

BRANKO CRNKOVIC

PETROGRAFIJA I PETROGENEZA MAGMATITA SJEVERNE STRANE MEDVEDNICE¹

S 11 tabela, 12 slika u tekstu, 12 slika na 3 table i 2 geološke karte

Mikroskopski su istraženi pojedini stratigrafski članovi koji se nalaze u neposrednoj blizini magmatskih stijena. Kemijski i mikroskopski su obradene magmatske stijene izdvojene na geološkoj karti, a koje predstavljaju asocijaciju kalcijskonatrijskih stijena nastalih kristalizacijskom diferencijacijom izvorne kalcijsko-natrijske magme. Magma aktivnost zbilja se u gornjoj kredi, a magmatiti su mjestimice u epizonalnim uslovima ravnoteže metamorfozirani do facija stijena sličnih zelenim škriljcima.

Sadržaj:

Uvod	64
Stratigrafski pregled	
Zeleni škriljci	66
Mladi paleozoik	67
Trijas	68
Kreda	69
Tercijar	70
Kvartar	70
Magmatske stijene	
Ultrabazične magmatske stijene	71
Bazične magmatske abisalne stijene	75
Hipoabisalni odvjeci	81
Površinski odvjeci	91
Piroklastične stijene	95
Žilne asocijacije	98
Pojave na kontaktu i metamorfoze	99
Tektonika	117
Geneza	119
Zaključak	146

¹ Skraćena doktorska disertacija obranjena na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

UVOD

Sjeverno od Zagreba proteže se Medvednica, poznata u literaturi i kao Zagrebačka gora. Naziv Zagrebačka gora prema podacima s topografskih karata odgovara međutim samo južnom dijelu Medvednice, koji se od glavnog bila spušta prema Zagrebu i Savskoj nizini.

Medvednica je elipsasta oblika smještena unutar $45^{\circ} 48'$ i 46° sjeverne širine, te $13^{\circ} 30'$ i $13^{\circ} 55'$ istočne dužine od Pariza, odnosno $15^{\circ} 50'$ i $16^{\circ} 15'$ istočne dužine od Greenwicha.

Glavno bilo u pravcu duže osi elipse proteže se od jugozapada prema sjeveroistoku s glavnim uzvišenjima Zatinice brijeg ili Zakićnica (583), Sv. Jakob (869), Sljeme (1035), Puntijarka (1023), Stol (867), Pepelačka (823), Tepčina Špica (642) i Rog (702).

Padine i postrana rebra se od bila ruše dosta strmo na sjeverozapad u Hrvatsko Zagorje, a nešto blaže na jugoistok u Savsku nizinu i prema Zagrebu. S obje strane gora je zasiječena mnogobrojnim potocima različitih smjerova. Zbog raznorodnog petrografskog materijala, kako na samom bilu, tako i na pobočnim stranama i rebrima što se odvajaju od bila na obje strane, na potezu od oko dvadesetak kilometara zračne linije, od Zatinice brijega do Tepčine Špice, izmijenjuju se i razne geomorfološke pojave. Tako krški fenomeni kao vrtače, ponikve, jame, špilje i škrape, zatim blago zaobljeni oblici nastali trošenjem zelenih i glinenih škriljaca, oštri grebeni koji se strmo ruše u dubinu i po nekoliko desetaka metara i napokon zaobljeni široki sedlasti grebeni s blagim padinama. Sve je bogato izvorima, kako je to opisao već i L. Marić (1935), od cjednih vrela vezanih za zelene i glinene škriljce, do pukotinskih a mjestimice i pravih krških izvora. Vrlo raznolik petrografski sastav, stratigrafski i tektonski odnosi, geomorfologija, kao i bujna flora i fauna već odavna privlače istraživače raznih naučnih grana, pružajući im široko područje rada, s juga pitomo i lako pristupačno, a sa sjevera skoro nepristupačno, divlje i s malo poznatim kanjonima potoka Reke, kaskadama potoka Stare Jame i drugim prirodnim ljeptama.

S obzirom na glavne tipove stijena, stratigrafsko-tektonske odnose, a s tim u vezi i geomorfološke pojave, Medvednicu možemo podijeliti na tri dijela: sjeveroistočni, središnji i jugozapadni, kako to nalazimo i kod D. Gorjanovića-Krambergera (1908). Sjeveroistočni dio možemo od središnjeg odijeliti potezom Planina – Tepčina Špica. U tom dijelu relativno manjih apsolutnih visina i blage morfologije zastupljen je tercijar sa sporadičnim pojavama mladopaleozojskih i mezozojskih tvorevina. Središnji dio sastoji se od najviših uzvišenja i proteže se od poteza Planina – Tepčina Špica na sjeveroistoku do poteza Izber potok – Vrapče potok na jugozapadu. To je jezgra Medvednice izgrađena od zelenih škriljaca. Južno od zelenih škriljaca nalazimo sedimente mlađeg paleozoika, tercijar i kvartar zagrebačke terase. Sjeverno prevladavaju sedimenti krede, nešto mlađeg paleozoika, trijasa, uz rub gore tercijar i kvartar, te magmatske stijene. Jugozapadni dio od Izber potoka i

Vrapče potoka izgrađen je uglavnom od trijaskih vapnenaca i dolomita, verfenskih slojeva i tercijskih. Taj dio po litološkom sastavu i karakteru nalikuje Samoborskom gorju.

Ugodna mi je dužnost da se i na ovom mjestu zahvalim prof. dr Luki Mariću, pod čijim sam rukovodstvom izradio rad, na brojnim savjetima, plodnim diskusijama i pomoći prilikom rada. Posebno sam zahvalan Rektoratu Sveučilišta u Zagrebu na novčanoj pomoći za terenski dio rada u toku godina 1958, 1959 i 1960, Zavodu za mineralogiju, petrologiju i rudišta Tehnološkog fakulteta za izradu mikroskopskih preparata i Rudarskom odjelu Tehnološkog fakulteta na novčanoj pomoći za izradu kemijskih analiza stijena.

Prve podatke o petrografskom sastavu Zagrebačke gore daje L. J. Vukotinić (1860), kad piše, da je veliki dio gore izgrađen od »diorita, dijelom zrnastog a dijelom škrljavog, s glavnim sastojcima hornblendom i albitom. Kad je hornblenda zamijenjena kloritom, škrljavi diorit prelazi u kloritski škrljavac«.

Nešto kasnijeg datuma je izvještaj F. Foetterlea (1861/62a), koji je dao geološku skicu Zagrebačke gore (»Agramer Gebirge«). Po njemu je gora izgrađena od »dioritskih škrljavaca i pješčenjaka, svijetlih brusilovaca s ulošcima vapnenaca i krupnih verfenskih konglomerata«. Drugom prilikom (1861/62b) piše, da se glavni dio gore sastoji iz »kristaliničnih škrljavaca, diorita i dioritskih škrljavaca s kristaliničnim vapnencom i kvarcnim žilama, dolomitom bez okamina, litavca i drugo«.

Ovdje spominjemo i prvi udžbenik iz mineralogije i petrografije na našem jeziku (»Rudoslovlje i zemljoznanstvo«) od Ž. Vukasovića (1864), napisan za više razrede gimnazije.

Geološke prilike i petrografski sadržaj Zagrebačke gore opisuje G. J. Pilar (1881). Po njemu se glavni dio gore sastoji od škrljavih stijena »glinenih škrljavaca, talk-, klorit- i tinčastih škrljavaca«, te »eruptivnih stijena sa zelenim tufovima«. Podatke o mineralima u Zagrebačkoj gori nalazimo i u kasnijem njegovom radu gdje opisuje rudarstvo u Hrvatskoj (1883).

Kristalaste stijene spominje s par riječi i M. Kišpatić (1895) prilikom pisanja o Zagrebačkom lomu i kasnije u radu o kristalastim stijenama bosanske serpentinske zone (1897). O nalazu mnogih minerala u Zagrebačkoj gori piše prilikom opisivanja ruda u Hrvatskoj (1901).

Južno od Slanog potoka nalazi se velika količina željezne troske, koju je optički i kemijski istražio M. Kišpatić (1906) i opisao osobine manganskog fajalita sadržanog u troski. Po autoru je troska izgrađena od manganskog fajalita, bezbojnog stakla, magnetita i »jedne vrsti serpentina«.

O tektonici Zagrebačke gore i odnosu prema susjednim gorama pisao je D. Gorjanović-Kramberger (1907), koji je objavio prvu i jedinu geološku kartu s tumačem (1908) u mjerilu 1 : 75.000. U tumaču autor navodi, da je kartu snimio zajedno s G. J. Pilarom već do 1891. godine. Ta je karta zajedno s odgovarajućom »petrografskom gradom«

bila 1891 izložena na izložbi, nakon čega se, kako autor u turnaču piše, karta zametnula. Zbog toga je pristupio ponovnom snimanju čitave gore, kod čega je djelomice koristio Pilarove manuskriptne karte. Ovdje moram spomenuti, da sam prilikom pregleda arhiva Zavoda za mineralogiju, petrologiju i rudišta (prije: Mineralogijsko-geologijskog zavoda) slučajno pronašao u vrlo derutnom stanju dvije topografske karte u mjerilu 1:75.000 s geološkim podacima i legendom, potpisane od D. Gorjanovića i G. Pilara, datirane sa 17 travnjem 1891. Zbog nekih misli autora nadenih u legendi karte, koje su potvrđene mojim radom, navratit ću se na njih kasnije.

Detaljan opis petrografske građe Zagrebačke gore dao je M. Kišpatić (1918), opisavši dijabaz, olivinski gabro, lercolit, amfibolit, zeleni škrljavec i filit. U radu opisuje navedene stijene, daje rezultate optičkih istraživanja i kvantitativne kemijske analize pojedinih stijena.

Novijeg su datuma radovi F. Kocha (1919, 1921), koji opisuje faunu gornje krede u Medvednici; J. Poljaka (1937), koji osim oligocena opisuje i permske naslage s pojavama gipsa u potoku Drenovac kod Novaka; D. Neděla-Devidé (1951–1953, 1954, 1956 i 1957), koja obrađuje uglavnom gornju kedu i nalaze globotrunkana; L. Marića (1959), koji daje rezultate istraživanja o mineralnim facijama u metamorfnim stijenama i B. Crnkovića (1960), koji opisuje hornblende-peridotit sjeverno od Puntjarke.

STRATIGRAFSKI PREGLED

Zeleni škrljci

Zeleni škrljci izgrađuju jezgru srednjeg dijela Medvednice. Prema preglednoj karti D. Gorjanović-Krambergera (1908) prostiru se neprekinuto od Sv. Jakoba preko Malog i Velikog Sljemena i Puntjarke do Rauchove lugarnice, gdje su prepokriveni mlađe paleozojskim i krednim naslagama, da se ponovo pojave na Stolu i Pepelačkoj. Na taj način tvore glavno bilo Medvednice. Nalazimo i niz manjih pojava, od kojih je kartiranjem zahvaćen nalaz južno od Čepa. Ovdje zeleni škrljci na sjevernom dijelu graniče s dijabazom. Međusobni odnos dijabaz – zeleni škrljac na terenu ne može se zapažati, jer je pokriven rastrošenim materijalom, te obrašten vegetacijom. Istočno i južno od zelenih škrljaca nalazimo glinene škrljce mlađeg paleozoika, a zapadno kredne sedimente. Kartiranjem je zahvaćen i sjeverni rub sjeveroistočnog dijela jezgre sjeverno od Stola (kota 867 i 862). Na zapadnom dijelu zeleni škrljci poput klina zajedno s glinenim škrljcima mlađeg paleozoika zalaze pod kredne sedimente. Granica je oštra pravca NNW-SSE. Na sjevernom dijelu granica blago povija, uz pojave lokalnog reversnog rasjedanja. Istočna granica je kao i zapadna, oštra linija pravca NW-SE. Sve su granice tektonske (rasjedne) prirode.

Za zelene škrljce D. Gorjanović-Kramberger (1908) u tumaču navodi petrografsku bilješku F. Kocha, koji kaže, da »pod zelenim škrljalcima« već golim okom možemo »lučiti razne kamene vrste«

i »sve prelaze od zrnatih do potpuno škriljavih kami tamne do svijetlo zelene boje«.

Po M. Kišpatiću (1918) su zeleni škriljci (»Grünschiefer«) najvažnije i najraširenije stijene Zagrebačke gore. To su skroz škriljave stijene (»durchwegs schieferige Gesteine«).

Mineralno-facijelne osobine i odnose zelenih škriljaca u svijetlosti suvremenih pogleda dao je L. Marić (1959). Autor razlikuje s obzirom na strukturu i teksturu dva varijeteta zelenih škriljaca, i to varijetet masivna habita i varijetet škriljava habita, koji se međusobno ne razlikuju po mineralnom sastavu.

Starost zelenih škriljaca je sporna. Po D. Gorjanović-Krambergeru (1908) su prekarbonski, autor prekambrij uopće ne spominje. Po L. Mariću (1959) jedan dio metamornih procesa vezan je za stariji, paleozojski, a drugi za mladi, alpski paroksizam. S. Miholić (1958) je određivao starost zelenih škriljaca radioaktivnom metodom (olovnom i stroncijevom). Ispitivanju su podvrgnuti uzorci s izvora Mliječnica južno od Sv. Jakoba i sjeverno od Marije Sniježne. Prva metoda dala je apsolutnu starost od 790 milijuna odnosno 750 milijuna godina, a druga metoda 1010 milijuna godina. Zeleni škriljci bi prema tome pripadali mlađem arhaiku. Takova istraživanja bilo bi vrijedno nastaviti i dopuniti drugim metodama, do što je moguće jednoznačnih rezultata.

Zeleni škriljci u stratigrafskom smislu najvjerojatnije predstavljaju jednu cjelinu i pripadaju određenom sedimentaciono-magmatogenom procesu staropaleozojskog (?) geosinklinalnog razvoja. Današnji habitus dobili su naknadnim metamorfozama, koje su maskirale ne samo njihov prvobitni mineralni sastav, nego i prvobitne međusobne odnose magmatita i sedimentita. Danas su to kako kaže L. Marić (1959) metamorni derivati magmatita i starih sedimentita u širokom rasponu najniže »epimetamorfne facije«, sa stabilnim mineralima u temperaturnim granicama nižim od 250° C, s kvarcom, albitom, muskovitom, kaolinitom, kloritom, serperitinom, epidotom, talkom, aktinolitom (bogatim željezom), kalcitom, sideritom i dolomitom.

Mlađi paleozoik

Naslage mlađeg paleozoika imaju veće rasprostranjenje na južnoj strani Medvednice. Na sjevernoj strani nalazimo ih zapadno od Malog Sljemena kao uži pojas između zelenih škriljaca i krede na Štobolju, odakle se protežu prema Torbi, Rauchovoj lugarnici i Madžarevom brijegu. Zapadno i sjeverno od Stola motrimo ih tek lokalno. Veće prostranstvo imaju opet sjeverno od Pepelačke i na Koprivnjaku, odakle se spuštaju na sjeverozapad u korito potoka Reke i sjeveroistok u korito Slanog potoka. Tu im je granica prema trijasu nejasna zbog litološke sličnosti s donjim trijasom. Granicu s krednim sedimentima na Pepelačkoj i Koprivnjaku teško je izvući ne samo zbog mjestimične litološke sličnosti pojedinih petrografskih članova paleozoika i krede, već i zbog toga, što kreda leži transgresivno na mlađem paleozoiku, kadikad i kao tanak pokrivač, a sve je još poremećeno kasnijim tektonskim pokretima.

Po D. Gorjanović-Krambergeru (1908) naslage mlađeg paleozoika pripadaju »sistemu karbona«, no autor navodi, da je vrlo vjerojatno »da i u gori Zagrebačkoj posjedujemo taložine permskog sistema«, koje nije bio kadar paleontološki dokazati.

U novije vrijeme gornji perm je paleontološki dokazan. D. Neděla-Devidé je na sekundarnom nalazištu našla vapnence sa sačuvanim ostacima *Neoschwagerina* (V. Kochanský-Devidé, 1962).

Istraživanjem naslaga mlađeg paleozoika u kartiranom području mogli smo izdvojiti glineni škriljac, kvarc-glineni škriljac, kvarc-sericit-glineni škriljac, kvarc-sericitski škriljac, kalcit-kvarcni škriljac, hematit-kvarcni škriljac, kvarc-sericit silt pješčenjak, škriljavi onečišćeni kvarc pješčenjak, škriljavi kvarc pješčenjak, škriljavi konglomerat, mramorizirani vapnenac, vapnenac i dolomit.*

U naslagama mlađeg paleozoika možemo zapaziti dvije vrste promjena. Prvoj grupi pripadaju kataklastične pojave, kao što su mrvljenje i drobljenje mineralnih sastojaka s pojavama rotacije odlomaka i poremećaja optičke indikatrikse, fina mikroboranja i mikrokataklaziranja, te uškriljavanje. Te su pojave naročito jake u tektonski poremećenim područjima graničnih pojasa sa zelenim škriljcima, trijaskim i krednim sedimentima.

Drugi vid promjena možemo pratiti naročito u dijelovima bližim magmatskim stijenama, kao i dubljim dijelovima prema zelenim škriljcima. Tu zapažamo viši stepen metamorfoze uz kristalizaciju klorita, mjestimice aktinolita, interreakcijske pojave između odlomaka kvarca i kvarcita s matriksom, kao i razvoj idioblasta kalcita. Stijene su višeg kristaliniteta i u području gdje graniče sa zelenim škriljcima, kako je to naglasio već D. Gorjanović-Kramberger (1908). Ovdje škriljci postaju sve više kloritski ili sa sve većom količinom sericita, a vapnenci prelaze u mramoraste vapnence ili čak i mramore sa sericitskim i kloritskim prevlakama.

Trijas

Kartiranjem je obuhvaćen donji i srednji trijas u krajnjem jugozapadnom i sjeveroistočnom dijelu istraživanog područja. Na jugozapadu to je trijas Zatinice brijega (Zakićnice), Izber potoka i Podbjelke gore, a na sjeveroistočnom Puštelice gore, Gmajne šume, Oštarija i Slanog potoka.

Po D. Gorjanović-Krambergeru (1908) u »sistemu trijasa« imamo zastupljen »skitski odio, anizički odio i norički odio«.

U području potoka Rudnice i grebena južno od potoka su trijaskе naslage metamorfno promijenjene, a možemo razlikovati nekoliko varijeteta koji se izmjenjuju vertikalno i lateralno. To su mramorizirani vapnenac s krupnijim porfiroplastima kalcita (tab. I, sl. 1), kalcit-sericitski škriljac, kalcit-kvarc-sericitski škriljac, kvarc-hematit-sericitski škriljac i kvarc-hematit-sericit-glineni škriljac.

* Detaljni podaci mikroskopskih istraživanja navedenih stijena nabrojanih kod opisa naslaga mlađeg paleozoika i u kasnijim opisivanjima nalaze se u originalnoj cjelovitoj disertaciji.

Za trijaskе naslage Rudnice potoka karakterističan je viši kristalinitet, što možemo dovesti u vezu s prodorom magmatskih stijena, koje su svojim toplotnim djelovanjem izvršile rekristalizaciju vapnenaca u mramoraste vapnence, a glinovite komponente u sericit.

Kreda

Kredni sedimenti zauzimaju na kartiranom području najveću rasprostranjenost. Nalazimo ih kao cjelovitu zonu idući sa jugozapadnog na sjeveroistočni dio karte. Proriveni su u jugozapadnom dijelu manjim izdancima dijabaza, a u središnjem dijelu gabra. U sjeveroistočnom dijelu zapaža se njezin transgresivni karakter, kao i učinci tektonskih pokreta na nju.

U tumaču geološkoj karti D. Gorjanović-Kramberger (1908) dijeli kredu Medvednice na »kredu južnog pristranka... i... kredu sjevernog pristranka«. Autor navodi da »taložine krednog sistema gore Zagrebačke« prekrivaju paleozojske i trijaskе naslage, dakle naglašava transgresivni karakter gornje krede.

F. Koch (1919 i 1921) se na temelju određivanja velikog broja fosilnih ostataka sakupljenim u krednim sedimentima slaže s D. Gorjanović-Krambergerom, da te naslage pripadaju turon-senonu.

D. Neděla-Devidé (1951-53) je nalazom mikrofaune u raznoobojenim gustim pločastim vapnencima dokazala, da jedan dio krednih sedimentata pripada gornjem senonu (kampanu), a nešto kasnije (1956) piše, da jedan dio vapnenaca, te pješčenjaci i lapori pripadaju cenomanu i turonu.

Prema tome nalazimo na Medvednici gornju kredu s razvijenim naslagama cenomana, turona i senona.

Zbog pitanja genezičke veze između krednih sedimentata i magmatskih stijena izvršena su detaljna petrografska istraživanja naslaga gornje krede. Određeno je nekoliko varijeteta vapnenaca, oolitski vapnenac, kalkarenit ili klastični vapnenac, vapneni lapor, lapor, kalcit-čert, kalcit-radiolaritski čert, kalcit-hematit-radiolaritski čert, hematit-radiolaritski čert, sericit-glineni škrljac, glineni škrljac, kvarc-glineni škrljac, kvarc-sericitski škrljac, kvarc-kloritski škrljac, kvarcni škrljac, kvarc-silt pješčenjak, kvarc pješčenjak, onečišćeni kvarc pješčenjak, kvarc pješčenjak subgrauvaknog tipa, kvarc-kalkarenit, subgrauvake, kvarcni konglomerat i polimiktni arenitski konglomerat.

Petrografski proučeni sedimenti gornje krede, posmatrani kao cjelina, pripadaju određenom sedimentacijskom režimu vezanom za nestabilno priobalno područje sedimentacije. Pojava psefitskih i psamitskih klastičnih sedimentata, te gromadastih vapnenaca s ostacima koralja, relativno slaba zaobljenost odlomaka u klastičnim sedimentima sa slabim do skoro nikakvim sortiranjem uz nagle lateralne prelaze, pokazuju da materijal nije daleko transportiran, odnosno na sedimentaciju u priobalnom području.

Sastojci klastičnih sedimentata (psefita, psamita i pelita) ukazuju na sastav okolnih strana sedimentacijskog područja. Odlomci različitih varijeteta škrljaca vode porijeklo od zelenih ili glinenih škrljaca. Isti je slučaj i s velikom količinom detritarnog kvarca, kao kemijski najrezi-

stentnijeg minerala. Međutim nalazi mjestimice većih količina *granata*, *biotita*, *muskovita*, *feldspata*, *sericitiziranog feldspata*, *cirkona*, a naročito *odlomak granita*, ukazuju na *postojanje izdanka granita*, koji je u gornjoj kredi bio podložan mehaničkom trošenju. To bi bilo u skladu s istraživanjima L. Marića (1958), koji opisuje nalaz granita dobiven bušenjem istočno od Zagreba. U današnje vrijeme nismo na površini mogli konstatirati pojavu granita, jer je granit najvjerojatnije ili prekriven mladim naslagama (gornje krede, tercijsara ili kvartara), ili pak maskiran mladim tektonskim pokretima.*

Sastav klastičnih sedimenata, naročito onečišćenog kvarc pješčenjaka i subgrauvake ukazuje, da ti sedimenti ne vode svoje porijeklo od bazičnih i ultrabazičnih magmatskih stijena, izuzev lokalne pojave konglomerata kod Poljanice i na Štobolju, koji su svakako mlađi, ne samo od jednog dijela magmatskih stijena, nego i jednog dijela gornje krede, jer sadrže i odlomke krednih pješčenjaka.

Brze i česte promjene facija u vertikalnom smislu ukazuju na jake oscilacije dna bazena sedimentacije. Izvršena petrografska analiza međutim ne daje mogućnost izrade stratigrafskog stuba, bez paleontološke dokumentacije. Zbog toga bi podatke petrografskih istraživanja trebalo dopuniti detaljnom paleontološko-stratigrafskom analizom, kako bi se o razvoju gornje krede na Medvednici dobila cjelovita slika.

Tercijar

Tercijar na kartiranom području nalazimo samo na sjevernom rubu karte, a predstavljen je litotamnjskim vapnencom, laporom, pješčenjacom i konglomeratom. Na Puštelici gori tercijsar je transgresivan preko trijaskih naslaga; u bazi se nalazi konglomerat u čijem cementu ima algi litotamnjskim, da bi navise prevladali litotamnjski vapnenci, što spominje već i D. Neděla-Devěd (1956).

Na potezu Hrenov Koč-Slani potok-Lipnjaki su sedimenti tercijsara u tektonskom odnosu sa starijim naslagama, što se vidi po upadu slojeva.

Kvartar

Od kvartarnih naslaga na kartiranom području treba spomenuti obronačne ilovače s valuticama raznih stijena, koje nalazimo na sjeverozapadnim padinama Medvednice i nanose potoka. Te su tvorevine postale mehaničkom i kemijskom rastrožbom primarnih stijena.

Kvartar se penje mjestimice dosta visoko, kadikad i do 350 metara aposolutne visine, kao primjerice južno od Pile i na Gornjem Kraljevom Vrh, gdje pokriva dijabaz. Ovdje ga je teško razlikovati od rastrošenog dijabaza koji pokriva i kada se sastoji uglavnom od odlomaka dijabaza i ilovače. Prostire se uz rub kartiranog područja na potezu od Kraljevog Vraha preko Bistre Gornje i Poljanice do Jablanovca.

* Nakon što je radnja bila dovršena, u augustu 1962. nastavljena su istraživanja na sjeveroistočnom dijelu Medvednice. Južno od Roga u bazalnim oligocenskim konglomeratima nađene su valutice granita i gnajsa. Jedna valutica granita je veličine 15 × 25 cm. Taj materijal bit će posebice obrađen, jer je to prvi nalaz tako krupnih valutica granitoida u području Medvednice, te time pojave koje motrimo u sedimentima gornje krede nisu osamljen slučaj.

MAGMATSKE STIJENE

Ultrabazične magmatske stijene

Hornblende - peridotit

Ultrabazične magmatske stijene koje po strukturi i mineralnom sastavu pripadaju hornblende-peridotitu nalazimo kartiranom i proučenom području na tri lokaliteta. Po svom prostranstvu značajniji je lokalitet 1 km sjeverno od Puntijarke u izvorištu Bistra potoka. Druga dva lokaliteta su neznatnog prostranstva, ograničena tek na temelju odlomaka što se miješaju s odlomcima gabra. Nalazimo ih na grebenu sjeverozapadno od Markovog Travnika i sjeveroistočno od Horvatovih stuba. Pojavu sjeverno od Puntijarke izdvojio je na karti već D. Gorjanović-Kramberger (1908) i opisao kao serpentin.

