

# Mineralni sastav, gustoća, prostorna masa, poroznost i upijanje vode bazalta s lokaliteta Vratnik (Banovina, Republika Hrvatska)

---

Ilić, Nik

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:169:821358>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-03**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Preddiplomski studij Geološkog inženjerstva

**MINERALNI SASTAV, GUSTOĆA, PROSTORNA MASA, POROZNOST I  
UPIJANJE VODE BAZALTA S LOKALITETA VRATNIK  
(BANOVINA, REPUBLIKA HRVATSKA)**

Završni rad

Nik Ilić  
G2134

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
HR-10002 Zagreb, Pierottjeva 6, p. 390

OBRAZAC SUSTAVA UPRAVLJANJA KVALITETOM

KLASA: 602-01/22-01/95  
URBROJ: 251-70-15-22-2  
U Zagrebu, 9.9.2022.

Nik Ilić, student

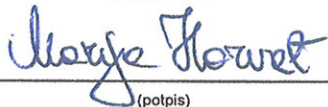
## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/95, URBROJ: 251-70-15-22-1 od 30.04.2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

### MINERALNI SASTAV, GUSTOĆA, PROSTORNA MASA, POROZNOST I UPIJANJE VODE BAZALTA S LOKALITETA VRATNIK (BANOVINA, REPUBLIKA HRVATSKA)

Za mentoricu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada izv.prof.dr.sc. Marija Horvat nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

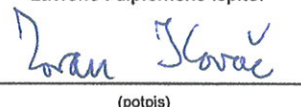
Mentorica:

  
(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Marija Horvat

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

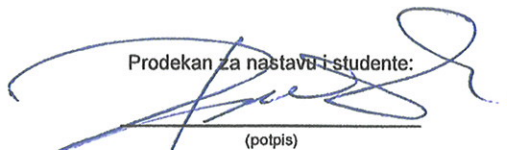
  
(potpis)

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)

Oznaka: OB 8.5.-1 SRF-1-13/0

Stranica: 1/1

Čuvanje (godina) Trajno

**MINERALNI SASTAV, GUSTOĆA, PROSTORNA MASA, POROZNOST I  
UPIJANJE VODE BAZALTA S LOKALITETA VRATNIK  
(BANOVINA, REPUBLIKA HRVATSKA)**

NIK ILIĆ

**Završni rad je izrađen:** Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb i Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Sachsova 2, 10000 Zagreb

**Sažetak**

U radu su prikazana mineraloško-petrografska svojstva uzoraka bazalta s lokaliteta Vratnik na Banovini, te rezultati njihovih fizičkih svojstava: gustoće, prostorne mase, poroznosti i upijanja vode. Uzorak impregniran hematitom, sadržava kao glavni mineral plagioklas, porfirne je strukture, staklaste osnove s rijetkim mikrolitima plagioklasa i mandulama kalcita. Uzorak bez impregnacije je glomeroporfirne strukture, intergranularne osnove s iskristaliziranim plagioklasom i klinopiroksenom, te sadrži mandule kalcita i klorita. Oba uzorka su ispresjecana pukotinama koje ispunjava kalcit. Uzorci su determinirani kao bazalti (spiliti), podjednake gustoće 2,66-2,69 g/cm<sup>3</sup>. Istraživani uzorak intersertalne osnove, impregniran hematitom pokazuje veću poroznost i više vrijednosti upijanja vode što je posljedica prisustva bubrećih minerala glina. Uzorci imaju vrijednosti upijanja vode veće od 0,5 masenih % te nisu pogodni za upotrebu kao kameni agregati na kolnicima za gornji habajući sloj.

**Ključne riječi:** bazalti (spiliti), tehničko-građevni kamen, mineraloško-petrografska svojstva, fizička svojstva

**Završni rad sadrži:** 31 stranica, 21 slika, 6 tablica i 17 referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

**Mentor:** *naslovni izv.* prof. dr. sc. Marija Horvat RGNF i HGI

**Ocjenjivači:** *izv.* prof. dr. sc. Marija Horvat, RGNF i HGI

*izv.* prof. dr. sc. Ana Maričić, RGNF

*izv.* prof. dr. sc. Vesnica Garašić, RGNF

**Datum obrane:** 16.09.2022., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## **ZAHVALE:**

*Izražavam posebnu zahvalnost mentorici izv. prof. dr.sc. Mariji Horvat na iznimnoj pomoći, izdvojenom vremenu i strpljenju pri izradi završnog rada.*

*Zahvaljujem se izv. prof. dr. sc. Vesnici Garašić i izv. prof. dr. sc. Ani Maričić na izdvojenom vremenu za pregled rada, kao i na savjetima i sugestijama za poboljšanje završnog rada.*

*Zahvaljujem se kolegi Vinku Baranašiću na velikoj pomoći i strpljenju pri radu u laboratoriju.*

*Zahvaljujem se dr. sc. Aniti Grizelj na interpretaciji XRD analize.*

*Također želim izraziti zahvalnost gospodinu Mariu Valentu na pomoći i izdvojenom vremenu za pripremu uzoraka.*

# SADRŽAJ

1 . UVOD.....	1
2 . GEOGRAFSKI POLOŽAJ.....	2
3 . GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA.....	3
4 . PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	6
5 . METODE ISPITIVANJA.....	7
5.1. Makroskopski opis.....	7
5.2. Mikroskopska opažanja .....	7
5.3. XRD analiza .....	7
5.4. Priprema uzoraka za ispitivanje njihovih fizičkih svojstava .....	9
5.5. Određivanje gustoće pomoću piknometra .....	12
5.6. Određivanje prostorne mase .....	14
5.7. Određivanje poroznosti.....	16
5.8. Određivanje upijanja.....	18
6 . REZULTATI ANALIZA .....	18
6.1. Makroskopski opis uzoraka .....	18
6.2. Mikroskopski opis uzoraka.....	20
6.3. Rezultat XRD analize .....	24
6.4. Gustoća, prostorna masa, poroznost i vrijednosti upijanja vode istraživanih uzoraka...	25
7 . DISKUSIJA .....	27
8 . ZAKLJUČAK.....	29
9 . POPIS LITERATURE.....	30

## Popis slika:

<b>Slika 2-1.</b> Geografski položaj istraživanog lokaliteta označen plavom kružnicom na isječku topografske karte 1:100 000 (list Sisak 371).....	2
<b>Slika 3-1.</b> Isječak Osnovne geološke karte 1:100000, list Bosanski Novi (ŠIKIĆ, 2014) s pripadajućom legendom prikazanih litotipova. Simbolom za kamenolom označen istraživani lokalitet. ....	4
<b>Slika 5-1.</b> Mlin za drobljenje geoloških uzoraka Retsch RS 200.....	8
<b>Slika 5-2.</b> Difraktometar Malvern PANalytical Empyrean.....	8
<b>Slika 5-3.</b> Uređaj za piljenje (pila za piljenje stijena SSB tip alfa).....	9
<b>Slika 5-4.</b> Uređaj za piljenje/dimenzioniranje Kemet Geoform 102.....	10
<b>Slika 5-5.</b> Uzorak MM1. Veća kocka (A). Točne dimenzije bridova stranica kocke napisane su u tablici 5-1.....	10
<b>Slika 5-6.</b> Uzorak MM1. Manja kocka (B). Točne dimenzije bridova stranica kocke napisane su u tablici 5-1. ....	10
<b>Slika 5-7.</b> Uzorak MM5/1. Veća kocka (A). Točne dimenzije bridova stranica kocke nalaze se u tablici 5-1.....	11
<b>Slika 5-8.</b> Uzorak MM5/1. Manja kocka (B). Točne dimenzije bridova stranica kocke nalaze se u tablici 5-1. ....	11
<b>Slika 5-9.</b> Mjerenje stranica ispiljenog uzorka (oznaka 9631 B odgovara XRD analizi pod kojim se uzorak vodi u laboratoriju za rendgensku difrakciju).....	12
<b>Slika 5-10.</b> Laboratorijski pribor.....	13
<b>Slika 5-11.</b> Piknometar na Mettler Toledo analitičkoj vagi s 4 decimale. ....	14
<b>Slika 5-12.</b> Ispitivani uzorci potopljeni u destiliranu vodu do 2/3 volumena kocke.....	16
<b>Slika 6-1.</b> Uzorak MM1. Za mjerilo je korištena kovanica od 1HRK. ....	19
<b>Slika 6-2.</b> Uzorak MM5/1. Za mjerilo je korištena kovanica od 1HRK. ....	20
<b>Slika 6-3.</b> Fenokristal plagioklasa (Pl) u staklastoj osnovi. Slika N+.....	21
<b>Slika 6-4.</b> Mandule kalcita u staklastoj osnovi (Cal) uzorka MM1. Rijetki su mikroliti plagioklasa u osnovi. Slika N+ .....	22
<b>Slika 6-5.</b> Glomeroporfirna struktura uzorka MM5/1. Fenokristali plagioklasa u osnovi izgrađenoj od mikrolita plagioklasa (Pl) i klinopiroksena (Cpx). Slika N+ .....	23
<b>Slika 6-6.</b> Prikaz intergranularne strukture uzorka MM5/1. Uz kalcitne (Cal) mandule nalaze se i kloritne (Chl). Slika N+ .....	24
<b>Slika 6-7.</b> Difrakcijska slika globalnog uzorka (uzorak MM1; laboratorijski broj 9630) legenda: Chl – klorit, MLM – mješanoslojni minerali glina, Pl – plagioklas, Hem – hematit, Ttn – titanit, Cal – kalcit, CPx – klinopiroksen (augit?).....	25

