura mu je homogena, a struktura porfirna (Tablica 5-7a, 5-7b).



Slika 5-7 a: Bazalt s peridotitnim ksenolitima (BZL4)

Tablica 5-7a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Klinopiroksen	Olivin
Boja	Bijela	Crna	Žuto zelena, maslinasto zelena
Crt (ogreb)	Bijela	Siv do bijel	Bijel
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	5-7	Forsterit 7, fayalit 6,5
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	30%	60%	10%
Specifična svojstva	/	/	/

Tablica 5-7b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	BAZALT S PERIDOTITNIM KSENOLITIMA (BZL4)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfirna
Po nastanku	Efuzivna
Alteracije	Serpentinizacija

5.2.5. Dijabaz (DJB3, DJB4, DJB5)

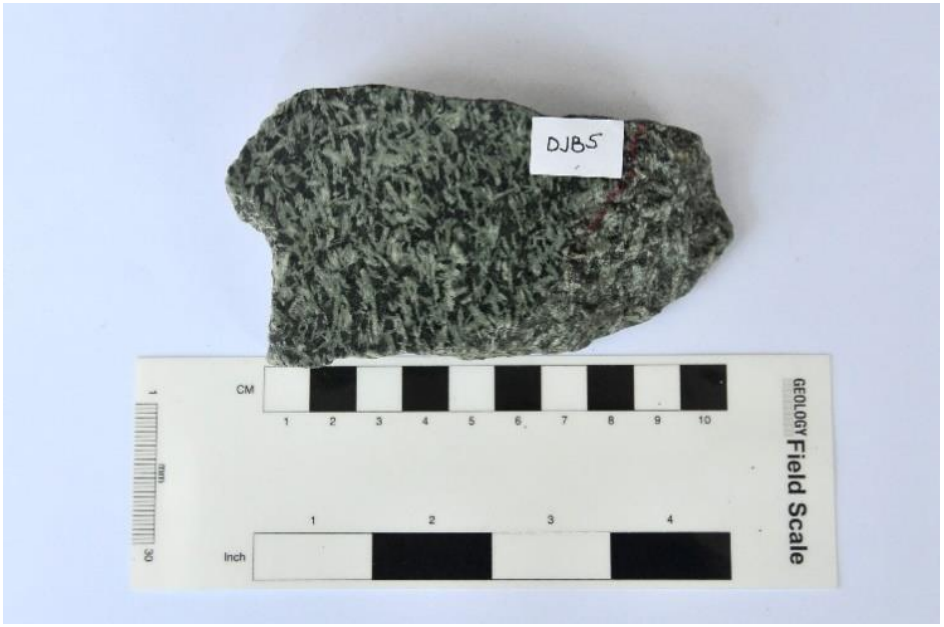
Dijabaz je bazična mezokratna žilna stijena homogene teksture (Slika 5-8a, b, c). Glavna karakteristika dijabaza je ofitna struktura koju čine isprepleteni, bijeli do zelenkasti (kloritizirani), štapićasti plagioklasi i klinopirokseni (Tablica 5-9a, 5-9b).



Slika 5-8 a: Dijabaz (DJB3)



Slika 5-8 b: Dijabaz (DJB4)



Slika 5-8 c: Dijabaz (DJB5)

Tablica 5-8a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Klinopiroksen
Boja	Bijela	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Siv do bijel
Sjaj	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/
Tvrdoća	6-6.5	5-7
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	55%	45%
Specifična svojstva	/	/

Tablica 5-8b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	DIJABAZ (DJB3, DJB4, DJB5)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Ofitna
Po nastanku	Žilna
Alteracije	Kloritizacija

5.2.6. Piroksenit (PRK)

Piroksenit je bazična holomelanokratna žilna stijena (Slika 5-9a). Tekstura mu je homogena, a struktura zrnata. Sastoji se od piroksena, ali tek mikroskopski bi se vidjelo radi li se o klinopiroksenu, ortopiroksenu ili obje vrste piroksena (Tablica 5-9a, 5-9b).



Slika 5-9 a: Piroksenit (PRK)

Tablica 5-9a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Ortopiroksen	Klinopiroksen
Boja	Crna	Crna
Crt (ogreb)	Siv do bijel	Siv do bijel
Sjaj	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/
Tvrdoća	5.5-7	5-7
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	50%	50%
Specifična svojstva	/	/

Tablica 5-9b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PIROKSENIT (PRK)
Boja	Ultramafitna (holomelanokratna)
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Žilna
Alteracije	/

5.2.7. Anortozit (LBR1, LBR2, LBR3)

Anortozit je bazična intruzivna melanokratna stijena (Slika 5-10a, b, c). Tekstura mu je homogena, a struktura zrnata. Više od 90% sastava ove stijene čini Ca-bogati plagioklas, točnije labrador, s nešto opákih minerala (Tablica 5-10a, 5-10b). Glavna karakteristika ove stijene je svojstvo labradorescencije, odnosno promjene boje minerala ovisno o kutu gledanja. To svojstvo je posljedica odbijanja svjetlosti od sitnih lamela plagioklasa manjih od jednog makrometra.



Slika 5-10 a: Anortozit (LBR1)



Slika 5-10 b: Anortozit (LBR2)



Slika 5-10 c: Anortozit (LBR3)

Tablica 5-10a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas
Boja	Siva
Crt (ogreb)	Bijel
Sjaj	Staklast
Kalavost	/
Tvrdoća	6-6.5
Oblik kristala	Hipidiomorfan
Udio minerala	>90%
Specifična svojstva	Labradorescencija

Tablica 5-10b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	ANORTOZIT (LBR1, LBR2, LBR3)
Boja	Melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	/

5.3. Neutralne magmatske stijene

Glavni minerali neutralnih magmatskih stijena su plagioklas, alkalni feldspat i hornblenda. Minerali koji se uz njih mogu pojaviti su biotit, ortopiroksen i klinopiroksen. Udio SiO_2 komponente u ovim stijenama je u rasponu od 63-52%.

5.3.1. Sijenit (SJN)

Sijenit je neutralna mezokratna intruzivna stijena (Slika 5-11a). Tekstura mu je homogena, a struktura zrnata. Sastoji se od alkalnog feldspata, plagioklasa i hornblende. Udio alkalnog feldspata je veći od 2/3, a udio plagioklasa je manji od 1/3 (Tablica 5-11a, 5-11b).



Slika 5-11 a: Sijenit (SJN)

Tablica 5-11a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Alkalni feldspat	Plagioklas	Hornblenda
Boja	Ružičasto crvena	Bijela	Tamno zelena, tamno smeđa ili crna
Crt (ogreb)	Bijel	Bijel	Sivozelen do sivosmeđ
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	6-6.5	5,5-6
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	55%	10%	35%
Specifična svojstva	/	/	/

Tablica 5-11b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	SIJENIT (SJN)
Boja	Mezokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	/

5.3.2. Trahit (TRH2, TRH3)

Trahit je neutralna mezokratna efuzivna stijena (Slika 5-12a, b). Tekstura mu je homogena, a struktura porfirna. Sastoji se uglavnom od alkalnog feldspata i nešto plagioklasa, s manjim količinama femskih minerala, odnosno hornblende i biotita. Udio alkalnog feldspata (uobičajeno sanidina) je veći od 2/3, a udio plagioklasa je manji od 1/3 (Tablica 5-12a, 5-12b).



