

## PETROGRAFSKO-PETROHEMIJSKE ODLIKE STIJENA NA PROFILU BRANA-MODRAC

Elvir Babajić\*, Zehra Salkić\*\*, Snežana Mičević\*\*\*

### REZIME

U radu su prezentirane petrografsko-petrohemijske odlike stijena u Modracu. Za obradu prikupljenih uzoraka korištene su klasične terenske i laboratorijske metode, softverska obrada (petrohemijske odlike) kao i karakteristični dijagrami vezani za petrologiju.

**Ključne riječi :** petrografija, petrohemija, softverska obrada, dijagrami.

### UVOD

Na području Bosne i Hercegovine ultrabazične stijene zajedno sa bazičnim i vulkanogeno – sedimentnim tvorevinama imaju značajnu rasprostranjenost u okviru „bosanske serpentinske zone“ (Kišpatić, 1897). Zbog važne uloge u geološkoj građi BiH ove stijene su bile predmet intenzivnog izučavanja.

Ofiolitski kompleks BiH, tzv „Bosanska serpentinska zona“ obuhvata površinu od oko 2000 km<sup>2</sup>. Sastav stijenskog materijala je vrlo sličan, ali su zapažene i određene razlike za pojedina područja na osnovu čega je „bosanska serpentinska zona“ podijeljena u pet zasebnih cjelina (Geologija BiH, 1978, knjiga IV. Drugi po veličini kompleks je Ozrenski kome ujedno pripada i profil koji je u ovome radu obrađen.

### SUMMARY

This work present petrographic-petrochemical characteristics of rocks profile near Modrac village. For sample analyse used classic method (fields and laboratory), software calculation and characteristic diagrams for petrology.

**Key words :** petrography, petrochemistry, software calculation, digarams.

### 2. OSNOVNI GEOGRAFSKO-GEOLOŠKI PODACI

Istraživano područje je smješteno u rubnim, sjevernim dijelovima planine Ozren. Profil na kome je izvršeno detaljno geološko kartiranje i uzorkovanje situiran je u zasjeku puta koji spaja Lukavac i Vijenac, odnosno u naselju Modrac, na oko 500 m prije brane jezera Modrac (slika 1).

Slika 1- Geografska lokacija istraživanog područja.



### Ozrenski ofiolitski kompleks

U okviru Dinarske ofiolitne zine (DOZ) značajno mjesto zauzima Ozrenski ofiolitski kompleks sa površinom od oko 300 km<sup>2</sup>. Starost ofiolita do sada nije adekvatno dokumentovana. Pretpostavlja se da je jurske

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

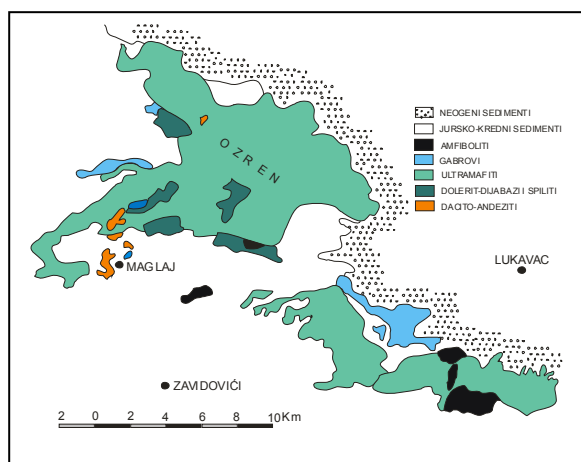
\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

starosti na osnovu gornje granice ofiolitnog melanža čija je starost određena kao titon-donjokredna.

Najznačajnije radove o ovome kompleksu objavili su: Pamić & Trubelja (1962), Vakanjac (1964), Šćavničar (1965), Trubelja & Pamić (1965), Sijarić & Šibenik-Studen (1989) i drugi.

U geološkoj građi Ozren planine učestvuju različiti tipovi stijena: ultrabaziti (dominantno lerzolitni), amfiboliti, gabroidne stijene, vulkanogeno-sedimentna formacija mezozojske starosti, kredne naslage, dacito-andeziti i naslage kvartara (slika 2 - pregledna geološka karta Pamić-Trubelja, 1965).