Serpentin smatra sekundarnom tvorevinom gabra odnosno dijabaza, koji sačinjavaju gorsku jezgru. Za njegovu starost kaže »Geolozijska je starost serpentina gore Zagrebačke znatna, pa će se valjda podudarati sa zonom zelenih škrljavaca, ili je i mlađa, ukoliko su serpentinu produkti rastvorbe mladih olivinskih dijabaza«.

M. Kišpatić (1918) za opisani lokalitet kaže »... In der geologischen Karte von Agram hat Gorjanović ein weiteres Serpentinorkommen an der Nordseite der östlichen Gebirgshälfte (nördlich von der Kote 1020) eingetragen, ... ich habe das Gestein nicht gefunden...«. Ali nešto kasnije je F. Tučan u području Bistra potoka našao valutice olivinskog gabra i serpentina. M. Kišpatić pak opisuje lercolit s drugih nalazišta (Moravče i Orašje), koja se ne nalaze u doseg u kartiranog i proučavanog područja.

Pojava sjeverno od Puntijarke je detaljnije obrađena i publicirana (B. Crnković, 1960), te ću ovdje spomenuti samo važnije podatke, koji su potrebni, da bi se dobila cjelovita slika o magmatitima sjeverne strane Medvednice. Stijene na novim nalazištima, koja nisu do sada bila poznata, ne razlikuju se od one podno Puntijarke.

Peridotit je skoro potpuno crne boje sa zelenkastom nijansom, gust, masivan ili pun pukotina smeđasto obojenih od limonita.

Glavni mineral je *olivin* sa saćastom strukturom, manje ili više serpentiniziran. Bezbojan je ili slabo žućkastozelenkast, sa $2V_x = 84^\circ$ do 88° , čemu odgovara 17 do 27% fajalitske komponente.

U podređenoj količini nalazimo bezbojni piroksen paralelnog potamnjenja, sa $2V_x = 90^\circ$ do 80° , što odgovara *bronicitu* s 12,5 do 17% ferrosilita. Zamjećuje se i po koje zrno monoklinskog piroksena, naročito u uzorcima zapadno od Markovog Travnika, koji pripada *diopsidu* s maksimalnim kutom potamnjenja $c \wedge Z$ oko 42° . Pirokseni su redovito na svom obodu uralitizirani.

Amfibol kao zadnji produkt kristalizacije ispunjava nepravilne međuprostore i pojkilitski uklapa olivin. Veličinom dosiže i do pola cm, a u uzorcima zapadno od Markovog Travnika može se naći zrna veličine i do 1 cm, s jasno izraženom i razvijenom kalavosti smjerom prizme. Ima izraziti pleohroizam: jasno crveno-smeđ - smeđast - skoro bezbojan, a $2V_x = 40^\circ$, dok $c \wedge Z$ varira od 9° do 24° . Prema tome

pripada seriji *hornblende*. Osim *hornblende* motrimo i *uralita* kao izraziti vijenac oko piroksena.

Od opakih minerala motrimo izometričke, prizmatske, oktaedrijske ili nepravilne presjeke potpuno opaka *kromita*, oštro oivičene ili nazubljenih rubova, zatim sitan, mikroskopski zrnast i praškast *magnetit*, koji je nastao serpentinizacijom željezom bogatog olivina. Nalazimo ga u pukotinama i žilicama serpentina po olivinu u naizmjeničnim prugama sa serpentinom.

Serpentin je ispunio pukotine u olivinu. Pločast je i lističav kao *antigorit*, te vlaknast kao *hrizotil*, bezbojan ili slabo zelenkast, te kao *serpolit*, zelenkaste boje u ukrštenim nikolima kao da je amorfan. Pored serpentina i uralita ima fibrozna *aktinolita* s kutem potamnjenja $c \wedge Z$ oko 18° , mjestimice se nakuplja *opalna* SiO_2 supstanca i neki *karbonat* (?).

Aritmetička sredina iz tri integrirana preparata jednog uzorka dala je ovaj modalni sastav:

olivin	21,6%
serpentin	50,4
kromit i magnetit	20,0
pirokseni	2,0
amfiboli	6,0
	100,0%

Struktura je panalotriomorfna zrnasta mjestimice i pojkilitska, kad krupniji kristali *hornblende* pojkilitski uklapaju manje ili više resorbiran olivin.

Podaci kemijske analize uzorka broj 321 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 1).

Razlika između modalnog sastava i izračunatog standard-norma kod piroksena i olivina nastupila je zbog toga, što kao produkt trošenja uz serpentin nalazimo i opalnu SiO_2 supstancu. Količina *hornblende* u standard-normu je nešto niža od modalne, ali zajedno s kloritom približava se modalnoj vrijednosti.

Mjestimice se, naročito na lokalitetu sjeverno od Puntijarke mogu naći pojedine partije u kojima se zapažaju mliječnobijele pjegave plagioklasa.

Olivin je i ovdje glavni sastojak, ali nešto manje serpentiniziran. Ima tipični mrežastu strukturu s magnetitom i serpentinom po pukotinama; $2V_x = 90^\circ$ do 83° , čemu odgovara približno 13 do 28% fajalitske komponente.

Piroksen je rompski ili monoklinski, alotriomorfan, bezbojan, jakog reljefa i sa savršenom prizmatskom kalavosti. Kod monoklinskih piroksena $2V_x = 56^\circ$, potamnjenje $c \wedge Z$ oko 44° , dakle pripada *diopsidu*.

Amfibol je pleohroitična *hornblenda* sa $2V_x = 86^\circ$ do $2V_z = 86^\circ$ i kutem potamnjenja $c \wedge Z$ od 11° do 21° .

Plagioklasi su razvijeni u sraslacima čiji karakter je teško tačnije odrediti jer su vrlo trošni, bez jasne kalavosti i sraslačkih šavova, sa $2V_x = 78^\circ$ do 80° . Podaci dobiveni mjerenjem pokazuju da se radi o *anortitu* s prosječnim sadržajem od 92% *an*. Mjerenjem maksimalnog

kuta potamnjenja nekoliko sraslaca po albitskom zakonu, kao i sraštanjem po albitskom i karlovarskom zakonu u presjecima koji su okomiti na drugi ili treći pinakoid (A. N. and H. W i n c h e l l, 1951) izlazi da je anortit sa 90 do 100% an.

Kromita i *magnetita* ima malo, s osobinama koje su već opisane. *Serpentin* je mjestimice izrazito zelenkasto bojen. Ima žilica u kojima uz serpentin motrimo i *opalnu SiO₂ substancu*, te nešto *karbonata* i *klorita* (?). U plagioklasu osim muteži koja se mikroskopski ne može odrediti, nalazimo mikrokristalaste skoro kriptokristalaste tvorevine s jakim reljefom koji je pozitivan i niskih interferentnih boja kao u *coisita*. Okopiroksena možemo zapaziti tanji ili deblji vijenac od *uralita*.

Aritmetička sredina iz tri integrirana preparata jednog uzorka dala je ovaj modalni sastav:

olivin	31,5%
serpentin	39,5
kromit i magnetit	15,3
pirokseni	2,8
amfiboli	5,8
plagioklasi	5,1
	100,0%

Struktura je panalotriomorfna zrnasta i pojkilitska. Amfibol katkada uklapa ne samo olivin nego i plagioklas, koji je skoro idiomorfan.

Podaci kemijske analize uzorka broj 316 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 2).

S obzirom na mineralni i kemijski sastav opisana stijena pripada hornblende-peridotitu (B. C r n k o v i ć, 1960).

Pojedini dijelovi su potpuno serpentinizirani, pri čemu dolaze do izražaja lepidoblastična i nematoblastična struktura. Stijena je tada izgrađena od listićavih odnosno vlasastih agregata *antigorita* i *hrizotila*. Uz serpentin zapaža se i nešto *bastita*. Mjestimice motrimo i relikte primarne zrnaste strukture. Takovi su dijelovi vrlo drobljivi, pod udarcem se raspadaju na nepravilne odlomke sa svijetlim i glatkim površinama. Boje su zelene u raznim nijansama, mjestimice išarani bijelim žilicama. U stijeni uz serpentin ima nešto *amfibola*, *klorita*, praškasta *magnetita* i po koji presjek *kromita*.

Na lokalitetu zapadno od Markovog Travnika nalazimo tamne stijene u kojima se količina amfibola povećava na račun olivina, tako da postoje prelazi u pravi *kortlandit*.

Unutar serpentiniziranog hornblende-peridotita sjeverno od Puntijarke motrimo mjestimice uprskana *pirita*, te impregnacije i žilice *halopirita*.

Pojavu hornblende-peridotita možemo shvatiti kao diferencijal bazične magme, ali na pojedinim dijelovima motrimo i tektonske odnose prema ostalim petrografskim članovima, što je uneseno i u geološkoj karti lokaliteta sjeverno od Puntijarke. Na takovim mjestima peridotit je vrlo smrvljen, kataklaziran, amfiboli ispresavijeni, raspucani, neka zrna olivina pokazuju undulozno potamnjenje, a stijena je puna mladih žilica ispunjenih karbonatom i prevlakama limonita poprimivši brečoidan habit.

Plagioklas hornblende-peridotit

Unutar pojava hornblende-peridotita sjeverno od Puntijarke i zapadno od Markovog Travnika nalazimo pojedine dijelove stijena sa znatnijim sadržajem plagioklasa, koji čine prelaz u olivinski gabro. Takve vrlo svježije stijene našao sam i na Pepelačkoj istočno od kote 862 na južnoj padini bila Medvednice prema izvorištu potoka Suhodol, a okružene su grubozrnatim gabrom.

Stijena je skoro potpuno crne boje, gusta, žilava, krupnozrnata i sa svim sviježa. Pod udarcem se teško nepravilno lomi s hrapavim prelomom. Već golim okom zapažaju se femski sastojci, od kojih jedan dio posjeduje savršenu prizmatiku kalavost, kao i sastojci mliječno bijele boje.

Olivin je bezbojan s karakterističnom mrežastom strukturom, praškastim magnetitom i nešto serpentina u nepravilnim mrežastim pukotinama. Mjestimice je skoro potpuno svjež, sa $2V_x = 88^\circ$, što odgovara *hrizolitu* s 18% fajalitske komponente.

Piroksen je skoro bezbojan do slabo žućkasto zelenkast s karakterističnom prizmatikom kalavosti, jakim reljefom, $2V_z = 55\frac{1}{2}^\circ$ do $56\frac{1}{2}^\circ$ i $e \wedge Z$ od 41° do 44° . Po optičkim vrijednostima pripada *diopsidu*.

Amfibol pripada pleohroitičnoj *hornblendi*. Pošto je posljednji kristalizirao nalazimo ga u nepravilnim oblicima ili kako pojkilitski uklapa sve ranije iskristalizirane sastojke. Pleohroizam mu je crvenosmeđ-žutosmeđ – zelenkast do bezbojan, a $c \wedge Z$ oko 20° .

Plagioklasi su lijepo razvijeni i obično uklopljeni u amfibol ili se međusobno uklapaju s piroksenom i olivinom. Rijetko su na rubovima resorbirani. Relativno su dosta svježiji ili slabo sosiritizirani. Imaju visok reljef, svi su indeksi loma veći od indeksa loma kanadskog balzama, a $2V_x = 89^\circ$. Prema podacima mjerenja pripadaju *bitovnit*u s prosječnim sadržajem od 73% *an*.

Od akcesornih minerala nalazimo u vrlo maloj količini izometričke presjeke i paperjaste oblike opakog *kromita*.

Na rubovima piroksena nalazi se nešto *uralita*, a u piroksenu i amfibolu listićavi *klorit* i praškasti *magnetit*. U olivinu ima nešto *serpentina* i nepravilnih nakupina praškasta *magnetita*.

Integracijom mikroskopskog preparata dobili smo ovaj *modalni sastav*:

olivin	34,1%
piroksen	28,7
plagioklas	20,0
hornblenda	6,5
klorit i uralit	6,8
opaki minerali	3,9

 100,0%

Struktura je panalotriomorfna zrnasta i svi se mineralni sastojci uzajamno uklapaju, mjestimice je i pojkilitska, kad krupniji kristali hornblende pojkilitski uklapaju ne samo resorbirani olivin, nego i plagioklas.

Podaci kemijske analize uzorka broj 45-55 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 3).

Uspoređivanjem normativnog sastava po CIPW i standard-norma s podacima dobivenim integriranjem vidimo, da se norm- i mod- sastavi dosta približavaju. Veće razlike nastupaju samo kod olivina i piroksena i to zbog toga što stijena sadrži amfibol i klorit, koji u normativnom sastavu nisu izraženi. Količina normativnih feldspata je također nešto veća od modalnih i to zbog toga, što jedan dio alkalija, kalcija i aluminijska ulazi u amfibol, a dio aluminijska i u klorit. S druge strane odnos albita i anortita u normativnom plagioklasu jednak je mjerenom na univerzalnom stoliću.

Tip magme plagioklas hornblende-peridotita po Nigglijevim vrijednostima i normativnim feldspatima bliz je harrisitu (W. E. Tröger, 1935, № 401).

Bazične magmatske abisalne stijene

Od bazičnih magmatskih stijena abisalnog tipa nalazimo uglavnom različite varijetete gabra, koji čine prelaze u gabrodiorit, ili preko gabro-dijabaza u hipoabisalne tipove.

Gabro spominje i opisuje već D. Gorjanović-Kramberger (1908) u tumaču geološke karte, i to sklad gabra sjeverno od Sljemena na novo otvorenom šumskom putu u opsegu Bistra potoka.

Nešto kasnije M. Kišpatić (1918) piše, da je u Bistra potoku našao valutice svježeg olivinskog gabra. Relativno svježiju stijenu opisuje kao tamnosivi krupnozrnasti olivinski gabro s primarnim feldspatom, monoklinskim i rompskim piroksenom i olivinom.

Za nalaz gabra sjeverno od Sljemena koji je D. Gorjanović unio na kartu Kišpatić doslovce kaže »... das Vorkommen habe ich nicht gefunden, da dort nur Grünschiefer zu treffen sind...«. Međutim detaljna istraživanja i kartiranje sjeverne strane centralnog dijela Medvednice potvrdila su ne samo Gorjanovićev nalaz gabra sjeverno od Sljemena u području Bistre potoka, nego su pokazala, da na tom području nalazimo veći broj manjih pojava različitih tipova gabroidnih stijena, koje se pružaju generalno od jugozapada prema sjeveroistoku, kako je to ucrtano na manuskriptnoj geološkoj karti D. Gorjanovića i Gj. Pilara iz 1891.

Tako nalazimo pojave raznih varijeteta gabra sjeverno od Čepa u obliku lakolita, pod koji podilaze kredni sedimenti, nešto veću gredu sjeverno od Torbe, koja se proteže prema Markovom Travniku, sjeverno od Puntijarke nekoliko pojava, zatim u području Frelihove lugarnice, na Gornjem Osredku, jugoistočnom dijelu Mesnice, južno od Beničevog vrha, na Pepelačkoj, te u izvorištu potoka Reke i Rudnice.

Olivinski gabro

Olivinski gabro s obzirom na druge varijetete nalazimo u podređenoj količini, prvenstveno kao pojas diferencijata hornblende-peridotita sjeverno od Puntijarke i sjeverno od Horvatovih stuba. Obično je sive

boje u raznim tonovima i zelenkaste nijanse. Vrlo je rastrošen, pun pukotina i žilica, tek mjestimice nešto kompaktniji.

Olivin je idiomorfan, rjeđe alotriomorfan zrnast, izrazite sačastomrežaste strukture i bezbojan. U većoj mjeri je serpentiniziran. $2 V_x = 84^\circ$, što odgovara olivinu s 26% fajalita. Neka zrna naročito u dijelovima rupturnih zona undulozno potamnjuju.

Rompski piroksen je bezbojan do slabo zelenkast, s jasnom kalavosti, paralelnim potamnjenjem, nižim interferentnim bojama i $2 V_x = 82^\circ$ do 87° , čemu odgovara oko 15% ferosilita. Poblizi karakter *monoklinskih piroksena*, izuzev jakog reljefa, viših interferentnih boja i većeg kuta potamnjenja, zbog jake rastrožbe nije moguće utvrditi.

Plagioklasi većim dijelom skoro idiomorfno razvijeni potpuno su siritizirani, često kalcitizirani i puni produkata trošenja, jako raspucani i kadikad zdrobljeni, osobito u onim dijelovima gdje i olivin undulozno potamnjuje. Obično ih nalazimo kao sraslace dvojke ili višestruke i polisintetske sraslace. Pripadaju *bitovnitu* sa srednjim sastavom 88% *an* i $2 V_x = 80^\circ$.

Amfibol kao zadnji produkt kristalizacije pojkilitski uklapa olivin, piroksen i plagioklas, ili je intersticijski potpuno nepravilnog oblika. Mjestimice ga opažamo kako se uzajamno uklapa s piroksenom, iz čega možemo zaključiti da su neko vrijeme istovremeno kristalizirali. Nalazimo ga i kao sraslace dvojke. Veličina zrna jako varira. Imaju izraziti pleohroizam: X – smeđ, Y – crvenkastosmeđ, Z – crvenkast; $2 V_x = 85^\circ$ i $c \wedge Z$ iznosi 13° , te pripada seriji *hornblende*.

Po pukotinama olivina motrimo listićavi i vlaknati *serpentin*, zatim produkte obojene žućkastozielenu s jasnim pleohroizmom žućkastosmeđ – zelen kao u *idingsita*, *opalnu SiO₂*, *substancu* i *magnetit*, mjestimice agregiran u veće nakupine. Pirokseni, naročito monoklinski, kao i amfiboli puni su listićavog zelenkastog *klorita*. *Uralit* mjestimice poput vijenca okružuje piroksene. Praškasti opaki *magnetit* je nepravilno raspoređen po stijeni.

Struktura je hipidiomorfna zrnasta do pojkilitska, rijetko panalotriomorfna zrnasta. Idiomorfno je razvijen olivin i veći dio plagioklasa, dok su ostali sastojci alotriomorfni.

U područjima jačih tekonskih pokreta trošenje primarnih mineralnih sastojaka je napredovalo tako daleko, da su kalupi minerala potpuno ispunjeni kalcitom, mjestimice i kvarcom, a pukotine limonitom. Negdje u stijeni motrimo isprepletene žilice kalcita, tako da je stijena dobila brečast habit. Ta je pojava izražena osobito u onom dijelu, gdje gabri tektonski graniče sa sedimentnim stijenama, kao sjeverno od Puntijarke.

Normalni gabro

Po malom prostranstvu i količini zaostaje za amfibolskim gabrom, a nalazimo ga uglavnom u području hornblende-peridotita sjeverno od Puntijarke. Kemijski i mehanički je vrlo izmijenjen, te je izgubio svoju prvobitnu teksturu i strukturu. Lako se drobi i pod udarcem raspada u nepravilne odlomke često sa zemljastim prelomom. Boje je svijetlo do tamnosive, zelenkaste nijanse sa zelenkastim, sivkastim ili smeđastim

pjegama, skoro uvijek ispresijecan bijelim žilicama.

Plagioklasi obično kao sraslaci potpuno su sosiritizirani s mnogo mu-teži i karbonata, mjestimice slomljeni djelovanjem tektonike. Kadikad su kalupi ispunjeni mineralom visokog reljefa i niskih interferentnih boja, najvjerojatnije *coisitom*, ili pak *zeolitima* sferolitskog oblika.

Od femskih sastojaka su kalupi rompskih (?) i monoklinskih (?) *piroksena* ispunjeni kloritom i kalcitom, a tek mjestimice ima koji relikat primarnog minerala s unduloznim potamnjenjem ili kataklaziran.

Amfibol nalazimo ili kao *uralit* poput vijenca oko kalupa ranijeg piroksena, ili kao *hornblendu*, nešto bolje sačuvanu od kalcitizacije negoli piroksen.

Mjestimice motrimo dosta izometričkih presjeka uprskana *pirita*.

Glavni sekundarni mineral je *kalcit* koji *potiskuje* ne samo femske minerale, nego i plagioklase, zatim *klorit*, *titanit* izlučen u obliku kristalastih agregata po rastrošenim piroksenima i amfibolima, igličasti *aktinolit* u nepravilnim nakupinama i najzad *magnetit* i *limonit*.

Struktura je hipidiomorfna do panalotriomorfna zrnasta, mjestimice s prelazima u ofitsku.

Sjeverno od Puntijarke motrimo gabro ograničen krednim sedimentima koji predstavlja agregat alotriomornog zrnja i spletove žilica kalcita i kvarca, te nepravilne nakupine klorita, magnetita, hematita i limonita.

Uralitski gabro

Nalazimo ga sjeveroistočno od Čepa, sjeverozapadno od Markovog Travnika i sjeveroistočno od kote 667 prema Pronjak potoku. Obično je sive boje u razrim nijansama.

Plagioklasi su jasnog pozitivnog reljefa, često zonarno građeni i zonnarno slabije ili jače sosiritizirani. Pripadaju *labradoru* sa 58% *an* i $2V_X = 87^\circ$. Kod zonarno građenih plagioklasa jezgro je od *labradora* sa 51% *an* i $2V_Z = 87^\circ$, dok je rubna zona čak i od *oligoklasa* sa 16% *an* i $2V_Z = 89^\circ$.

Od piroksena nalazimo samo monoklinske piroksene jakog reljefa i jedva zamjetljivo žučkaste sa $2V_Z = 54\frac{1}{2}^\circ$ i $c \wedge Z = 35^\circ$, koji pripadaju *augitskoj seriji*. Obično su ispunjeni zelenkastim listićavim kloritom, a na rubu su prešli u bezbojni uralitski amfibol.

Amfibol motrimo kao *uralit* ili *hornblendu* izrazitog pleohroizma: X – žučkasto zelenkast, Y – zelenkast, Z – plavkastozelenkast, sa $2V_X = 66\frac{1}{2}^\circ$, dok $c \wedge Z$ iznosi 17° .

Akcesoran je stubičasti *apatit* jakog reljefa i lučenja plohom (0001), paralelnog potamnjenja i optički negativan. *Ilmenit* ima skeletaste forme i na rubu je prešao u *leukoksen*. U stijeni nalazimo i nešto *pirita*. Pored toga ima listićava zelenkasta *klorita* i igličasta bezbojna do plavkastozelenkasta *aktinolita* s maksimalnim kutem potamnjenja $c \wedge Z$ do 15° .

Struktura je alotriomorfna do hipidiomorfna zrnasta.

Uralit – amfibolski gabro

Kao femske sastojke u tom varijetetu motrimo uglavnom hornblendu i uralit, koji je skoro potpuno potisnuo piroksene. Od piroksena nalazimo samo rijetko sačuvane relikte, kao primjerice na sjevernoj padini Torbe sjeverno od kote 763. Boje je sive.

Plagioklasi su idiomorfno razvijeni, obično sraslaci dvojci ili višestruki i polisintetski sraslaci, neki zonarno građeni, kad je jezgro od *labradora* sa 58% *an*, unutarnja zona od *andezina* sa 41% *an* i $2V_x = 88^\circ$, a vanjski rub od *oligoklasa* sa 27% *an* i $2V_x = 85^\circ$.

Uralit je često raščijanih formi što poput vijenca okružuje relikte piroksena, dok pleohroitična *hornblenda* ima kut potamnjenja $c \wedge Z$ oko 26° .

Zelenkasti listićavi *klorit* motrimo kao produkt izmjene po reliktima piroksena, po amfibolu i u plagioklasa duž pukotina i sraslačkih šavova. Tu i tamo ima nešto *kvarca*, nepravilnih formi. Stalan sastojak je *ilmenit* s *leukoksenom* na rubu, a mjestimice nalazimo nepravilne nakupine igličasta slabo plavkastozelenkasta *aktinolita* i kao konačni produkt trošenja femskih minerala *limonit*.

Struktura je hipidiomorfna zrnasta.

Amfibolski gabro

Amfibolski gabro je najrasprostranjeniji i najviše zastupljeni varijetet gabra na Medvednici, a nalazimo ga na svim lokalitetima označenim na geološkoj karti. Boja mu je obično siva u svim tonovima, ili je pjegast sa žilicama kalcita, kvarca, coisita ili zeolita (?). Mjestimice je jače raspucan, po pukotinama s koricama limonita ili s gorskim zrcalima i koricama hematita.

Plagioklasi izrazitog reljefa su idiomorfni ili alotriomorfni, sosiritizirani i ispunjeni submikroskopskom anizotropnom supstancom, coisitom, kaolinitom, kalcitom, kloritom, epidotom (?) i albitom (?). Pripadaju *labradoru* sa 57% *an*.

Uralitskog amfibola ima malo, već je glavni i skoro jedini femski sastojak *hornblenda*, koja se uzajamno uklapa s plagioklasom, dakle su kristalizirali istovremeno, ali motrimo hornblendu koja ispunjava intersticije. To bi značilo, da je jedan dio hornblende kristalizirao istovremeno s plagioklasom s time da je kristalizacija vjerojatno počela nešto kasnije i duže se nastavila. Hornblenda ima izraziti pleohroizam: X – skoro bezbojan do žućkast ili slabo žućkastozelenkast, Y – smeđastožut ili zelenkast, Z – zelenkast do plavkastozelenkast, $2V_x = 77^\circ$ do 83° , a $c \wedge Z$ iznosi 17° do 24° . Neki amfiboli undulozno potamnjuju, naročito u jače smrvljenim zonama gabra i u blizini tektonskih granica, kao primjerice sjeverno od Puntijarke, gdje motrimo gabro pun gorskih zrcala, pukotina i brečastih dijelova.

Kao zadnji autigeni produkt kristalizacije nalazimo rijetko u nepravilnim šupljinama intersticijalni *kvarc* nepravilnih formi.

Zelene pjege koje mjestimice motrimo u stijeni su prizmatski kalupi ispunjeni sitnolistićavim zelenkastim *kloritom* ili nepravilne nakupine

klorita, dok su smedaste pjege limonitizirane partije, vezane prvenstveno za pukotine i razlomljene zone.

Često ima *apatita*, nešto *titanita* i skoro uvijek nakupina igličasta *aktinolita*, skeletasta *ilmenita* s *leukoksenom*, te nešto *magnetita*, dok je *pirit* rijedak.

Struktura je panalotriomorfna ili hipidiomorfna zrnasta. Veličina mineralnih satojaka je vrlo varijabilna.

Podaci kemijske analize uzorka broj 530 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 4).