Slika 5-12 a: Trahit (TRH2)



Slika 5-12 b: Trahit (TRH3)

Tablica 5-12a: Identifikacija minerala u uzorku

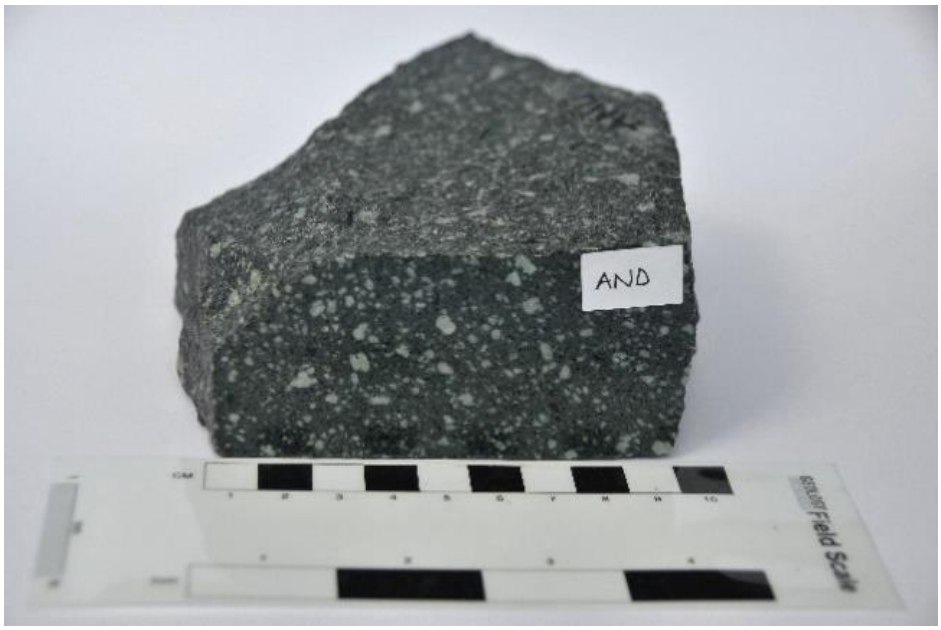
Identifikacija minerala	Plagioklas	Alkalni feldspat	Hornblenda	Biotit
Boja	Bijela	Ružičasta	Tamno zelena, tamno smeđa ili crna	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Bijel	Sivo zelen do sivo smeđ	Siv
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast	Metalan
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	6-6.5	5,5-6	2.5-3
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan do idiomorfan	Idiomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	15%	60%	10%	5%
Specifična svojstva	/	/	/	/

Tablica 5-12b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	TRAHIT (TRH2, TRH3)
Boja	Mezokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfirna
Po nastanku	Efuzivna
Alteracije	/

5.3.3. Andezit (AND, AND1, AND2, AND3, AND4, AND5)

Andezit je neutralna mezokratna efuzivna stijena (Slika 5-13a, b, c, d, e , f). Tekstura mu je homogena, a struktura porfirna. Sastoji se od plagioklasa, alkalnog feldspata i hornblende. Udio alkalnog feldspata je manji od 1/3, a udio plagioklasa je veći od 2/3 (Tablica 5-13a, 5-13b).



Slika 5-13 a: Andezit (AND)



Slika 5-13 b: Andezit (AND1)



Slika 5-13 c: Andezit (AND2)



Slika 5-13 d: Andezit (AND3)



Slika 5-13 e: Andezit (AND4)



Slika 5-13 f: Andezit (AND5)

Tablica 5-13a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Alkalni feldspat	Hornblenda
Boja	Bijela	Ružičasta	Tamno zelena, tamno smeđa ili crna
Crt (ogreb)	Bijel	Bijel	Sivo zelen do sivo smeđ
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	6-6.5	5,5-6
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	60%	20%	10%
Specifična svojstva	/	/	/

Tablica 5-13b: Identifikacija stijene

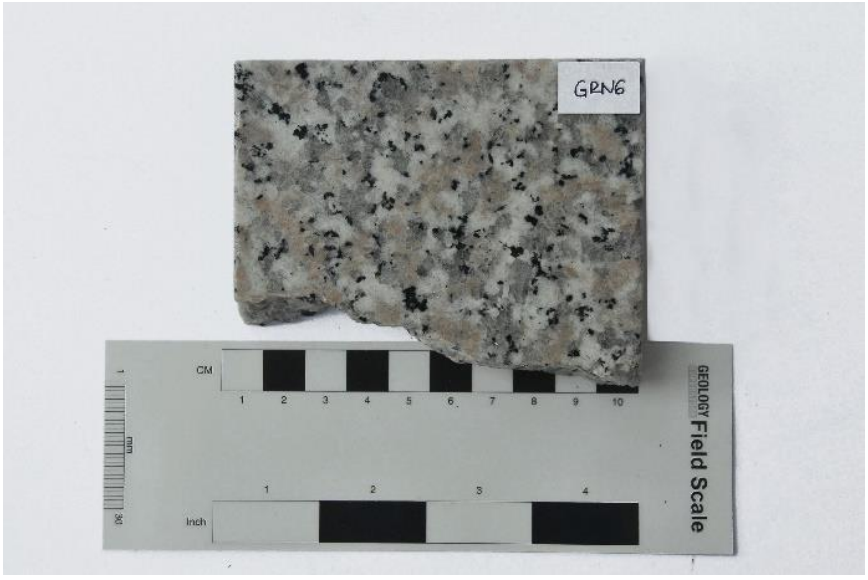
Identifikacija stijene	ANDEZIT (AND, AND1, AND2, AND3 AND4, AND5)
Boja	Mezokratna-melanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfirna
Po nastanku	Efuzivna
Alteracije	Propilitizacija

5.4. Kisele magmatske stijene

Glavni minerali koji se pojavljuju u kiselim stijenama su kvarc, alkalni feldspat i plagioklas, a sporedni muskovit, biotit i amfibol. Sadržaj komponente SiO_2 iznosi 63-52%.