Slika 2 - Pregledna geološka karta ozrenskog ultramafitskog kompleksa (Pamić & Trubelja, 1965)

### 3. ANALITIČKE METODE

Za utvrđivanje mineraloško-petrografskih odlika predmetnog profila izvršeno je detaljno geološko kartiranje uz korištenje standardne geološke opreme (čekić, lupa, kompas, kiselina, foto aparat...) te je izvršeno je uzorkovanje.

Mineraloško-petrografska ispitivanja izvršena su polarizacionim mikroskopom marke Zeiss (Jenna). Ispitivanja su izvršena pri paralelnim (PPL) i ukrštenim nikolima (XPL) uz korištenje objektiva 3,2/0,10 i okulara 16x12,5 na Katedri za Mineralogiju i petrografiju RGGF-a u Tuzli i Fakultetu za geologiju i paleontologiju u Salzburgu (Austrija).

Hemijske analize su urađene (za sva četiri uzorka) u analitičkoj laboratoriji LTD – ACME -Vankuver (Kanada) metodom ICP-MS (Inductively coupled plasma – mass spectrometry).

Na prilogu broj 1 predstavljen je kartirani profil sa naznačenim mjestima uzimanja uzoraka.

### 4. OPIS PROFILA

Makroskopski se lahko uočava znatna ispucalost stijena i promjena u boji. Diskoloracija stijena je prisutna u dobroj mjeri sa naglašenim intezitetom duž diskontinuiteta (boja varira od sivozelene do žučkastosmeđe). Diskontinuiteti su veoma bliski (na pojedinim mjestima to rastojanje iznosi 1 cm) tako da se stvara osjećaj zdrobljenih (kataklaziranih) zona debljine i do 1m. Materijal iz ovih zona je vrlo trošan. Ispuna u zidovima diskontinuitetima je predstavljena glinovito pjeskovitim materijalom koji omogućava strujanje atmosferilija i dekompoziciju stijenske mase. Ispuna bjeličaste boje predstavlja magnezit ( $MgCO_3$ ), nastao kao proizvod raspadanja magnezijevskih silikata, odnosno predstavlja dokaz hidrotermalnih aktivnosti u stijenskoj masi.

Uočavaju se dva sistema diskontinuiteta - jedan se podudara sa Dinarskim pravcem pružanja (SZ – JI) , a drugi skoro okomit na njega. Sa porastom dubine opada gustina diskontinuiteta.

U podnožju profila, na lijevoj strani nalazi se izvor vrlo kvalitetne vode za piće. Neposredno iznad kaptaze uočava se intrudirano žično tijelo iz koga je uzet jedan uzorak za analizu (VM4). Debljina žice se kreće u rasponu 0,2-0,5m, dok je u središnjem dijelu tektonski oštećena-smaknuta (prilog 1).

### 5. MINERALOŠKO - PETROGRAFSKE ODLIKE

Određivanje mineraloško-petrografskih karakteristika predmetnog profila izvršeno je na sva četiri uzorka.

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol.,viši asistent , RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

## Uzorak VM1

### *Makroskopski opis*

Stijena je tamno zelene boje. Lomi se u nepravilne komade oštih ivica. Ističu se svježija zrna piroksena sa karakterističnim sjajem što uzorku daje porfiroidan izgled. Upotrebom lupe (10x20) uočen je klivaž na zrnima piroksena, kao i prisustvo veoma malih žilica. Strukturno - teksturne karakteristike pokazuju zdravu i kompaktnu stijenu.

### *Mikroskopski opis*

Mikroskopskim istraživanjima ustanovljen je slijedeći mineralni sastav :

Glavni mineral je olivin. Interferira u živim bojama drugog reda i potamnjuje paralelno pukotinama cjepljivosti. Zrna olivina su nepravilna, različite veličine sa izraženim pukotinama. Duž pukotina i po rubovima došlo je do promjene u serpentin. Razvijena je mrežasta struktura serpentina, a unutar nje su zaostala svježija zrna olivina (tzv. olivinska okca).

Od piroksena zapažen je enstatit (rompski) i diopsid (monoklinski).

Enstatit je znatno svježiji od olivina, odnosno manje je zahvaćen serpentinizacijom. Trase cjepljivosti su jasne i izražene, ali nemaju pravilnost nego su zatalasane. Interferira u sivoj boji. Karakterističan je kratkoprizmatičan habitus. Potamni paralelno, nema pleohroizma.