Odnos normativnih plagioklasa prema femskim sastojcima odgovara odnosu koji je zapažen u modalnom sastavu. Normativni plagioklasi po svom sastavu pripadaju labradoru sa 60% *an*, što odgovara mjerenim plagioklasima.

Rubni dijelovi gabra su vrlo sitnog zrna, kao primjerice sjeverno od Čepa, gdje veličina plagioklasa koji pripadaju labradoru doseže najviše do $0,63 \times 0,21$ mm. Bezbojni piroksen je na rubovima korodiran, sa $2V_z = 50^\circ$, dok $c \wedge Z$ iznosi 44° , te pripada *augitu* s čistom Ca(Mg, Fe)-komponentom. Amfibol je izrazito pleohroitska *oksi-hornblend*a, veličine $0,50 \times 0,17$ mm, sa $2V_x = 88^\circ$ i $c \wedge Z = 12^\circ$. A. N. i H. W. i n c h e l l (1951) smatraju da *oksi-hornblend*a (bazalna *hornblend*a) nije u vulkanskim stijenama primaran mineral, nego produkt trošenja obične *hornblend*e uz gubitak vodika bez uvođenja kisika. Ti dijelovi sadrže dosta *ilmenita* karakteristične rešetkasto-skeletaste strukture.

Amfibolski gabrodiorit

Ako plagioklasi postaju kiseliji, a primjećuje se povećani sadržaj autigenog kvarca, tad imamo prelazni varijetet od gabra prema dioritu, kako je zapaženo na nekoliko mjesta, primjerice sjeverno od Torbe i sjeverozapadno od Markovog Travnika. Boja gabrodiorita je obično siva.

Plagioklasi obično sraslaci su manje ili jače sosiritizirani, a pripadaju *andezinu* sa 37^{1/2}% *an* (srednja vrijednost 16 mjerenja) i $2V_x = 88^\circ$ do 89° .

Od femskih minerala nalazimo velike kristale iz serije *hornblend*e s pleohroizmom: X – žučkast, Y – zelen, Z – plavkastozelen, $2V_x = 70^\circ$, dok $c \wedge Z$ iznosi 14° .

Stijena redovito sadrži nešto alotriomornog kvarca, skeletasto građenog *ilmenita*, zrnastog *magnetita*, veće količine listićava *klorita*, nešto *kalcita* i po pukotinama *limonita*.

Struktura je panalotriomorfna ili hipidiomorfna zrnasta do pojkilitska. Ima žilica ispunjenih *coisitom*, *kvarcom* i *kalцитom*.

Podaci kemijske analize uzorka broj 405-a-III sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 5).

Kako se vidi iz podataka normativni sastav približava se modalnom podudaranjem normativnih i mjerenih plagioklasa.

S obzirom na modalni sastav i karakter plagioklasa stijena bi pripadala dioritu, međutim s obzirom na Nigglijeve vrijednosti i pripadnost

normalnoj gabro-dioritskoj magmi možemo je klasificirati kao gabro-diorit, odnosno, pošto kao jedini femski sastojak sadrži amfibol, kao amfibolski gabrodiorit.

*

Na jugoistočnom dijelu Mesnice nalazimo gredu gabra utisnutog u kredne sedimente. U središnjem dijelu je gabro krupnozrnast, dok je prema rubu sitnijeg zrna. Boje je tamnosive.

Plagioklasi pripadaju *andezinu*.

Hornblenda ima jasnu prizmatsku kalavost i izrazit pleohroizam: X – žućkastozelen, Y – zelenkastosmeđ, Z – smeđast, te $2V_X = 68^\circ$, dok $c \wedge Z$ iznosi 16° .

Kvarc je anhedralan, ima ga malo, *ilmenit* je čest, kao i *klorit*, dok je igličasti slabo plavkastozelenkast *aktinolit* nepravilno raspoređen ili radialno zrakasto agregiran.

Ima žilica ispunjenih *coisitom*, *albitom*, *kvarcom* i *aktinolitom*.

Struktura je panalotriomorfna zrnasta, svi se mineralni sastojci uzajamno uklapaju. Na rubovima prema krednim sedimentima struktura postaje subofitska, u zapadnom dijelu čak i vitrofirska. U području pak milonitizacije (tektonski odnos sa sedimentima) motrimo jaku kalcitizaciju i razaranje prvobitne strukture. *Kalcit* je u žilicama, ali i potiskuje plagioklase, manje amfibole.

Pegmatitoidni gabro

Sjeverozapadno od Markovog Travnika u većem masivu gabra nalazimo na dijelove s krupnim kristalima plagioklasa, piroksena i amfibola. Pojedini kristali dosižu veličinom do 3×1 cm.

Anhedralni plagioklasi jakog reljefa su slabije ili jače sositizirani, mjestimice s raspršenim praškastim hematitom, često zonarno građeni. Pripadaju *anortitu* i *bitovnitu* sa 94% i 74% *an*, dok je kod zonarno građenih jezgro od anortita sa 95% *an*, a rub od *labradora* sa 61% *an*, a $2V_X = 76^\circ$ do 82° .

Od piroksena motrimo samo relikte okružene vijencem uralitskog amfibola. Piroksen je bezbojan s razvijenom kalavosti smjerom ploha (110) i (100), $2V_Z = 60^\circ$, dok $c \wedge Z$ iznosi 37° , a $a \wedge X$ iznosi 20° i $\beta = 106^\circ$. Prema optičkim podacima pripada *dijalagu*, koji je po P. F. Kerru (1959) karakterističan za krupnozrnaste, pegmatitoidne gabre.

Amfibol je razvijen kao *uralit* u lističavim i igličastim nakupinama, ili kao *hornblenda*, koja se uzajamno uklapa s plagioklasima. Ima pleohroizam: X – žućkast, Y – žućkastozelen, Z – plavkastozelen, $2V_X = 75^\circ$, a $c \wedge Z$ iznosi 13° .

Kao produkt pretvorbe femskih minerala, ali i po pukotinama plagioklasa nalazimo sitnolističavi zelenkasti *klorit*.

Gabro – dijabaz

Unutar gabroidnih stijena nalazimo varijetete koji se po strukturi približavaju dijabazima, isto kao i u većim masama dijabaza motrimo

pojedine dijelove koji se strukturno približavaju gabrima. Takve prelazne tipove možemo klasificirati kao gabro-dijabaze. Obično su homogene masivne teksture i zelenkasto obojeni.

Plagioklasi su pritkasti rjeđe pločasti, međusobno nepravilno i mrežasto isprepleteni, tako da zatvaraju međuprostore u kojima su iskrystalizirali femski sastojci ili se nepravilno prorastaju s femskim mineralima. Pripadaju Labradoru ili andezinu sa 57% do 35% an i kadikad su zonarno građeni, kad je jezgro od labradora a rub od kiselijeg andezina ili čak oligoklasa; Andezini s obzirom na kut optičkih osi $2V_x = 83^\circ$ do 85° približavaju se visokotemperaturnim plagioklasima (W. E. Tröger, 1952).

Femski sastojci su obično potpuno kloritizirani, mjestimice kalcitizirani. Od opakih minerala ima značajna količina *ilmenita s leukoksenom*, a od akcesornih *apatita*. Uz *sosirit* i *klorit* mjestimice se nalazi veća količina igličasta *aktinolita*.

Struktura je alotriomorfna zrnasta s prelazima u ofitsku ili subofitsku, kadikad intergranularnu ili intersertalnu.

Podaci kemijske analize uzorka broj 333 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 6).

Kako vidimo iz tih podataka stijena pripada po svom kemijskom sastavu i ostalim vrijednostima gabrodioritu. Međutim s obzirom na strukturu, koja ima ofitskih i intersertalnih elemenata, u pojedinim dijelovima je i alotriomorfna zrnasta, možemo je klasificirati kao gabro-dijabaz.

Hipoabisalni odvjctci

Od hipoabisalnih odvjctaka nalazimo na širokom području dijabaze, koji su mnogo rasprostranjeniji od gabra.

D. Gorjanović-Kramberger (1908) o tim stijenama u tumaču citira bilješku F. Kocha. On kaže, da se eruptivno kamenje »našlo dosele u iskonskom položaju... samo na NW - dotično N - pristranku«, gdje vidimo »oširoku zonu starovulkanskog kamenja, koje se proteže od Novaka preko Poljanice, Gornje Bistre i Pile prema Mariji Bistrici«. Tu nalazimo »melafire, dijabazne porfirite, dočim u višim partijama gore (do 600 m) nalazimo gabro i gabru nalične dijabaze«.

Dijabaz je obradio i M. Kišvatić (1918), koji kaže, da na sjevernoj strani gore nalazimo »ein mächtiger Diabasstock, den wir von Bistra gornja bis oberhalb von Stubica gornja verfolgen«. Kod Bistre gornje spominje nalaz spilitskog dijabaza.

Za starost dijabaza kaže doslovce »Am nördlichen Abhänge des Gebirges, im Bereiche der Diabase, ist durch Bewaldung ein Einblick in den Bau des Gebirges schwer zu erreichen, doch sieht man im Bistra-Bach, im Sarna und im Vidak oberhalb des Diabases Tonschiefer und es scheint, dass die Diabase jünger sind als die Tonschiefer«.

Prije negoli prijedem na iznošenja istraživanja dijabaza, potrebno se zadržati na nekim pitanjima terminologije. Glavna odlika dijabaza je uz način geološkog pojavljivanja njihova tipična ofitska, subofitska i intersertalna struktura te mineralni sastav. Međutim, istražujući te sti-

jene na Medvednici zapazio sam, da karakter njihovih plagioklasa varira u širokim granicama, od bazičnih preko neutralnih do kiselih članova.

Ovdje bi se mogli pridržavati američke nomenklature (A. J o h a n n s e n, 1950, vol. III), ili dozvoljavati veću slobodu u klasifikaciji i terminologiji, kako to nalazimo kod nekih autora (E. H e i n r i c h, 1956, H. W i l l i a m s, F. J. T u r n e r i C. M. G i l b e r t, 1954). Navedeni autori zovu dijabazom i stiiene s kiselijim plagioklasom, sve do oligoklasa.

Mislim, da bi dijabazom mogli smatrati stijenu, koja se u prirodi javlja u obliku sila, dajka, grede, manjeg masiva ili kao rubna facija zrnastih stijena, u hipoabisalnom području, a koja je ofitske, subofitske, intergranularne ili intersertalne strukture. U sastavu da sadrži uz piroksen (augit) i bazični plagioklas (labrador). Ukoliko je utvrđeno da je plagioklas kiseliji (andezin ili oligoklas), a u stijeni određen kao primaran sastojak, stijena je isto dijabaz, samo treba naglasiti da li andezinski, oligoklasni ili čak albitski. Time bi postupili, kako to već nalazimo u našoj literaturi kod M. T a j d e r a (1947), koji je obradio albitski dolerit iz Požeške gore. Tako bi dijabazi obuhvaćali ove tipove:

dijabaz, koji kao plagioklas sadrži labrador ili bitovnit;
andezin-dijabaz, koji sadrži primarni andezin;
oligoklas-dijabaz, kad sadrži primarni oligoklas;
albit-dijabaz, ako je albit primaran.

Ta bi klasifikacija bila u skladu s istraživanjima provedenim na Medvednici. Osim toga prilikom istraživanja većih masa dijabaza Medvednice našao sam varijetete koji se strukturno izdvajaju, kao primjericе variolitski dijabaz svojom variolitskom strukturom.

Dijabaz

Na sjevernoj strani Medvednice pojavljuje se dijabaz u obliku silova ili dajkova manjeg prostranstva ili kao velika greda (štok) manje ili više kontinuirana, s izoliranim »santama« krednih sedimentata. Velika greda dijabaza predstavlja »prividnu cjelinu«, jer pojave koje ovdje motrimo upućuju na zaključivanje, da je duž jedne veće pukotine (?) ili sistema manjih paralelnih pukotina (?) dolazilo do nekoliko uzastopnih provala magme. Pružanje pukotina je približno jugozapad – sjeveroistok, da bi u sjevernom dijelu promjenile pravac u približno zapad – istok. Na uzastopne provale upućuje nas vrlo velika promjena u strukturi, koja se ne može protumačiti samo kao produkt diferencijacije jedne magmatske mase, jer u dijelovima koji bi morali predstavljati centralni dio dotične mase nalazimo piroklastične stijene i strukture rubnih facija dijabaza, koji su brže hlađeni i »preohlađeni«. Zbog toga i cijelu gredu shvaćamo kao »prividnu cjelinu«.

Dijabaz je gust, kompaktna, mjestimice raspucan s makro- ili mikro-pukotinama ispunjenim kvarcom ili kalcitom. Obično je zelene boje u raznim nijansama, kadikad sivkast, u području gdje je jače površinski rastrošen a smeđast kad po pukotinama ima prevlake od limonita ili he-

matita. Loma nepravilnog ili školjkastog, preloma hrapava ili skoro glatka, zavisno od krupnoće sastojaka. Tekstura je masivna ili u jače raspucanim dijelovima od mnogobrojnih žilica mrežasta.

Plagioklasi su prtkasti, slabije ili jače sosiritizirani ili rastrošeni. Obično sraslaci dvojci ili višestruki i često zonarno građeni. Pripadaju *labradoru*. Kod zonarno građenih plagioklasa jezgro je od labradora sa srednjim sastavom od 64% *an* i $2V_z = 86^\circ$, dok je rub od *andezina* sa srednjim sastavom od 40% *an* i $2V_x = 88^\circ$.

Piroksen je bezbojan ili slabo ružičast, obično anhedralnih formi i ispunjava klinaste međuprostore plagioklasa. Ima razvijenu savršenu prizmatsku kalavost, $2V_z = 48^\circ$, dok $c \wedge Z$ iznosi $45\frac{1}{2}^\circ$. S obzirom na nešto manji kut optičkih osi razlikuje se od tipičnog augita, već se približava sastavu *pižonita*.

Ilmenit je redovit sastojak. Od sekundarnih produkata nalazimo *sosirit*, *klorit*, nešto *kalcita* i *limonit*.

Struktura je jako varijabilna, no u većini slučajeva ofitska, kad se prtkasti plagioklasi nepravilno prepliću s međuprostorima ispunjenim piroksenom. Česte su i pojave subofitske, intergranularne i intersertalne strukture. U područjima s intersertalnom strukturom u klinastim i nepravilnim međuprostorima plagioklasa motrimo guste nakupine sitno-listićava zelenkasta klorita, kao produkt devitrifikacije intersticijalnog stakla.

Olivinski dijabaz (serpentiniziran)

Olivinski dijabaz nije znatnije rasprostranjen. Nalazimo ga tek lokalno razvijenog, sivozelene boje, krupnog zrna i jako raspucanog. Pukotine su ispunjene kalcitom i prevlakama limonita.

Plagioklasi su prizmatskog habita ili prtkasti i zamijenjeni *kalcitom*, *kloritom (prenitom)* i *kvarcom*. Trošenje je u nekih plagioklasa više napredovalo duž pukotina kalavosti i sraslačkih šavova, a mjestimice su potpuno zamijenjeni, pa je detaljnija odredba nemoguća.

Femski sastojci su također potpuno ispunjeni sekundarnim mineralima. Ima kalupa koji po habitusu nalikuju olivinu, a ispunjeni su *serpentinom*, praškastim *magnetitom* i *karbonatom*. Ima kalupa ispunjenih karbonatom, *kloritom* i *kvarcom*, koji najvjerojatnije pripadaju piroksenima.

Sačuvan je jedino *ilmenit*, razvijen u karakterističnim skeletastim oblicima na rubu prešao u *leukoksen*. Po stijeni se može zapaziti dosta raspršena *pirita* u sitnim heksaedrima, slabije ili jače limonitizirana.

Struktura je subofitska.

Andezin - dijabaz

Andezin-dijabaz predstavlja najrasprostranjeniji i najviše zastupljen varijetet dijabaza, promatran i istraživan na mnogim lokalitetima kao sjeverno i sjeverozapadno od Čepa prema Šokotu, u dolini potoka Bistre, uzvodno od Pučenog Kamena, u Jelenoj Vodi sjeverno od Markovog Travnika, na Peščenici i drugdje. U terenu se dijabazi i morfološki ističu, kao na grebenu sjeverno od Čepa.

Dijabaz je obično gust, kompaktan, sitnozrnast, mjestimice sitno poligonalnog lučenja ili tanko pločast, tako da nalikuje izljevnim pločama u kojima se ni pomoću orijentiranih uzoraka i presjeka nisu mogli zapaziti orijentirani položaji mineralnih sastojaka, što bi bilo za očekivati kod tipičnih izljevnih stijena. Drugdje se opet luče u nepravilnim velikim blokovima. Mjestimice je diabaz vrlo raspucan, pun bijelih žilica kalcita ili kvarca, te poprma brečast habit. Pukotine su obično prevučene limonitom, a ukoliko ima pukotina s gorskim zrcalom i jasnim strijama, tad su one prevučene tankom koricom hematita.

Obično je sivozelene boje u raznim nijansama, od svijetlijih do tamnijih, a tamo gdje je jače površinski rastrošen obično je smeđast. Ta je boja uslijed jače limonizacije, koja od pukotina dublje zahvaća i stijenu.

Plagioklasi su pritkasti, sraslaci dvojci, višestruki ili vrlo rijetko polisintetski sraslaci. Svi indeksi loma su veći od indeksa loma kanadskog balzama. Slabije ili jače su sosiritizirani, mjestimice kalcitizirani ili ispunjeni mutežom, što otežava tačniju determinaciju. Veličina je varijabilna i na istom lokalitetu. Tako na lijevoj obali Šokota kod sela Bistra Gornja, gdje je otvoren kamenolom veličina plagioklasa je: $0,015 \times 0,25$ mm, $0,03 \times 0,6$ mm i $0,075 \times 1,45$ mm. Sjeveroistočno od Čepa u istom uzorku veličina varira od $0,02 \times 0,07$ mm do $0,3 \times 1,57$ mm; a uzvodno od Pučenog Kamena od $0,05 \times 0,25$ mm do $0,2 \times 1,3$ mm. Obično ih ima u stijeni nešto preko polovine svih sastojaka. Iz podataka mjerenja sastava plagioklasa vidimo da njihov kemizam varira od bazičnih andezina do kiselih andezina (48% an do 34% an), dok se kut optičkih osi mijenja od $2V_z = 85^\circ$ do $2V_x = 84^\circ$.

Piroksen ima jak reljef, bezbojan je ili ružičast do slabo smeđast, varijabilne veličine, sa savršenom prizmatском kalavosti. Kut optičkih osi je varijabilan od $2V_z = 53^\circ$ do $2V_z = 61^\circ$, kao i kut potamnjenja $c \wedge Z$ od 41° do 48° , dok je dvolom Ng-Np od 0,026 do 0,028. S obzirom na optičke vrijednosti pripada seriji *augita*, a bojeni najvjerojatnije pripada *titanovom augitu*. Piroksen je mjestimice savijen, undulozno potamnjuje, ili pak potamnjuje u obliku strukture pješčanog sata, što bi moglo biti posljedica pritisaka koji su poremetili optičku indikatriks, i od kojih je diabaz postao slabo uskriljen. Da je struktura pješčanog sata moguća uslijed pritisaka spominje i O. C. F a r q u h a r (1960). Takve piroksene nalazimo na nekoliko lokaliteta, primjerice u Šokotu i sjevno od Čepa.

Vrlo rijetko ima priroksen uski rub *uralitskog amfibola* češljastih formi. Pirokseni su obično manje ili jače kloritizirani, mjestimice kalcitizirani, a lokalno se izvršila sideritizacija i ankeritizacija, te u površinskim dijelovima limonitizacija.

Ilmenit skeletastih formi je uvijek zastupljen, na rubu prešao u *leukoksen*; mjestimice ima mnogo *magnetita*, kao sjeverozapadno od Čepa, gdje diabaz djeluje na magnetnu iglu kompasa. Vrlo čest je i *pirit*, razvijen u sitnim heksaedrima. Stubičasti *apatit* je rijedak. Vrlo rijedak je *kvarc* nepravilnih formi, jer je kao zadnji produkt kristalizacije ispunio nepravilne međuprostore.

Sitnolistićavi zeleni klorit je stalan sastojak dijabaza, bilo da se razvio u piroksenu duž pukotina plagioklasa ili kao produkt devitifikacije stakla (*viridit*). Ovaj posljednji ispunjava intersticije u stijeni. Uz klorit redovito nalazimo i sitnokristalasti kalcit. U agregatima listićava klorita nastalog devitifikacijom ima nakupina žučkasto zelenkasta *epidota* visokog reljefa i interferentnih boja.

Struktura je ofitska, kad se pritkasti plagioklasi uzajamno prepliću, a međuprostore ispunjava piroksen, intersertalna, kad su međuprostori ispunjeni devitificiranim staklom – viriditom, rjeđe intergranularna ili subofitska.

Na rubovima dijabaznih masa kadikad nalazimo mandulastu teksturu, te imamo posebri varijetet – *mandulasti dijabaz (melafir)* kao u Šokotu nedaleko Sumpornog izvora. Mandule veličine do pola cm su obično ispunjene kalcitom, rjeđe listićavim kloritom, kvarcom ili kalcedonom.

Od interesa su i mnogobrojne žilice koje često presjecaju dijabaz na pojedinim lokalitetima. Tako u Šokotu nizvodno od Sumpornog izvora motrimo u žilicama kvarc, kalcit, razvijen u velikim kristalima s jasnom kalavosti i sraslačkim lamelama plohom romboedra i radijalno zrakaste nakupine prenita. Prenit ima visoke indekse loma, kalavost paralelnu s izduženjem, kao i poprečnu, slab pleohroizam (zelenkast – smeđast), niske interferentne boje (sive i sivomodre), te paralelno potamnjenje. Ima žilica ispunjenih samo kalcitom i kvarcom, ali i igličastim *aktinolitom* ili pak *coisitom*.

Podaci kemijske analize uzorka broj 398 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 9).

Normativni sastav dobiven preračunavanjem kemijske analize, kao i standard-norm približavaju se stvarnom sastavu. Sastav normativnih feldspata (plagioklasa) lijepo se podudara s podacima dobivenim mjerenjem.

Amfibolski dijabaz

Golim okom se uopće ne može razlikovati od drugih varijeteta dijabaza, te ima iste teksturno – strukturne odlike. Tek mikroskopskim istraživanjem može se utvrditi, da uz sastojke opisane u običnih dijabaza sadrži znatnije količine pleohroitske *hornblende* ili češljaste oblike *uralit-skog amfibola*. Pleohroizam hornblende je jasan X i Y – zelenkasti do smeđastozelenkasti, Z – sivkasto ili plavkastozelenkast, kut optičkih osi negativan, a maksimalni kut potamnjenja $c \wedge Z$ do 17° .

Karakter plagioklasa varira od kiselijih *labradora* do *andezina*.

Amfibolski dijabaz nalazimo na sjeverozapadnom dijelu Peščenice i sjeverno od Čepca.

Podaci kemijske analize uzorka broj 405-a-I sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 10).

Usporedimo li ove podatke s podacima kemijske analize andezin-dijabaza vidjet ćemo da su skoro podudarni. S druge strane, kemijski i normativni mineralni sastav amfibolskog dijabaza približava se analiziranom amfibolskom gabrodioritu.

Andezin – dijabaz porfir

Predstavlja zaseban varijetet dijabaza, kojeg nalazimo bilo u rubnom dijelu dijabaznih masa ili kao prelaz u izljevni stadij. Motrimo ga zapad-sjeverozapadno od Čepa na Peščenici, uzvodno od Pučenog Kamena i u potoku nizvodno od Horvatovih stuba. Već golim okom mogu se u zelenosivoj osnovnoj masi zapaziti krupniji fenokristali.

Veličina fenokristala plagioklasa varira od $0,5 \times 0,15$ mm do $4,3 \times 0,6$ mm. To su obično sraslaci dvojci, rjeđe višestruki sraslaci. Često su rastrošeni, kadikad skoro ispunjeni gustim agregatom klorita, kad je ostao bolje sačuvan jedino rub. Pripadaju *andezinu* sa srednjim sastavom od 36% *an* i $2V_x = 83^\circ$ do 88° .

Veličina mikrolita plagioklasa u osnovnoj masi varira od $0,1 \times 0,01$ mm do $0,03 \times 0,001$ mm, mjestimice su još sitniji. Na granici s kanadskim balzomom su bez reljefa ili vrlo slabog negativnog reljefa. Mjerenjem maksimalnog kuta potamnjenja mikrolita u presjecima paralelnim s osi »a« dobivene su vrijednosti od 15° što po dijagramu za određivanje plagioklasa (E. E. Wahlsstrom, 1955a) odgovara *albitu* s oko 8% *an*. U potoku nizvodno od Horvatovih stuba maksimalni kut iznosi 12° , čemu odgovara *oligoklas* s oko 15% *an*.

Fenokristali piroksena su nešto rjeđi od plagioklasa, bezbojni. Imadu jak reljef i izrazitu prizmatiku kalavost. Neki su slabo ružičasti. $2V_z = 55^\circ$; disperzija: $r > v$; $c \wedge Z$ iznosi 40° do 42° . Prema dijagramu za određivanje piroksena (E. E. Wahlsstrom, 1955a) pripadaju *diopsidu* vrlo siromašnom akmitskom komponentom i bez jadeitske komponente. Ružičasti vjerojatno sadrže i titanovog oksida.

Pirokseni u osnovnoj masi su ekvidimenzionalnih presjeka, veličine u promjenu do 0,01 mm. Obično su jače obojeni od fenokristala, s kutom potamnjenja $c \wedge Z$ do 30° . Mjestimice, kao primjerice u stijeni uzvodno od Pučenog Kamena, zapažamo fenokristale piroksena koji su korodirani.

Klorit se nalazi u sitnim zelenim radialno raspoređenim ili nepravilno agregiranim listićima. Nastao je kloritizacijom piroksena, ispunjava plagioklase, ili je u intersticijama nastao devitifikacijom stakla. Agregati klorita nastalog devitifikacijom su puni sitnih zrnaca jakog reljefa i visokih interferentnih boja, vjerojatno *epidot* (?). Mjestimice motrimo i nešto nepravilnih oštrouganih zrnaca *kvarca*, koji je dijelom alogen.

Od sekundarnih produkata nalazimo i sitne bezbojne do slabo žućkaste listiće bez pleohroizma i slabog pozitivnog reljefa. Interferentne boje su prvog do drugog reda, potamnjenje paralelno, vibracijski smjer Y leži u trasi kalavosti, elongacija je + i -, a $2V_z = 52^\circ$ do 54° . Sve optičke vrijednosti su vjerojatno *tomsonita*, produkta izmjene Ca-Na-plagioklasa.