5.4.1. Alkalni granit (GRN6, GRN7, GRN5, GRN9)

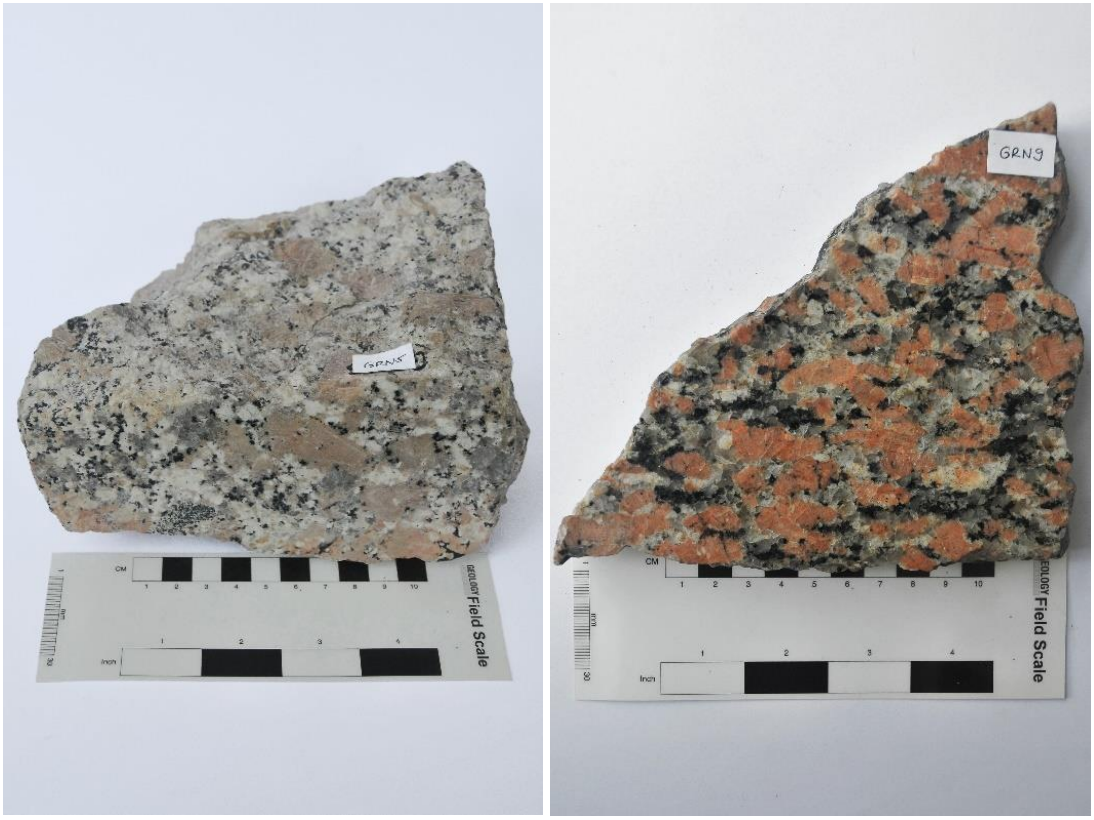
Alkalni granit je kisela intruzivna leukokratna stijena homogene teksture i zrnate strukture (Slika 5-14a, b, c, d). Sadrži alkalni feldspat, plagioklas, kvarc i biotit. Sadržaj alkalnog feldspata veći je od 7/8, a sadržaj plagioklasa manji je od 1/8 (Tablica 5-14a, 5-14b).



Slika 5-14 a: Alkalni granit (GRN6)



Slika 5-14 b: Alkalni granit (GRN7)



Slika 5-14 c: Alkalni granit (GRN5), **Slika 5-14 d:** Alkalni granit (GRN9)

Tablica 5-14a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Kvarc	Alkalni feldspat	Biotit	Hornblenda
Boja	Bijela	Prozirna	Ružičasta	Crna	Tamno zelena, tamno smeđa ili crna
Crt (ogreb)	Bijela	Bijela	Bijela	Siva	Sivo zelen do sivo smeđ
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast	Metalan	Staklast
Kalavost	/	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	7	6-6.5	2.5-3	5,5-6
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	20%	15%	50%	5%	10%
Specifična svojstva	/	/	/	/	/

Tablica 5-14b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	ALKALNI GRANIT (GRN5, GRN6, GRN7, GRN9)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	/

5.4.2. Granit (GRN4, GRN8, GRN12, GRN13)

Granit je kisela intruzivna stijena (Slika 5-15a, b, c, d). Prema intenzitetu obojenja je leukokratna stijena. Tekstura mu je homogena,a struktura zrnata. Uz glavne minerale kao što su kvarc, plagioklas i alkalni feldspat, sadrži i biotit. Sadržaj alkalnog feldspata je 7/8-2/3, a plagioklasa 1/8-1/3 (Tablica 5-15a, 5-15b).



Slika 5-15 a: Granit (GRN4)



Slika 5-15 b: Granit (GRN8)



Slika 5-15 c: Granit (GRN12)



Slika 5-15 d: Granit (GRN13)

Tablica 5-15a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Kvarc	Alkalni feldspat	Biotit
Boja	Bijela	Prozirna	Ružičasta	Crna
Crt (ogreb)	Bijela	Bijela	Bijela	Siva
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast	Metalan
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	7	6-6.5	2.5-3
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	20%	15%	50%	15%
Specifična svojstva	/	/	/	/

Tablica 5-15b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	GRANIT (GRN4, GRN8, GRN12, GRN13)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Zrnata
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	/

5.4.3. Granodiorit

Granodiorit je kisela mezokratna intruzivna stijena (Slika 5-16a). Tekstura mu je homogena, a struktura uobičajeno zrnata, a u nekim slučajevima i porfiroidna. Sadrži kvarc, alkalni feldspat, plagioklas, biotit ± muskovit. Sadržaj alkalnog feldspata je 1/3-2/3, a plagioklasa 2/3-1/3 (Tablica 5-16a, 5-16b).

5.4.3.1. Granodiorit (GRD2)



Slika 5-16 a: Granodiorit (GRD2)

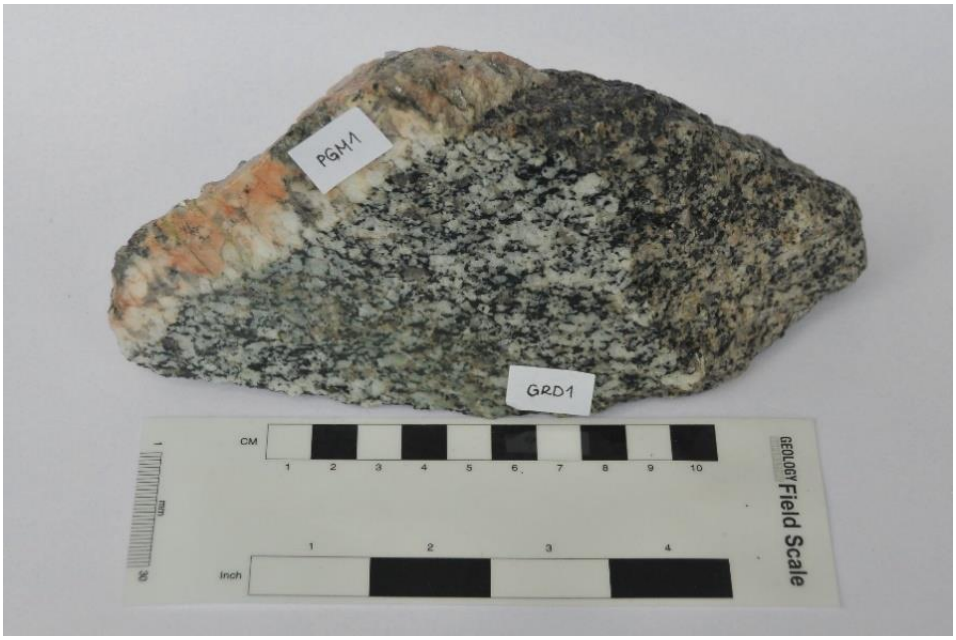
Tablica 5-16a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Kvarc	Alkalni feldspat	Plagioklas	Biotit
Boja	Prozirna	Bijela, ružičasta	Bijela	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Bijel	Bijela	Siv
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast	Metalan
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	7	6-6,5	6-6,5	2.5-3
Oblik kristala	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	20%	30%	25%	25%
Specifična svojstva	/	/		/