Diopsid je zastupljen znatno manje od enstatita. Izražena je piroksenska cjepljivost. Potamnjuje koso, a reljef je visok. Pri ukrštenim nikolima je svijetlo zelenkaste boje. Kao akcesorni minerali javljaju se spineli.

Struktura je hipidiomorfnozrnasta, a tekstura je masivna.

## Uzorak VM2

### *Makroskopski opis*

Stijena je sivo zelene boje. Prožeta je sitnim pukotinama maloga zijeva (oko 1mm), zapunjenim bijelom materijom. Ispuna ne reaguje sa koncentrovanom HCl, što ukazuje na magnezit. Uočljiva su zrna piroksena. Struktura je zrnasta, a tekstura masivna sa sitnim bjeličastim prožilcima.

### *Mikroskopski opis*

Utvrđeno je prisustvo olivina, enstatita, diopsida, serpentina, hromita i magnetita. Olivin izgrađuje glavninu stijene. Ispucalo je i duž pukotina zapaža se serpentinizacija. Zrna su skoro iste veličine i imaju jajoliku formu. Enstatit se javlja sa jasnom cjepljivosti. Interferira u sivoj boji. Pri ukrštenim nikolima potamnjuje paralelno. Na pojedimim zrnima se uočavaju uklopici akcesornih minerala. Diopsid se susreće kao sitnozrn sa živim interefrencijskim bojama. Količinski je podređen u odnosu na enstatit, potamni koso. Serpentina ima malo i genetski je vezan za olivine i piroksen. Uglavnom je izlučen kao sekundarnim mineral u mreži oko olivina. Hromit i magnetit su akcesorni, te ih ima vrlo malo. Magnetit se javlja u mreži serpentina, dok je hromit smeđecrvene boje. Struktura je zrnasta, a tekstura homogena.

## Uzorak VM3

### *Makroskopski opis*

Uzorak je tamne boje. Makroskopski se jasno zapažaju krupnija zrna rompskih piroksena tako da uzorak poprma karaktersitike porfiroidnosti. Ispresijecan je sitnim žilicama bjeličaste boje koja ne reaguje sa HCl. Pokazuje znatnu čvrstoću na udar čekića. Struktura je zrnasta, a tekstura homogena.

### *Mikroskopski opis*

Utvrđeno je prisustvo olivina, enstatita, diopsida, serpentina, hromita i magnetita. Mineralni sastav gotovo je identičan sa prethodnim uzorkom. Struktura je zrnasta, a tekstura je homogena.

## Uzorak VM4

### *Makroskopski opis*

Boja uzorka je sivozelena. Udarom čekića lomi se u nepravilne komade oštih ivica. Lahko se lomi duž pukotina koje su zapunjene bjeličastom materijom. Ispuna ne reaguje sa HCl. Odnos salskih i femskih minerala je prilično ujednačen. Struktura stijene je zrnasta, a tekstura homogena.

---

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol.,viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

*Mikroskopski opis*

Glavni mineral je predstavljen plagioklasima. Javljuju se uglavnom kao sraslaci, rjeđe kao samci. Zrna su izduženo prizmatična sa karakterističnom zonalnošću. Po obodu su zatamnjeni i nepravilno nazubljeni što je dokaz dekompozicije plagioklasa. Olivin se pojavljuje kao alotriomorfan, dok su znatno rjeđe jajoliko zaobljeni. Vidno su serpentinizirani po pukotinama duž koji je ovaj proces napredovao. Diopsid se susreće kao sitnozrn sa živim interefrencijskim bojama, potamni koso. Serpentina ima malo i genetski je vezan za olivine i piroksen. Uglavnom je izlučen kao sekundarni mineral u mreži oko olivina. Akcesorni minerali predstavljeni su spinelima.

**6. HEMIJSKE ANALIZE**

Rezultati hemijskih analiza glavnih oksida prikazani su u tabelarno (tabele 1-4).