Pojedine žutozelene partije intersticija su ispunjene sferolitima (?), koji se zapažaju tek kod maksimalnog povećanja, pa ih nije bilo moguće detaljnije odrediti. Mjestimice se vidi znatnijih količina igličasta *aktinolita*.

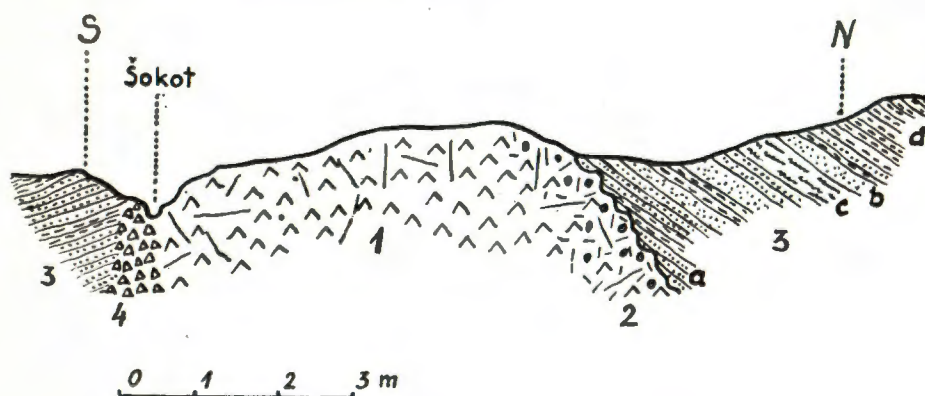
Od opakih minerala motrimo *pirit* raspršen po stijeni ili po žilicama, skeletasti *ilmenit* s *leukoksenom* po rubu i rjeđe *magnetit*. *Kalcit* je rijedak. Po pukotinama ima *hematita* i *limonita*.

Salskih sastojaka je nešto više od femskih.

Struktura je pilotaksitska do hijalopilitiska, mjestimice i trahitska, kad mikroliti plagioklasa zajedno s fenokristalima pokazuju lineiranu orijentaciju i fluidalnu teksturu. Mjestimice je struktura osnovne mase mikroofitska ili intergranularna, kad između mikrolita plagioklasa motrimo zrnast piroksen.

Kvarc – mirmekit – andezin dijabaz

Predstavlja poseban i vrlo interesantan varijetet, razvijen tek lokalno, kao primjerice na Čepu, uzvodno od Pučenog Kamena i u Šokotu. Nalazi se u rubnim dijelovima dijabaza prema krednim sedimentima, što se naročito lijepo vidi na profilu u Šokotu (sl. 1).



Sl. 1. Profil dijabaza i mirmekit dijabaza, Šokot.

- 1 – andezin-dijabaz
- 2 – kvarc-mirmekit dijabaz s »anklavama« kvarc pješčenjaka
- 3 – sedimentne stijene gornje krede
 - a – kvarc pješčenjak
 - b – kvarc silt pješčenjak
 - c – radiolaritski čert
 - d – lapor, dijelom škriljav
- 4 – tektonske breče

Fig. 1. Vertical section of dijabase and myrmekite-dijabase, Šokot.

- 1 – andesine-dijabase
- 2 – quartz-myrmekite-dijabase with enclaves of quartz-sandstones
- 3 – sediments of Upper Cretaceous age
 - a – quartz-sandstone
 - b – quartz-silt-sandstone
 - c – radiolarian chert
 - d – marl, partly schistose
- 4 – fault breccias

Stijena je sive, sivozelene, mjestimice i smeđaste boje, obično raspucana, nepravilnog loma i po pukotinama žućkasta od limonita. Mjestimice se već golim okom mogu motriti prtkasti plagioklasi.

Plagioklasi su relativno dosta svježiji i slabog pozitivnog reljefa. Obično su sraslaci dvojci, rjeđe višestruki ili polisintetski sraslaci. Pripadaju *andezinu* s prosječnim sastavom od 42% *an*, dok $2V_z = 82^\circ$ do 89° .

Od femskih sastojaka motrimo relikte bezbojnog *piroksena* i pleohroitičnog *amfibola*, koji su skoro potpuno kloritizirani, manje kalcitizirani, dijelom limonitizirani, tako da je detaljnije određivanje nemoguće.

Klorit se razvio iz piroksena ili amfibola, odnosno devitrifikacijom intersticijalnog stakla. Ima jak pleohroizam (kao trava zelen - žuto-smeđ), listićav je i rijetko radijalno zrakast, a većinom nepravilno agregiran.

Kvarc je bilo autigeni, kad je kao zadnji produkt kristalizacije nepravilnih oblika i ispunjava intersticije između plagioklasa i kloritiziranih femskih minerala, ili je alogeni porijeklom iz sedimenata omotača dijabaza.

Značajan sastojak je *mirmekit* razvijen uvijek u graničnom dijelu između kvarca i plagioklasa u lepezastim, crvolikim ili nepravilnim formama (tab. I, sl. 3).

Opaki minerali su skeletasti *ilmenit* s *leukoksenom*, rjeđe *magnetit*, dok je *pirit* vrlo rijedak. *Kalcita* uvijek ima iako ne u većim količinama.

Najmlađi član kristalizacije je igličasti *aktinolit* koji potiskuje klorit, zalazi u plagioklas i kvarc, kao i u mirmekit. Skoro je bezbojan ili slabo zelenkastoplav s jedva zamjetljivim pleohroizmom, elongacija +, a maksimalni kut potamnjenja $c \wedge Z$ do 13° .

Ako mirmekit po E. W. M. Heinrichu (1956) smatramo deuteričkom promjenom u kasnom stadiju magmatske konsolidacije, reakcijom između zaostalog likvida u intersticijama iskristaliziranih minerala, tada je aktinolit mlađi od deuteričkog stanja, najvjerojatnije produkt metamorfoze koju motrimo u svim magmatskim stijenama na sjevernoj strani Medvednice.

Struktura je tipična ofitska, kadikad i zrnasta. Veličina mineralnih sastojaka varira, tako se veličina plagioklasa kreće od $4,5 \times 0,35$ mm na niže.

Već golim okom može se zamijetiti kako je stijena uklopila okolne sedimente, naročito pješčenjak.

Uzvodno od Pučenog Kamena stijena sadrži brojne žilice *epidota*, *kvarca* i *albita*.

Kvarc - mirmekit - albit dijabaz

Na sjevernom dijelu Peščenice, sjeverno od kote 711 nalazimo zelenkastosivu stijenu nepravilnog loma.

Sadrži prtkaste plagioklase, obično sraslace dvojke dijelom jače rastrošene, vrlo slabog negativnog reljefa koji pripadaju *albitu* s prosječnim sadržajem od 6% *an* i $2V_z = 87\frac{1}{2}^\circ$ do $2V_x = 89\frac{1}{2}^\circ$.

Piroksen je bezbojan, manje ili jače kloritiziran, te undulozno potamnjuje. Ima nešto pleohroitičnog *amfibola*, *ilmenita*, dok su intersticije ispunjene mikrokristalastim *kvarcom* i listićavim *kloritom*. Na granici plagioklasa i kvarca razvio se *mirmekit*. U plagioklasu, kvarcu i mirmekitu motrimo spletove igličasta *aktinolita*.

Struktura je ofitska.

Stijena je ispresijecana žilicama kvarca, klorita, epidota i aktinolita.

Kvarc – andezin dijabaz

U gornjem dijelu Šokota jugoistočno od Sumpornog izvora, kod Bistre Gornje kao i u jarku istočno od Čepa nalazimo stijenu sivkaste ili sivkasto-zelenkaste boje, nepravilnog ili plitko školjkastog loma i hrapava preloma.

Plagioklasi su mjestimice jače sosiritizirani, često kalcitizirani. Obično sraslaci dvojci, rijetko polisintetski sraslaci, slabog pozitivnog reljefa. Pripadaju *andezinu* sa prosječnim sadržajem od $39\frac{1}{2}\%$ an i $2V_x = 84^\circ$ do 86° .

Ima međutim u pojedinim dijelovima plagioklasi koji su kiselijiji te pripadaju *oligoklasu* ili *albitu*, kad stijenu možemo klasificirati kao *kvarc – oligoklas* ili *kvarc – albit dijabaz*.

Femski minerali su potpuno zamijenjeni kloritom. *Klorit* je listićav, slabo zelenkaste boje, skoro bez pleohroizma, niskih interferentnih boja i paralelnog potamnjenja. Osim što ga nalazimo kao produkt kloritizacije piroksena i amfibola motrimo ga i u intersticijama kao produkt kloritizacije – devitrifikacije stakla.

Kvarc je ili intersticijalan, nepravilnih oblika, kad uklapa plagioklase, a prema šupljinama s razvijenim terminalnim plohamama, ili u obliku nepravilnog zrnja, kad navjerojatnije potječe iz sedimentnih stijena ometača dijabaza. Po kvarcu zapažamo sitni igličasti *aktinolit* kako je urasao u njega.

Značajan sastojak je *kalcit*, mikrokristalast u obliku sitnih romboedara, kako potiskuje plagioklas. Nalazi se i u kalupima piroksena ili amfibola (piribola) zajedno s kloritom, a potiskuje i klorit. Kalcit ima dvolom $N_\omega - N_\epsilon = 0,1637$ (od dvoloma kalcita $N_\omega - N_\epsilon = 0,1719$ u W. E. Trögera, 1952, različan za oko 5%).

Redovno se nalazi nešto *ilmenita*, *magnetita*, *pirita*, mjestimice u napupinama po kloritiziranom staklu i *titanita*. *Apatit* je rijedak.

Uz spomenute sastojke motrimo listiće jaka pleohorizma s razvijenom kalavosti, viših interferentnih boja i paralelnog potamnjenja (kao u *biotita*). Veličina listića kreće se od $0,05 \times 0,01$ mm na niže. Listići su često ispresavijeni. Vibracijski smjer Z podudara se s izduženjem listića i s trasama kalavosti. Pleohorizam: Z – zelenkastosmeđ, X i Y – skoro bezbojan, žućkasto-zelenkast do zelenkast. Izmjereno dvolom: $N_g - N_p = 0,0329$. Prema tome listići pripadaju skupini liskuna, te se najvjerojatnije radi o *vermikulitu*.

Struktura je ofitska ili intersertalna. Pritkasti plagioklasi su nepravilno raspoređeni, a međuprostori ispunjeni potpuno kloritiziranim i kalcitiziranim femskim mineralima ili devitrificiranim staklom.

U Šokotu kvarc dijabaz bočno prelazi u kvarc – mirmekit dijabaz.

U jarku istočno od Čepa zapažamo u dijabazu, da su plagioklasi raspucani i da neki undulozno potamnjuju, da su listići klorita ispresavijeni, dok je kvarc raspucan i optički anomalan – dvoosan, a u kalcitu motrimo tlačne sraslačke lamele. Međutim igličasti aktinolit ne pokazuje tragova djelovanja pritiska.

Variolitski dijabaz

Na mnogo mjesta uz rubove dijabaza razvila se u dijabazu variolitska struktura, kao primjerice na sjevernom dijelu Peščenice, gdje je stijena tamnozelenkasta do skoro crna, vrlo gusta i »kvrzgasta«; zatim uzvodno od Pučenog Kamena gdje je stijena zelenkasta do tamnosiva s limonit-skim prevlakama i žilicama kalcita; u Bistra potoku zapadno od Divjaka gdje u napuštenom kamenolomu promatramo kuglasto lučenje, te najzad kod Gornjeg Kraljevog Vrha.

Veličina plagioklasa varira od $2,1 \times 0,15$ mm preko $1,15 \times 0,07$ mm do $0,6 \times 0,04$ mm. Mjestimice su plagioklasi skeletasto razvijeni. Imaju slab do nešto jači pozitivan reljef. Kadikad su skoro potpuno sosiritizirani, ispunjeni coisitom, kvarcom i kloritom, zbog čega nepodesni za mjerenja. Pripadaju kiselijem *labradoru* i *andezinu*.

Pirokseni su također štapičastog oblika, jakog reljefa, slabo izraženog pleohroizma: X – skoro bezbojan do ružičast ili žućkast, Y – žućkasto-zelenkast, Z – slabo plavkastozelenkast ili sivkast. Često su razvijeni u češljastim, paperjastim, rašljastim i crvoliko skeletastim i dendritičnim formama. $2V_z = 53^\circ$, a $c \wedge Z$ iznosi 34° ; dok je u jako izduženim izmjeren maksimalni kut potamnjenja $c \wedge Z$ do 43° , te bi pripadali *titanovom augitu*.

Intersticije su ispunjene listićavim zelenim *kloritom*, produktom devitrifikacije stakla, mjestimice i mikrokristalastim *kvarcom*, *epidotom*, *magnetitom*, *ilmenitom* (?); rijetko ima *pirita* i *apatita*, dok je *hematit* vezan za rupturne i pukotinske zone u gorskim zrcalima. *Kalcit* nalazimo obično u žilicama.

Struktura je variolitska s prelazima u intersertalnu ili vitrofirsku. Štapičasti do skoro igličasti plagioklasi i pirokseni se uzajamno uklapaju i tvore radijalno zrakaste, lepezaste snopičaste ili nepravilne agregate, kadikad i agregate u obliku zavjesa. Međuprostori su ispunjeni sitnokristalastim kvarcom ili devitrificiranim staklom.

Struktura stijene ukazuje na brzo ohlađivanje i kristalizaciju, kao i rekristalizaciju iz stakla u lepezaste i radijalno trakaste agregate. Takav variolitski dijabaz predstavlja prelazni tip iz gornjih dijelova i rubnih nivoa hipoabisalnih stijena u tipične izljevne stijene.

Kemijski su analizirana dva uzorka. Podaci kemijskih analiza broj 504 i broj 444 sa svim preračunavanjima date su na tabelama I do X (analize br. 7 i 8).

Usporedimo li podatke kemijskih analiza variolitskih dijabaza s analizama gabra i dijabaza zapažamo, da im je kemizam u glavnim crtama podudaran. Normativni plagioklasi pripadaju *andezinu* i *labradoru*, a veći procenat titanovog oksida potvrđuje da su pirokseni titanovi *augiti*, jer nema modalnog *ilmenita*. Normativni sastav po CIPW kao i standard-norm izračunat iz Nigglijevih bazisa pokazuju odnos salskih i femskih sastojaka karakterističan za ostale proučene gabre i dijabaze na sjevernoj strani Medvednice.

Površinski odvjjetci

Stijene koje po strukturno-teksturnim odlikama pripadaju tipičnim površinskim odvjjetcima nisu do sada spominjane u petrografsko-geološkoj literaturi o Medvednici. Takove pojave su lokalizirane po obodima većih masa dijabaza ili kao morfološki dobro izražene blago zasvođene kupe. Megaskopski ih je teško odjeljivati od tipičnih dijabaza. Razlike se zapažaju tek mikroskopiranjem, a njihovo odjeljivanje i unošenje na geološku kartu moguće je tek pretragom mreže izbrusaka. S obzirom na mineralni sastav i kemizam pripadaju kiselijim derivatima s više natrijskog oksida, izuzev nekih staklastih varijeteta.

U tim je stijenama albit primaran sastojak, a ne produkt albitizacije, jer nema popratnih pojava koje ukazuju na albitizaciju.

Pošto je struktura tih stijena izrazito porfirska, ne možemo ih zvati dijabazima, već imenom kojim bi se naglasio i mineralni i strukturni karakter stijene. Time se priklanjamo prijedlogu E. S. Fedorova (1901) za nazive glavnih tipova eruptivnih stijena, koji je u sovjetskoj nauci prihvaćen i široko primjenjivan. Najprikladnije je ime albit-porfir, koje već nalazimo u literaturi za albitske stijene, iako ne jednoznačno upotrebjeno, kao albitofir u H. Coquanda (1857) i albit-porfirit u C. von Johna (1899). Ta se imena koriste i za stijene s primarnim i metasomatskim albitom.

Da bi se međutim izbjegla dvoznačnost termina, *albit-porfir*om bi trebalo nazvati samo onu stijenu tipične porfirske strukture u kojoj je *albit primaran sastojak*, a ne i kao produkt albitizacije (Na-metasomatoze). Ukoliko se još pojavljuju i druge karakteristike kao trahitska struktura i nizak sadržaj kvarca, tada možemo upotrijebiti naziv albit-trahit, kako to nalazimo u M. Ilića (1957). Na taj način imademo termine koji jednoznačno označuju magmatsku stijenu određenih strukturnih i mineraloških osobina.

Albit - porfir

Albit-porfir nalazimo na nekoliko lokaliteta, često u rubnim zonama dijabaza, na Čepu poput blago zasvođene kupe koja se jasno ističe na terenu, sjever-sjeveroistočno i sjeverno od Čepa, zapadno od kote 763 uz rub gabra kao gustu i žilavu stijenu u kojoj se već golim okom mogu zapaziti fenokristali plagioklasa veličine $4 \times 2,5$ mm, na zapadnom dijelu Peščenice i u potoku Poljanica.

Stijena je vrlo gusta, žilava, plitko, školjkasta loma, često glatka preloma. Boju ima sivu do zelenkastu u raznim tonovima.

Fenokristali plagioklasa i piroksena nalaze se u osnovnoj masi od mikrolita plagioklasa, listićava klorita, stakla i mjestimice fino raspršenog magnetita.

Fenokristali plagioklasa su obično sraslaci dvojci ili višestruki sraslaci. Imadu prizmatški habit. Indeksi loma su niži od indeksa loma kanadskog balzama, te pokazuju negativni reljef. Mjestimice kao na Peščenici su razlomljeni i kataklazirani, a pukotine su ispunjene listićavim zelenkastim kloritom, a kadikad su puni igličasta aktinolita. Pripadaju *albitu* s prosječnim sadržajem od $4\frac{1}{2}\%$ an i $2V_z = 82^\circ$ do 88° .

Mikroliti plagioklasa imaju indekse loma niže od indeksa loma kanadskog balzama. Maksimalni kut potamnjenja mikrolita u smjeru paralelnom s kristalografskom osi »a« iznosi do 16° , te prema tome pripadaju albitu sa 5% an (E. E. Wahlgstrom, 1955a). Mjestimice pokazuju fluidalnu teksturu, a oko krupnijih kristala i znakove turbulentnih kretanja.

Fenokristali *piroksena* su rijetki, bezbojni, jakog reljefa, kadikad sraslaci smjerom plohe (100), sa $2V_z = 57^\circ$, a $c \wedge Z$ iznosi 45° . Dio piroksena undulozno potamnjuje, ponekad u obliku strukture pješčanog sata. Te su pojave zapažene u onim stijenama što su kataklazirane.

U osnovnoj masi je pored mikrolita plagioklasa i zrnatog piroksena stalni sastojak *klorit*. Dio klorita je najvjerojatnije postao devitifikacijom vulkanskog stakla, ali ima znakova da je postao i iz amfibola i piroksena, kad ispunjava njihove kalupe. Mjestimice motrimo *epidota*, *titanita*, »*minerala glina*«, *pirita*, *hematita*, *ilmenita* i *magnetita*. Intersticijalno staklo je zelene boje i obično pokazuje anizotropne efekte, jer je zahvaćeno slabijom ili jačom devitifikacijom. Često i u većim količinama ima igličasta *aktinolita*.

Struktura je pilotakstska do hijalopilitska, često glomeroporfiriska, kad se fenokristali plagioklasa i piroksena okupljaju u veće nakupine.

Albit-porfir je često ispresijecan nepravilnim žilicama i lečastim odeljancima ispunjenim *albitom*, *kloritom*, *epidotom*, *kvarcom* i rijetko *kalcitom*.

Podaci kemijske analize uzorka broj 410 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 12).

Iz odnosa salskih i femskih sastojaka vidi se da je stijena dosta leukokratna sa oko 80% salskih sastojaka – plagioklasa. Trebalo bi stoga da bude svijetlija, međutim oko 2,5% fino raspršenog magnetita i ilmenita, te klorit daju stijeni tamniji ton.

Albit – trahit

Na grebenu sjeverno od Čepa uz rub dijabaza prema krednim sedimentima nalazimo sivkastu do crvenkastu gustu stijenu brečasta habita i mjestimice jako hematitiziranu. Lomi se nepravilno ali i tanko pločasto. U brečastim dijelovima odlomci su vretenasta, elipsasta do pločasta oblika, manje ili jače zaobljeni, kadikad čak i presavijeni. Čini se da je taljevina za ekstruzije bila već ohlađena, jer nije kontaktno djelovala na stijene u omotaču, ali je još bila plastična. Kod utiskivanja takove plastične mase došlo je do kidanja pojedinih dijelova, rotiranja i isklinjavanja, te kretanja duž pukotine. To se odražava u položaju fenokristala i oko njih lineirano raspoređenih mikrolita plagioklasa u smjesi hematita. Mjestimice se oko manje ili jače rastrošenih fenokristala plagioklasa mogu zamijetiti turbulentna gibanja osnovne mase, dok su utrusci kadikad i kataklazirani.

Plagioklasi su samci, sraslaci dvojci, rijetko višestruki sraslaci, bez reljefa ili sa slabim negativnim reljefom, od fino raspršenog hematita slabo crvenkasti. Pripadaju kiselom *oligoklasu* (*albiklasu*) sa prosječnim sastavom 13% an do *albita* sa 7% an, a $2V_x = 78^\circ$ do 86° .

Osnovna masa je izgrađena od mikrolita plagioklasa s jače izraženim negativnim reljefom od fenokristala, dakle *albita*, zelenkasta *klorita*, fino praškasta *hematita* i sitnokristalasta *kvarca*.

Za kemijsku analizu izabran je materijal koji sadrži najmanje hematita. Podaci kemijske analize uzorka broj 421 – XI sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 13).

Struktura je izrazita trahitska s prelazima u pilotaksitsku i hijalopilitsku.

Ova stijena se izdvaja kao varijetet sa slobodnim kvarcom u kojoj feldspati sačinjavaju tri četvrtine sastojaka. Fino raspršen hematit, mjestimice nešto više koncentriran bojadiše stijenu slabo crvenkasto. Zbog visokog procenta natrijevog oksida predstavlja ova stijena dosada najviše alkalnu (natrijsku) stijenu nađenu na Medvednici.

Vulkansko staklo

Vulkansko staklo se nalazi na više mjesta uz rubove dijabaza i njihovih površinskih odvjeta. Na terenu ga je teško pronaći i makroskopski odrediti. Zbog toga su područja sa staklom na kartu unesena tek nakon mikroskopske pretrage. Detaljnom mikroskopskom analizom je utvrđeno da postoje postepeni prelazi iz potpuno staklastih tipova, preko stijena s fluidalnom teksturom ili variolitskom i intersertalnom strukturom u dijabaz tipične ofitske strukture, pa čak i u gabro. Mjestimice su stakla brečaste teksture, nalazimo i odlomaka dijabaza cementiranih staklom, koji tvore prelaze u piroklastite. I oko »anklava« odlomaka omotača u dijabazu nalaze se uži ili širi vijenci vitrofirske mase s postepenim prelazom u dijabaz.

Vulkansko staklo nalazimo na Peščenici nedaleko granice dijabaza sa sedimentima gornje krede, kako okružuje »anklave« kvarca; u izvorišnom području Bistra potoka jug–jugistočno od kote 547; sjeverno od Čepa; uzvodno od Pučenog Kamena i drugdje.

Istraživanjem odlomaka stijene vitrofirske strukture, koja postepeno prelazi u intersertalnu, na sjevernoj strani Peščenice, zapaženi su sitni globuliti, vidljivi tek pod maksimalnim povećanjem mikroskopa, koji se postepeno povećavaju. U njima se mogu zapažati sitni štapičasti mikroliti plagioklasa nepravilno raspoređeni s intersticijalnim staklom. Mikroliti plagioklasa su kloritizirani. Prelaz se može pratiti na odlomku dimenzija od nekoliko centimetara.

Ovdje motrimo u dijabazu i »anklave« krednih psamita s bordurom od stakla. Struktura je vitrofirska s rijetkim fenokristalima piroksena i plagioklasa. Mjestimice su u vulkanskom staklu razvijeni trihitični kristaliti, a oko fenokristala kao dendriti i lepeze (tab. I, sl. 4). Staklo je obično jače devitrificirano – kloritizirano sa zrnastim nakupinama kriptokristalasta minerala, žućkastozelenkaste boje, visokog reljefa i visokih interferentnih boja kao u epidota.

Istočno od Šokota i jug–jugistočno od kote 547 motrimo u krednim sedimentima stijenu zelene boje i brečasta habita. Odlomci devitrificiranog stakla s kristalitimima i lepezastim nakupinama mikrolita plagioklasa i listićava klorita cementirani su kloritom, kalcitom i opalom. Prilikom

očvršćivanja stijene brzim hlađenjem (»preohladaivanjem«) i devitrifikacijom došlo je do smanjivanja prvobitnog volumena i zbog toga do pucanja stijene i formiranja pukotina raznih smjerova. Te su pukotine kasnije ispunjene kloritom, kalcitom i opalnom supstancom. Brečasti habit stijene nije dakle posljedica tektonike, nego prvenstveno zbog kontrakcije hlađenjem. Prilikom devitrifikacije izdvojilo se vjerojatno i magnetit kao fini prah.

Zapadnije odavle motrimo stijenu sa dvije uzastopne faze ekstruzije. Prvoj fazi odgovara vitrofiriska stijena, manje ili više devitrificirano vulkansko staklo, koje mjestimice nosi »anklave« kvarca iz sedimenata u omotaču. Drugoj fazi odgovara stijena ofitske strukture, koja uklapa odlomke stijene prve faze. U stijeni prve faze motrimo dijelove i s karakterističnom fluidalnom teksturom, kad su mikroliti plagioklasa lineirano orijentirani a intersticije ispunjene devitrificiranim staklom, sitnolistićavim zelenim kloritom i praškastim magnetitom. Poslije konačne konsolidacije stijena je tektonski razlomljena i ponovo cementirana kvarcom i kalcitom.

Uzvodno od Pučenog Kamena nađen je oveći odlomak tamnozeleno-staklaste stijene. Struktura je vitrofiriska, mjestimice hijalinska s rijetkim fenokristalima piroksena i plagioklasa. Staklo je raznih nijansa zelene boje, od žute, smeđaste, plavkaste, sivkaste, ko trava zelene do tamnozeleno. Nepravilno je ili perlato raspucano i mjestimice puno sitnih mjehurića, te slabije ili jače devitrificirano - kloritizirano. Među ukrštenim nikolima staklo je slabo anizotropno, indeks loma je veći od indeksa loma kanadskog balzama (tab. II, sl. 5).