Tablica 5-16b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	GRANODIORIT (GRD2)
Boja	Mezokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfiroidna
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	Kaolinitizacija

5.4.3.2. Granodiorit (GRD3) i pegmatit (PGM1)



Slika 5-17 a: Pegmatit (PGM1), Granodiorit (GRD3)

Tablica 5-17a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas (PGM1, GRD3)	Kvarc (PGM1, GRD3)	Alkalni feldspat (PGM1, GRD3)	Muskovit (PGM1)	Biotit (PGM1, GRD3)
Boja	Bijela	Prozirna	Ružičasta	Srebrno bijel	Crna
Crt (ogreb)	Bijel	Bijel	Bijel	Bijel	Siv
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast	Staklast do sedefast	Metalan
Kalavost	/	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	7	6-6.5	2-2,5	2.5-3
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Alotriomorfan	Hipidiomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	25%%	15%	50%	10%	40%
Specifična svojstva	/	/	/	/	/

Tablica 5-17b: Identifikacija stijene

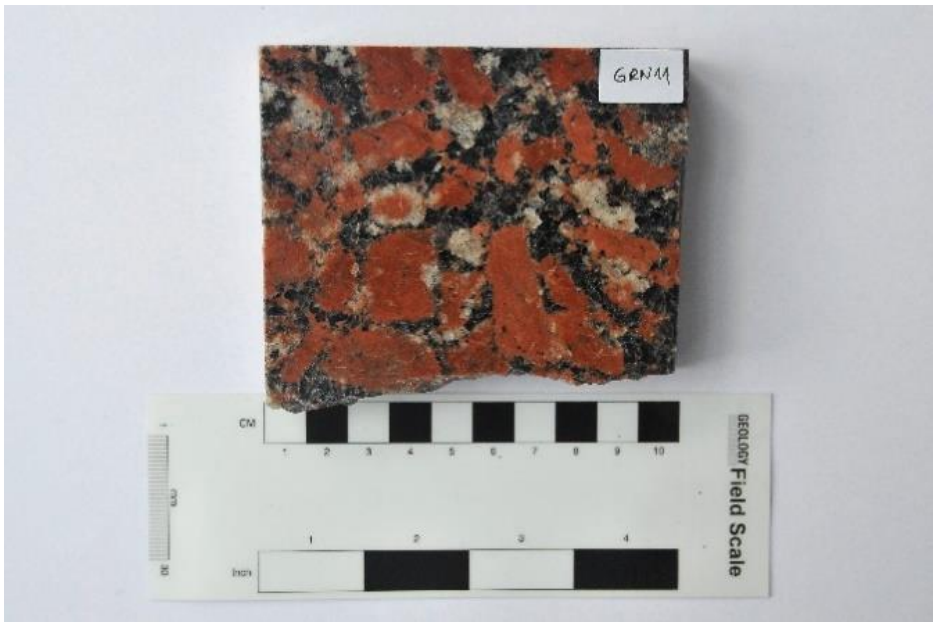
Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM1)	GRANODIORIT (GRD3)
Boja	Mezokratna	Mezokratna
Tekstura	Homogena	Homogena
Struktura	krupnozrnata	zrnata
Po nastanku	Žilna	Intruzivna
Alteracije	/	/

5.4.4. Porfiroidni alkalni granit (GRN10, GRN11)

Porfiroidni alkalni granit je mezokratna kisela intruzivna stijena (Slika 5-18a, b). Tekstura mu je homogena, a struktura porfiroidna. Sastoji se od krupnog alkalnog feldspata unutar sitnijeg matriksa sastavljenog od kvarca, plagioklasa, biotita i hornblende (Tablica 5-18a, 5-18b).



Slika 5-18 a: Porfiroidni alkalni granit (GRN10)



Slika 5-18 b: Porfiroidni alkalni granit (GRN11)

Tablica 5-18a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Plagioklas	Kvarc	Alkalni feldspat	Biotit	Amfibol
Boja	Bijela	Prozirna	Ružičasto crvena	Crna	Crna
Crt (ogreb)	Bijela	Bijela	Bijela	Siva	Bijela
Sjaj	Staklast	Staklast	Staklast	Metalan	Staklast
Kalavost	/	/	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	7	6-6.5	2.5-3	5.5-6
Oblik kristala	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Idiomorfan	Alotriomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	10%	10%	50%	10%	20%
Specifična svojstva	/	/	/	/	/

Tablica 5-18b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	ALKALNI PORFIROIDNI GRANIT (GRN10, GRN11)
Boja	Mezokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfiroidna
Po nastanku	Intruzivna
Alteracije	/

5.4.5. Opsidijan (VULKANSKO STAKLO)

Opsidijan je masivna, potpuno staklasta holomelanokratna kisela efuzivna stijena (Slika 5-19 a). Tekstura mu je homogena, a struktura porfirna (Tablica 5-19a, 5-19b).