*Tabela 1*

uzorak	VM1
SiO <sub>2</sub>	43,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,17
MgO	40,96
CaO	2,22
Na <sub>2</sub> O	0,13
K <sub>2</sub> O	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04
MnO	0,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,345
LOI	1,9

*Tabela 2*

uzorak	VM2
SiO <sub>2</sub>	43,86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,29
MgO	40,39
CaO	2,57
Na <sub>2</sub> O	0,15
K <sub>2</sub> O	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06
MnO	0,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,343
LOI	1,5

Sadržaj SiO<sub>2</sub> se kreće u granicama 43,44 - 45,11% što pokazuje da se radi o ultrabazičnoj magmatskoj stijeni. Sadržaj Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je relativno nizak, osim u uzorku VM4 – 15,76% (uzorak je uzet iz žičnog tijela koje je intrudirano u masiv, prilog 1). Za ovaj tip stijena karakterističan je visok sadržaj MgO (u rasponu od 35,77 - 40,96%) koji ulazi u građu olivina i piroksena, što se ne odnosi na uzorak VM4 (16,32%).

CaO komponenta u hemijskoj analizi ukazuje na prisustvo klinopiroksena (diopsida). Srednji sadržaj CaO komponente za lertzolite iznosi 2,54 – 2,92%, dok su niže vrijednosti (oko 1% ) karakteristične za harcburgite.

Relativno nizak procenat gubitka žarenjem uzoraka VM1, VM2 i VM3 pokazuje da stijena nije pretrpjela znatnije dekompozicione promjene s obzirom da se radi o profilu koji se nalazi u rubnoj zoni koja je najčešće milonitizirana i kataklazirana, odnosno dezintegracioni procesi su bili intezivniji.

U uzorku VM4 zapaža se visok procenat gubitka žarenjem (7,9%) koji predstavlja gubitak vode i lahko isparljivih komponenti u stijeni kao dokaz hemijske dekompozicije dajka.

*Tabela 3*

uzorak	VM3
SiO <sub>2</sub>	45,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,69
MgO	35,77
CaO	4,44
Na <sub>2</sub> O	0,36
K <sub>2</sub> O	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06
MnO	0,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,329
LOI	1,1

*Tabela 4*

uzorak	VM4
SiO <sub>2</sub>	42,88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,41
MgO	16,32
CaO	8,63
Na <sub>2</sub> O	2,59
K <sub>2</sub> O	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02
MnO	0,1
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,093
LOI	7,9

U tabeli 5 dati su podaci za sadržaj mikroelemenata. Sadržaji mikroelemenata su upoređeni sa sadržajem mikroelemenata u zemljinoj kori (srednje vrijednosti po *Taylor, St.R., McLennan, SM, 1985*).

U ovome slučaju se primjećuje povećan sadržaj nikla (naročito u uzorcima VM1, VM2 i VM3), a vjerovatno se javlja kao kationska zamjena sa magnezijumom u oktaedarskim položajima u serpentinskoj strukturi. Vrijednosti za ostale mikroelemente neznatno odstupaju od srednjeg sadržaja u zemljinoj kori.

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol.,viši asistent , RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

Tabela 5

	VM1	VM2	VM3	VM4
Mo	0,1	0,1	0,1	0,1
Cu	24	35,4	33,6	12,6
Pb	0,1	0,1	0,1	0,2
Zn	19	25	19	18
Ni	1776,7	1466,2	1802,4	335,7
As	0,5	0,5	0,5	1,1
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1
Sb	0,1	0,1	0,1	0,1
Bi	0,1	0,1	0,1	0,1
Ag	0,1	0,1	0,1	0,1
Au	1,5	3,5	1,9	1,5
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01
Tl	0,1	0,1	0,1	0,1
Se	0,5	0,5	0,5	0,5