Fenokristali plagioklasa su vrlo rijetko razvijeni i potpuno ispunjeni kriptozrnastom anizotropnom supstancom, koju nije bilo moguće tačnije determinizirati.

Pirokseni su bezbojni i idiomorfno razvijeni, mjestimice raspucani, potamnijuju undulozno ili u obliku strukture pješčanog sata. Imaju savršenu kalavost smjerom prizmatskih ploha, $2V_z = 53^\circ$, a $c \wedge Z = 38^\circ$.

$$\begin{aligned} \text{Dvolom: } & N_g - N_p = 0,0295 \\ & N_g - N_m = 0,0242 \\ & N_m - N_p = 0,0053 \end{aligned}$$

Kut optičkih osi izračunat je iz dvoloma: $2V_z = 50^{1/2}^\circ$.

U jednom četvorku, sraslacu smjerom ploha (100) i (001) izmjeren je $2V_z = 55^\circ$ i $c \wedge Z = 45^\circ$. S obzirom na optičke vrijednosti piroksen je *augit*.

Pojedini dijelovi koji su devitrificirani ispunjeni su sitnolistićavim kloritom i sitnozrnastim kvarcom. Prilikom devitrifikacije kristalizirao je i magnetit, koji poput vijenca okružuje devitrificirane dijelove ili mjehuriće. Kalcit nalazimo u manjim količinama.

Podaci kemijske analize uzorka broj 414-e-I sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 11).

S obzirom na podatke koje daje kemijska analiza vidimo, da se stijena razlikuje po svom kemizmu, a prema tome i pripadnosti, od tipičnih gabra i dijabaza. S jedne strane većim sadržajem kremične kiseline, po

čemu naginje kiselijim tipovima, jer sadrži slobodan kvarc. S druge strane normativni plagioklasi su za takav kemizam prebazični. To se međutim može protumačiti tako, da dio CaO i Al_2O_3 vezan u normativni anortit ne pripada plagioklasima, već da je u devitrificiranom staklu kao kript-epidot ili pak u piroksenima, a aluminijska komponenta u kloritu.

U normativnom sastavu ima i znatnija količina ilmenita, koji nije mikroskopski utvrđen. Pošto su pirokseni bezbojni ne mogu sadržavati titana, već je sav titan najvjerojatnije vezan u ilmenit, koji se zbog malih dimenzija nije mogao pod mikroskopom razlučiti od znatno zastupljenog magnetita.

Vulkanska stakla su mjestimice, osobito u izvorišnom dijelu Bistra potoka, puna sitnih žilica ispunjenih albitom, zeolitom, kalcitom, kloritom i kvarcom.

Piroklastične stijene

U Medvednici nalazimo odlomke eruptivnih stijena cementirane mineralima nastalim u kasnomagmatskim ili postmagmatskim stadijima za vrijeme postanka žilnih asocijacija (albit, klorit, coisit, epidot) kao tipične vulkanske breče i tufove, koji su mjestimice uslojeni i interstratificirani u krednim sedimentima. Vulkanske breče lokalizirane su uz rubove dijabaznih prodora ili poput uskih zona prividno jedinstvene dijabaza.

Vulkanske breče

U jugoistočnom dijelu Gornjeg Kraljevog Vrha istočno od kote 333 motrimo stijenu brečaste teksture, u kojoj su oštrobridi odlomci gustog zelenog dijabaza uklopljeni u svijetli dijabaz, dakle i ovdje postojanje dvije faze ekstruzije.

Na sjevernim padinama Pepelačke sjeverozapadno od kote 823 na šumskom putu zasiječen je profil u kojemu se mogu zapažati vulkanske breče između dijabaza i škriljavih sedimenata mladeg paleozoika. Vulkanske breče sadrže uglate odlomke pješčenjaka, glinenog škriljca i dijabaza cementirane staklastim dijabazom, kloritom, kalcitom i manje kvarcom.

U donjem dijelu Jelene Vode nalazimo u dijabazu breče sive boje kao pojas širok pola metra. Uglati odlomci dijabaza i variolita, vjerojatno spilita, zahvaćeni jakom silicifikacijom cementirani su kloritiziranim vulkanskim staklom, raspucanim, sa sitnim mjehurićima i rijetkim fenokristalima rastrošenih femskih i salskih minerala. Silicifikacija je starija od druge vulkanske faze, pošto je motrimo samo u odlomljenim dijelovima i okolnom dijabazu, a ne i u stijeni koja pripada drugoj fazi ekstruzije.

Južno od Bistre Gornje na putu što vodi na Štobolje nalazimo tamnozelenosive odlomke brečasta habita, prevučene limonitskom koricom. Odlomci devitrificiranog stakla cementirani su kvarcom i manje kalcitom. Devitrificirano staklo ispunjeno je listićavim zelenim kloritom, nepravilno raspoređenim ili okupljenim u snopičaste i radijalno zrakaste

agregate. Pri devitrifikaciji izlučio se magnetit, a klorit potiskuje kvarc pri čemu nastaju razni nepravilni, paperjasti i krpasti oblici. S obzirom na opisanu pojavu devitrifikacija bi bila posttektonska, mlađa od tektonike. Osim odlomaka devitrificiranog stakla motrimo i pojedine odlomke ofitske strukture s potiskivanjem plagioklasa kalcitom i kloritom duž orijentiranih smjerova, duž pukotina kalavosti i sraslačkih šavova u plagioklasa.

Istočno od Bistre Gornje motrimo u dijabazu brečaste dijelove smeđe boje isprepletene bijelim i zelenkastim žilicama. Lome se nepravilno do kukasto. Tekstura je mrežasta. Oštrobridi variolitski, mandulasti i staklasti odlomci cementirani su sitnokristalastim kvarcom i kloritom, a mjestimice aktinolitom i zrnastim epidotom. Ovdje je dakle došlo do vezivanja odlomaka mineralima koji pripadaju postmagnetskoj ili već epimetamorfnoj faciji, kad je uz rub odlomaka s vezivom interreakcijom uspostavljena nova ravnoteža kristalizacijom kvarca, klorita, aktinolita i epidota.

Na sjeverozapadnom dijelu Peščenice u dijabazu nalazimo breče sivozelene boje sa smeđastim prugama. Breča je raspucana, puna gorskih zrcala i pukotina. Tekstura je mrežasta. Odlomci dijabaza i vulkanskog stakla cementirani su kvarcom, plagioklasom i rjeđe kloritom.

Plagioklasi su potpuno čisti, providni, obično sraslaci s indeksima loma manjim od indeksa loma kanadskog balzama, pripadaju *albitu* sa prosječno $4\% \text{ an}$ i $2V_z = 80^\circ$ do 87° .

Klorit je lističav i zelenkast sa slabim pleohroizmom: Z – zelenkast, X i Y – slabo zelenkast do bezbojan. Pozitivno je izdužen, paralelno potamni i ima niske interferentne boje. Mjestimice su listići klorita ispresavijeni i undulozno potamnjuju.

Kvarc je mikrokristalast, zubičastog uzajamnog prorastanja, a uklapa se s lističavim kloritom i albitom.

Česti sastojak mjestimice i u većim količinama je igličasti *aktinolit* i fino raspršen *magnetit*.

Kloritizacija je zahvatila ne samo odlomke dijabaza i vulkanskog stakla nego i cement, pa je izvršeno »stapanje« odlomaka i cementa, tako da se mjestimice uopće ne može opaziti granica između jednog i drugog elementa. Na taj način odlomci dijabaza postepeno preko agregiranog lističavog klorita prelaze u cement, koji je izgrađen od listićava klorita, mikrokristalasta kvarca i albita.

Ima »žila« brečasta habita u kojima se zapaža »fluidalna tekstura« s pločastim i izduženim odlomcima dijabaza i stakla lineirano raspoređenih. Mjestimice su »žile« odebljale poput leća. Odlomci su cementirani sitnokristalastim kvarcom i coisitom. Coisit tvori nepravilne do mjestimice lepezaste agregate. Ima savršenu kalavost paralelno s izduženjem i lučenje okomito na izduženje, jak pozitivan reljef, niske interferentne boje i negativnu elongaciju. Granica takove »žile« prema dijabazu je oštra.

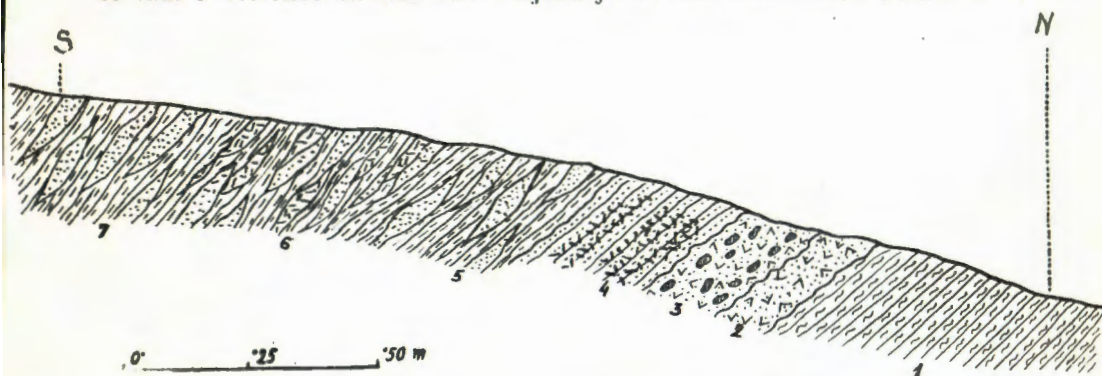
Dijabazni tuf

Na Medvednici na nekoliko lokaliteta nalazimo stijenu koju možemo klasificirati kao vitroklastični tuf.

U potoku Podrtini, pritoci potoka Reke južno od Pustodola, motrimo nedaleko granice s krednim sedimentima odlomke tufolikog habita. Stijena je sivozelene boje s limonitskim pjegama po nepravilnim pukotinama i slabom slojevitosti. Odlomci u tufu su od dijabaza, vulkanskog stakla ili glinenog škrljca. Pod mikroskopom se zapaža da je osnova izgrađena od devitrificiranog vulkanskog stakla s kloritom, kalcitom, kvarcom i kalupima koji potječu na plagioklas ali su potpuno ispunjeni kloritom, kvarcom i kalcitom.

Na istočnom dijelu Hrastovca ima također odlomaka brečoidna habita veličine odlomaka od mikrodimenzija do nekoliko centimetara. Pod mikroskopom se zapaža aglomerat odlomaka s vitrofirskom, ofitskom i intersertalnom strukturom uklopljenih u vulkansko staklo. Ima i kristalita, pojava silicifikacije, žilica kvarca, coisita i nakupina klorita. Vulkansko staklo je raspucano, indeks loma je manji a mjestimice i veći od indeksa loma kanadskog balzama.

U potoku Stare Jame nakon crvenih hematitičnih glinenih škrljaca kredne starosti, koji upadaju na jug-jugoistok pod nagibom od 35° , motrimo dijabazni tuf, uslojen i konkordantan s krednim naslagama. Tuf je malog prostranstva i debljine. Mikroskopska analiza je pokazala da se radi o vitroklastičnom tufu. Stijena je sivkasto zelene boje, pjegasta,



Sl. 2. Profil u potoku Stare Jame.

- 1 - crveni hematit-kvarcni i glineni škrljci gornje krede
- 2 - vitroklastični tuf
- 3 - rekristalizirani vapnenac u vitroklastičnom tufu
- 4 - albitizirani kvarc pješčenjak i kvarc silt pješčenjak
- 5 - crni glineni škrljac s lečastim interkalacijama kvarc silt pješčenjaka
- 6 - konkordantne leće albitičke stijene ofitske strukture
- 7 - crni glineni škrljac s kvarc silt pješčenjakom

Fig. 2. Vertical section in the brook Stare Jame.

- 1 - red hematite-quartz schist and shale of Upper Cretaceous age
- 2 - vitroclastic tuff
- 3 - recrystallized limestone in vitroclastic tuff
- 4 - albitized quartz-sandstone and quartz-silt-sandstone
- 5 - black shale with lenticular intercalations of quartz-silt-sandstone
- 6 - concordant lenses of albitic rock of ophitic texture
- 7 - black shale with quartz-silt-sandstone

jako drobljiva, izrazito uslojena, puna žilica i impregnacija kalcita i čestica s mandulastom teksturom. Struktura je vitroklastična, a vulkansko staklo manje ili više devitrificirano – kloritizirano, kalcitizirano, zeleno-smeđe boje. Ima zona s više čestica mandulaste teksture i prekrystalizirana vapnenca i odlomaka raznih škriljaca često bogatih sericitom, uklopljenih u zeleno do žućkasto-zeleno staklo s raspršenim magnetitom. Mjestimice prevladava gusta zelenkasta masa, koja se sastoji od kvarc pješčenjaka i kvarc silt pješčenjaka impregniranog kalcitom, te izduženih leća ispunjenih albitom, kloritom i kvarcom.

Povrh tufa nalaze se jako zdrobljeni crni glineni škriljci s interkalacijama kvarc silt pješčenjaka i kvarcnog škriljca. U njima mjestimice motrimo konkordantne leće albiske stijene sa štapičastim albitom, lističavim kloritom i dosta igličasta aktinolita. Serija završava u profilu potoka crnim glinenim škriljcima i kvarc silt pješčenjakom. Čitava opisana serija upada približno na jug pod nagibom od 40° (sl. 2).

Vitroklastični tuf iz potoka Stare Jame je analiziran. Podaci kemijske analize uzorka broj 649 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 18).

Iz podataka kemijske analize izračunat je standard-norm pomoću Nigglijevih bazisa, koji nam daje procentualni udio pojedinih normativnih minerala. Zbog heterogenog sastava i pošto tuf sadrži odlomaka sedimenata te dosta kalcita, ostale vrijednosti nisu preračunavane.

Žilne asocijacije

Na padinama istočnog dijela Hrastovca motrimo u dijabazu brojne žile nepravilnog protezanja i lečasto zadebljale, siromašne mineralima koji su kristalizirali iz deuteričkih, kasnomagmatskih i postmagmatskih rastopina i ostataka. Žile su ispunjene kvarcom, kloritom i epidotom koji pripada pistacitu. *Pistacit* ima izraziti pleohroizam: X – skoro bezbojan, Y – žućkast, Z – žućkasto-zelenkast; $2V_x = 84^\circ$, kalavost razvijenu smjerom plohe (001). Od takovih brojnih žila mjestimice je dijabaz postao svijetlo žućkasto-zelene boje, naročito ako se izvršila i jača silicifikacija dijabaza oko žila.

U dijabazu sjeverno od Puntijarke su žilice različite starosti. Prema mineralnoj asocijaciji i starosti utvrđena su tri tipa žilica:

Prvi tip sa: kalcitom + kvarcom + kloritom, ili
kalcitom + kloritom, ili
kvarcom + kloritom.

Drugi tip sa: kvarcom + aktinolitom.

Treći tip sa: kvarcom + aktinolitom + epidotom.

Prvi tip žilica s kloritom je stariji, dok su one s aktinolitom i epidotom mlađe. Ima žilica koje uz kvarc sadržavaju i coisit.

Sjeverno od Markovog Travnika u amfibolskom gabru i gabrodioritu nalazimo bijele i zelenkaste žilice ispunjene epidotom, kvarcom i kalcitom. Epidot je slabo žućkasto-zelenkast do skoro bezbojan pistacit s razvijenom kalavosti smjerom ploha (001) i (100) $2V_x = 80^\circ$ i optičkom orijentacijom $a \wedge Z = 28^\circ$ i $c \wedge X = 31\frac{1}{2}^\circ$ do 4° .

U potoku **Jelena Voda** ima u spilitu starijih žilica sa:

kloritom – kloritom + albitom – kvarcom,
i mlađih koje sijeku starije sa:
kloritom – kalcitom + kvarcom (s terminalnim plohama).

Uz žilice s takovom mineralnom asocijacijom i sukcesijom motrimo i žila ispunjenih sitnokristalastim kvarcom, coisitom i manje kloritom i kalcitom, kako su smještene u dodirnom području između spilita i brečastih partija.

Ima žilica u kojima je epidot stariji od kvarca, koji se kadikad prema centru žilice razvio s terminalnim plohama, kadikad je pun kriptokristalastih »kapljica« kao krv crvene boje, vjerojatno hematita.

Uzvodno od Pučenog Kamena u kvarc – dijabazu motrimo žilice s epidotom, kvarcom i albitom. Epidot je kristalizirao uz salbande, dok se albit i kvarc nalaze u centru žilice. *Albit* je razvijen u sraslacima i potpuno čist, indeksa loma nižih od indeksa loma kanadskog balzama i sa $2V_z = 79^\circ$. Epidot ima jasnu kalavost plohom (001) i izrazit pleohroizam: X – slabo žučkastozelen, Y – žučkastozelenkast, Z – otvoreno zelen; apsorpcija: $Z > Y > X$; $2V_x = 77^\circ$. I po P. F. Kerru (1959) je epidot u eruptivnim stijenama obično deuterički ili kasnomagmatski mineral, te ga kao takvog možemo naći zajedno s albitom i kvarcom u žilnim asocijacijama.

Sjeverno od Čepa su pukotine i gorska zrcala u dijabazu ispunjene hematitom a sijeku ih mlađe žilice s kvarcom, albitom i kloritom.

Na zapadnom dijelu Peščenice u albit-porfiru motrimo žilice ispunjene albitom i epidotom. Albit je svjež, čist, iskristalizirao u sraslacima, sa $2V_{an} = 84^\circ$ do 87° . Epidot je sitnozrnast, žučkastozelenkast i s jedva primjetljivim pleohroizmom.

U Bistra potoku nađene su valutice dijabaza s bijelim žilicama ispunjenim kvarcom i coisitom, gdje coisit metasomatski potiskuje sastojke dijabaza oko žilice.

Posebno treba istaknuti da žilice s opisanim asocijacijama ne nalazimo samo u dijabazu, već i u sedimentima. Tako u potoku Pronjak u kvarc pješčenjacima gornje krede motrimo žilice ispunjene albitom i kvarcom (tab. II, sl. 6). To je dokaz, da su kasnomagmatski i postmagmatski procesi, koji su dali žilne diferencijate zahvatili mjestimice, iako lokalizirano, i sedimentne stijene u omotaču.

Kod Pučenog Kamena sjeverno od kote 631 i na sjevernom dijelu Divjaka nalazimo žilice ispunjene kalcitom i sideritom. Ove parageneze upućuju na sideritizaciju i mjestimice ankeritizaciju u dijabazu.

Ima žilica ispunjenih kalcitom i kvarcom koje su vrlo česte, a mogu biti descendentne.

POJAVE NA KONTAKTU I METAMORFOZE

Dijabaz kao i gablo maloga prostranstva ne djeluju, ili slabo djeluju, kontaktno-metamorfno na svoj omotač, zbog relativno brzog hlađenja i »preohladaenja«. Dijabaz i gablo na Medvednici imadu mjestimice sta-

klast ili skoro staklast, preohlađen rub. Taj rub se može shvatiti kao »barijera«, koja je sprečavala ne samo kemijsko djelovanje na stijene u omotaču, nego i intenzivnije toplinsko djelovanje na njih. Čak i u »anklavama« stijena iz omotača, koje su obavijene staklom, ne mogu se zapažati jače kemijske izmjene i metamorfoze. Zbog toga i govorimo o pojavama na kontaktu, rjeđe o pravim kontaktno-metamorfnim pojavama.

Pojave na kontaktu možemo podijeliti u grupe, s obzirom na karakter međusobnog odnosa pojedinih petrografskih elemenata. To su:

- 1 – Metamorfne pojave nisko temperaturnih facija.
- 2 – Zone u kojima je na rubu magmatskih stijena prema omotaču došlo do razvoja staklastih, vitrofirskih i piroklastičnih pojava.
- 3 – Pojava »anklava« sedimenata iz omotača.
- 4 – Kontakti među magmatskim stijenama.

Asocijacija kvarc-kalcit-tremolit

Sjeveroistočno od Čepa (sjeverno od kote 763) nalazimo u graničnom području gabra i dijabaza s krednim sedimentima *metamorfnu pojavu nisko temperaturne facije* debljine oko 20-tak cm. Brečastog je habita, sivozeleno boje i po pukotinama jače limonitizirana. Već golim okom zapažaju se zelenkastosivkasti prizmatski do štipićasti amfiboli s jasnom kalavosti i krupnozrnasti kalcit. Mikroskopski je utvrđeno, da je stijena izgrađena od kristalastog agregata kvarca, kalcita i amfibola koji se uzajamno uklapaju.

Kalcit ima savršenu kalavost smjerom romboedra i sraslačke lamele.

Amfibol je štipićast i prizmatski, ali i listićav do vlaknat, obično agregiran u snopiće. U preparatu je bezbojan i bez pleohroizma sa savršenom kalavosti, $2V_X = 83^\circ$, $c \wedge Z = 17^\circ$ Po optičkim osobinama pripada *tremolitu*.

Kvarc je zrnast sa zubičastim zalaženjem zrna u zrno.

Stijena prema mineralnom sastavu pripada niskotemperaturnoj metamorfnoj faciji kvarc-kalcit-tremolitske parageneze. Po Fr. J. Turneru (1961) pripada albit-epidot-kornitskoj faciji kontaktnog metamorfizma.

Amfibolit

U potoku Pronjak zapadno od Pepelarnice ima valutica u kojoj ima se već golim okom može zapažati da su izgrađene od zrnasta gabra i tamne, guste afanitske stijene, koja pripada amfibolitu.

Sitnozrnasti amfibolski gabra je izgrađen od potpuno sositiziranih *plagioklasa* pojkilitski uklopljenih u pleohroitsku *hornblendu*, koja je na rubovima paperjasta, s kutom potamnjenja $c \wedge Z = 18^\circ$, skeletasto građena *ilmenita* s *leukoksenom* i nešto *titanita*, obično koncentriranog prema kontaktnoj zoni s amfibolitom.

Glavni sastojak amfibolita je prizmatski do listićavi amfibol veličine oko $0,05 \times 0,02$ mm izrazitog pleohroizma: X – smeđ do žućkastozelenkast, Y – zelen, Z – plavkastozelen, s maksimalnim kutom potamnjenja $c \wedge Z$ do 22° , pripada dakle redu *hornblende*.

Uz hornblendu motrimo *albit* (?) mikronskih veličina, određen obzirom na niže indekse loma od indeksa loma kanadskog balzama i niske interferentne boje; zatim kristalasti *kvarc* i praškasti *magnetit*.

Gabro i kontaktnu zonu s amfibolitom presjecaju spletovi žilica i lećastih agregata *kvarca* i *coisita*.

Coisit-amfibolski škriljac

U izvorišnom dijelu Pronjak potoka zapadno od kote 725 između izdanaka gabra i krednih sedimentata nalazimo zelenosivu stijenu maloga prostranstva. Stijena je sastavljena od stubičaste do listićave pleohroitične *hornblende* s maksimalnim kutem potamnjena $c \wedge Z$ do 190° ; te *kvarca* i *coisita*.

Struktura je lepidoblastična, tekstura škriljava.

S obzirom na mineralni sastav, strukturu i teksturu pripada coisit-amfibolskom škriljcu. Škriljac je ispresijecan žilicama *kvarca* i *coisita*.

Mramorasti vapnenac i mramor

Na grebenu istočno od Bistre Gornje motrimo u krednim sedimentima nedaleko dijabaza mramoraste vapnence i krupnokristalizirane mramore u koje je utisnut dijabaz. Bezbojan, bijel ili mjestimice zelenkast mramor sastavljen je od krupnozrnata *kalcita* s nakupinama zelenkasta listićava *klorita* i zrnata *epidota*. Dijabaz je utisnut u tanjim trakama ili nepravilno. Crvenkasto je obojen od fino raspršenog *hematita*.

Albitizirani (i silicificirani) kvarc pješčenjak

Albitinizaciju pješčenjaka motrimo na nekoliko lokaliteta, primjerice u Pronjak potoku zapadno od Pepelarnice, na Osredku i na sjeverozapadnom dijelu Koprivnjaka. Albitizaciju mjestimice prati i silicifikacija.

U Pronjak potoku nalazimo u dijabazu pojedine dijelove velike tvrdoće, sive boje s tamnijim i svijetlijim pjegama. U mikroskopu motrimo slabo uglate do slabo zaobljene odlomke *kvarca* u matriksu mikrokristalasta *kvarca* i štapičasta *albita*. *Albit* je posve čist, obično u sraslacima, svi su mu indeksi loma niži od indeksa loma kanadskog balzama. Mjestimice ima nakupina sitnokristalasta *coisita*, finolistićava zelenkasta *klorita* i zrnastog *epidota*.

Slične pojave motrimo i na Osredku, gdje se uz albitizaciju razvila niskotemperaturna kloritizacija, epidotizacija i aktinolitizacija. U »anklavama« pješčenjaka ima rombičnih presjeka ili nakupina skoro igličasta minerala, sivkasta do slabo ružičasta, niskih interferentnih boja, koji bi mogao biti *mulit* (?).

Osim tih pojava nalazimo stijenu brečasta habita, sive boje i dosta žilavu. Mikroskopski je utvrđeno, da štapičasti plagioklasi uklapaju *kvarc*, koji ima oblik odlomaka, te potječe iz sedimentata (tab. II. sl. 7). Plagioklas ima sve indekse loma niže od indeksa loma kanadskog balzama, te pripada *albitu*. Uz *kvarc* i *albit* motrimo još listićav *klorit*, *ilmenit*, *magnetit* i *hematit*.

Podaci kemijske analize uzorka broj 579 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 14).

Vjernu sliku stvarnog sastava daje standard-norm izračunat iz Nigglijevih bazisa, iz kojega vidimo, da je stijena sastavljena gotovo samo od kvarca i plagioklasa, koji zajedno sačinjavaju 86% svih sastojaka u stijeni. Ostalo su obojeni sastojci, od toga oko 10% klorita.

Sjeverno od Markovog Travnika u koritu Bistra potoka zapadno od kote 667 dijabaz je uklopio kredne sedimente. U uklopljenom sedimentu se nalaze staklasti »uvirci« dijabaza debljine do 2 cm. Oko dijabaza izvršila se u uskom pojasu silicifikacija, albitizacija, kloritizacija, mjestimice i aktinolitizacija, a mnoštvo sitnih žilica ispunjeno je albitom, kloritom i kvarcom. Uklopljeni odlomci su kadikad potpuno aktinolitizirani.