**Popis tablica:**

<b>Tablica 5-1.</b> Duljine bridova stranica (6 stranica kocke) ispiljenih uzoraka.....	11
<b>Tablica 6-1.</b> Rezultati određivanja gustoće, prostorne mase, poroznosti i upijanja istraživanih uzoraka. ....	26
<b>Tablica 6-1a-d.</b> Dodatak uz tablicu 6-1. Ciklusi sušenja, upijanja i vaganja tijekom ispitivanja upijanja vode uzoraka MM1 i MM5/1.....	26



## 1. UVOD

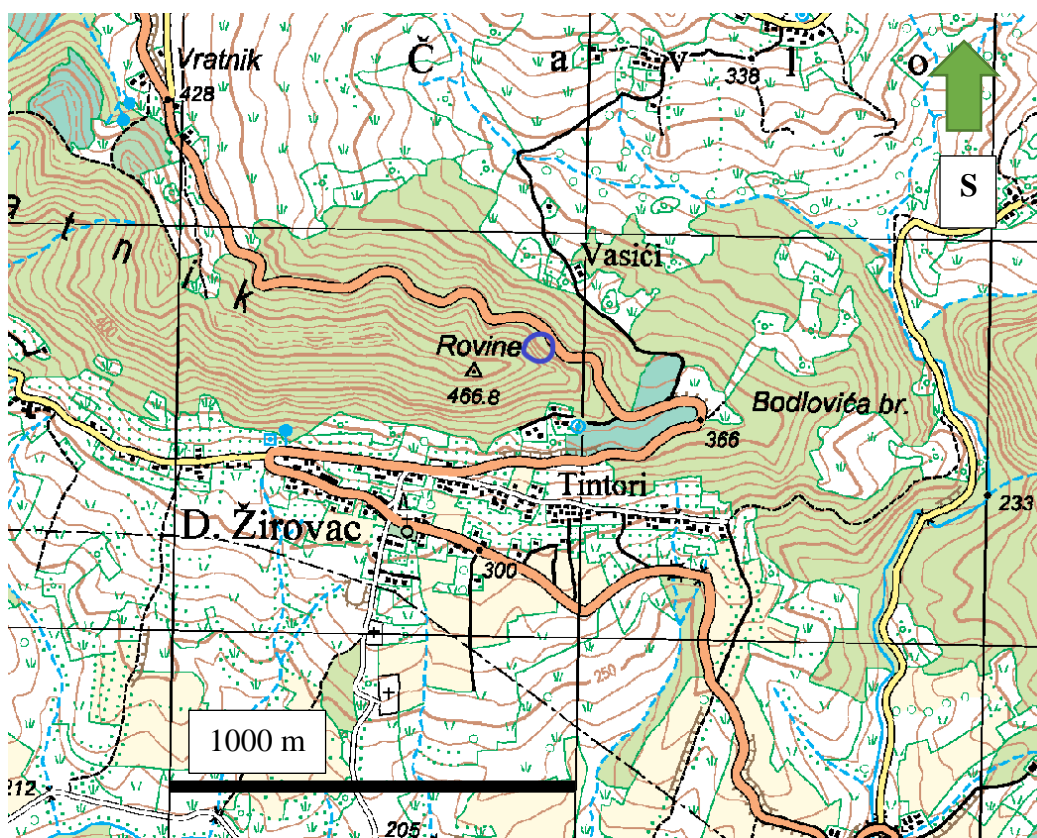
Tehničko-građevni kamen (TGK) je kamen koji se minira, mehanički drobi i usitnjava, a koristi se kao: drobljeni kamen za održavanja cesta (gornji habajući sloj), drobljeni kamen za izradu donjeg ustroja cesta (nosivih slojeva), kamena sitnež za izradu bitumeniziranog materijala na cestama, kameni agregat za izradu betona, tucanik za izradu zastora željezničkih pruga, lomljeni kamen za zidanje te izradu obaloutvrda i vodopropusta, te kao sirovina za proizvodnju drugih raznih građevnih materijala, poput veziva i termoizolacijskih materijala (TOMAŠIĆ, 2006). Osim u građevinarstvu upotrebljava se u metalurgiji, proizvodnji abrazivnih sredstava, poput punila u proizvodnji boja, lakova, polimera i papira, za mineralna gnojiva, keramiku, lijekove, itd.

Predmet istraživanja u ovom radu su uzorci bazalta s lokaliteta Vratnik (Banovina, Republika Hrvatska) koji su ispitivani s ciljem određivanja njihovog mineralnog sastava, teksture, strukture i fizičkih svojstava: gustoće, prostorne mase, poroznosti i upijanja, radi njihove eventualne uporabe kao tehničko-građevnog kamena.

Primjenjujući norme: Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje gustoće i prostorne mase, ukupne i otvorene poroznosti (EN 1936:2006) i Ispitne metode prirodnoga kamena -- Određivanje upijanja vode pri atmosferskom tlaku (EN 13755:2008) utvrđeno je može li se bazalt s lokaliteta Vratnik, kraj sela Donji Žirovac na Banovini upotrijebiti kao kameni agregat na kolnicima za gornji habajući sloj.

## 2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Banovina je područje u središnjem dijelu Republike Hrvatske koje se prostire južno od rijeke Kupe, između rijeke Gline na zapadu, rijeke Une na jugoistoku te rijeke Save na istoku. Regija pripada Sisačko-moslavačkoj županiji. Istraživani lokalitet (koordinate:  $x = 472572$ ,  $y = 5001618$ ) se nalazi u blizini naselja Donji Žirovac između Brezovog polja i Čavlovice na sjeveru, te Gornjeg Žirovca na jugu. Geografski položaj lokaliteta Vratnik, uz naselje Donji Žirovac označen je plavim krugom na isječku topografske karte 1:100000 (Slika 2-1.).

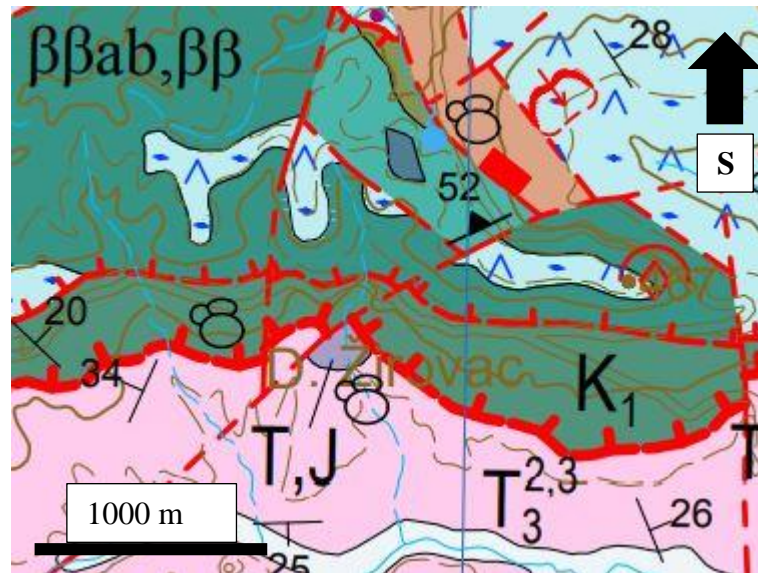


*Slika 2-1. Geografski položaj istraživanog lokaliteta označen plavom kružnicom na isječku topografske karte 1:100 000 (list Sisak 371)*

### **3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA**

Geološka građa terena obuhvaćenog listom Bosanski Novi Osnovne geološke karte SFRJ 1:100000 (ŠIKIĆ, 2014) koji u geotektonskom pogledu pripada širem prostoru Dinarida, rezultat je tektonsko-sedimentacijske evolucije koja se može pratiti približno od devona do kvartara. U okviru lista nalazi se granica između dvije osnovne strukturno i facijelno različite regije Dinarida, koje su formirane u srednjoj donjoj juri i egzistiraju s posebnim tektonski i magmatski uvjetovanim razvojem tijekom jure i dijela donje krede, a znatne su razlike izražene i u gornjoj kredi i u paleogenu. Ove razlike starijih tekto-facijesa omogućile su osnovno odjeljivanje tektonskih jedinica na Vanjske i Unutrašnje Dinaride. U Unutrašnje Dinaride svrstane su tektonsko-facijesne jedinice ofiolitnog pojasa i kredno-tercijarnog pojasa. Osnovnu građu ofiolitnog pojasa predstavlja jursko-donjokredni magmatsko-sedimentni kompleks s ultrabazičnim i metamorfnim stijenama (ŠIKIĆ, 2014).