### 6.1 TAS dijagrami

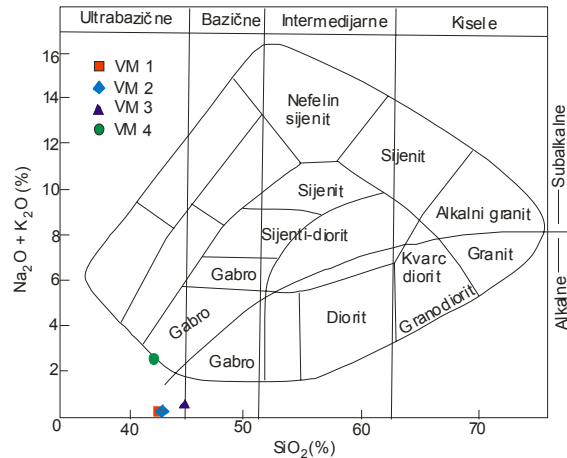
Korisnost TAS dijagrama demonstrirana je od Cox et al. (1979), koji su pokazali da postoje ispravni teoretski razlozi za odabiranje SiO<sub>2</sub> i Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O kao osnove za klasifikaciju magmatskih (plutonskih i vulkanskih) stijena. TAS dijagram, na osnovu sadržaja SiO<sub>2</sub>, dijeli stijene na: ultrabazične (oko 45 % SiO<sub>2</sub>), bazične (45-52 % SiO<sub>2</sub>), intermedijarne (52-63 % SiO<sub>2</sub>) i kisele (preko 63 % SiO<sub>2</sub>) (slijedeći primjenu Peccerillo i Taylor, 1976). Na apscisi je dat sadržaj SiO<sub>2</sub>, a na ordinatu vrijednosti odnosa Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O.

Nanošenjem podataka na TAS-ov dijagram evidentno je da uzorci VM1, VM2 i VM3 padaju u polje ultrabazičnih stijena sa relativno niskim sadržajem odnosa Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O (slika 8). Uzorak VM4 se odlikuje nešto većim sadržajem odnosa Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O i pada na samu granicu polja subalkalnih gabroidnih stijena.

### 7. PETROHEMIJSKE ODLIKE

Petrohemijski proračuni generalno mogu se vršiti na više načina. Najčešće je u upotrebi CIPW proračun na osnovu hemizma stijene, pošto je hemijski sastav magmatskih stijena odraz njihovog mineralnog sastava. U osnovi, CIPW metod sastoji se u tome da se iz paušalnog hemijskog sastava magmatske stijene proračunaju „normativni“ minerali

preko molekularnog sastava. Osnova ovoga načina proračuna zadržala se i danas uz neke manje korekcije.



Slika 3 – TAS dijagram za plutonske stijene (Cox et al. 1979, adapted Wilson 1989).

Danas postoji veliki broj softvera koji tretiraju ovu problematiku. Proračun je izvršen softverom „norm3“ (prilog 2). Osnovne odlike ovoga softvera su da se postupak proračuna po CIPW-u izvodi za vrlo kratko vrijeme, odnosno odmah po unosu rezultata hemijske analize. Automatski se izvrši svodenje analize na 100% (corrected analysis), a u desnom dijelu date su vrijednosti normativnih minerala (31 mineral) kroz maseni i zapreminski udio.

Rezultati petrohemijskog proračuna dati su u prilogu 2, samo za uzorak VM1. Zbog ograničenosti prostora ostali prilozima nisu prikazani u ovome radu.

Treba napomenuti da su kod odabiranja normativnih minerala zanemareni petrogeni minerali sa konstitucijskom vodom kao biotit, hornblenda, minerali glina i dr. Obzirom da u normativni sastav ne ulazi biotit, sadržaj kalija (K) iz biotita se proračuna u ortoklas, dok se magnezij (Mg) sa određenom količinom željeza (Fe) iz biotita pridružuje hiperstenu što za posljedicu ima povećan sadržaj ortoklasa (sanidina) i hiperstena.

Višak Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> proračunat je kao korund u normativnom mineralnom sastavu zato što primjenjeni softver nema mogućnost da sadržaj Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> prikaže u sastavu nekog drugog minerala (npr. kaolinita).

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

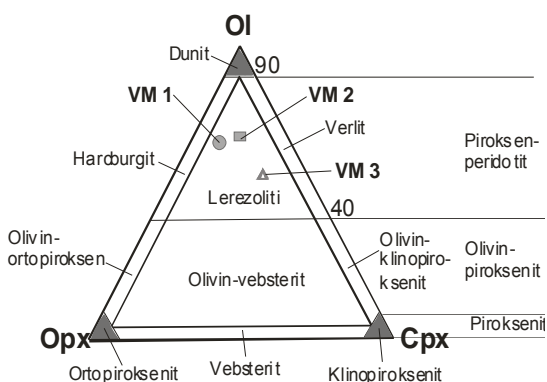
\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli



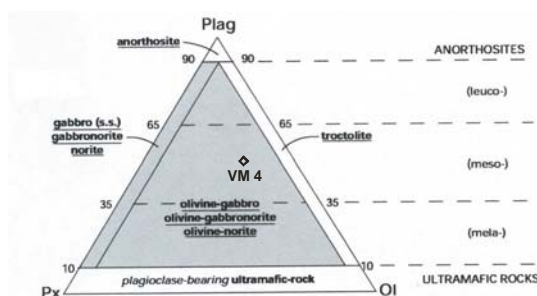
### 7.1 Grafička prezentacija na triangularnim dijagramima

Obzirom da veći broj minerala ima kompleksan sastav moguća je supstitucija pojedinih elemenata u njihovoj strukturnoj građi. Za grafičku interpretaciju najmanje tri komponente hemijskog sastava uobičajena je primjena triangularnih dijagrama. Ovi dijagrami omogućavaju nanošenje nezavisnih komponenti na tri vrha trougla. Generalno, mogu se uzeti bilo koje tri komponente iz hemijske analize u cilju grafičkog prikaza hemijskih varijacija.



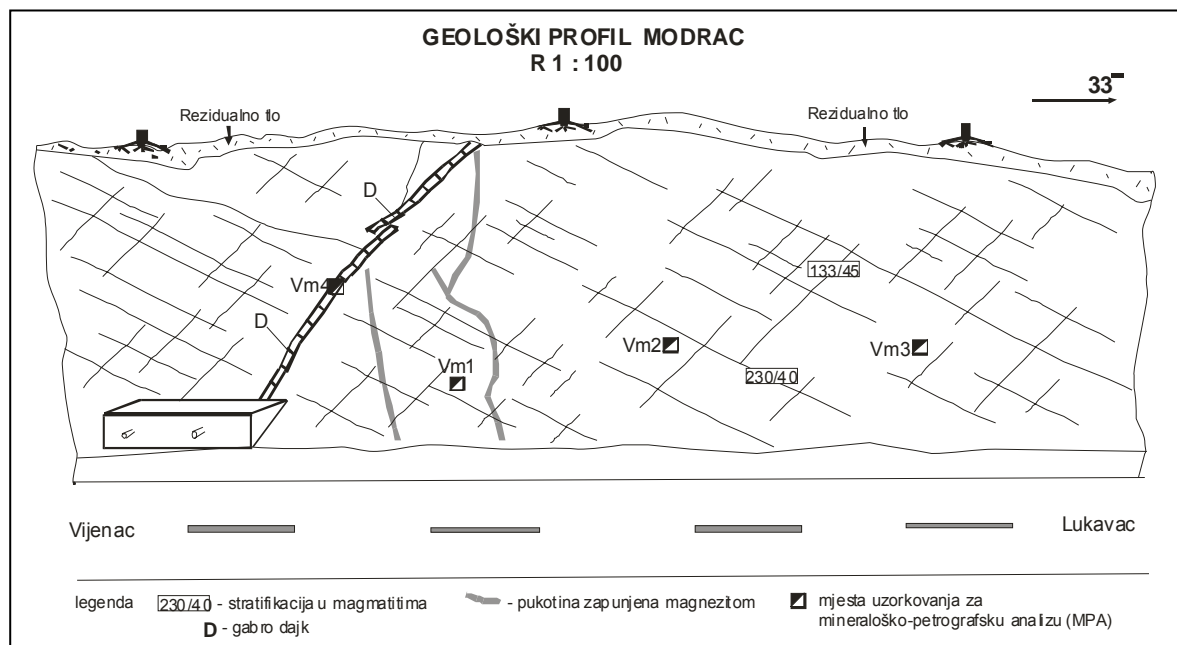
Slika 4 - Triangularni dijagram za klasifikaciju ultramafitskih stijena baziran na odnosu olivina (Ol), ortopiroksena (Opx) i klinopiroksena (Cpx) (after Streckeisen, 1973).

Prema odnosu normativnog Ol, Opx i Cpx (slika 9) potvrđeno je da uzorci VM1, VM2 i VM3 pripadaju lerezolitima.



Slika 5 - Triangularni dijagram za klasifikaciju gabroidnih stijena baziran na odnosu olivina (Ol), piroksena (Px) i plagioklasa (Plag) (after Streckeisen, 1976).