Slika 5-19 a: Opsidijan (VULKANSKO STAKLO)

Tablica 5-19a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Staklo
Boja	Crna
Crt (ogreb)	Bijela
Sjaj	Staklast
Kalavost	/
Tvrdoća	/
Oblik kristala	Hipidiomorfan
Udio minerala	/
Specifična svojstva	/

Tablica 5-19b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	OPSIDIJAN (VULKANSKO STAKLO)
Boja	Holomelanokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Porfirna
Po nastanku	Efuzivna
Alteracije	/

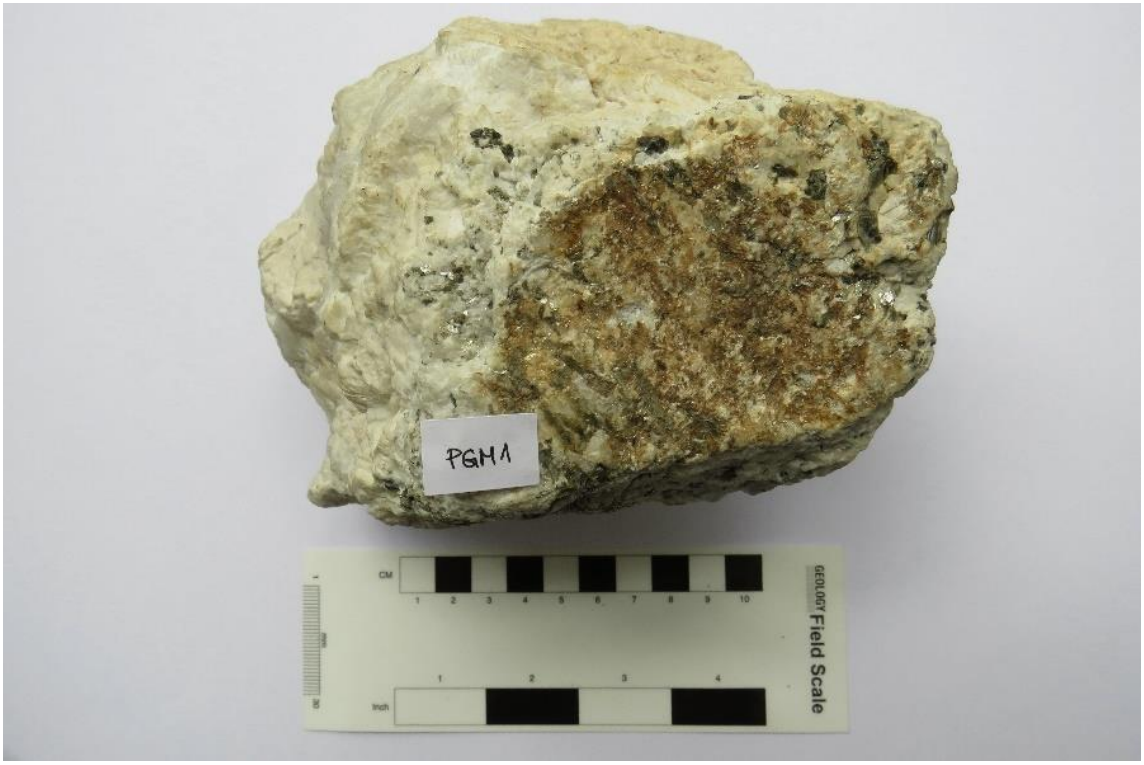
5.4.6. Pegmatit

Pegmatiti su žilne kisele stijene, te mogu biti jednostavni ili složeni. Jednostavni pegmatiti imaju jednostavan mineralni sastav (krupnozrnati kvarc, feldspati, podređeno tinjci) te nemaju razvijenu zonalnost. Složeni pegmatiti imaju složeni sastav i razvijenu zonalnu strukturu. U središnjoj centralnoj zoni nalaze se mase bijelog kvarca, krupnozrnati kvarc i feldspati, prijelazna zona je varijabilnog sastava, može imati 5-6 podzona, a rubna zona sadrži plagioklas, pertit, kvarc, muskovit, apatit, beril, granat, biotit te može sadržavati i turmalin.

U pegmatitima se javljaju mnogi egzotični minerali: turmalin, topaz, granat, lepidolit, te rudni minerali: kasiterit, beril, volframit, šelit (A. M. Evans, 1993).

5.4.6.1. Pegmatit (PGM1)

Pegmatit (PGM1) je leukokratna žilna kisela stijena (Slika 5-20a). Tekstura mu je homogena, a struktura krupnozrnata. Ima jednostavan mineralni sastav (feldspat, kvarc, biotit, muskovit) (Tablica 5-20a, 5-20b).



Slika 5-20 a: Pegmatit (PGM1)

Tablica 5-20a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Kvarc	Biotit	Muskovit	Feldspat
Boja	Proziran, bezbojan	Tamno zelena	Srebrno bijel	Ružičasta
Ogreb	Bijel	Bijel	Bijel	Bijel
Sjaj	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast do sedefast	Staklast do sedefast	Staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	7	2-3	2-2,5	6-6.5
Habitus	Alotriomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	15%	5%	10%	70%

Tablica 5-20b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM1)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Alteracije	Kaolinitizacija
Vlastita opažanja	/

5.4.6.2. Pegmatit (PGM2)

Pegmatit (PGM2) je leukokratna žilna kisela stijena homogene teksture, a krupnozrnate strukture (Slika 5-21a). Ima jednostavan mineralni sastav (muskovit, turmalin, kvarc, feldspat) (Tablica 5-21a, 5-21b).



Slika 5-21 a: Pegmatit (PGM2)

Tablica 5-21a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Muskovit	Turmalin	Kvarc	Feldspat
Boja	Srebrno bijel	Zelena	Proziran, bezbojan	Bijela
Ogreb	Bijel	Bijel	Bijel	Bijela
Sjaj	Staklast do sedefast	Staklast	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	2-2,5	7,5	7	6-6.5
Habitus	Idiomorfan	Idiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	50%	20%	15%	15%

Tablica 5-21b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM2)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.3. Pegmatit (PGM4)

Pegmatit (PGM4) je žilna kisela stijena (Slika 5-22a). Prema indeksu obojenja je leukokratna stijena. Tekstura mu je homogena, a struktura krupnozrnata. Zbog svog mineralnog sastava (turmalin, kvarc, feldspat, muskovit) pripada skupini jednostavnih pegmatita (Tablica 5-22a, 5-22b).



Slika 5-22 a: Pegmatit (PGM4)

Tablica 5-22a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Turmalin	Kvarc	Feldspat	Muskovit
Boja	Crna	Proziran, bezbojan	Bijela	Srebrno bijel
Ogreb	Bijel	Bijel	Bijela	Bijel
Sjaj	Staklast	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast	Staklast do sedefast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	7,5	7	6-6.5	2-2,5
Habitus	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	20%	20%	50%	10%

Tablica 5-22b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM4)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.4. Pegmatit (PGM5)

Složeni pegmatit (PGM5) je leukokratna žilna kisela stijena homogene teksture, a krupnozrnate strukture (Slika 5-23a). U njegovom mineralnom sastavu, osim kvarca i turmalina, pojavljuju se i rudni minerali kasiterit i beril (Tablica 5-23a, 5-23b).



Slika 5-23 a: Pegmatit (PGM5)

Tablica 5-23a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Beril	Kvarc	Kasiterit	Turmalin
Boja	Žučkasto zelena	Proziran, bezbojan	Crno smeđ	Crna
Ogreb	Bijel	Bijel	Smeđ	Bijel
Sjaj	Školjkast, ljušturast, neravan	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Mastan	Staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	7,5-8	7	6-7	7,5
Habitus	Idiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	20%	45%	15%	20%
Tip rude prema korisnom elementu		Beril, kasiterit		
Tip rude prema korisnim skupinama minerala		Berilij, kositar		

Tablica 5-23b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM5)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Složeni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.5. Pegmatit (PGM6)

Pegmatit (PGM6) je leukokratna žilna kisela stijena (Slika 5-24a). Tekstura mu je homogena, a struktura krupnozrnata. Zbog svog mineralnog sastava (alkalni feldspat, kvarc, granat) pripada skupini složenih pegmatita (Tablica 5-24a, 5-24b).