Istraživani lokalitet pripada mezozojsko-magmatsko-sedimentnom kompleksu u okviru ofiolitne zone (Slika 3-1.). Osnovna karakteristika magmatsko-sedimentnog kompleksa je u tektogenetskoj i vremenskoj povezanosti sedimentacije, magmatizma i postupnog izdizanja ultrabazita iz gornjeg plašta prema površini.



- E, OI? Breče, konglomerati, pješčenjaci, laporovite gline, lapori, vapnenci, ugljen
- K<sub>1</sub> Pješčenjaci, siliti, šejlovi, sitnozmati vapnenci, kalkareniti, rožnjaci
- ββ  
ββab Dijabazi, spiliti (dijelom unutar kompleksa metamorfita)
- T<sub>2,3</sub>  
a b Pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, sitnozmati vapnenci, silicificirani sedimenti, spiliti, dijabazi, rijetko keratofiri (a-prevladavaju sedimenti; b-prevladavaju magmatiti)
- J<sub>1</sub> Brahiopodni, krinoidni i foraminiferski vapnenci, homogene vapnenačke breče
- T, J Vapnenci, dijelom oolitični i dolomitični vapnenci
- T<sub>3</sub><sup>2,3</sup> Dolomiti, podređeno dolomitični vapnenci i vapnenci s megalodonima
- Važniji kamenolom građevinskog kamena

*Slika 3-1. Isječak Osnovne geološke karte 1:100000, list Bosanski Novi (ŠIKIĆ, 2014) s pripadajućom legendom prikazanih litotipova. Simbolom za kamenolom označen je istraživani lokalitet.*

Predmet istraživanja su efuzivne stijene koje su na karti označene kao  $\beta\beta_{ab,\beta\beta}$  (Slika 3-1.) i pripadaju dijabaz-spilit-keratofirskoj asocijaciji (ŠIKIĆ, 2014). Prema Tumaču Osnovne geološke karte 1:100000 lista Bosanski Novi (ŠIKIĆ, 1990) uz njih u neposrednoj okolini lokaliteta nalaze se sljedeće naslage:

### **Jura (J<sub>1</sub>)**

Jurske naslage (J<sub>1</sub>) su predstavljene brahiopodnim, krinoidnim i foraminiferskim vapnencima i homogenim vapnenačkim brečama, zatim nešto mlađim (srednja gornja jura) naslagama pješčenjaka, šejlova, rožnjaka, sitnozrnatog vapnenca, silicificiranih sedimenata, spilite, dijabaza, i rijetko keratofira.

### **Trijas**

Najmlađe trijaskе naslage zastupljene su dolomitima i dijelom dolomitičnim vapnencima s ostacima megalodontida i pripadaju rasponu norik-ret (T<sub>3</sub><sup>2-3</sup>). Rasprostranjeni su neposredno duž navlačnog fronta ofiolitnog pojasa.

### **Donja kreda (K<sub>1</sub>)**

Donjokredni sediment su pretežno zastupljeni šejlovima i laporovitim šejlovima s proslojcima, većim dijelom glinovitih sitnozrnatih vapnenaca i rožnjaka.

### **Eocen, oligocen? (E,OI?)**

Naslage su transgresivne i sastoje se od dva litofacijsno različita dijela sedimenata. Stariji dio naslaga sastoji se od bazalnih breča i konglomerata, rjeđe pješčenjaka, zatim listićavo i pločasto uškrljenih, pjeskovitih i laporovitih šejlova, glinovitih lapora, laporovitih vapnenaca, ugljevitih lapora i glina te smeđeg ugljena. Nakon odlaganja grubih bazalnih klastita formiraju se jezerski i jezersko-barski okoliši s taloženjem sitnozrnatih klastičnih i ugljevitih sedimenata s obilnijim nakupljanjem biljne materije.

#### **4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

Bazične do neutralne magmatske stijene jurske starosti jedan su od osnovnih litoloških članova magmatsko-sedimentnog kompleksa Banovine. Osim pregleda geološke građe u okviru prethodnog poglavlja neophodno je spomenuti slijedeće istraživače i njihov doprinos istraživanju na predmetnom području:

Pojave eruptivnih stijena kod Vratnika prvi opisuju STUR (1863), TIETZE (1871) i KIŠPATIĆ (1899).

ŠIKIĆ i GRIMANI (1965) i ŠIMUNIĆ (1969) opisuju sedimente „dijabaz-rožnjačke formacije“, odnosno određuju njihove kontakte s okolnim magmatskim i metamorfnim stijenama.

MAJER (1974) opisuje sil spilitkog eruptiva s Vratnika te dokumentira nalaz analcima u njemu.

ŠIMUNIĆ i ŠPARICA (1975) smatraju da se „dijabaz-rožnjačka formacija“ može tumačiti kao tipični ofiolitni melanž.

MAJER (1976) opisuje niz malih pojava stijena spilit-keratofirske asocijacije duž potoka Maje, između Gline i Dvora, detaljno determinira spilite, amfibolske dijabaze i plagiogranite, te nadalje istražuje i metamorfne stijene na Banovini (MAJER, 1978).

MAJER (1980) sustavno istražuje na području Gvozdanskog i Ljeskovice stijene dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije.

IVKIĆ (2014) u svom završnom radu prezentira petrogenetske karakteristike jastučastih lava Vratnika na Baniji.

## **5. METODE ISPITIVANJA**

### **5.1. Makroskopski opis**

Uzorci su makroskopski pregledani pomoću džepne terenske lupe s povećanjem 10x i 20x. Korištena je i 10% otopina HCl. Kao mjerilo, na fotografijama je korištena kovanica od 1 HRK promjera 22,5 mm. Uzorci imaju oznake: MM1 i MM5/1.

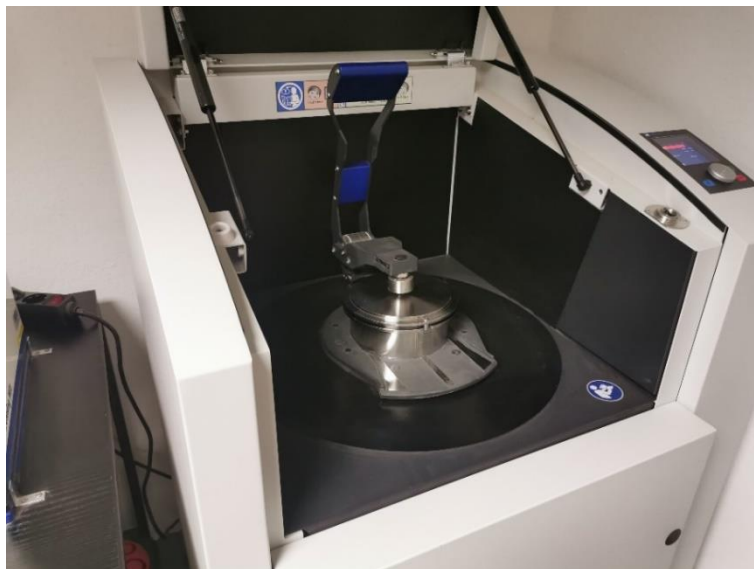
### **5.2. Mikroskopska opažanja**

Mikroskopiranje je obavljeno u Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na polarizacijskom mikroskopu Leica DM EP. Uzorci su dodatno pregledani i polarizacijskim mikroskopom Zeiss Axio Lab A1 u Zavodu za geologiju Hrvatskog geološkog instituta u Zagrebu, pri čemu su načinjene mikrofotografije digitalnom kamerom Zeiss AxioCam 105 s pripadajućim softverom. Mikroskopskom analizom su utvrđeni i detaljno opisani glavni, akcesorni i sekundarni minerali u istraživanim uzorcima MM1 i MM5/1. Korištene kratice naziva minerala su iz SLOVENEČ i BERMANEC (2003).

### **5.3. XRD analiza**

Uzorak MM1 ispresjecan žilama koje ispunjava mineral crvenkastosmeđe izabran je za analizu metodom rendgenske difrakcije na prahu u Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine RGN fakulteta, kao uzorak koji makroskopski izgleda jače izmijenjen. Interpretacija je odrađena u Zavodu za geologiju Hrvatskog geološkog instituta.