Na osnovu rezultata CIPW proračuna (normativnog) uzorak VM4 pripada olivinskom gabru.



Prilog 1- Geološki profil stijene na lokalitetu Brana-Modrac.

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

Norm Calculation Program

Program run: 5.11.2004

Sample Number: VM-1

Rock Analysis		Correction Factors	Corrected Analysis	Normative Minerals	Weight % Norm	Volume % Norm
SiO <sub>2</sub>	43,44 %	Total=100%? Y/N	44,70	Quartz		
TiO <sub>2</sub>	0,06 %	Fe <sup>3+</sup> /(Total Iron)	0,06	Plagioclase	7,25	8,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,42 %		2,49	Orthoclase	0,12	0,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,17 %	Total Fe as FeO	0,84	Nepheline		
FeO	%	Desired Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,81	Leucite		
MnO	0,12 %	Desired FeO	0,12	Kalsilite		
MgO	40,96 %	Weight corr. factor	42,14	Corundum		
CaO	2,22 %		2,28	Diopside	2,12	2,12
Na <sub>2</sub> O	0,13 %		0,13	Hypersthene	20,98	20,88
K <sub>2</sub> O	0,02 %		0,02	Wollastonite		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04 %		0,04	Olivine	67,52	66,32
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35 %		0,35	Larnite		
SO <sub>3</sub>	%			Acmite		
Sr	%			K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>		
Cl	%	Norm calculation checks:		Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>		
Sr	ppm	Norm seems OK		Rutile		
Ba	ppm			Ilmenite	0,11	0,08
Ni	1777 ppm			Magnetite	1,22	0,76
Cr	ppm			Hematite		
Zr	ppm		0,23	Apatite	0,09	0,09
<b>Total</b>	<b>97,93</b>		<b>100,21</b>	Zircon		
				Perovskite		
				Chromite		
				Sphene		
				Pyrite		
				Halite		
				Fluorite		
				Anhydrite		
				Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
				Calcite	0,80	0,96
				Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		
				<b>Total</b>	<b>100,21</b>	<b>99,99</b>
				Fe <sup>3+</sup> /(Total Fe) in rock	10,0	10,0
				Mg/(Mg+Total Fe) in rock	90,8	90,8
				Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> ) in rock	91,7	91,7
				Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> ) in silicates	91,8	91,8
				Ca/(Ca+Na) in rock	90,6	90,6
				Ca/(Ca+Na) in plagioclase	84,1	84,1
				<b>Differentiation Index</b>	<b>7,4</b>	<b>8,8</b>
				<b>Calculated density, g/cc</b>	<b>3,26</b>	<b>3,26</b>
				<b>Calculated liquid density</b>	<b>2,84</b>	<b>2,84</b>
				<b>Calculated viscosity, dry</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
				<b>Calculated viscosity, wet</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
				<b>Estimated liquidus temp.</b>	<b>1312</b>	<b>1312</b>
				<b>Estimated H<sub>2</sub>O content</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol.,viši asistent , RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

samples VM1	Calculations					
	MW Minerals	Weight Norm	Mineral Density	Vol.Prop. of Minerals	Volume Norm	Cont. to Density
Quartz	60,084		2,65			
Zircon	183,3		4,56			
K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	154,28		2,50			
Anorthite	278,21	6,1515	2,76	2,228821	7,2599	0,2004
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	122,06		2,40			
Acmite	462,01		3,60			
Diopside	219,14	2,1155	3,25	0,651332	2,1216	0,0689
Sphene	196,06		3,50			
Hypersthene	102,98	20,977	3,27	6,411751	20,885	0,6833
Albite	524,45	1,1	2,62	0,419855	1,3676	0,0358
Orthoclase	556,66	0,1182	2,56	0,046169	0,1504	0,0038
Wollastonite	116,16		2,86			
Olivine	145,87	67,52	3,32	20,36148	66,323	2,1993
Perovskite	135,98		4,00			
Nepheline	284,11		2,56			
Leucite	436,49		2,49			
Larnite	172,24		3,27			
Kalsilite	316,33		6,20			
Apatite	493,31	0,0927	3,20	0,028962	0,0943	0,003
Halite	66,442		2,17			
Fluorite	94,076		3,18			
Anhydrite	136,14		2,96			
Thenardite	142,04		2,68			
Pyrite	135,97		4,99			
Magnesiochromite	192,29		4,43			
Chromite	223,84		5,09			
Ilmenite	151,75	0,114	4,75	0,02399	0,0781	0,0037
Calcite	100,09	0,796	2,71	0,293722	0,9567	0,0259
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	105,99		2,53			
Corundum	101,96		3,98			
Rutile	79,899		4,20			
Magnetite	231,54	1,2179	5,20	0,234216	0,7629	0,0397
Hematite	159,69		5,25			
Total		100,20		30,70029	100,00	3,26

Prilog 2 – Rezultati petrohemijskih proračuna softverskim pristupom (norm3).