Slika 5-24 a: Pegmatit (PGM6)

Tablica 5-24a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Alkalni feldspat	Kvarc	Granat
Boja	Ružičasta	Proziran, bezbojan	Smeđe crven
Ogreb	Bijela	Bijel	Bijel
Sjaj	Staklast	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	6-6.5	7	6,5-7,5
Habitus	Hipidiotriomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	50%	25%	25%

Tablica 5-24b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM6)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Složeni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.6. Pegmatit (PGM7)

Pegmatit (PGM7) je žilna kisela stijena homogene teksture, a krupnozrnate strukture (Slika 5-25a). Prema indeksu obojenja je leukokratna stijena. Ova stijena ima jednostavan mineralni sastav (kvarc, turmalin, feldspat) (Tablica 5-25a, 5-25b).



Slika 5-25 a: Pegmatit (PGM7)

Tablica 5-25a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Kvarc	Turmalin	Feldspat
Boja	Proziran, bezbojan	Crna	Bijela
Ogreb	Bijel	Bijel	Bijela
Sjaj	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast	Staklast
Kalavost	/	/	/
Tvrdoća	7	7,5	6-6,5
Habitus	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	30%	30%	40%

Tablica 5-25b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (PGM7)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.7. Pegmatit (MKR1)

Jednostavni pegmatit (MKR1) je žilna kisela stijena koja se sastoji pretežito od krupnozrnastog feldspata (Slika 5-26a). Prema indeksu obojenja je leukokratna stijena. Tekstura ove stijene je homogena, a struktura krupnozrnata (Tablica 5-26a, 5-26b).



Slika 5-26 a: Pegmatit (MKR1)

Tablica 5-26a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Feldspat
Boja	Bijela
Ogreb	Bijela
Sjaj	Staklast
Kalavost	/
Tvrdoća	6-6.5
Habitus	Alotriomorfan
Udio minerala	>90%

Tablica 5-26b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (MKR1)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.8. Pegmatit - beril (BRL1)

Pegmatit-beril (BRL1) je leukokratna žilna kisela stijena homogene teksture i krupnozrnate strukture (Slika 5-27a). Sastoji se od rudnog minerala berila i feldspata, zbog čega pripada skupini složenih pegmatita (Tablica 5-27a, 5-27b).



Slika 5-27 a: Beril (BRL1)

Tablica 5-27a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Beril	Feldspat
Boja	Plavo zelena	Bijela
Ogreb	Bijel	Bijel
Sjaj	Školjkast, ljušturast, neravan	Staklast
Kalavost	/	/
Tvrdoća	7,5-8	6-6.5
Habitus	Idiomorfan	Alotriomorfan
Udio minerala	90%	10%
Tip rude prema korisnom elementu	Berilij	/
Tip rude prema korisnim skupinama minerala	Beril	/

Tablica 5-27b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (BRL1)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Složeni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.9. Pegmatit - kvarc (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5)

Kvarc mliječnjak (Q1, Q2), kvarc ametist (Q3), kvarc prozirac (Q4) i kvarc ružičnjak (Q5) su leukokratne žilne kisele stijene (Slika 5-28a, b, c, d, e). Imaju homogenu teksturu i krupnozrnastu strukturu. Prema mineralnom sastavu, ove stijene pripadaju skupini jednostavnih pegmatita (Tablica 5-28a, 5-28b).



Slika 5-28 a: Kvarc (Q1)



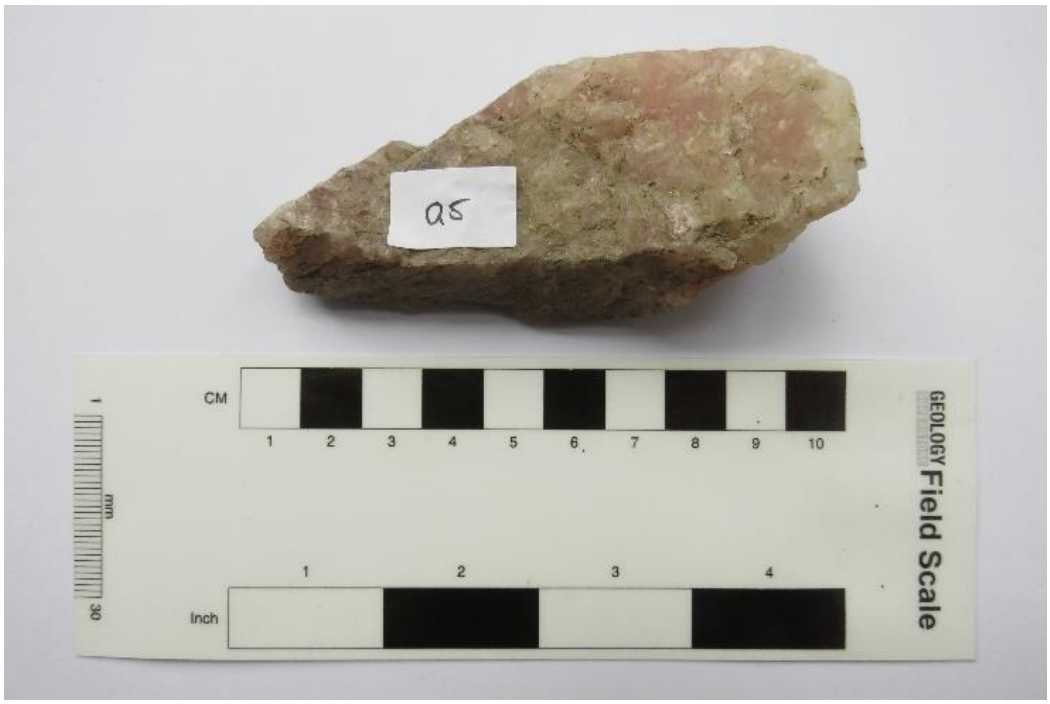
Slika 5-28 b: Kvarc (Q2)



Slika 5-28 c: Kvarc (Q3)



Slika 5-28 d: Kvarc (Q4)



Slika 5-28 e: Kvarc (Q5)

Tablica 5-28a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Kvarc mliječnjak Q1, Q2	Kvarc ametist Q3	Kvarc prozirac Q4	Kvarc ružičnjak Q5
Boja	Miječno bijela	Ljubičasta	Proziran, bezbojan	Ružičast
Ogreb	Bijel	Bijel	Bijel	Bijel
Sjaj	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast sjaj, na prijelomu mastan
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	7	7	7	7
Habitus	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	100%	100%	100%	100%

Tablica 5-28b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

5.4.6.10. Pegmatit - biotit (B1)

Pegmatit-biotit (B1) je mezokratna žilna kisela stijena homogene teksture i krupnozrnate strukture (Slika 5-29a). Ima jednostavan mineralni sastav (biotit, muskovit, kvarc, feldspat) (Tablica 5-29a, 5-29b).