Uzorak MM1 je razdrobljen čekićem do milimetarskih dimenzija. Nakon toga stavljen je u mlin Retsch RS 200 (Slika 5-1.) i samljeven do finog praha. Uzorku je dodijeljen laboratorijski broj 9360.



*Slika 5-1. Mlin za drobljenje geoloških uzoraka Retsch RS 200.*

Tako pripremljeni uzorak smješten je na nosač te stavljen u instrument Malvern PANalytical Empyrean i sniman (Slika 5-2.). Uvjeti snimanja bili su:  $U = 45 \text{ kv}$ ,  $I = 40 \text{ mA}$ , zračenje je CuKalfa ( $\lambda = 1,5406$ ). Izlazna datoteka je u ekstenziji .rd i obrađena je softverom High Score Plus.



*Slika 5-2. Difraktometar Malvern PANalytical Empyrean.*



#### 5.4. Priprema uzoraka za ispitivanje njihovih fizičkih svojstava

Rezanje uzoraka obavljeno je u Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, pomoću pile (Slika 5-3.), a dimenzioniranje pomoću uređaja Kemet Geoform (Slika 5-4.). Uzorci MM1 i MM5/1 su izrezani u dvije kocke dimenzija 5 x 5 x 5 cm i dvije kocke dimenzija 2,5 x 2,5 x 2,5 cm. Kocke većih dimenzija su označene kao MM1 A (Slika 5-5.) i MM5/1 A (Slika 5-7.), dok su kocke manjih dimenzija označene kao MM1 B (Slika 5-6.) i MM5/1 B (Slika 5-8.). Dimenzije bridova stranica kocki (Tablica 5-1.) određene su pomičnim mjerilom (Slika 5-9.) radi što veće preciznosti.



*Slika 5-3. Uređaj za piljenje (pila za piljenje stijena SSB tip alfa).*



*Slika 5-4. Uređaj za piljenje/dimenzioniranje Kemet Geoform 102.*



*Slika 5-5. Uzorak MM1. Veća kocka (A). Točne dimenzije bridova stranica kocke napisane su u tablici 5-1.*



*Slika 5-6. Uzorak MM1. Manja kocka (B). Točne dimenzije bridova stranica kocke napisane su u tablici 5-1.*



**Slika 5-7.** Uzorak MM5/1. Veća kocka (A). Točne dimenzije bridova stranica kocke nalaze se u tablici 5-1.



**Slika 5-8.** Uzorak MM5/1. Manja kocka (B). Točne dimenzije bridova stranica kocke nalaze se u tablici 5-1.

**Tablica 5-1.** Duljine bridova stranica (6 stranica kocke) ispiljenih uzoraka.

MM1 A (cm <sup>2</sup> )	MM5/1 A (cm <sup>2</sup> )	MM1 B (cm <sup>2</sup> )	MM5/1 B (cm <sup>2</sup> )
4,91 x 5,0	5,01 x 4,95	2,47 x 2,64	2,44 x 2,42
4,91 x 4,85	4,97 x 4,85	2,5 x 2,51	2,44 x 2,43
4,98 x 4,94	4,96 x 4,90	2,44 x 2,56	2,46 x 2,47
4,93 x 5,02	5,01 x 4,80	2,42 x 2,54	2,46 x 2,44
4,94 x 4,95	4,79 x 4,97	2,62 x 2,61	2,43 x 2,45
4,88 x 4,90	4,86 x 4,88	2,47 x 2,62	2,46 x 2,45



*Slika 5-9. Mjerenje stranica ispiljenog uzorka (oznaka 9631 B odgovara XRD analizi pod kojim se uzorak vodi u laboratoriju za rendgensku difrakciju).*

### 5.5. Određivanje gustoće pomoću piknometra

Gustoća kamena ( $\rho_r$ ) predstavlja omjer mase kamena (čvrste faze, bez pora i šupljina -  $m$ ) pri određenoj temperaturi i tlaku, i njegova volumena ( $V$ ).

5-1

$$\rho_r = \frac{m}{V}$$

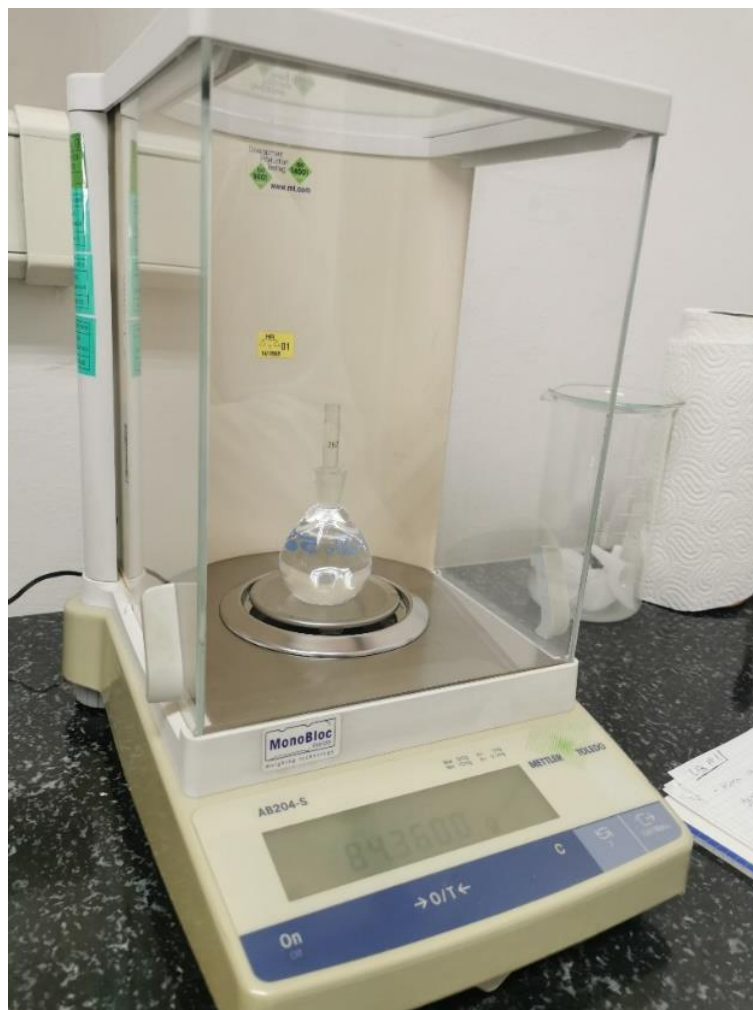
Relativna gustoća je odnos gustoće neke tvari prema gustoći vode (TOMAŠIĆ, 2006).

Piknometar se koristi za određivanje relativne gustoće uzorka. To je staklena bočica uskog grla u koju se stavlja stakleni čep koji u sebi ima staklenu cjevčicu za izlivanje viška tekućine. Za mjerenje mase se koristi digitalna vaga sa preciznošću  $\pm 0,0001$ . Volumen piknometra ( $V_p$ ) se zapisuje te se mjeri masa suhog piknometra ( $m_p$ ). Masa se mjeri 3 puta te se uzima srednja vrijednost. U piknometar se ulijeva destilirana voda zatim se mjeri masa piknometra s vodom ( $m_p + m_v$ ) te se uzima srednja vrijednost 3 mjerenja. Usitnjeni uzorak se stavlja u posudicu (lađicu) koja je prethodno izvagana kako bi se zajednička masa uzorka i posudice umanjila za

masu posudice. U posudicu se stavlja 1 g usitnjenog uzorka te se mjeri 3 puta. Iz piknometra se izlije malo vode te se dodaje uzorak. U piknometar se zatim dodaje destilirana voda do vrha bočice, te se sve zajedno tresе kako bi se u vodi raspršila kruta tvar. Nakon toga se ostatak piknometra do vrha puni vodom, začepi i obriše višak vode te se mjeri masa piknometra sa vodom i uzorkom ( $m_p+m_v+m_u$ ). Gustoća uzoraka MM1 i MM5/1 određena je prema gore napisanoj metodi, a laboratorijsko posuđe korišteno pri mjerenju prikazuje Slika 5-10. i 5-11.



*Slika 5-10. Laboratorijski pribor.*



*Slika 5-11. Piknometar na Mettler Toledo analitičkoj vagi s 4 decimalne.*

## 5.6. Određivanje prostorne mase

Prostorna ili zapreminska masa (zapreminska gustoća) predstavlja omjer mase čvrste faze ( $m$ ) prema njenoj zapremini s porama ( $V_o = V_r + V_p$ ).