Klorit-glineni i kvarc-kalcit-kloritski škriljac

Na sjevernoj padini Pepelačke sjeverozapadno od kote 823 motrimo amfibolski gabro, koji je prema kontaktu s mlado-paleozojskim škriljcima uškriljen. Prelaz iz gabra masivna habita u uškriljeni varijetet je postepen, što se zapaža na plagioklasima agregiranim u lečaste nakupine i listićavim lineirano raspoređenim kloritom. U užoj kontaktnoj zoni gabro postaje skoro listićav. Ispresijecan je brojnim žilicama ispunjenim kloritom, coisitom, kvarcom i kalcitom. Strukture se lepidoblastične, a tekstura je zbog brojnih žila mrežasta. Takovi dijelovi koji po mineralnom sastavu pripadaju gabru izmijenjuju se s lečastim ulošcima potpuno kloritiziranog glinenog škriljca, da bi dalje od kontakta prešli u stijenu izrazite pelitske strukture s jasno izraženom lineacijom sitnolistićava klorita, dakle u klorit-glineni škriljac.

Sjeverno od kote 823 rubni dijelovi gabra izmijenjuju se s tipičnim sedimentima pelitske strukture i s rekristaliziranim vapnencem, tako da imaju trakastu i prugastu teksturu. Unutar fino uslojenih nakupina kalcita i klorita nalaze se leče i odebljanja sitnokristalasta i porfiroblastična kvarca. Stijenu s kontakta možemo klasificirati kao klorit-kalcit-kvarcni škriljac, dakle kao niskotemperaturnu mineralnu paragenezu na kontaktu.

*

Od *staklastih, vitrofirskih i piroklastičnih pojava* koje su razvijene uz rubove magmatita spominjemo slijedeće:

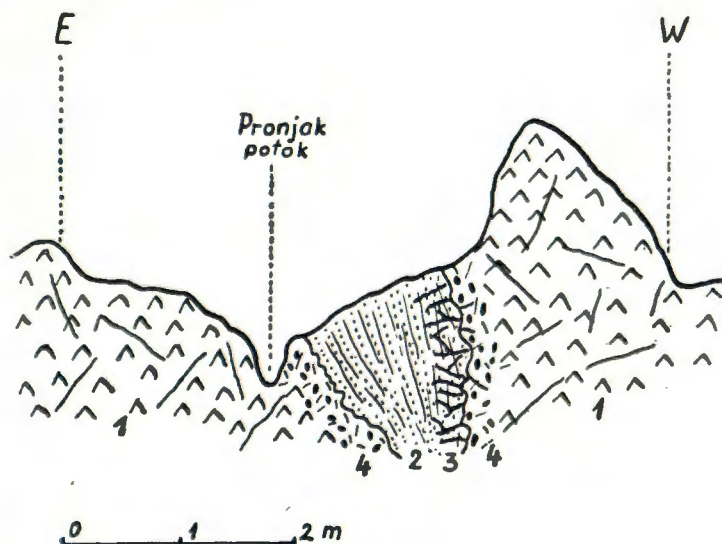
Nizvodno od Pčelice izvora u koritu potoka Voda u Rakovi Nogi motrimo kredne glinene škriljce da podilaze pod albit-porfir hijalopilitske strukture, u kom se utrusci albita i piroksena nalaze u osnovnoj masi mikrolita albita, zrnaca piroksena, praškasta magnetita i devitricirana-kloritizirana stakla.

Glineni škriljac u podini albit-porfira je crne boje, fino uškriljen i iverasta loma. Tekstura je paralelno trakasta, prugasta i s konkordantnim lečastim nakupinama zrnasta kvarca i listićava hidromu skovita, bezbojnog s jasnom kalavosti, visokog reljefa, interferentnih boja prvog i drugog reda, te paralelnog potamnjenja. Škriljavost je naglašena li-

neiranim rasporedom listićavih minerala i finom, praškastom, opakom supstancom okupljenom u izdužene lečaste ili trakaste agregate.

Eruptiv je s obzirom na strukturne karakteristike brzo hlađen te predstavlja »rubni fácijes«, dok su sedimenti gornje krede nisko metamorfno izmijenjeni, kod čega je glinovita komponenta u njima dala hidromuskovit.

U Bistra potoku istok-sjeveroistočno od kote 631 nalazimo lijepo otvoren profil zasječen cestom, gdje se jasno vidi kontakt eruptivnih stijena sa sedimentima.



Sl. 3. Sedimenti gornje krede uklopljeni u dijabaz. Pronjak potok.

- 1 - dijabaz
- 2 - onečišćeni kvarc pješčenjak gornje krede
- 3 - žilice albita i kvarca u sedimentu
- 4 - »anklave« pješčenjaka u dijabazu

Fig. 3. Diabase includes sediments of Upper Cretaceous age. Pronjak brook.

- 1 - diabase
- 2 - wacke of Upper Cretaceous age
- 3 - veins of albite and quartz in sediments
- 4 - enclaves of sandstones in diabase

Podalje od samog kontakta motrimo rastrošeni dijabaz krupnijeg zrna intergranularne i intersertalne strukture, uz rub prema sedimentima staklast. Mjestimice se eruptivna masa utisnula u sediment, kad tvori izdužene leče, kadikad paralelno škriljavosti. Često sadrži »anklave« sedimentata oivičene staklastim ovojem. Glineni škriljac je tamnosive do skoro crne boje, tanko pločasta do iverasta loma. Zapaža se po koji veći odlomak kvarca u gustom matriksu »minerala glina«, sericita, kvarca, organske supstance i limonita. Struktura je pelitska.

U Pronjak potoku zapadno od Pepelarnice motrimo u dijabazu uklopljene psamitske sedimente (sl. 3). Dijabaz ima ofitsku strukturu, prema rubu intersertalnu, na rubu vitrofirsku, kad su u staklastoj masi razvijeni kristaliti. Uklopljeni sediment je onečišćeni kvarc pješčenjak sa slabo uglatim do slabo zaobljenim odlomcima uglavnom kvarca.

Dijabaz je na rubovima prema sedimentu dakle brzo hlađen (preohladen), ali je prilikom utiskivanja vršio na sedimente pritisak uz povišene temperature. Zbog toga su sedimenti u toj kontaktnoj zoni postali »plastičniji« i mjestimice jasno uskriljeni, s time, da je škriljavost paralelna s kontaktom prema dijabazu. Uz uskriljenje motrimo mjestimice izdužene vretenaste oblike pojedinih dijelova sedimenta, pojave breče, milonitizacije i »shadow strukture«, te žilice ispunjene kvarcom i albitom. U dijabazu pak nalazimo »anklave« kvarc pješčenjaka.

Na grebenu sjeveroistočno od Čepa dijabaz podilazi pod sedimente gornje krede. Nekoliko metara podalje od kontakta dijabaz je krupnijeg zrna i ofitske strukture, dok je uz kontakt u »rubnoj faciji« sitnijeg zrna i vitrofirске strukture. U dijabazu nalazimo »anklave« sedimenta, a oko njih rub skoro staklastog dijabaza, ili se dijabaz miješa s kvarcom iz sedimenta. Uklopljeni materijal je kloritiziran i mjestimice rekristaliziran. U rubnom dijelu dijabaz je škriljav uslijed lineirano raspoređenih mikrolita plagioklasa, što može biti uvjetovano i jednostranim pritiskom prilikom kristalizacije uz sam rub prema omotaču. Mjestimice je dijabaz brečoidna habita, kad su odlomci cementirani listićavim kloritom i radialno zrakastim nakupinama zeolita. Povrh dijabaza nalazi se kvarc silt pješčenjak tamnosive do skoro crne boje, dobro sortirani i slabo uskriljen. Sastavljen je od kvarca, muskovita, biotita, klorita, raspršene ili trakasto okupljene organske supstance, plagioklasa, hematita, cirkona, rutila i granata (?). Kvarc silt pješčenjak sijeku žilice ispunjene listićavim kloritom i sitnokristalastim kvarcom. Iznad silt pješčenjaka motrimo sivkasti čert, koji je u gornjim dijelovima brečast.

Istočno od Bistre Gornje nalazimo u graničnom pojasu dijabaza sa sedimentima stijene brečasta habita i mrežaste tekture. Odlomci pripadaju devitrificiranom vulkanskom staklu s mikrolitima albита, čest je penin, a zapaža se jaka aktinolitizacija i mjestimice kalcitizacija. Odlomci su vezani kalcitom, kloritom, hematitom i limonitom. U stijeni motrimo žilice kalcita mlađeg od pukotina ispunjenih hematitom i limonitom.

*

Značajne su pojave »anklava« sedimenta u dijabazu na mnogo lokaliteta.

U potoku Jelena Voda nizvodno od Markovog Travnika u dijabazu je nađena »anklava« mramoriziranog vapnenca sa žilicama ispunjenim kloritom i kalcitom, dok je dijabaz oko »anklave« staklast.

Na sjevernom dijelu Peščenice u rubnom pojasu dijabaza prema krednim sedimentima nalazimo u dijabazu »anklave« onečišćenog kvarc pješčenjaka. Uz rub prema »anklavi« dijabaz je staklast s trihitičnim i dendritičnim kristalima, te rijetkim fenokristalima plagioklasa i piroksena (tab. II, sl. 8). Mjestimice u uklopljenom kvarc pješčenjaku mo-

trimo jaku aktinolitizaciju, koja je zahvatila matriks i odlomke kvarca, koji su puni igličasta aktinolita.

Na sjeverozapadnom dijelu Peščenice motrimo magmatske pojave koje ukazuju, da je nakon tektonskih pokreta kada su nastale breče, došlo do ponovne ekstruzije, koja je izvršena u pukotini breče. Utisnuta lava je na svom rubu brzo ohlađena (preohlađena) – staklasta. Tom prilikom zahvaćeni su i pojedini dijelovi sedimenata. Tako motrimo »anklavu« uglatog kvarca oko kojeg se nalazi aureola smeđastog, slabo devitrificiranog stakla.

Sjeverno od Čepa u potoku uzvodno od Pučenog Kamena uz granicu dijabaza sa sedimentima zapažamo već golim okom, kako sivozeleni dijabaz uklapa strani materijal i to ksenolite vulkanita, kvarc pješčenjak i čert. Prema kontaktu s »anklavama« dijabaz ima staklast rub s rijetkim mikrolitima plagioklasa. »Anklava« je crvenkaste boje od fino raspršenog hematita. Osim mikrokristalasta kvarca u njoj nalazimo slabo zelenkasti listićavi klorit, igličasti aktinolit te zrnasti žutozelenkasti epidot. Navedene minerale možemo smatrati *produktima niskotemperaturske metamorfoze*.

Opisane pojave nalazimo na više lokaliteta. Dijabaz je uvijek uz rub »anklava« staklast s rijetkim mikrolitima, obično plagioklasa (tab. III, sl. 9). Staklo je zelenkaste boje u svim nijansama, obično devitrificirano i ispunjeno listićavim zelenkastim kloritom. U uklopljenom čertu može se uz rub prema dijabazu zapaziti agregat sitnolistićava klorita i zrnasta epidota, a podalje u mikrokristalastu kvarcu igličasti aktinolit. Dok klorit i epidot tvore gust agregat koji se mjestimice »stapa« s devitrificiranim – kloritiziranim dijabaznim staklom, aktinolit je nepravilno raspoređen u »anklavi«. Redovno nalazimo i raspršenog praškastog crvenkastog hematita.

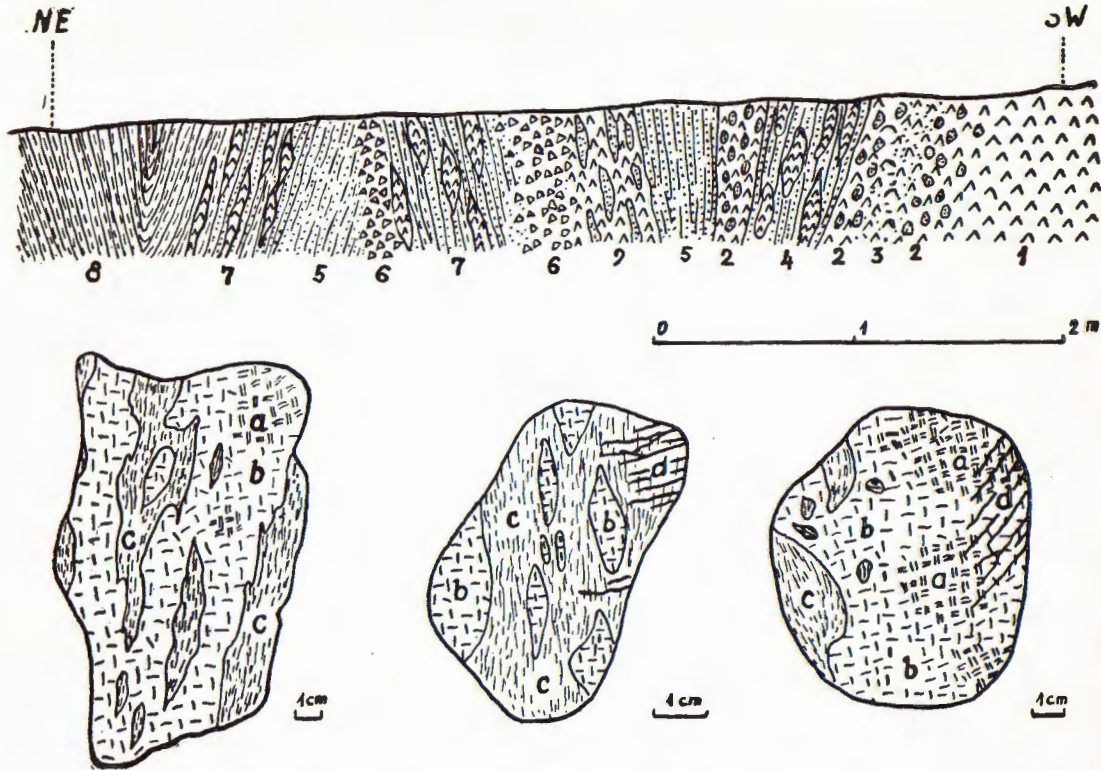
*

Posebice treba opisati nekoliko profila u kojima se vidi *odnos dijabaza i sedimentnih stijena*.

U koritu potoka Podrtina nalazimo na potezu od 5 metara otvoren profil zasječen potokom, na kojemu se vidi odnos dijabaza i krednih sedimenata (sl. 4).

Spuštamo li se potokom od izvorišta nizvodno po *dijabazu* (1) nepravilnog lučenja, mjestimice kloritiziranom i epidotiziranom, ulazimo u zonu gdje se već golim okom može zapaziti da *dijabaz sadrži »anklave« stranog materijala* (2). U dijabazu prevladavaju pritkasti plagioklasi negativnog reljefa koji pripadaju albitu sa 6% an i $2Vz = 82\frac{1}{2}^{\circ}$. Femski minerali su potpuno kloritizirani i kalcitizirani. Od opakih minerala stalno je prisutan *ilmenit*. Mjestimice nalazimo uklopljen *kvarc* pun praškasta *hematita*. Čest je igličasti *aktinolit* u nepravilnim nakupinama, a jaku aktinolitizaciju motrimo i u kvarc pješčenjaku, kad igličasti aktinolit iz matriksa prodire u odlomke kvarca.

Slijedi zatim svijetlosivi *dijabaz s »anklavama« kvarc pješčenjaka* i pojedinim dijelovima koji predstavljaju heterogenu *smjesu odlomaka kvarca i plagioklasa* (3). U uklopljenom kvarc pješčenjaku motrimo i ovdje jaku aktinolitizaciju. Uz navedene minerale nalazimo još ilmenit,



Sl. 4. Odnos dijabaza i gornjokrednih sedimenata. Podrtina potok.

- 1 - dijabaz
- 2 - dijabaz s »anklavama« kvarc pješčenjaka
- 3 - agregat plagioklasa i odlomaka kvarca
- 4 - dijabaz utisnut duž slojnih ploha glinenih škriljaca i kvarc silt pješčenjaka gornje krede
- 5 - škriljavi kvarc silt pješčenjak
- 6 - tektonske breče
- 7 - dijabaz utisnut u trakama i izduženim lećama paralelno slojevitosti, tako da tvori paralelnu teksturu
- 8 - kvarc-sericitski i glineni škriljac

Fig. 4. Relation between diabase and sediments of Upper Cretaceous age. Podrtina brook.

- 1 - diabase
- 2 - diabase with enclaves of quartz-sandstones
- 3 - aggregate of plagioclase and particles of quartz
- 4 - diabase impressed along bedding planes of shales and quartz-silt-sandstones of Upper Cretaceous age
- 5 - schistose quartz-silt-sandstone
- 6 - fault breccias
- 7 - diabase impressed in bands and long lenses of parallel with bedding, thus forming parallel structure
- 8 - quartz-sericite schist and shale

Detalji profila:

- a - dijabaz krupnijeg zrna
- b - dijabaz sitnijeg zrna ili staklast
- c - kvarc silt pješčenjak i glineni škriljac
- d - žile kvarca

Details of vertical section:

- a - diabase of larger grains
- b - diabase of finer grains or glassy
- c - quartz-silt-sandstone and shale
- d - veins of quartz

kalcit, klorit i biotit (?) kao smeđecrvene listiće jako pleohroitične i paralelnog potamnjenja. Dijabaz ima ofitsku strukturu, pojedini dijelovi su krupnijeg zrna, dok su dijelovi uz »anklave« hijalopilitске strukture.

Zatim motrimo zonu *glinenih škriljaca, kvarc silt pješčenjaka i onečišćenog kvarc pješčenjaka* (5). Duž slojnih ploha došlo je do utiskivanja dijabaza (4). Sedimenti su uz rub dijabaza tamniji, skoro crne boje poput bordure oko dijabaznih leća, sa zapaženom aktinolitizacijom i kloritizacijom, dakle produktima niskotemperaturske metamorfoze.

Dalje motrimo zelenkastosivi *dijabaz s »anklavama« sedimenata* (2) i fino razdijeljenim kalcitom. Pojedini dijelovi dijabaza su variolitske strukture s igličastim plagioklasom u radijalno zrakastim i lepezastim nakupinama i intersticijalnim devitrificiranim staklom, što sve ukazuje na brzo hlađenje. U »anklavama« je zapažena aktinolitizacija. Dalje motrimo usku zonu sedimenata bez dijabaza (5) koje možemo klasificirati kao *uškriljeni kvarc silt pješčenjak*. Stijena je prugaste teksture od smeđaste organske supstance agregirane u trake, fino uškriljena i iverasta loma.

Ponovno zatim slijedi *dijabaz s uklopljenim lećastim i trakastim »anklavama« glinenog škriljca i škriljavog silt pješčenjaka* (2), paralelno prugaste teksture. Ovdje motrimo i izometričke presjeke piritu.

Nakon *miloritiziranih zona i tektonskih breča* (6) i *dijabaza* ulazimo ponovno u *škriljavi kvarc silt pješčenjak* crne boje i iverasta loma (5), koji upada na NNE pod 80°. U njemu motrimo interakciju matriksa i odlomaka, kad listićavi sericit iz matriksa prodire u odlomke kvarca i arenita.

Zatim ponovno slijedi uska zona svijetlosivog do slabo zelenkastog *dijabaza* (7) utisnutog u sedimente u obliku trakastih i lećastih »injekcija« duž slojnih ploha sedimenata.

Na kraju profila nalazimo fini pelitski sediment svijetlosive boje, tanko pločasta loma i uškriljen, s jasno izraženom lineacijom koji možemo klasificirati kao *kvarc-sericit-glineni škriljac* (8), u kom su kristalne osi »c« u kvarca i listići sericita paralelni škriljavosti stijene. U taj pravac pada i trakasto agregirana organska supstanca.

Profil predstavlja dakle *utiskivanje dijabaza* u sedimentne stijene, mjestimice duž slojnih ploha u omotaču. Tom prilikom je uklopio odlomke omotača ili se utisnuo kao trakaste i lećaste tvorevine. Uz rub prema omotaču ili »anklavama« dijabaz je staklast ili sitnijeg zrna, dok je podalje od kontakta krupnijeg zrna. Prilikom utiskivanja dijabaz je djelovao na sedimente u omotaču ili »anklavama« tako da je u njima došlo do aktinolitizacije, kloritizacije, odnosno uspostavljanja ravnoteže *niskotemperaturske klorit-aktinolitске mineralne facije*.

Nizvodno od opisanog profila nalazimo još jedan kontakt dijabaza sa sedimentima gdje »kapa« dijabaza s »rožnacima« pokriva rekristalizirani vapnenac.

Na kontaktu s vapnencima u dijabazu nalazimo »anklave« *rekristaliziranog vapnenca* koji je mjestimice dolomitiziran. Uz rub »anklava« nalaze se radijalno zrakaste nakupine kalcita i agregat sitnokristalasta kvarca i listićava klorita, mjestimice *perovskit* (?) kao sitni izometrički presjeci vrlo jakog reljefa, smeđasto obojeni i skoro izotropni.

U kontaktnoj zoni motrimo i »rožnace« sive do crvene boje. Sastavljeni su od submikrokristalasta kvarca, fino raspršenog opakog magnetita, hematita često u trakastim nakupinama, minerala crvolikih oblika visokog reljefa koji se zbog krypto-dimenzija ne može detaljnije odrediti i sitno štapičasta turmalina visokog reljefa slabo zelenkasta i pleohroitična s paralelnim potamnjenjem. S obzirom na opisane osobine stijena bi mogla pripadati *kornitu* (?) odnosno metamorfno izmjenjenom čertu.

U potoku Poljanica sjeveroistočno od kote 417 motrimo profil zasječen potokom, gdje je *dijabaz utisnut u kredne sedimente*.

Dijabaz je zelenosive boje. Igličasti plagioklasi tvore radijalno zrakaste i lepezaste nakupine, posve su zamučeni i kloritizirani. Intersticijalni lističavi klorit okupljen je u nepravilne nakupine. Mjestimice motrimo dosta kalcita, fino raspršenog magnetita i perovskit (?) izometrička habita.

Uz rub dijabaza prema sedimentima u omotaču nalazimo *brečaste dijelove* u kojima motrimo crvenkaste odlomke *hematit-glineno g škriljca* cementirane kvarcom, kalcitom, kloritom i albitom. Nešto podalje od samog kontakta nalazimo *hematit-glineni škriljac* koji pojavljivanjem kalcita prelazi u *hematitski lapor* ispresijecan žilicama kvarca, kalcita i klorita. Još dalje od kontakta nalazimo sediment koji s obzirom na sastav i strukturno-teksturine odlike možemo klasificirati kao *hematit-kvarc-sericit-glineni škriljac*. U njemu se nalaze lečaste i trakaste nakupine klorita, kvarca i albita.

*

Zaseban problem predstavljaju *kontakti među magmatskim stijenama*.

Iako postoje postepeni prelazi pojedinih varijeteta magmatita jednih u druge, o čemu je već pisano (B. Č r n k o v i ć, 1960), terenska istraživanja su pokazala, da postoje i kontakti među magmatskim stijenama koje pripadaju različitim ekstruzivnim fazama.

Tako sjeverno od Čepa nalazimo na kontaktu *amfibolski gabrodiorit s mladim dijabazom*. Obje stijene su detaljno analizirane i opisane (str. 79 i 85). Dok je gabrodiorit tipično zrnaste strukture i homogene teksture, *dijabaz* je uz sam rub prema gabrodioritu brže hlađen (preohlađen), staklast, da bi se podalje od periferije povećavala njegov a mineralna zrna (tab. III, sl. 10).

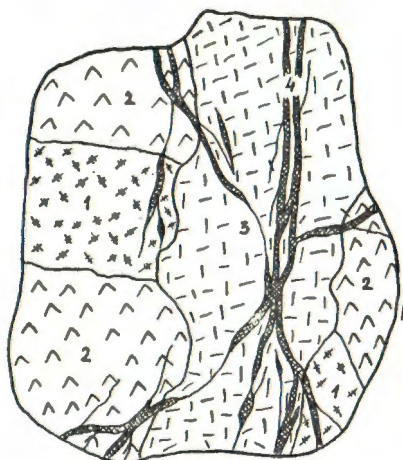
U potoku Jelena Voda sjeverno od Markovog Travnika motrimo na dužini od oko pola kilometra *kontakt gabra s mladim dijabazom*. Kontaktna zona se pruža SSW – NNE sa slabijim povijanjima. *Dijabaz* je uz rub staklast, a podalje od kontakta krupnijeg zrna, što ukazuje da je mlađi i da pripada mlađoj ekstruziji duž pukotine, za koju je vjerojatno vezan i prodor starijeg gabra. Međutim nalaz valutice nizvodno od ove zone u Bistra potoku pokazuje, da su postojale tri uzastopne ekstruzije. Najstarija je dala zrnastu stijenu – gabra, a dvije mlađe – dijabaze (sl. 5).

Građu valutice motrimo na slici 5. Rastrošeni gabra (1) je krupnijeg zrna. Plagioklasi su sosiritizirani i milonitizirani. Pleohroitična hornblenda ima maksimalni kut potamnjenja $c \wedge Z$ do 21° , a neka zrna un-

duložno potamanjuju. U gabru motrimo još listićavi zelenkasti klorit, te nešto ilmenita i magnetita. Struktura je hipidiomorfna zrnasta. S obzirom na opisane pojave možemo zaključiti da je gabro tektonski jako stradao. Pun je milonitiziranih zona i pukotina raznih protezanja.

Mladi dijabaz (2) ima fluidalnu teksturu s izrazitom lineacijom mikrolita plagioklasa, većih kristala amfibola i listićava klorita. Rub uz kontakt s gabrom je od devitrificiranog-kloritiziranog stakla s praškastim magnetitom.

Oba člana su presječena najmlađim dijabazom (3) koji je uz rub prema gabru i dijabazu staklast s dosta raspršena pirita, mineralnog sastava kao i u mlađeg dijabaza, samo sa slabije izraženom lineacijom.



Sl. 5. Valutica: kontakt tri strukturno različite stijene. Bistra potok.

- 1 — gabro, tipične zrnaste strukture
- 2 — mladi dijabaz, uz gabro staklast
- 3 — najmlađi dijabaz siječe gabro i mladi dijabaz, uz gabro i mladi dijabaz staklast
- 4 — žilice zoisita sijeku gabro i dijabaze

Fig. 5. Pebble: contact of three texturally different rocks. Bistra brook.

- 1 — gabbro, typical granular texture
- 2 — younger diabase, along gabbro glassy
- 3 — youngest diabase cutting gabbro and younger diabase, along gabbro also younger diabase glassy
- 4 — veins of zoisite cutting gabbro and diabases

Najmlađi član su žilice klorita i coisita (4), gdje se klorit nalazi uz salbande.