Slika 5-29 a: Biotit (B1)

Tablica 5-29a: Identifikacija minerala u uzorku

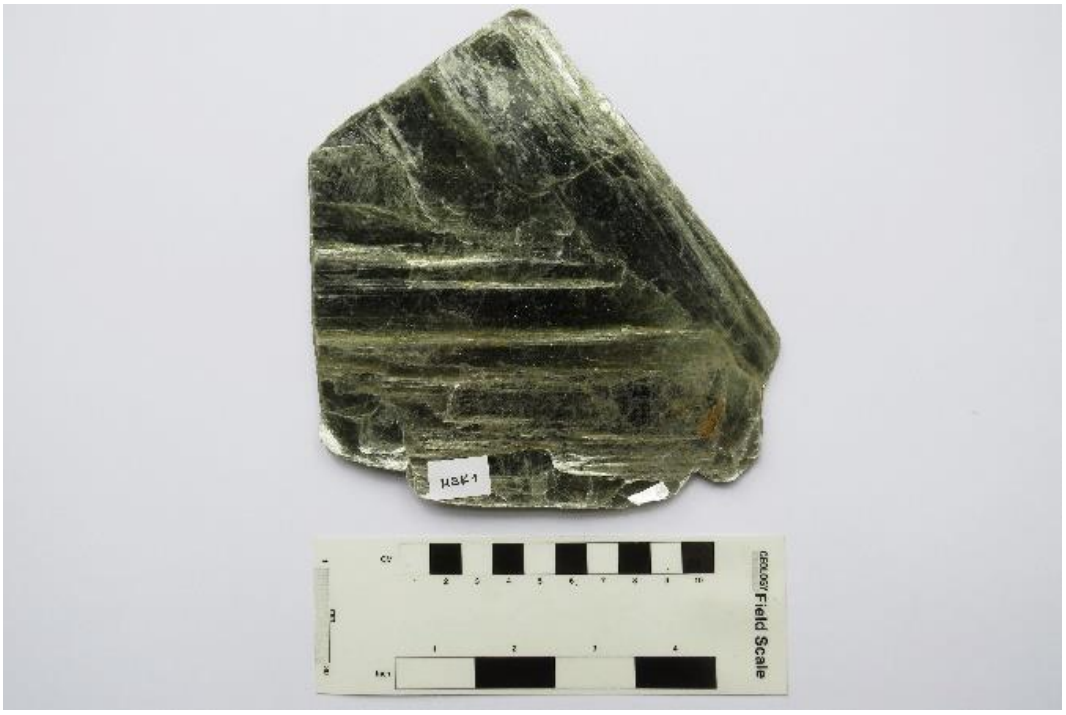
Identifikacija minerala	Biotit	Muskovit	Kvarc	Feldspat
Boja	Tamno zelena	Srebrno bijel	Siva	Bijela
Ogreb	Bijel	Bijel	Bijel	Bijela
Sjaj	Staklast do sedefast	Staklast do sedefast	Staklast sjaj, na prijelomu mastan	Staklast
Kalavost	/	/	/	/
Tvrdoća	2-3	2-2,5	7	6-6,5
Habitus	Idiomorfan	Hipidiomorfan	Alotriomorfan	Hipidiomorfan
Udio minerala	70%	5%	10%	15%

Tablica 5-29b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (B1)
Boja	Mezokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	Vermikulitizacija, kloritizacija

5.4.6.11. Pegmatit - muskovit (MSK1, MSK2)

Pegmatit-muskovit (MSK1, MSK2) je žilna kisela monomineralna stijena koja se sastoji od muskovita (Slika 5-30a, b). Prema indeksu obojenja je leukokratna stijena. Tekstura mu je homogena, a struktura krupnozrnata (Tablica 5-30a, b).



Slika 5-30 a: Muskovit (MSK1)



Slika 5-30 b: Muskovit (MSK2)

Tablica 5-30a: Identifikacija minerala u uzorku

Identifikacija minerala	Muskovit
Boja	Srebrnobijel
Ogreb	Bijel
Sjaj	Staklast do sedefast
Kalavost	/
Tvrdoća	2-2,5
Habitus	Hipidiomorfan
Udio minerala	>90%

Tablica 5-30b: Identifikacija stijene

Identifikacija stijene	PEGMATIT (MKS1, MSK2)
Boja	Leukokratna
Tekstura	Homogena
Struktura	Krupnozrnata
Po nastanku	Žilna
Jednostavni ili složeni pegmatiti	Jednostavni
Vlastita opažanja	/
Alteracije	/

6. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Ovaj završni rad izrađen je u svrhu izrade Atlasa petroloških i rudnih uzoraka, kako bi se studenti njime mogli koristiti u svrhu lakšeg usavršavanja gradiva. Atlas bi trebao olakšati studentima interpretaciju magmatskih stijena na terenu, odnosno isključivo vizualnim razaznavanjem. Na temelju makroskopske interpretacije, izrađeno je 30 uniformnih kartica magmatskih stijena.

Teorijske osnove, to jest poglavlja o terenskoj identifikaciji minerala i stijena, te o postanku i klasifikaciji magmatskih stijena, korištene su kao osnova za praktični dio rada. Prvo su na temelju svojstava (boje, crta, sjaja, kalavosti, tvrdoće i oblika minerala) identificirani minerali. Potom su određeni udjeli tamnih i svijetlih minerala i strukture i teksture uzoraka. Uz to, osvrtom na klasifikacijske dijagrame, određena je vrsta pojedinih magmatskih stijena. Uzroci su poredani prema porastu udjela SiO_2 komponente u njihovom kemijskom sastavu.

Klasifikacija je započeta s ultrabazičnim stijenama. Komponenta SiO_2 čini <45% njihovog kemijskog sastava, a minerali koji formiraju ove stijene su pirokseni (ortopiroksen, klinopiroksen) i olivin. Prema obojenju ove stijene su ultramafične. Izrađeno je 3 uniformnih kartica ultrabazičnih stijena. Prva kartica opisuje peridotit, druga kartica opisuje dunit, monomineralnu stijenu sastavljenu od olivina, a treća kartica opisuje tri uzorka serpentinita.