5-2

$$\rho_b = \frac{m}{V_o}$$

$m$  – masa čvrste faze (g)

$V_o$  – zapremina ili obujam s porama ( $\text{cm}^3$ )

$\rho_b$  – prostorna masa ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ,  $\text{kg}/\text{cm}^3$ )

Prostorna masa kamena određena je njegovim mineralnim sastavom i udjelom šupljina. Veza između prostorne mase ( $\rho_b$ ) i gustoće ( $\rho_r$ ) može se prikazati preko apsolutne poroznosti sljedećom relacijom:

5-3

$$\rho_b = \rho_r(1 - p)$$

$$\rho_b < \rho_r$$

Prostorna masa kamena uvijek je manja od gustoće kamena.

Uzorci A i B (kocke većih i manjih dimenzija) se prvo u eksikatoru suše do konstantne mase na temperaturi  $70 \pm 5$  °C kako bi se odstranila vlaga sadržana u kamenu. Nakon ciklusa sušenja koji je trajao 14 dana (11.5. do 25.5.2022.) suhi uzorci se važu i zatim stavljaju u posude u koje se dolijeva destilirana voda do 1/3 volumena kocki ( $t_0$ )\*. Ovaj postupak potapanja uzoraka se radi kako bi se olakšao izlazak zraka sadržanog u kamenu. Nakon jednog sata uzorci se vade iz posude, izvana brišu krpom zatim važu na elektroničkoj vagi. Postupak se ponavlja svakih sat vremena s tim da se pri prva 3 ciklusa dodaje destilirana voda najprije do 1/2 volumena uzorka, zatim do 2/3 volumena uzorka i na kraju sve dok uzorak ne bude potpuno potopljen. Nakon potpunog potapanja, mjerenja na elektroničkoj vagi, te mjerenja uzoraka na ovjesu ispod vage potopljenih u posudu s vodom, obavljaju se svaka 24 sata sve dok uzorci ne budu potpuno zasićeni vodom.



*Slika 5-12. Ispitivani uzorci potopljeni u destiliranu vodu do 2/3 volumena kocke.*

\*Nakon jednog sata (2h nakon  $t_0$ ) u posudu se dolijeva destilirana voda do  $\frac{1}{2}$  volumena uzorka te se nakon 1 sata uzorci ponovno važu. Nakon jednog sata (3h nakon  $t_0$ ) u posudu se ponovno dolijeva destilirana voda do  $\frac{2}{3}$  volumena uzorka (Slika 5-12.) te se nakon jednog sata uzorci važu. Nakon jednog sata (4h nakon  $t_0$ ) u posude se dolijeva destilirana voda dok uzorci ne budu potpuno potopljeni, te se nakon toga važu svakih sat vremena (do 3h nakon).

Dobiveni rezultati mjerenja korišteni su u slijedećoj formuli za određivanje prostorne mase:

5-4

$$\rho_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \times \rho_{rh}$$

$m_d$  – masa suhog uzorka (g)

$m_s$  – masa vodom zasićenog uzorka (g)

$m_h$  – masa potopljenog uzorka (g)

## 5.7. Određivanje poroznosti

Poroznost je svojstvo kamena kojim se definira sadržaj pornog prostora. Razlikuju se apsolutna (totalna) ili ukupna poroznost, koja se uobičajeno označava kao poroznost, nepotpuna i otvorena tj. dijelom dostupna vodi, od relativne ili otvorene poroznosti koju voda može ispuniti u



uvjetima normalnog tlaka (TOMAŠIĆ, 2006). Vrijednost upijene vode u uskoj je vezi s relativnom (otvorenom) poroznošću. To je voda koja ispunjava povezani porni prostor odnosno relativnu poroznost. Poroznost je posebno značajna za postojanost i vijek kamena.

Apsolutna poroznost ispitivanih uzoraka izračunata je pomoću dobivene gustoće i prostorne mase prema formuli:

5-5

$$p = \frac{\rho_r - \rho_b}{\rho_r} = \left[ 1 - \frac{\rho_b}{\rho_r} \right] \times 100 \text{ (vol. \%)}$$

$p$  – apsolutna ili totalna poroznost ili samo poroznost (vol. %)

$\rho_r$  – gustoća (stvarna ili real density)

$\rho_b$  – prostorna masa (apparent density)

Ona nije u potpunosti otvorena tj., dostupna vodi. Zbog mineralnog sastava i strukturo-petrografskih značajki te povezanosti pora samo jedan njen dio može biti ispunjen vodom. Taj dio naziva se relativna poroznost. Relativna poroznost izračunata je prema formuli:

5-6

$$p_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h}$$

$p_o$  – relativna poroznost, (u %, dostupna za vodu)

$m_s$  – masa vodom zasićenog uzorka (g)

$m_d$  – masa suhog uzorka kamena (g), a

$m_h$  – masa uzorka potopljenog u vodu (g)

## 5.8. Određivanje upijanja

Svaki kamen ima svojstvo da upija, zadržava i propušta vodu. Pod upijanjem vode podrazumijeva se njegova sposobnost da potopljen u vodu u određenim uvjetima primi određenu količinu vode. Upijanje vode izračunato je prema sljedećoj formuli:

5-7

$$A_b = \frac{m_s - m_d}{m_d} \times 100$$

$A_b$  – upijanje vode

$m_s$  – masa vodom zasićenog uzorka (g)

$m_d$  – masa suhog uzorka kamena (g)

## 6. REZULTATI ANALIZA

### 6.1. Makroskopski opis uzoraka

Uzorak **MM1** je tamno sive boje, isprijecan je s mnogo žila crvenkastosmeđe boje širine par mm do 1 cm. Uz njih pojavljuju se i žilice bijele boje koje su znatno rjeđe. 10% HCl burno reagira s žilicama bijele boje te se pretpostavlja da su kalcitne. U stijeni su uočeni fenokristali i/ili mandule bijele boje u osnovi čiji se mineralni sastav makroskopski ne raspoznaje. U osnovi su prisutne i šupljine od kojih su neke ispunjene mineralom bijele boje, a neke su prazne. Površinski dio uzorka je trošen, snažno raspucan s vidljivim pukotinama (Slika 6-1.).

Struktura: porfirna

Tekstura: mandulasta do vezikularna

Determinacija: efuzivna stijena



*Slika 6-1. Uzorak MM1. Za mjerilo je korištena kovanica od 1HRK.*

Uzorak **MM5/1** je zelenkasto sive boje. Presijecaju ga žilice bijele boje, koje su puno tanje nego u uzorku MM1 (Slika 6-2.). Reakcija sa 10% HCl je burna. Uzorak je manje raspucan i ne sadržava žilice crvenkastosmeđe boje. Vidljive su mandule okruglih i nepravilnih oblika bijele boje koje reagiraju s 10% HCl. U osnovi se uočavaju i presjeci minerala crne boje, manjih dimenzija (1x2 do 3x4 mm) od bijelih minerala. Uz rub uzorka crni minerali su krupniji od onih koji se nalaze u središtu uzorka. Osim feromagnezijske faze u osnovi nalaze se i minerali bijele boje, staklastog sjaja i štapićastog habitusa (dimenzija prosjeka 1x3 mm). Uz žilice bijele boje na 2 mjesta nađen je mineral narančaste boje nepravilnog oblika.

Struktura: porfirna

Tekstura: mandulasta

Determinacija: efuzivna stijena



*Slika 6-2. Uzorak MM5/1. Za mjerilo je korištena kovanica od 1HRK.*

## **6.2. Mikroskopski opis uzoraka**

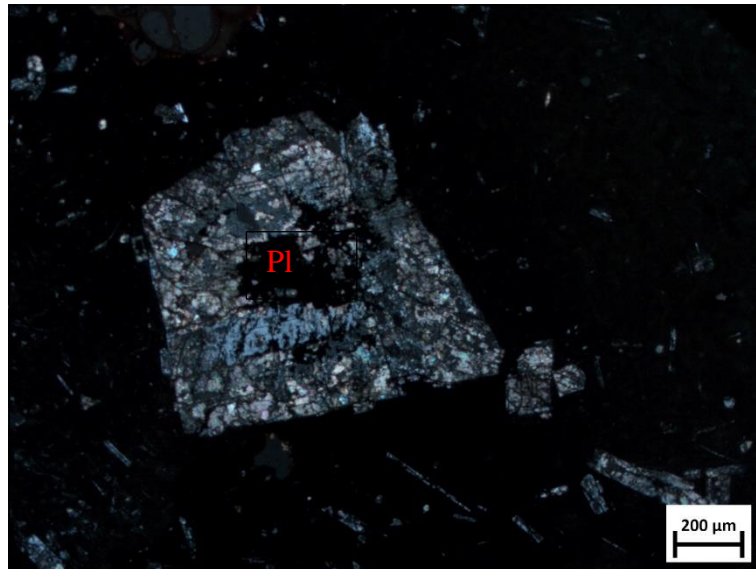
U mikroskopskom preparatu u uzorku **MM1** su vidljivi fenokristali kalcitiziranog plagioklasa koji se nalaze u staklastoj osnovi (Slika 6-3.). Osnova je impregnirana željeznom tvari te sadrži i sporadično raspoređene mikrolite plagioklasa. Prosječna veličina fenokristala plagioklasa je 1,70 x 1,75 mm, dok veličina mikrolita nije veća od 0,05 x 0,35 mm. Plagioklas ima, interferencijsku boju bijelu do sivu I. reda i niski reljef. Zrna na rubu s kanada balzomom pokazuju negativan reljef (albit). Feromagnezijski mineral je klorit. **Klorit** je prisutan kao alteracija po plagioklasu i ispunjava vezikule, koje su promjera do 0,3 mm. Dolazi u obliku nepravilnih listića dimenzija 0,04 x 0,1 mm. Osnovna boja je blijedozelena, a interferencijske boje sivkastozele. Klinopiroksen nije uočen.