Dijabaz podalje od kontakta ima ofitsku strukturu, a uz kontakt vitrofirsku, hijalopilitsku ili pilotaksitsku i fluidalnu tekturu, kad mikroliti plagioklasa, amfiboli i listići klorita pokazuju jasnu lineaciju. Značajno je da u dijabazu ne zapažamo tako izrazitih tragova tektonskih pokreta.

S obzirom na opisane pojave možemo dati slijedeću sukcesiju događaja:

- intruzija i kristalizacija gabra (sa sosiritizacijom);
- tektonski pokreti i milonitizacija gabra;
- prva ekstruzija dijabaza;
- druga ekstruzija dijabaza;
- tektonski pokreti uz formiranje pukotinskih sistema;
- kristalizacija asocijacije klorit + coisit u nastalim pukotinama (postanak žilnih paragenezâ).

Na temelju ovih zapažanja možemo pretpostaviti da su mlađe ekstruzije koristile za prodiranje prema površini puteve starijih ekstruzija. Prema tome pukotine bi u nekoliko navrata bile reaktivirane.

Sjeverno od Markovog Travnika u gabru s mjestimičnim izdvajanjem leukokratnih varijetata motrimo *žilu dijabaza* debelu do pola metra, koja je konkordantna s leukokratnim diferencijatima, a upada na WSW pod 70°. Struktura dijabaza je ofitska a bočno prema oba kontakta okolnog gabra dijabaz je uz sam rub gotovo staklast i s »anklavama« gabra.

*

U magmatskim stijenama izvršile su se slabije ili jače *epimetamorfne promjene* ovog tipa:

- 1 - albitizacija;
- 2 - kloritizacija, epidotizacija i aktinolitizacija;
- 3 - silicifikacija;
- 4 - ankeritizacija, sideritizacija i kalцитizacija (karbonatizacija).

Albitizacija

Na sjevernoj strani Medvednice u dijabaznim masama nalazimo na mnogo lokaliteta stijene koje s obzirom na mineralni sastav i strukturno-teksturine osobine možemo nazvati spilitima. Pojam »spilit« je u literaturi vrlo široko shvaćen. Mnogi autori dopuštaju da se pod tim terminom podrazumijevaju stijene koje sadrže albit kao primarni sastojak, ali i kao deuteričan, odnosno sekundaran, koji je postao albitizacijom bazičnijih plagioklasa.

O problematici postanka spilita i porijeklu albita pišu J. Gilluly (1935), E. E. Wahlstrom (1950), A. Johannsen (1950, vol. I), A. N. Zavaricki (1956a), H. Williams i dr. (1954), D. S. Koržinski (1962) i drugi, a od domaćih autora Lj. Barić (1957), A. Hinterlechner (1959), J. Pamić (1959), Lj. Golub i M. Vragović (1960).

S obzirom da taj problem nije još u cijelosti riješen, mislim da bi bilo najbolje, da se pod terminom spiliti podrazumijeva samo stijene u kojima se na osnovu mikroskopskih istraživanja može utvrditi da je albit nastao albitizacijom iz bazičnijih plagioklasa. Prema tome spilit u petrografskoj klasifikaciji ne bi pripadao magmatskim, već metamorfnim stijenama. Petrološka istraživanja Medvednice su pokazala da postoje i albiske stijene u kojima je albit primaran sastojak. Takve stijene, da se izbjegne dvoznačnost termina, bolje nazvati albiskim porfirima ili dijabazima. *Spilitima* bi prema tome nazvali samo one stijene u kojima je *albit nastao albitizacijom bazičnih plagioklasa*.

U Medvednici su spilitima nazvane prvenstveno stijene u kojima je zapažena albitizacija. Ona se uz ostalo očituje i time, što je stijena ispresijecana mnoštvom albitskih žilica. Albit koji je kristalizirao u žilicama ima mjestimice istu kristaloptičku orijentaciju kao i plagioklas u stijeni, koji je nešto bazičniji zamućen i kloritiziran, kako su to pokazala i mjerenja. Svi su indeksi loma albita niži od indeksa loma kanadskog balzama. Podaci mjerenja plagioklasa s nekoliko lokaliteta pokazuju na zajedničku optičku i kristalografsku orijentaciju albita u žilicama koji je nastavio kristalizaciju i rast na plagioklas iz stijene, vršeći kod toga i njegovu albitizaciju (tab. III, sl. 11 i 12).

Spilit je obično gust i masivan, kadikad izrazitog pločastog ili sitno poligonalnog lučenja, kao zapadno od Fakultetskog dobra u koritu potoka Pronjak.

Plagioklasi su *albiti* sa srednjim sadržajem od 5% *an* i $2V_z = 76^\circ$ do $89\frac{1}{2}^\circ$.

Od femskih sastojaka sadrži bezbojan piroksen sa $2V_z = 49\frac{1}{2}^\circ$ i $c \wedge Z = 40\frac{1}{2}^\circ$, koji pripada *augitu*, ali i slabo ružičasti piroksen sa $2V_z = 51^\circ$ i $c \wedge Z = 52^\circ$, koji se optičkim osobinama približava *titan-augitu*.

Ilmenit je skeletasto građen. *Klorit* motrimo kao produkt izmjene u piroksenu, ili je intersticijalan kao listićavi agregat sa zrnastim *epidotom*. Mjestimice se nalazi igličasta *aktinolita*, a oko piroksena i *uralit-skog amfibola*. *Apatit* je rijedak.

U Drenovačkom potoku i na Pepelačkoj nalazimo *biotit* ili *vermikulit*(?) sitnolistićava habita i jasnog pleohroizma: bezbojan – zelen, žućkast – smeđ, žut – crvenkast, paralelnog potamnjenja i često češljastih formi.

Od sekundarnih produkata motrimo još *calcit*, *coisit*, *titanit*, *hematit* i *limorit*.

Na Čepu nalazimo pojava kloritizacije kod kojih motrimo kristalizaciju mlađeg klorita bogatijeg sa FeO i većih indeksa loma kako nepravilno potiskuje stariji klorit manjeg indeksa loma i slabije zelenkasta.

Struktura je ofitska do intersertalna.

Na nekim lokalitetima kao na grebenu istočno od Bistre Gornje i sjeverno od Čepa spilit ima variolitsku strukturu. Skoro igličasti mikroliti albita i piroksena raspoređeni su radijalno zrakasto, lepezasto i u snopičaste agregate. Veličina mikrolita albita se kreće oko $0,9 \times 0,03$ mm. Mjestimice su mikroliti ispresavijani bez pucanja. Češljaste i rašljaste forme piroksena imaju maksimalni kut potamnjenja $c \wedge Z$ do 31° , te su tim vrijednostima blizu *klinoenstatitu*. Sjeverno od Čepa motrimo u spilitu dosta uprskana piritita i rijetko kvarca.

Nedaleko Bistre Gornje nalazimo u spilitu i pleohroitičnu *hornblendu*, koja je na rubovima paperjasta, pleohroizam: X – žućkast, Y – sivkasto zelen, Z – plavozelenkast, $2V_x = 62^\circ$ i $c \wedge Z = 24\frac{1}{2}^\circ$. U plagioklasima motrimo spletove igličasta slabo plavkastozelenkasta *aktinolita* s malim kutem potamnjenja. Mjestimice ima dosta *apatita*, u obliku kratko stubičastih kristala.

Podaci kemijske analize uzorka broj 496 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 19).

U normativnom sastavu po metodi CIPW kao i standard-normu po Niggliju izražen je normativni olivin sa oko 15%. Stvarno međutim nema modalnog olivina. Stijena je nezasićena sa SiO₂ kako to pokazuju Nigglijev parametar qz i dopunski koeficijent Zavarickog Q. Da se približimo što je više moguće stvarnom sastavu stijene izvršili smo preračunavanja još tri standard-norma (osim standard-norma u tabelama VIII i IX), te smo dobili:

	I	II	III
Or	2,1%	2,1%	2,1%
Ab	49,6	49,6	49,6
Wo	—	8,8	7,6
En	3,2	8,7	5,7
Hy	4,0	7,3	7,3
Fo	7,0	—	—
Fa	2,5	—	—
Gram	9,0	—	5,9
At	4,0	16,2	16,2
Zo	13,0	—	—
Ilm	2,3	2,3	2,3
Mt	1,3	1,3	1,3
Cc	2,0	2,0	2,0
Q	—	1,7	—

odnosno:	I	II	III
feldspati	51,7%	51,7%	51,7%
pirokseni	7,2	24,8	20,6
olivin	9,5	—	—
amfiboli	9,0	—	5,9
klorit	4,0	16,2	16,2
coisit	13,0	—	—
opaki minerali	3,6	3,6	3,6
kalцит	2,0	2,0	2,0
kvarc	—	1,7	—

Dobili smo kombinacije parageneza:

I : albit – coisit – amfibol – klorit

II : albit – klorit

III : albit – amfibol – klorit

Treći standard-norm s paragenezom mineralne facije albit – amfibol – klorit približava se stvarnom sastavu analizirane stijene. Albitiza-

cija, kloritizacija i aktinolitizacija su dakle značajne metamorfne promjene u ovoj stijeni.

U Šokotu na zapadnim padinama Čepa i jugozapadnim padinama Peščenice motrimo spilite sivkastozielene boje s uklopcima tamnozeleno boje, brečasta habita, čiji su primarni sastojci zamijenjeni agregatom albita, kvarca, kalcita, serpentina, kaolinita i limonita. Radi se prema tome o albitiziranom i serpentiniziranom dijabazu.

Istočno od Bistre Gornje motrimo zelenkasti spilit intergranularne do intersertalne strukture s potpuno kloritiziranim i epidotiziranim mineralnim sastojcima. Značajno je, da se duž kataklaziranih zona i po pukotinama nalaze krupni kristali »porfiroblasta« albita.

Albitizaciju prati jaka silicifikacija, kloritizacija i epidotizacija, naročito prema staklastim varijetetima.

Spilit ima mjestimice i mandulastu teksturu, kao primjerice na grebenu sjeverno od Čepa. Mandule u promjeru dosežu do 5 mm, a ispunjene su uglavnom kalcitom, rijede kloritom. Mandule spilite sjeveroistočno od Poljanice su ispunjene i albitom, posve čistim i bez produkata trošenja i promjena, s prosječnim sadržajem od $2\frac{1}{2}\%$ an i $2V_z = 88^\circ$. Pored albita mandule sadrže još klorit, kalcit i kvarc.

Natrijska metasomatoza je osim dijabaza zahvatila i gabro. Tako sjever-sjeverozapadno od Rauchove lugarnice motrimo u gabru svijetlije dijelove u kojima prevladavaju leukokratni sastojci i mnogo bijelih žica. Plagioklasi su albiti sa slabim negativnim reljefom mjestimice i kloritizirani, dok su femski sastojci potpuno kloritizirani. Od opakih minerala motrimo magnetit i ilmenit. Žilice su starije s albitom i mlade s coisitom i kvarcom. U albitu i oko njega ima dosta igličasta aktinolita. Albitizacija i silicifikacija napredovale su iz žilica u stijenu. Slične promjene izvršile su se u gabru i na južnom dijelu Divjaka sjeveroistočno od kote 667.

Razvoj albita u žilicama i albitizacija stijene neposredno uz žilice, razvoj »porfiroblasta« albita po rupturnim zonama uz albitizaciju okoline te kristalizacija albita u mandulama, kao lokalna ograničenost albitizacije, upućuju na zaključivanje, da natrijska metasomatoza nije zahvatila stijene u deuteričkom stadiju, nego već u konsolidiranom stadiju. Natrijska metasomatoza je dakle i ovdje vezana za postmagmatske procese diferencijacijskih ostataka magme bogatih alkalijama (natrijem) i silicijem (J. Gilluly, 1935).

Kloritizacija, epidotizacija i aktinolitizacija

Pri istraživanju magmatita na sjevernoj strani Medvednice mogli smo utvrditi, da su neki primarni mineralni sastojci skoro potpuno sačuvani, kadikad čak i bez tragova kloritizacije, dok se u nekima zapaža slabija ili jača kloritizacija, epidotizacija i aktinolitizacija, do potpuno izmijenjenih stijena. One su tada prave metamorfne stijene epimetamorfne facije.

Na sjevernom dijelu Peščenice nalazimo sivkastozielenu stijenju žućkaste nijanse boje, u kojoj se zapažaju samo slabi relikti primarne strukture dijabaza. Stijena u stvari predstavlja sitno kristalasto - listi-

čavi agregat kvarca, epidota i klorita, mjestimice i većih nakupina igličasta aktinolita. Puna je žilica ispunjenih zrnastim kvarcom, listićavim kloritom i igličastim aktinolitom. Istočno od Galekovića ima u žilicama i albita.

Mjestimice kao sjeverozapadno od kote 631 u šupljinama motrimo radijalno trakaste nakupine zeolita, manjeg indeksa loma od kvarca, bezbojna, negativne elongacije i slaba dvoloma.

Prilikom kloritizacije femskih sastojaka dogodilo se mjestimice da zaostanu relikti primarnih minerala, kao u Bistra potoku, gdje su pirokseni kloritizirani duž pukotina kalavosti i nepravilnih prslina, te na prvi pogled nalikuju na olivin. Piroksen ima pozitivan kut optičkih osi $i \text{ c} \wedge Z = 41^\circ$.

Tako izmijenjena stijena je analizirana, a podaci kemijske analize uzorka broj 440 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 15).

S obzirom da je to gabroidna stijena, karakteristično je s jedne strane slabo povećanje SiO_2 i Fe_2O_3 , te veliko povećanje CaO , a s druge strane zamjetljivo smanjenje MgO i naročito alkalija. Sve je to u vezi s metamorfozom stijene. Preračunavanjem standard-norma (epi-norma) vidimo, da je stijena sastavljena od velike količine epidota, od toga preko 40% pistacita i oko 13% coisita. Pri metamorfozi došlo je do obogaćenja stijene kalcijem i trovalentnim željezom, nešto i silicijem, a osjetnog osiromašenja alkalija. S obzirom na epinorm parageneza epidot – aktinolit – klorit je epimetamorfni produkt primarne gabroidne stijene.

Tome tipu promjena pripada i metamorfna stijena s oksihornblendom na grebenu istočno od Bistre Gornje. Oksihornblenda ima pleohrizam : Z – tamnosmeđ, Y i X – svijetlosmeđi, jaku apsorpciju : Z > Y i X i maksimalni kut potamnjenja $i \text{ c} \wedge Z$ do 8° .

Silicifikacija

Silicifikacija magmatskih stijena zapaža se u potiskivanju pojedinih mineralnih sastojaka kvarcom, tako da su mjestimice zaostale samo konture ranijih minerala ispunjene kvarcom. Na istočnom i sjeveroistočnom dijelu Hrastovca motrimo u dijabazu spletove kvarcnih žila iz kojih kvarc prodire i u samu okolnu stijenu. Silicifikacija prati i druge metamorfne procese.

Tako u području Gornjeg Kraljevog Vrhva istočno od Pučenog Kamena motrimo u dijabazu uloške mliječno bijele boje, debljine do pola metra koji predstavlja agregat mikrokristalasta kvarca i sitnolistićava »minerala glina(?)«.

Istočno od Galekovića nedaleko kote 333 u dijabazu ima diferencijata krupnijeg zrna, tamnosive boje s mliječnobijelim pjegama i tamnim mineralima poput utrusaka. Stijena je puna žilica kvarca i pukotina s limonitom. Od mineralnih sastojaka sačuvan je samo piroksen, bezbojan do slabo ružičast, jakog reljefa, koji mjestimice undulozno potamnjuje, sa $2 V_z = 49^\circ$ do 52° i $i \text{ c} \wedge Z = 44^\circ$, dakle augit. Piroksen često »grafički prorašta« s mineralom(?) koji je potpuno zamijenjen

sitnokristalastim kvarcom, ili je kvarc potiskivao piroksen duž pukotina kalavosti smjerom prizme. Mjestimice ima sferičnih nakupina žućkasto-sivih kristalića jaka reljefa i visokih interferentnih boja od epidota.

Silicifikacija nije zahvatila samo dijabaz i gabro, nego i spilit, kako se to vidi istočno od Bistre Gornje, gdje sitnokristalast kvarc, kao najmlađi član potiskuje albitizirane plagioklase, piroksen i klorit. Nakon silicifikacije stijena je tektonski kretana, kvarc i relikti piroksena undulozno potamnjuju. Jedino je igličasti aktinolit bez deformacija. Od akcesornih minerala nalazimo skeletasto građeni ilmenit s leukoksenom i stubićasti apatit.

Poslije konsolidacije dijabaza i gabra, te albitizacije, izvršila se dakle kloritizacija i silicifikacija praćena tektonskom fazom i konačno aktinolitizacija.

Ankeritizacija, sideritizacija i kalcitizacija (karbonatizacija)

U izvorišnom dijelu potoka Smerišća na istočnom dijelu Mesnice motrimo u dijabazu uložak sivkastobijele boje, debljine oko pola metra, u kome se vidi fino agregiran kvarc i kristalasti agregat slabo sivkaste boje, visokog reljefa, izrazite pseudoapsorpcije i visokih interferentnih boja, koji pripada ankeritu, zatim sericit, klorit, igličasti rutil (?) i hematit. Ankerit ispunjava kalupe primarnih femskih sastojaka.

Kemijska analiza uzorka broj 612 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 16).

Karbonatizacijom je dakle nastao ankerit sastava:

$\text{Ca}(\text{Mg}_{99}\text{Fe}_{01})(\text{CO}_3)_2$, koji prema standard-normu sačinjava oko 40% svih sastojaka. Karakteristično je, da je odnos oksida kalcija, magnezija i željeza u ankeritu jednak odnosu ovih oksida u piroksenu. Isto se tako procentualni sastav oksida približava vrijednostima pojedinih tipova dijabaza. Stijena sadrži značajnu količinu sericita i klorita, te albita, kao reliktni plagioklas.

Drugi nešto rašireniji tip karbonatizacije je sideritizacija. Motrimo je u dijabazu na izvoru Pučeni Kamen, u južnom dijelu Gornjeg Kraljevog Vrh a kod kote 333, na sjeverozapadnom dijelu Divjaka i sjevernom dijelu Hrastovca.

Plagioklasi u dijabazu kod izvora Pučeni Kamen su dosta svježiji a prizadaju andezinu sa 37% an i $2 V_z = 89^{1/2}$. Ima i porfiroidnih tipova s mikrolitima albita.

Femski sastojci su kao i staklo kloritizirani i sideritizirani rijeđe kalcitizirani. Siderit je mikrokristalast, razvijen u sitnim romboedrima, obično limonitiziran. Mjestimice ima i krupnih kristala veličine do 1 cm u kojima se zapaža zonarna limonitizacija.

Procesi pretvorbe predstavljeni su dakle kloritizacijom femskih sastojaka i intersticijalnog stakla, silicifikacijom, sideritizacijom, kalcitizacijom i konačno limonitizacijom.

Sideritizacija se zapaža i u spilitu, primjerice u lijevoj pritoci potoka Bistre sjeverno od kote 631. Tekstura spilita je mrežasta, dok je pri-

marna ofitska struktura kao i konture primarnih minerala tek reliktno očuvana.

Kalcitizacija je mjestimice vrlo izražena. Tako u srednjoj panogi potoka Voda u Rakovi Nogi motrimo u krednim sedimentima kalcitizirane amfibolske gabre, koji su s kredom u tektonskom odnosu. Puni su kalcitnih žilica što im daje mrežastu teksturu. Iz žilica je kalcitizacija napredovala i u samu stijenu uz potiskivanje svih mineralnih sastojaka.

U Šokotu je kalcitizacija zahvatila i kvarc dijabaz u kome smo integriranjem odredili modalni sastav:

plagioklasi	54,8%
kalcit	23,5
klorit	11,7
kvarc	7,9
opaki minerali	2,0

Kalcit prema tome sačinjava skoro četvrtinu svih sastojaka izmijenjenog kvarc dijabaza.

*

U istočnoj panogi potoka Reke sjever-sjeveroistočno od Benićevo Brega motrimo u crnim glinenim škrljicama mlađeg paleozoika »apofizu« magmatske stijene neznatnog prostranstva, koja je potokom zasječena okomito na protezanje. Uložena je u glinene škrljice paralelno (konkordantno) škrljavosti. Glineni škrljci blago povijaju s generalnim nagibom prema NE pod 70°.

Stijena oblika apofize je mandulaste teksture, mandule su ispunjene kalcitom. Stijena je agregat sitnolističava klorita, igličasta rutila, zrnašta kalcita i mjestimice kvarca. Igllice rutila se uzajamno prepliću.

Podaci kemijske analize uzorka broj 67-a/55 sa svim preračunavanjima dati su na tabelama I do X (analiza br. 17).

Standard-norm izračunat iz Nigglijevih bazisa pokazuje da su glavni sastojci kalcit i klorit, a značajan dio čine feldspati, relikti sačuvani od metamorfoze. Pojavu veće količine rutila možemo vezati za raniji titanov augit iz koga se titan izdvojio za metamorfoze. To pitanje međutim traži detaljnije istraživanje cijele asocijacije stijene, pa i glinenih škrljaca mlađeg paleozoika u kome motrimo rutilizirane zone. Glineni škrljci uz sam rub apofize su bogati s TiO_2 (sa 3,06% TiO_2), dok su oni podalje od nje siromašniji (sa 0,86% TiO_2).

*

U potoku Voda u Rakovi Nogi jugozapadno od Hrastovca nalazimo u dijabazu s izrazitim lučenjem stijenu brečasta habita s gorskim zrcalima (harnišima), na površini zelenkaste boje. Stijena je nepravilno razlomljena i s mrežastim spletom bijelih do slabozelenkastih žilica. Mikroskopskim istraživanjem zapaženi su odlomci vitroklastične strukture i s kristalitima plagioklasa, cementirani kvarcom i epidotom, ponegdje albitom. Kristali kvarca zubičasto zalaze jedni u druge i uzajamno prorastaju. Neka zrna ondulozno potamnjuju. Epidot je jače razvijen uz

same harniše, koji su od njega zelenkasto obojeni. Ima i aktinolita, čije su iglice različito orjentirane ili okupljene u snopičaste agregate.

Takve pojave motrimo i na jugozapadnim padinama Hrastovca gdje u tektonski jako poremećenim i upravo smrvljenim zonama dijabaza nalazimo pukotine sa zelenim prevlakama po gorskom zrcalu, na kojem ima i hematita. Kvarc je često pun fino raspršena praškasta hematita. Epidot je žućkastozelen i slabo pleohroitičan. Ima dobro razvijenu kalavost smjerom plohe (001), $2 V_x = 72^\circ$, te pripada pistacitu. Struktura ovog epidot-kvarcnog agregata je zrnasta. Ove pojave podsjećaju na dislokacijsku metamorfozu u rupturnim zonama dijabaza i gabra ovoga područja.

TEKTONIKA

Tektonika Medvednice je vrlo složena i njezino rješavanje je otežano prvenstveno zbog različitih stratigrafskih članova koji su petrografski katkad vrlo slični, zatim zbog nekoliko diskordanca sa stratigrafskim prazninama, kada su mlađi članovi određenog petrografskog sastava taloženi na starije sedimente sličnog litološkog habitusa, i napokon zbog intenzivnih tangencijalnih i radijalnih pokreta, kao i metamorfoza niskog stepena koje su zahvatile kako starije tako i mlade stratigrafske članove, kod čega su kadikad mlađi članovi jače metamorfozirani od starijih.

Opću geotektonsku skicu Zagrebačke gore (Medvednice) dao je D. Gorjanović-Kramberger (1907 i 1908), koji Medvednicu smatra »starim boranim stršenjakom« (horstom). Autor naglašava vezu Medvednice sa Samoborskim gorjem, gdje se u okolici Ruda nastavlja eruptivna zona analogna onoj kod Bistre Gornje, ali isto tako i vezu s Kalničkom gorom, gdje je eruptivna zona još znatnije razvijena.

Prilikom terenskog rada i kartiranja izmjeren je veći broj planarnih elemenata u različitim stratigrafskim članovima kao i u magmatskim stijenama. Ti su podaci poslužili za konstrukciju »skupnih dijagrama« i to škrljavosti u zelenim škrljancima, pukotina u zelenim škrljancima, škrljavosti u naslagama mlađeg paleozoika, pukotina u mlađem paleozoiku, slojevitosti u naslagama trijasa, slojevitosti u sedimentima gornje krede, pukotina u sedimentima gornje krede i pukotina u magmatitima.

Iz podataka koje daju »skupni dijagrami« škrljavosti, slojevitosti i pukotina pojedinih stratigrafskih članova i magmatskih stijena možemo izvesti ove zaključke:

1. Podaci »skupnih dijagrama planarnih elemenata« potvrđuju navode D. Gorjanović-Krambergera o pružanju glavnih lomnih (tektonskih) linija, kao i postojanje jake tendence tektonike okomite na glavne lomne linije.

2. Glavni maksimumi u »skupnim dijagramima« ukazuju da se slojevitost i škrljavost, kao i pukotinski sistemi, uvjetovani tangencijalnim i radijalnim pokretima, podudaraju s granicama između pojedinih stratigrafskih članova, kao i s protezanjem magmatskih prodora.

3. Podudarnost se očituje i u pružanju Medvednice. Nakon što se masa Medvednice u svom jugozapadnom i središnjem dijelu pruža SW – NE, na sjeveroistočnom dijelu ona blago povija u pravac W – E.

4. Strukture uvjetovane tektonikom su izrazito pružanje SW – NE (smjer Medvednice ili Zagrebačke gore) i NW – SE (dinarski smjer), često s jasno izraženim prelazima u pravce N – S i W – E, koji su karakteristični za jedan dio Slavenskog kristalina (zapažanja prof. L. Marića i vlastita na Papuku). Pukotinski sistemi su posve analogni strukturama koje su konstatirane i u Samoborskom gorju (M. H e r a k, 1956).

Problem koji se postavlja pred nas je starost opisanih struktura. Vjerojatno su stare strukture i lomne linije reaktivirane mladim tektonskim pokretima, analogno pojavama u Samoborskom gorju (M. H e r a k, 1956). Svakako su starije od magmatskih pokreta, na što nas upućuju pravci prodora gabra i dijabaza, koji se podudaraju s pružanjem Medvednice, a na sjeveroistočnom dijelu povijaju kao i bilo Medvednice u pravac W – E (gabra NE od Stola, NW od Pepelačke i na Pepelačkoj, povijanje dijabaza na Hrastovcu i istočno od Hrastovca). Međutim i tektonika mlađa od magmatskih pokreta ovisna je o starijim strukturama.