Sljedeće opisane su bazične stijene. Udio SiO_2 komponente varira u rasponu od 45-52%. Minerali koji se javljaju u ovim stijenama su plagioklas, klinopiroksen, ortopiroksen i olivin. Izrađeno je 7 uniformnih kartica bazičnih stijena. Na prvoj kartici prikazano je 5 uzoraka stijene gabra, koji se sastoji od klinopiroksena i plagioklasa. Na drugoj kartici su prikazani uzorci bazalta (4) istog kemijskog sastava kao gabro, ali efuzivnog postanka. Usporedbom tih dviju kartica se vidi kako dubina na kojoj dolazi do kristalizacije stijene istog kemijskog sastava utječe na veličinu kristala. Gabro koji kristalizira u unutrašnjosti Zemlje kristalizira u minerale vidljive golim okom, dok bazalt koji nastaje na površini Zemlje kristalizira u sitnozrnate minerale koji su vidljivi tek na mikroskopskoj skali. Treća kartica prikazuje uzorak olivinskog bazalta koji se sastoje od fenokristala olivina u tamnom matriksu, a četvrta bazalt s peridotitnim ksenolitima. Peta kartica opisuje tri uzorka dijabaza. Za dijabaze je karakteristična pojava štapićastih, izduženih kloritiziranih plagioklasa. Šesta kartica prikazuje piroksenit, stijenu koja se sastoji od piroksena. Sedma kartica prikazuje tri uzorka anortozita sastavljenih od minerala labradorita koji je poznat zbog svojstva labradorescencije (prelijevanju boje).

Nakon bazične skupine stijena slijede neutralne stijene. Udio SiO_2 komponente u neutralnim stijenama je u rasponu od 52-63%. Glavni minerali koji čine ove stijene su plagioklas, alkalni feldspat i hornblenda. Minerali koji se uz njih mogu pojaviti su biotit, ortopiroksen i klinopiroksen. Izrađene su 3 uniformne kartice neutralnih stijena. Prva kartica prikazuje intruzivnu stijenu sijenit, sastavljenu od ružičasto crvenog alkalnog feldspata, plagioklasa i hornblende. Druga kartica prikazuje dva uzorka efuzivne stijene trahit, a treća prikazuje 6 uzoraka efuzivne stijene andezit. Na temelju prikazanih uzoraka andezita može se vidjeti veliki raspon boja koje ta stijena može poprimiti.

Posljednje opisane su kisele stijene. One sadrže najveću koncentraciju SiO_2 komponente (>63%). Glavni minerali koji se pojavljuju u kiselim stijenama su kvarc, alkalni feldspat i plagioklas, a sporedni su muskovit, biotit i amfibol. Izrađeno je 17 uniformnih kartica kiselih stijena. Na prvoj kartici prikazana su 4 uzorka alkalnih granita, a na drugoj kartici su prikazana 4 uzorka granita. Razlika između te dvije stijene je veći udio alkalnog feldspata u odnosu na plagioklas (alk. feld. >7/8, a plag. <1/8) u stijeni alkalni granit. Na trećoj kartici prikazana je stijena granodiorit, a na četvrtoj granodiorit u kontaktu s pegmatitom. Peta kartica prikazuje dva uzorka porfiroidnog alkalnog granita koji je karakterističan po velikim ružičasto crvenim fenokristalima alkalnog feldspata. Šesta kartica prikazuje kiselo vulkansko staklo opsidijan.

Na sljedeće navedenim uniformnim karticama su prikazane žilne kisele stijene pegmatiti koje se odlikuju pojavom egzotičnih minerala i minerala velikih dimenzija.

Jednostavni pegmatiti nemaju razvijenu zonalnost te imaju jednostavan mineralni sastav (krupnozrnati kvarc, feldspati, podređeno tinjci). Prikazani su na karticama 7, 8, 12, 13, 16 i 17.

Složeni pegmatiti imaju složeni sastav i razvijenu zonalnu strukturu. U središnjoj centralnoj zoni nalaze se mase bijelog kvarca, krupnozrnati kvarc i feldspati, prijelazna zona je varijabilnog sastava, a rubna zona sadrži plagioklas, pertit, kvarc, muskovit, apatit, beril, granat, biotit te može sadržavati i turmalin. Složeni pegmatiti prikazani su na karticama 9. 10, 11, 14 i 15.

Glavni cilj ovog rada bio je kreiranje online atlasa kojim bi se studenti geološkog inženjerstva koristili na kolegiju „Geologija rudnih ležišta“. Osmišljen je kao priručnik za terensku identifikaciju stijena, te obuhvaća uzorke magmatskih stijena koji se koriste tijekom kolegija. Objavljen je na Merlin-ovom e-portfoliu preko web aplikacije Moodle

(https://moodle.srce.hr/eportfolio/view/), gdje je dostupan svim studentima Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

7. LITERATURA

Knjige:

Evans, A.M. (1993): *Ore Geology and Indrustrial Minerals*; An Introduction, University of Leicester

Lugović, B., 2011. *Petrologija magmatita i metamorfita, skripta* Zagreb, Rudarsko-geološki-naftni fakultet

Robb, L.J., 2005. *Introduction to ore-forming processes*. Blackwell Publishing, Oxford

Slovenec, D., 2014. *Opća mineralogija,* Zagreb: Rudarsko-geološki-naftni fakultet

Slovenec, D., 2002. *Sistematska mineralogija, skripta.* Zagreb, Rudarsko-geološki-naftni fakultet

Internetski izvori

URL: https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/Introduction_to_Ore_Forming_Processes.pdf (9/2021)

URL: https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/ORE_GEOLOGY_AND_INDUSTRIAL_MINERALS.PDF (9/2021)

Internetski izvori preuzimanja slika:

URL: https://www.nps.gov/articles/mohs-hardness-scale.htm (9/2021)

URL: https://www.ck12.org/book/ck-12-earth-science-concepts-for-high-school/section/4.8/ (9/2021)

URL: https://zywaplaneta.pl/polska-w-przeszlosci-geologicznej/polska-perm/melafir/ (9/2021)

URL: https://www.mindat.org/photo-969415.html (9/2021)

URL: https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/experimental-petrology (9/2021)

URL: https://www.thoughtco.com/igneous-rock-classification-diagrams-4122900 (9/2021)

URL: https://www.thoughtco.com/igneous-rock-classification-diagrams-4122900 (9/2021)

URL: https://www.sandatlas.org/gabbro/ (9/2021)

URL: http://www.atlas-hornin.sk/en/article/7/classification-principles (9/2021)

URL: https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Robin_Gill_2010_Igneous_Rocks_and_Processes_A_Practical_Guide.pdf (9/2021)

KLASA: 602-04/21-01/105
URBROJ: 251-70-14-21-2
U Zagrebu, 15.9.2021.

Ema Vokić, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/21-01/105, URBROJ: 251-70-14-21-1 od 23.4.2021. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

ATLAS PETROLOŠKIH I RUDNIH UZORAKA:
MAGMATSKE STIJENE II. DIO

Za voditeljicu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Izv. prof. dr. sc. Sibila Borojević-Šoštarić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditeljica:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Sibila Borojević-Šoštarić
(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko Ružičić
(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek
(titula, ime i prezime)