**Kalcit** se u stijeni pojavljuje kao posljedica alteracije plagioklasa te kao ispuna šupljina nepravilnih oblika dimenzija 0,4 x 0,6 mm (Slika 6-4.). Vidljiva je karakteristična romboedrijska kalavost kalcita. Kristali kalcita su bezbojni, interferencijskih boja bijele višeg reda. Osnova stijene je impregnirana najvjerojatnije **željeznim oksidom (oksidnom fazom?)**. Potrebna je potvrda XRD analizom.

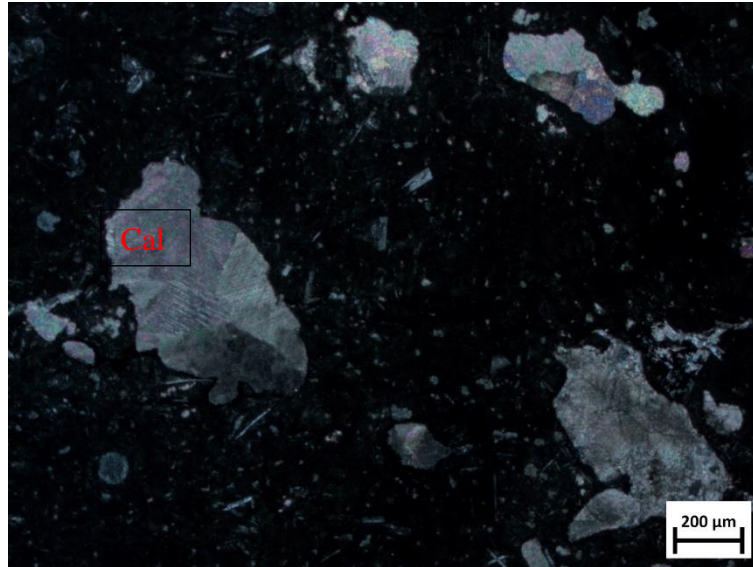
Struktura: porfirna; struktura osnove je intersertalna (napomena: mikrolita ima znatno manje nego u uzorku MM5/1) - jako puno stakla.

Tekstura: mandulasta (amigdalna).

Determinacija: bazalt (spilit).



*Slika 6-3. Fenokristal plagioklasa (Pl) u staklastoj osnovi. Slika N+*



*Slika 6-4. Mandule kalcita u staklastoj osnovi (Cal) uzorka MM1. Rijetki su mikroliti plagioklasa u osnovi. Slika N+*

U uzorku **MM5/1** su prisutni fenokristali **plagioklasa** dimenzija (znatno veći fenokristali nego u uzorku MM1) 1,25 x 3,25 mm, 2,15 x 3,1 mm. Često se grupiraju formirajući glomeroporfirnu strukturu (Slika 6-5.). Plagioklas je također sadržan u osnovi u obliku mikrolita (koji su također krupniji od uzorka MM1), dimenzija do 0,25 x 1,2 mm koji su sporadično raspoređeni. Zrna na rubu s kanada balzomom pokazuju negativan reljef (albit). Uz mikrolite plagioklasa osnovu stijene izgrađuje i **klinopiroksen**, koji je znatno rjeđi nego plagioklas. Oba minerala su primarni minerali. Struktura osnove je intergranularna. Vidljive su i alteracije plagioklasa u kalcit i klorit, koji se javljaju kao sekundarni minerali. **Kalcit** ispunjava i vezikule, dimenzija promjera do 0,9 mm (Slike 6-5. i 6-6.). **Klorit** nastaje kao posljedica alteracije plagioklasa, kako fenokristala tako i onih u osnovi, ali i ispunjava šupljine (dimenzija promjera do 0,3 mm). Pojedina zrna pokazuju anomalnu indigomodru interferencijsku boju.

**Opaki minerali** se javljaju sporadično po cijelom uzorku. Nalazimo ih u obliku nepravilnih zrna u osnovi i kao češljaste skelete (ilmenite?). Nepravilna zrna su neprozirna, a na rubovima pojedinih zrna koja su tanja javlja se crvena boja (točkasto ili samo po rubu). Za navedene presjeke se pretpostavlja da se radi o hematitu. Uočen je od akcesornih minerala i **cirkon** (idiomorfni kristali s pleohroitskim ovojem kao posljedica izotropizacije). **Minerali glina** nastaju kao posljedica alteracije feldspata, kako fenokristala, tako i onih u osnovi. Osnovna boja

je smeđa/sivkasta, dok se interferencijska boja ne može odrediti. Pojavljuju se u obliku kriptokristalastih zrna.

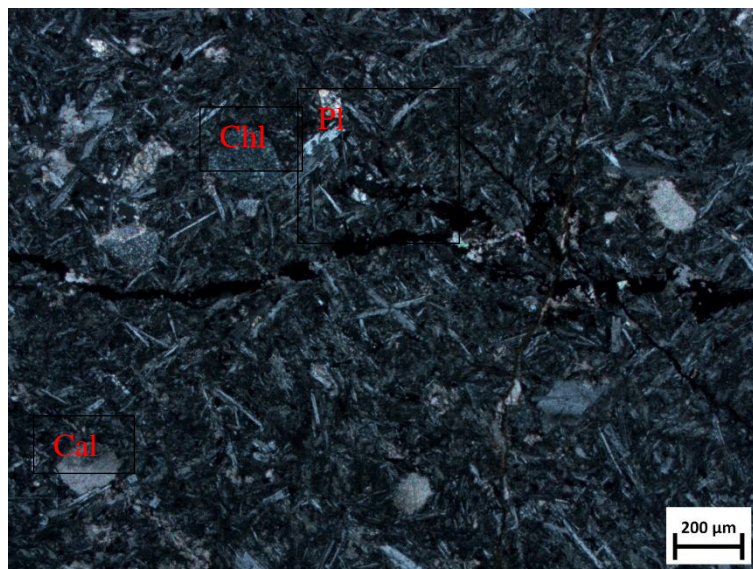
Struktura: glomeroporfirna; struktura osnove: intergranularna

Tekstura: mandulasta (amigdualna)

Determinacija: bazalt (spilit)



*Slika 6-5. Glomeroporfirna struktura uzorka MM5/1. Fenokristali plagioklasa u osnovi izgrađenoj od mikrolita plagioklasa (Pl) i klinopiroksena (Cpx). Slika N+*

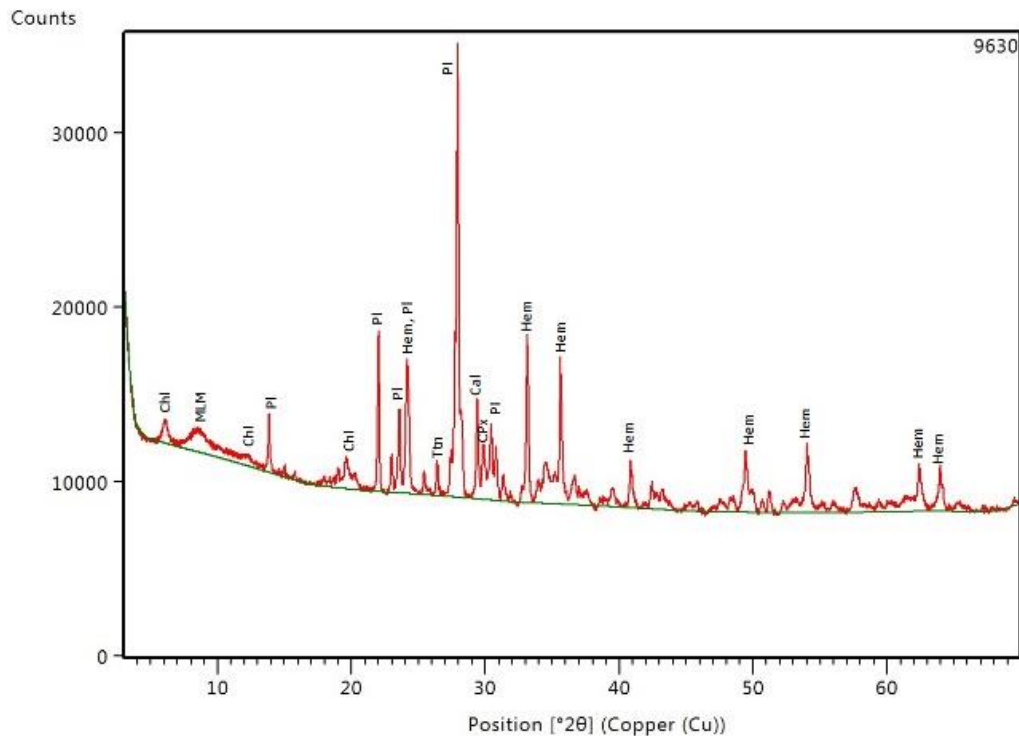


*Slika 6-6. Prikaz intergranularne strukture uzorka MM5/1. Uz kalcitne (Cal) mandule nalaze se i kloritne (Chl). Slika N+*