## ZAKLJUČAK

Mikroskopskom determinacijom u polarizovanoj svjetlosti utvrđen je mineralni sastav: olivin, orto i klinopirokseni, serpentin, spineli što ukazuje na ultrabazične stijene – lertzolite koji su serpentinisani. Izuzetak čini uzorak VM4 koji po hemijskom i mineralnom sastavu odgovara olivinskom gabru, odnosno

sadrži povećan procenat bazičnih plagioklasa (anortit) i olivina. Rezultati hemijskih analiza ukazuju da se radi o ultrabazičnim magmatskim stijenama (na osnovu % SiO<sub>2</sub>). Relativno nizak procenat gubitka žarenjem ukazuje da su u procesu transformacije stijena dezintegracioni procesi bili intenzivniji od dekompozicionih. Viši procenat gubitka žarenjem zabilježen je u uzorku VM4.

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli



U pogledu prisustva mikroelemenata uočeno je povećano učešće nikla (Ni), što je genetska posljedica matičnog rastopa i tipa magme iz kojeg su stijene iskristalisale.

Petrohemijским proračunima utvrđeno je da normativni mineralni sastav približno odgovara modalnom sastavu. Ispitivane stijene karakterišu se sadržajem normativnog olivina, klinopiroksena i ortopiroksena.

Prema TAS-u i triangularnim dijagramima uzorci VM1, VM2 i VM3 pripadaju lerzolitima, a uzorak VM4 olivinskom gabru.

## LITERATURA

1. Barić Lj., Tajder M., (1967): Mikrofiziografija petrogenih minerala, Sveučilište Zagreb, Zagreb
2. Betekhin, A. (1971): A course of mineralogy, Mir, Moskva.
3. Bermanec V., (1999): Sistematska mineralogija-mineralogija nesilikata, Sveučilište Zagreb, Zagreb
4. Cornelius H., Cornelius K., (1977): Manual of mineralogy 19-th Edition, John Wiley & Sons, Canada
5. Francis J. Turner, Verhoogen J., (1960): Igneous and metamorphic petrology, Dep.of Geology, University of California
6. Frey, K. (1981): The encyclopedia of mineralogy. Hutchinson ross Publishing Company, Pennsylvania.
7. Gržetić I., (1996): Fizička hemija u geologiji, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, Beograd
8. Hall A., (1987): Igneous petrology, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA
9. Jukan N., (2003): Mineraloško-petrografske karakteristike stijene na profilu „Braná Modrac“, diplomski rad, RGGF, Tuzla.
10. Karamata S., Pamić J., (1972): Razmatranje o genezi alpinotipnih ultramafita Dinarida, VII Kongres Geologa Jugoslavije, knjiga II, 139-156, Zagreb
11. Pamić J., Trubelja F., (1962): Osnovne geološko-petrološke karaktersitike Ozren planine u Sjeveroistočnoj Bosni, Referati V savetovanja, 117-123, Beograd
12. Pamić J., (1996): Magmatske formacije Dinarida, Vardarske zone i južnih dijelova panonskog bazena, časopis „Nafta“, Zagreb
13. Francis J. Turner, Verhoogen J., (1960): Igneous and metamorphic petrology, Dep.of Geology, University of California
14. Klein, C., and Hurlbut, C.S., Jr., (1993), Manual Mineralogy, 21st ed., Wiley, New York, pp.244 – 249.

---

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli

---

\*Mr. Elvir Babajić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*Mr. Zehra Salkić, dipl.ing.geol., viši asistent, RGGF u Tuzli

\*\*\*Dr. Snežana Mičević, dipl.ing.tehn., docent, RGGF u Tuzli