### **6.3. Rezultat XRD analize**

Uzorak MM1 snimljen je pomoću difraktometra Malvern PANalytical Empyrean, a interpretacija je učinjena pomoću softvera High Score Plus. Determinirani su sljedeći minerali: plagioklas, klinopiroksen, kalcit, hematit, klorit i minerali glina. Na difraktogramu vidljiv je i pik titanita (Slika 6-7.).





*Slika 6-7. Difrakcijska slika globalnog uzorka (uzorak MM1; laboratorijski broj 9630)  
 legenda: Chl – klorit, MLM – mješanoslojni minerali glina, Pl – plagioklas, Hem – hematit,  
 Ttn – titanit, Cal – kalcit, CPx – klinopiroksen (augit?)*

#### 6.4. Gustoća, prostorna masa, poroznost i vrijednosti upijanja vode istraživanih uzoraka

Rezultati mjerenja gustoće metodom piknometra su slijedeći:

##### **Uzorak MM1 (9360)**

- 1)  $m_u = 1,0053 \text{ g}$  ,  $m_{\text{puv}} = 84,9919 \text{ g}$  ,  $\rho_u = 2,6818 \text{ g}$
- 2)  $m_u = 1,0043 \text{ g}$  ,  $m_{\text{puv}} = 84,9810 \text{ g}$  ,  $\rho_u = 2,6818 \text{ g}$
- 3)  $m_u = 1,0019 \text{ g}$  ,  $m_{\text{puv}} = 84,9896 \text{ g}$  ,  $\rho_u = 2,630 \text{ g}$

##### **Uzorak MM5/1 (9361)**

- 1)  $m_u = 1,0019 \text{ g}$  ,  $m_{\text{puv}} = 84,9892 \text{ g}$  ,  $\rho_u = 2,677 \text{ g}$
- 2)  $m_u = 1,0018 \text{ g}$  ,  $m_{\text{puv}} = 84,9957 \text{ g}$  ,  $\rho_u = 2,7259 \text{ g}$
- 3)  $m_u = 1,0024 \text{ g}$  ,  $m_{\text{puv}} = 84,9908 \text{ g}$  ,  $\rho_u = 2,6866 \text{ g}$

**Tablica 6-1.** Rezultati određivanja gustoće, prostorne mase, poroznosti i upijanja istraživanih uzoraka.

uzorak	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]		$\rho_b$ [g/cm <sup>3</sup> ]	p[%]	$p_o$ [%]	$A_b$ [%]
MM1	*2,6645	A	2,714	-1,857	5,2	1,909
		B	2,630	1,295	6,8	2,578
MM5/1	*2,6965	A	2,691	0,204	2,5	0,938
		B	2,696	0,018	2,05	0,757

$\rho$  – gustoća;  $\rho_b$  – prostorna masa; p – apsolutna poroznost;  $p_o$  – relativna poroznost;  $A_b$  – upijanje; \* - aritmetička sredina 3 mjerenja

**Tablica 6-1a-d.** Dodatak uz tablicu 6-1. Ciklusi sušenja, upijanja i vaganja tijekom ispitivanja upijanja vode uzoraka MM1 i MM5/1.

(a) Sušenje

uzorak	11.5.	13.5.	17.5.	18.5.	19.5.	20.5.	24.5.	25.5
MM1A	323,31 g	323,13 g	322,97 g	322,81 g	322,7 g	322,62 g	322, 64 g	322,67 g
MM1B	42,66 g	42,64 g	/	/	/	/	/	42,67 g
MM5/1A	319,30 g	319,14 g	318,33 g	318,86 g	318,74 g	318,67 g	318,66 g	318,67 g
MM5/1B	39,62 g	39,62 g	/	/	/	/	/	39,60 g

(b) Prvi ciklus

uzorak	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	24h
MM1A	322,67 g	324,40 g	324,97 g	325,41 g	325,92 g	326,21 g	326,46 g	327,96 g
MM1B	42,67 g	43,26 g	43,37 g	43,42 g	43,51 g	43,54 g	43,60 g	43,71 g
MM5/1A	318,67 g	319,48 g	319,75 g	319,94 g	320,15 g	320,26 g	320,38 g	321,11 g
MM5/1B	39,60 g	39,67 g	39,70 g	39,71 g	39,73 g	39,74 g	39,75 g	39,85 g

(c) Vaganje

uzorak	27.5.	30.5.	31.5.	1.6.	2.6.	3.6.	6.6.	7.6.	9.6.
MM1A	/	/	328,91 g	328,85 g	328,77 g	328,85 g	328,8 g	328,86	328,83
MM1B	/	/	43,74 g	43,74 g	43,77 g	43,78 g	43,76 g	43,77 g	43,77 g
MM5/1A	/	/	321,65 g	321,63 g	321,63 g	321,63 g	321,62 g	321,66	321,66
MM5/1B	/	/	39,90 g	39,90 g	39,91 g	39,90 g	39,89 g	39,89	39,90 g

(d) Vaganje na ovjesu

uzorak	27.5.	30.5.	31.5.	1.6.	2.6.	3.6.	6.6.	7.6.	9.6.
MM1A	209,61 g	210,16 g	211,91 g	211,92 g	216,24 g	210,51 g	210,78 g	210,53	210,5 g
MM1B	27,67 g	27,48 g	27,57 g	27,68 g	27,64 g	27,60 g	27,62 g	27,61 g	27,62 g
MM5/1A	203,37 g	287,99 g	205,32 g	205,36 g	203,60 g	203,80 g	203,85 g	203,81	203,8 g
MM5/1B	25,25 g	25,24 g	25,22 g	25,27 g	25,24 g	25,30 g	25,30 g	25,28	25,28 g

## 7. DISKUSIJA

Ispitivani uzorci bazalta imaju sljedeće vrijednosti gustoće: 2,6645 g/cm<sup>3</sup> (MM1) i 2,6965 g/cm<sup>3</sup> (MM5/1) (aritmetička sredina 3 mjerenja). Uzorak MM5/1 ima za 0,032 g/cm<sup>3</sup> veću gustoću od uzorka MM1 što je zanemariva razlika. Prostorna masa uzorka MM1 (A) je 2,714 g/cm<sup>3</sup>, a uzorka MM5/1 (A) je 2,691 g/cm<sup>3</sup>. Niža vrijednost prostorne mase uzorka MM1 dobivena je na kocki manjih dimenzija (B) 2,630 g/cm<sup>3</sup> dok prostorna masa uzorka MM5/1 (B) iznosi 2,696 g/cm<sup>3</sup>. Gustoća uzoraka bi trebala biti veća od njihove prostorne mase, ali nije. Razlog bi najvjerojatnije bio u metodi određivanja gustoće kamena pomoću piknometra, za razliku od ostalih metoda ispitivanja fizičkih svojstava u ovom radu koja su rađena na kockama, gustoća je određivana na zdrobljenom uzorku početne mase približno 1 g. Ispitivanje nije obavljeno u vakuumu te je trajalo kratko zbog čega voda vjerojatno nije uspjela ući u sve pore i moguće je da sav zrak nije izašao iz pora. Nadalje, kocke manjih dimenzija pokazuju manju razliku u prostornoj masi nego uzorci većih dimenzija, što je korektan rezultat s obzirom na početnu masu uzorka. Uzorke je bilo veoma teško ispiliti na dimenziju koju propisuje norma zbog pukotina,

žilica i šupljina, a nije bilo dovoljno uzorka da se pripreme dvije kocke istih dimenzija, od istog uzorka. Idealno bi bilo uspoređivati rezultate dvije kocke istih dimenzija istog uzorka.

Dobiveni rezultati apsolutne poroznosti, zbog gornjih navoda kod velike kocke uzorka MM1 (A) pokazuju negativnu vrijednost -1,857 %, dok za ostale uzorke iznose: 1,295 (MM1 B), 0,204 (MM5/1 A) i 0,018 % (MM5/1 B).

Uzorci su s istog lokaliteta ali se razlikuju u boji i ispuni pukotina. Uzorak MM1 je impregniran željeznom fazom koja je pomoću XRD analize utvrđena kao hematit. Uzorak MM5/1 sadržava više mandula od uzorka MM1. Mandule uzorka MM1 su kalcitne, a mandule uzorka MM5/1 su kalcitne i kloritne.

Prema TOMAŠIĆ (2006) poroznost za magmatske stijene iznosi najčešće od 0,1 do 3 % (kod kiselih do 5%), dok za bazične i ultrabazične stijene iznosi od 0,1 do 1 % (gabro i bazalt; 0,1 do 1,5%). Relativna poroznost uzorka MM1 (A) iznosi 5,2 % te je veća od relativne poroznosti uzorka MM5/1 (A) koja iznosi 2,5%. Znatnu razliku poroznosti pokazuju i kocke B manjih dimenzija: 6,8 (MM1) i 2,05 % (MM5/1). Također, upijanje vode pri atmosferskom tlaku je različito za ispitivane uzorke. Kocke A većih dimenzija imaju upijanje 1,909 % (MM1) i 0,938 % (MM5/1), a kocke B manjih dimenzija imaju upijanje 2,578 % (MM1) i 0,757 % (MM5/1). Može se zaključiti da uzorak MM1 pokazuje veću poroznost i više vrijednosti upijanja vode od uzorka MM5/1. Uzorak MM1 je staklaste osnove s malo mikrolita plagioklasa u osnovi stijene, dok je uzorak MM5/1 intergranularne osnove. Rezultati provedenih ispitivanja ukazuju da je uzorak sa staklastom osnovom kamen veće poroznosti i ima više vrijednosti upijanja vode, što se može objasniti činjenicom da je XRD analiza potvrdila postojanje mješanoslojnih minerala glina u tom uzorku.

Ispitivani uzorci imaju vrijednost upijanja vode između 0,7 do 2,6 % što se smatra **malim do osjetnim upijanjem vode** (BILBIJA, 1984). Ukoliko kamen ima vrlo malu relativnu poroznost odnosno ako u normalnim uvjetima atmosferskog tlaka upija malu količinu vode smatra se da je njegova strukturna građa i raspodjela pornog prostora takva da dio pornog prostora nije međusobno povezan, zbog čega je mogućnost upijanja vode manja (TOMAŠIĆ, 2006). Na dalje, može se zaključiti da prostornom raspodjelom pore u istraživanim uzorcima ne komuniciraju jer je količina upijene vode mala. Vrijednost mase upijene vode je veća od njihove apsolutne poroznosti iz čega se može zaključiti da je moguće došlo do spajanja vode u kristalnu rešetku.

Upijanjem dolazi do razmekšavanja kamena, smanjuje se njegova tlačna čvrstoća a i otpornost na smrzavanje. S obzirom na dobivene vrijednosti upijanja vode, koje su veće od 0,5 masenih % ispitivani uzorci bazalta lokaliteta Vratnik, u okolici sela Donji Žirovac na Banovini nisu pogodni za upotrebu kao kameni agregati na kolnicima za gornji habajući sloj.

## 8. ZAKLJUČAK

Ispitivani uzorci su bazalti (spiliti) porfirne do glomeroporfirne strukture, mandulaste teksture različitih struktura osnove: intersertalne (MM1) do intergranularne (MM5/1). Karakteriziraju ih šupljine i pukotine sa ili bez ispune kalcitom i mandule kalcita, i klorita (MM5/1). Uzorci imaju bliske vrijednosti gustoće: 2,6645 g/cm<sup>3</sup> (MM1) i 2,6965 g/cm<sup>3</sup> (MM5/1). Vrijednosti prostorne mase su: 2,714 g/cm<sup>3</sup> (MM1 A) i 2,630 g/cm<sup>3</sup> (MM1 B), a za uzorak MM5/1 iznose 2,691 (A) g/cm<sup>3</sup> i 2,696 g/cm<sup>3</sup> (B). Vrijednosti apsolutne poroznosti su u skladu s dobivenim vrijednostima prostorne mase: -1,857 (MM1 A), 1,295 (MM1 B), 0,204 (MM5/1 A) i 0,018 (MM5/1 B). Relativna poroznost uzorka MM1 (A) iznosi 5,2 % te je veća od relativne poroznosti uzorka MM5/1 (A) koja iznosi 2,5%. Razliku poroznosti pokazuju i kocke B manjih dimenzija: 6,8 (MM1 B) i 2,05 % (MM5/1 B). Upijanje vode pri atmosferskom tlaku korelativno je s rezultatima poroznosti: kocke A većih dimenzija imaju upijanje 1,909 % (MM1) i 0,938 % (MM5/1), a kocke B manjih dimenzija imaju upijanje 2,578 % (MM1) i 0,757 % (MM5/1).

Veću poroznost i upijanje ima uzorak intersertalne strukture osnove. Generalno, vrijednosti upijanja vode oba varijeteta bazalta (spilita) lokaliteta Vratnik na Banovini prema mas. % Ab (upijanja) nisu pogodni za upotrebu na kolnicima za gornji habajući sloj.

## 9. POPIS LITERATURE

BILBIJA, N. 1984. *Tehnička petrografija: svojstva i primena kamena*. Naučna knjiga, Beograd.

IVKIĆ, I., 2014. *Petrogenetske karakteristike jastučastih lava Vratnika, Banija*. Završni rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-52.

KIŠPATIĆ, M., 1899. *Nastavak bosanske serpentinske zone u Hrvatskoj*. Rad JAZU, 139, 44-73. Zagreb.

MAJER, V., 1974. *Spiliti Vratnika u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija)*. Geološki vjesnik, 27, 199-207.

MAJER, V., 1976. *Stijene dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije u području između Klasnića i Brezova polja u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija)*. Geološki vjesnik, 29, 221-235.

MAJER, V., 1978. *Mezozojski magmatizam Unutrašnjih Dinarida (odnosno ofiolitne zone) u području Pokuplja i Banije u Hrvatskoj i njegovo petrološko značenje – prikaz i problemi*. Geološki vjesnik, 30/2, 699-709. Zagreb.

MAJER, V., 1980. *Stijene “dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije” u području Gvozdanskog i Ljeskovice u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija)*. Geološki vjesnik, 10, 1-33.

SLOVENEK, D., BERMANEC, V., 2003. *Sistematska mineralogija – mineralogija silikata*, 1-359. Zagreb, DENONA d.o.o.

ŠIKIĆ, K., 1990. *Tumač osnovne geološke karte SFRJ 1:100 000, list Bosanski novi*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, K., 2014. *Osnovna geološka karta Republike Hrvatske, list Bosanski Novi 1:100 000, L33-105*. Institut za geološka istraživanja, Zavod za geologiju, Zagreb, 1990. Izdanje: HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT.

ŠIMUNIĆ, AN., ŠIKIĆ, K., MILANOVIĆ, M., CRNKO, J., ŠPARICA, M., 1969. *Das Alter der Diabas-Hornstein-Schichten in dem Gebiet der Zrinska Gora (Banija)*. Bull. Sci. Cons. Acad. Yugosl., 14, 7/8, 214-215. Zagreb.

ŠIKIĆ, K., GRIMANI, I., 1965. *Prvi nalaz jure u srednjoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj i rasprostranjenje dijabazrožnjačkih naslaga u Baniji i Kordunu*. Acta Geologica, 5, JAZU, 397-403, Zagreb.

ŠUŠNJAR, M., GRIMANI, I., 1986. *Strukturno-tektonski odnosi ofiolitnog pojasa Banije*. Zagreb: Geološki vjesnik, 39, 109-119.

STUR, D., 1863. *Bericht über die geologische Übersichtsaufnahme im mittleren Theile Croatiens, ausgeführt im Sommer 1862*. Jahrb. Geol. Reichsant., 13/4, 485-523. Wien.

TIETZE, E., 1871. *Das Gebirgsland südlich Glina in Croatien, ein geologischer Bericht*. Jahrb. Geol. Reichsant., 22/3, 253-288. Wien.

TOMAŠIĆ, I., 2006. *Tehnička petrografija 1*. Skripta za studente. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 1-103.

VOJNOGEOGRAFSKI INSTITUT (1971): *Topografska karta 1:100000 (list Sisak 371)*.