Uzdružni lomovi su oblikovali glavnu masu i orografsko protezanje Medvednice, dok su poprečni lomovi predisponirali morfologiju potočnih dolina čitavog niza potoka: Izber, Novačak, Stare Jame, Drenovački potok, Poljanac, Šokot, Bistra, Pronjak, itd., kod kojih je naglašen dinarski smjer uz izrazito odstupanje u pravac W – E, osobito na sjevernom dijelu gore, ili pak u pravac N – S. Svi se pomenuti smjerovi i pravci podudaraju s maksimumima na »skupnim dijagramima« planarnih elemenata pojedinih stratigrafskih ili petrografskih članova.

*

Iz podataka u stratigrafskom dijelu i tektonskih odnosa možemo u glavnim crtama izvesti redoslijed geoloških zbivanja.

Najstarije stijene koje nalazimo na Medvednici su mineralno facijelno niskometamorfne (epimetamorfne), zastupljene različitim ortofacijama i parafacijama zelenih škriljaca. Najvjerojatnije je, da pripadaju starijem paleozoiku. Na stariji paleozoik (a ne prekambrij) upućuju nas slijedeći motivi: Teško je zamisliti, da je između prekambrija i mladeg paleozoika u tom području postojala toliko dugačka faza emezije, ili da je jaka erozija skinula stariji paleozoik(?) između zelenih škriljaca i mladeg paleozoika, odnosno, da je postojala toliko snažna tektonika koja je na čitavom potezu gdje mlađi paleozoik graniči sa zelenim škriljcima »maskirala« stijene koje bi pripadale starijem paleozoiku. Ako tome dodamo i vrlo »intiman« odnos mladeg paleozoika i zelenih škriljaca, našto ukazuje i D. G o r j a n o v i ć - K r a m b e r g e r (1908), onda je vjerojatnije da zeleni škriljci pripadaju starijem paleozoiku. Ta je »intimnost« pojačana vjerojatno mladopaleozojskim kiselim rmagmatizmom, koji i nije više »okultni magmatizam«, pošto su granitske stijene dokazane i nabušene nedaleko Medvednice (L. M a r i ć, 1958),

a i u klastičnim sedimentima gornje krede nalazimo mineralnu asocijaciju koja ukazuje na to, da je u toku gornje krede bilo na nekim lokalitetima »izbojaka« granitskih stijena. Novi nalaz granitoidnih valutica u bazalnim konglomeratima oligocena potvrdio je to mišljenje. Na postojanje kiselog magmatizma ukazuje i A. Cissarz (1956) opisujući rudne pojave na Medvednici.

Krajem mlađeg paleozoika dolazi do izdizanja koje je zahvatilo i susjedno Samoborsko gorje (M. Herak, 1956), uz razvoj kontinentalnih facija (sedimentacija gipsa i soli u Slanom potoku). Promjene habitusa mladopaleozojskih naslaga ukazuju na oscilacije morskog dna pri likom izdizanja.

U donjem trijasu dolazi do ponovne transgresije, kod čega se talože prvo klastični sedimenti, koji su u blizini dijabaznih prodora naknadno metamorfozirani u toliko mjeri, da su višeg kristaliniteta od pojedinih dijelova mlađeg paleozoika. Od trijasa fosilno je dokazan donji trijas (D. Neděla - Davidě, 1956), ali litološkim uspoređivanjem s naslagama trijasa u Samoborskom gorju nalazimo neke vapnence, koji bi mogli pripadati i srednjem trijasu. U trijasu nakon dolomitskog razvoja dolazi do ponovnog izdizanja i emerzija vlada za vrijeme čitave jure i donje krede (koje nisu na Medvednici utvrđene).

U gornjoj kredi započinje nova transgresija i intenzivna sedimentacija uz jake oscilacije morskog dna, što nam potvrđuje brza i česta horizontalna i vertikalna izmjena sedimenata. Materijal koji je sedimentiran nije daleko prenošen. Sedimentaciju prati utiskivanje magme i kristalizacija različitih diferencijata gabroidnih stijena. Mjestimice je očvršćavanje magmatita vršeno i u morskoj sredini. Za vrijeme sedimentacije dolazi do čestih diskordanci, koje se mogu pratiti na terenu, primjerice na potezu istočno od Novaka i Poljanice. Izdizanje se uglavnom završilo krajem gornje krede, tako da je Medvednica u tercijaru otok oko kojega se vrši taloženje tercijskih naslaga.

GENEZA

Na temelju dosadašnjih stratigrafskih podataka, opisa magmatskih stijena, pojava na kontaktu, metamorfoza i tektonike, možemo izvesti naše poglede na genezu magmatita na sjevernoj strani Medvenice. Magmačke stijene su zastupljene nizom varijeteta velikog diferencijacijskog raspona koji se međusobno razlikuju načinom geološkog pojavljivanja, strukturom, mineralnim sastavom i kemizmom. Svi tipovi stijena pripadaju kalcijско-natrijskoj odnosno natrijskoj svojti. Raznolikost kemizma i mineralnog sastava uvjetovana je kristalizacijskom diferencijacijom magme, pri čem su se razvili tipovi od ultrabazičnih preko bazičnih i neutralnih do kiselih tipova. Broj varijeteta je povećan asimilacijom vapnenih i glinenih sedimenata iz omotača, kasno-magmačkim i post-magmačkim procesima, metasomatskim procesima, kao i niskometamorfnim procesima koji su vodili k ravnotežnom stanju u

novim uslovima tvoreći nove prelazne mineralne facije prema istaknutoj faciji zelenih škriljaca.

Na tabeli I nalaze se podaci kemijskih analiza stijena. Za kemijske analize izabirani su oni uzorci koji sadrže male količine kalcita, bilo u obliku žilica ili kao produkt kalcitizacije, kako bi se dobila što vjernija slika kemizma magmatita. Od toga se izdvajaju ankeritiziran, sericitiziran i silicificiran dijabaz u potoku Šmerovec, kao i kalcitiziran, kloritiziran i rutiliziran dijabaz iz potoka Reke, koji su gotovo epimetamorfno izmijenjeni. Isto tako izbjegavane su stijene u kojima je zapažena veća količina sulfida (pirita).

Na tabeli II iznesen je normativni sastav po metodi CIPW, koji se naročito u jače metamorfoziranim (serpentiniziranim, kloritiziranim, aktinolitiziranim, epidotiziranim, sericitiziranim i kalcitiziranim) stijenama mnogo razlikuje od modalnog sastava.

Na tabeli III vidimo magmatske formule stijena s parametrima izvedenim iz normativnog sastava po metodi CIPW.

Uz magmatsku formulu na tabeli su dati normativni olivin, pirokseni i feldspati izračunati iz normativnog sastava. Normativni pirokseni pokazuju vrlo varijabilan sastav, koji je poremećen prisustvom modalne hornblende. Dok u hornblende-peridotitu prevladaju Mg-Fe pirokseni, kod bazičnih tipova primjećuje se uz povećanje Fe-komponente i veći udio Ca-komponente, što je još jače naglašeno povećanjem aciditeta stijena. Normativni feldspati pridaju plagioklasima s malim udjelom kalijeve komponente.

U tabelu IV unesene su Nigglijeve vrijednosti, na temelju kojih su konstruirani odgovarajući standardni dijagrami pojedinih komponenta. Iz Nigglijevih vrijednosti vidimo raspon »si« od 56,5 kod hornblende-peridotita do 270 kod albit-trahita.

Iz dijagrama odnosa vrijednosti »al«, »fm«, »c« i »alk« s obzirom na vrijednost »si« (sl. 6) vidljivo je, da interpolirane krivulje pokazuju padove, poraste i zakrivljenja karakteristične za kristalizacijsku diferencijaciju.

Dijagram pokazuje očigledno primjer kristalizacijske diferencijacije, gdje se mogu uz pojedine izuzetke uključiti čak i metamorfozirane stijene. To bi ukazivalo da pri metamorfozi nije uvijek bilo bitnije promjene u kemijskom, već u mineralnom sastavu.

Uporedimo li odnos vrijednosti »si« prema »ti« zapaziti ćemo da se figurativne tačke okupljaju tako, da možemo interpolirati dvije približno horizontalne linije. Tu pojavu je teško protumačiti, prvenstveno zbog toga što je i uloga titana u magmatskim stijenama dvojaka (K. Rankama and Th. G. Sahara, 1952 i V. M. Goldschmidt, 1958). Pokušamo li tražiti neke zakonitosti u odnosu titana prema drugim komponentama, vidjet ćemo da količina titana u stijenama zavisi od aciditeta stijene, kao i o odnosu magnezija i željeza u svijeni.

TABELA - TABLE I

 Kemijske analize
 Chemical analyses

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	NiO	MgO	CaO	NaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	S ₂	H ₂ O +110	H ₂ O -110	Suma
1	37,44	0,31	2,13	0,30	8,74	8,18	0,21	0,22	34,06	0,31	0,05	—	—	0,21	—	7,40	0,33	99,89
2	41,39	0,19	5,03	0,05	4,96	9,31	0,13	0,04	30,06	3,61	0,15	—	—	0,23	—	4,65	0,31	100,11
3	43,05	0,53	7,48	tr	2,52	10,74	0,06	—	26,59	5,49	0,77	tr	tr	n. o.	—	2,70	0,17	100,10
4	51,75	0,44	13,80	—	0,18	6,92	0,09	—	11,30	11,48	2,04	0,21	—	—	—	1,86	0,18	100,25
5	52,83	1,30	15,62	—	1,42	7,81	0,11	—	6,29	8,40	3,46	0,46	tr	0,58	0,25	1,37	0,17	99,82
6	52,59	1,36	15,31	—	1,67	7,67	0,10	—	7,68	7,04	3,67	0,70	—	0,33	—	1,49	0,31	99,92
7	49,37	1,87	15,21	—	1,79	7,71	0,09	—	7,70	7,88	4,23	0,20	0,32	0,76	—	2,34	0,61	100,08
8	49,28	1,85	16,25	—	0,49	7,52	0,09	—	6,78	11,77	2,91	0,19	tr	0,24	—	2,72	0,23	100,32
9	51,11	1,40	15,65	—	1,53	7,07	0,09	—	6,76	8,15	4,08	0,27	0,29	0,48	—	2,43	0,34	99,65
10	53,16	0,26	15,56	—	1,55	6,75	0,08	—	6,72	8,24	3,99	0,23	tr	1,33	—	1,58	0,34	99,77
11	57,81	1,21	11,15	—	2,50	9,25	0,04	—	5,06	7,81	0,57	0,07	tr	1,14	—	3,30	0,40	100,31
12	58,58	1,15	17,50	—	0,88	6,14	0,06	—	2,55	3,66	7,54	0,31	tr	—	—	1,31	0,08	99,76
13	65,77	0,14	19,01	—	2,53	1,37	0,05	—	1,32	0,24	7,89	0,54	—	n. o.	—	0,73	0,17	99,76
14	69,01	0,71	14,79	—	1,79	3,02	0,03	—	1,91	0,45	5,85	0,33	tr	—	—	1,74	0,14	99,77
15	55,89	1,37	13,82	—	6,85	2,06	0,06	—	1,64	14,31	0,43	0,05	tr	—	—	4,27	0,14	100,89
16	40,49	1,14	12,96	—	1,05	7,56	0,05	—	5,08	9,90	1,41	2,17	tr	16,27	—	1,47	0,17	99,72
17	20,41	3,37	13,87	—	0,96	15,94	0,11	—	5,26	18,01	1,14	0,14	0,32	14,64	—	5,37	0,27	99,81
18	47,49	0,96	17,45	—	1,81	8,75	0,05	—	6,51	7,37	1,44	1,51	tr	3,49	—	2,21	0,84	99,94
19	52,45	1,49	15,60	—	1,19	6,95	0,03	—	7,98	5,56	5,56	0,32	tr	0,81	—	1,30	0,46	99,71

1 hornblende-peridotit (br. 321) sjeverno od Puntijarke
(B. Crnković, 1960)

hornblende-peridotite (No. 321) north of the Puntijarka

2 hornblende-peridotit (br. 316) sjeverno od Puntijarke
(B. Crnković, 1960)

hornblende-peridotite (No. 316) north of the Puntijarka

3 plagioklas hornblende-peridotit (br. 45—55) zapadni dio Pepelačke

plagioclase-hornblende-peridotite (No. 45—55) west part of the Pepelačka

4 amfibolski gabro (br. 530) Jelena Voda sjeverno od Markovog Travnika

amphibole-gabbro (No. 530) Jelena Voda north of the Markov Travnik

5 amfibolski gabrodiorit (br. 405-a-III) sjeveroistočno od Čepa

amphibole-gabbro-diorite (No. 405-a-III) north-east of the Čep

6 gabro-dijabaz (br. 333) sjeverno od Puntijarke

gabbro-diabase (No. 333) north of the Puntijarka

7 variolitski dijabaz (br. 504) Gornji Kraljev Vrh

variolitic-diabase (No. 504) Gornji Kraljev Vrh

8 variolitski dijabaz (br. 444) sjeverni dio Peščenice

variolitic-diabase (No. 444) north part of the Peščenica

9 andezin-dijabaz (br. 398) Pučeni Kamen

andesine-diabase (No. 398) Pučeni Kamen

10 amfibolski dijabaz (br. 405-a-1) sjeveroistočno od Čepa

amphibole-diabase (No. 405-a-1) north-east of the Čep

11 vulkansko staklo (br. 414-e-I) Pepelarski Jarek sjeverno od Čepa

volcanic glass (No. 414-e-I) Pepelarski Jarek north of the Čep

12 albit-porfir (br. 410) Čep

albite-porphyre (No. 410) Čep

13 albit-trahit (br. 421-X1) istočni dio Peščenice sjever-sjeverozapadno od Čepa

albite-trachyte (No. 421-X1) east part of the Peščenica north-north-west

of the Čep

14 albitizirani kvarc pješčenjak (br. 579) sjeverni dio Krčevine

albitized quartz-sandstone (No. 579) north part of the Krčevine

15 epidotiziran, kloritiziran i aktinolitiziran dijabaz (br. 440) zapadno od

Pučenog Kamena

epidotized, chloritized and actinolitized diabase (No. 440) west of the

Pučeni Kamen

16 ankeritiziran, sericitiziran i silicificiran dijabaz (br. 612) potok Šmerovec

ankeritized, sericitized and silicified diabase (No. 612) brook Šmerovec

17 kalcitiziran, kloritiziran i rutiliziran dijabaz (br. 67-a-55) potok Reka

calcitized, chloritized and rutillized diabase (No. 67-a-55) brook Reka

18 vitroklastični tuf (br. 649) potok Podrtina

vitroclastic tuff (No. 649) brook Podrtina

19 spilit (br. 496) potok Bistra sjeverozapadno od Divjaka

spilitite (No. 496) brook Bistra north-west of the Divjak

TABELA - TABLE II

Normativni sastav po CIPW
Normative compound after CIPW

	Q	C	Or	Ab	An	Wo	En	Hy	Fo	Fa	Il	Mt	Cm	Ap	Cc	Pr	H ₂ O	Suma
1	—	2,04	—	0,52	—	—	29,90	3,96	38,22	3,06	0,61	12,53	0,45	—	0,50	—	7,40	99,19
2	—	—	—	1,05	13,07	1,39	25,00	6,47	34,72	4,90	0,46	7,19	0,22	—	0,50	—	4,65	99,62
3	—	—	0,56	6,29	16,96	4,29	11,10	8,18	38,50	6,53	1,06	3,71	—	—	—	—	2,70	99,88
4	—	—	1,11	17,29	27,80	12,18	23,20	11,88	3,50	—	0,76	0,23	—	—	—	—	1,86	99,81
5	2,88	—	2,78	29,35	25,58	5,22	15,60	10,69	—	—	2,43	2,09	—	—	1,30	0,55	1,37	99,84
6	1,08	—	3,89	30,92	23,35	3,94	19,00	10,56	—	—	2,58	2,55	—	—	0,80	—	1,49	100,16
7	—	—	1,11	35,63	21,96	4,53	7,40	9,51	8,26	—	3,65	2,55	—	0,40	1,70	—	2,34	99,04
8	—	—	1,12	24,63	30,86	10,79	10,00	10,17	4,90	—	3,65	0,70	—	—	0,60	—	2,72	100,14
9	—	—	1,67	34,59	23,63	4,99	13,70	9,37	2,24	—	2,74	2,09	—	0,40	1,10	—	2,43	98,95
10	1,92	—	1,11	34,06	23,91	3,60	16,60	10,81	—	—	0,61	2,09	—	—	3,00	—	1,58	99,29
11	27,96	—	0,56	4,72	27,80	1,51	12,50	12,94	—	—	2,28	3,71	—	—	2,60	—	3,30	99,88
12	—	—	1,67	63,93	13,07	2,09	3,60	8,45	1,96	—	2,28	1,39	—	—	—	—	1,31	99,75
13	15,66	5,10	2,78	66,55	1,12	—	3,30	0,13	—	—	0,31	3,71	—	—	—	—	0,73	99,39
15	27,54	—	0,56	3,67	35,58	14,85	4,20	—	—	—	2,58	2,78	(Hm ... 4,96)			—	4,27	100,99
16	22,74	8,37	12,79	12,05	—	—	1,90	—	—	—	2,13	1,63	—	—	17,70	—	1,47	99,62
17	—	11,83	1,11	9,43	—	—	5,20	15,05	4,20	6,12	6,54	1,39	—	0,40	31,50	—	5,37	99,65
19	—	—	2,25	47,17	16,60	2,55	4,00	4,09	10,92	6,12	2,89	1,86	—	—	1,80	—	1,30	99,30

TABELA - TABLE III

Magmatski parametri po CIPW i normativni sastav olivina, piroksena i feldspata
 Magmatic parameters after CIPW and normative composition of olivines, pyroxenes and feldspars

	Magmatski parametri <i>Magmatic parameters</i>	Normativni olivin <i>Normative olivine</i>	Normativni piroksen <i>Normative pyroxene</i>	Normativni feldspat <i>Normative feldspat</i>
1	V. 2 3. 1. 1.	$fo_{92,5}$ $fa_{7,5}$	en_{98} hy_{12}	
2	(IV) V. 1. 3. 1(2). 2.	fo_{87} fa_{13}	wo_4 en_{77} hy_{19}	ab_7 an_{93}
3	IV. 1. 4. 2. 1.	$fo_{85,5}$ $fa_{14,5}$	wo_{18} en_{47} hy_{35}	or_2 ab_{26} an_{72}
4	III. 5. 4. 5.		wo_{26} en_{49} hy_{25}	$or_{2,5}$ $ab_{37,5}$ an_{60}
5	III. 5. 3(4). 5.		$wo_{16,5}$ $en_{49,5}$ hy_{34}	or_5 ab_{51} an_{44}
6	III. 5. 3. 5.		wo_{12} en_{57} hy_{31}	or_6 ab_{54} an_{40}
7	III. 5. 3. 5.		wo_{21} en_{35} hy_{44}	or_2 ab_{61} an_{37}
8	(II) III. 5. 4. 5.		$wo_{34,0}$ $en_{32,3}$ $hy_{32,8}$	or_2 $ab_{43,5}$ $an_{54,5}$
9	(II) III. 5. 3. 5.		wo_{18} en_{49} hy_{33}	or_3 ab_{58} an_{39}
10	(II) III. 5. 3. 5.		$wo_{11,6}$ $en_{53,5}$ hy_{35}	or_2 ab_{58} an_{40}
11	II. 3. 5. 5.		wo_6 en_{46} hy_{48}	or_2 ab_{14} an_{84}
12	II. 5. 2. 5.		$wo_{14,7}$ $en_{25,5}$ $hy_{59,8}$	$or_{2,2}$ $ab_{81,2}$ $an_{16,6}$
13	I. 4. 1. 5.		$en_{74,5}$ $hy_{25,5}$	$or_{3,9}$ $ab_{94,5}$ $an_{1,5}$
14				or_3 ab_{93} an_4
15	II. 3(4). 5. (4)5.		wo_{78} en_{22}	$or_{1,4}$ $ab_{9,2}$ $an_{99,4}$
16	(II) III. 3. 1. 3.	(Normativni ankerit: $Ca(Mg_{39}Fe_{61})(CO_{3/2})$)		$or_{51,5}$ $ab_{48,5}$
17			$en_{25,5}$ $hy_{74,5}$	$or_{10,5}$ $ab_{89,5}$
19	II. 5. 2(3). 5.		$wo_{23,9}$ $en_{87,6}$ $hy_{39,5}$	$or_{3,4}$ $ab_{71,7}$ $an_{24,9}$

TABELA - TABLE IV

Nigglijeve vrijednosti
Niggli's values

	si	al	fm	c	alk	ti	h	co ₂	k	mg	w	c/fm	qz	T	t	y
1	56,5	2,1	97,4	0,4	0,1	0,4	37,3	0,5	0,00	0,71	0,47	0,01	- 44	+ 2,0	+ 1,6	0,33
2	65,2	4,6	89,1	6,1	0,2	0,3	24,4	0,5	0,00	0,70	0,32	0,07	- 36	+ 4,4	- 1,7	0,08
3	69,8	7,2	82,0	9,5	1,3	0,7	14,6	—	0,08	0,78	0,18	0,12	- 35	+ 5,9	- 3,6	0,31
4	115,0	18,0	50,5	27,0	4,5	0,7	13,6	—	0,06	0,74	0,02	0,53	- 3	+ 13,5	- 13,5	0,40
5	135,5	23,5	44,0	23,0	9,5	2,4	11,9	2,0	0,08	0,55	0,14	0,52	- 2,5	+ 14	- 9	0,58
6	132,3	22,7	48,3	19,0	10,0	2,6	12,5	1,2	0,11	0,59	0,17	0,39	- 8	+ 12,7	- 6,3	0,61
7	120,7	21,8	47,1	20,7	10,4	3,5	19,1	2,6	0,03	0,59	0,17	0,44	- 21	+ 11,4	- 9,1	0,61
8	116,5	23,4	39,8	29,9	6,9	3,4	21,5	0,9	0,05	0,61	0,06	0,75	- 11,1	+ 16,5	- 13,4	0,45
9	130,5	23,6	43,6	22,2	10,6	2,7	20,7	1,7	0,04	0,59	0,16	0,51	- 12	+ 13	- 8,2	0,62
10	137,0	23,7	43,1	22,8	10,4	0,6	13,6	4,6	0,03	0,59	0,16	0,53	- 5	+ 13,3	- 9,5	0,61
11	176,5	20,2	52,5	25,5	1,8	2,7	33,6	4,8	0,10	0,44	0,20	0,48	+ 69,3	+ 18,4	- 7,1	0,12
12	186,5	32,9	30,8	12,4	23,9	2,8	13,7	—	0,03	0,39	0,12	0,40	- 9,1	+ 9	- 3,4	0,84
13	270,0	45,8	20,7	1,0	32,5	0,5	10,1	—	0,05	0,39	0,63	0,05	+ 40	+ 13,3	- 12,3	0,98
15	167,7	24,3	28,3	46,0	1,4	3,1	42,7	—	0,13	0,27	0,75	1,62	+ 62,1	+ 22,9	- 23,1	0,51
16	112,8	21,4	41,2	29,7	7,7	2,3	13,5	61,8	0,50	0,51	0,13	0,72	- 18	+ 13,7	- 16	0,53
19	133,0	23,3	47,3	15,0	14,4	2,9	10,9	2,7	0,05	0,64	0,14	0,32	- 24,6	+ 8,9	- 6,1	0,98

TABELA - TABLE V

Tipovi magma po Niggliju
Types of magmas after Niggli

- 1, peridotitska (c-siromašna, alk-siromašna, femska)
peridotitic (c-poor, alk-poor, femic)
- 2 peridotitska (c-siromašna, alk-siromašna, femska)
peridotitic (c-poor, alk-poor, femic)
- 3 peridotitska do hornblende-peridotitska (c-siromašna- alk-siromašna, femska)
peridotitic to hornblende-peridotitic (c-poor, alk-poor, femic)
- 4 gabroidska do eukritska (c-bogata, alk-relativno siromašna, femska)
gabbroid to eukritic (c-rich, alk-relative poor, femic)
- 5 normalna gabrodioritska (c-normalna, alk-relativno siromašna do intermedijarna, femska do semifemska)
normal gabbrodioritic (c-normal, alk-relative poor to intermediar, femic to semifemic)
- 6 normalna gabrodioritska do natronlamprosijenitska (c-normalna, alk-relativno siromašna do intermedijarna, femska do semifemska)
normal gabbrodioritic to natronlaprosienitic (c-normal, alk-relative poor to intermediar, femic to semifemic)
- 7 normalna gabrodioritska (c-normalna, alk-relativno siromašna do intermedijarna, femska do semifemska)
normal gabbrodioritic (c-normal, alk-relative poor to intermediar, femic to semifemic)
- 8 osipitska (c-bogata, alk-siromašna, femska do semifemska)
osipitic (c-rich, alk-poor, femic to semifemic)
- 9 normalna gabrodioritska (c-normalna, alk-relativno siromašna do intermedijarna, femska do semifemska)
normal gabbrodioritic (c-normal, alk-relative poor to intermediar, femic to semifemic)
- 10 normalna gabrodioritska (c-normalna, alk-relativno siromašna do intermedijarna, femska do semifemska)
normal gabbrodioritic (c-normal, alk-relative poor to intermediar, femic to semifemic)
- 11 melagabrodioritska (c-bogata do normalna, alk-siromašna, femska)
melagabbrodioritic (c-rich to normal, alk-poor, femic)
- 12 maenitska do natronsijenitska (c-siromašna, alk-relativno bogata, isofalska)
maenitic to natronsienitic (c-poor, alk-relative rich, isofalic)
- 13 nordmarkitska (c-siromašna, alk-relativno bogata, subalska)
nordmarkitic (c-poor, alk-relative rich, salic)
- 15 c-melteigitska (c-bogata, alk-siromašna, subalska)
c-melteigitic (c-rich, alk-poor, subalic)
- 16 antsohitska do miharaitska (?) (c-bogata, alk-siromašna, femska)
antsohitic to miharaitic (?) (c-rich, alk-poor, femic)
- 19 mugearitska do natronlamprosijenitska (c-siromašna do normalna, alk-intermedijarna do relativno bogata, femska do semifemska)
mugearitic to natronlaprosienitic (c-poor to normal, alk-intermediar to relative rich, femic to semifemic)

Iz odnosa vrijednosti »fm« i »al« vidimo da su stijene visoko femske (analize 1, 2 i 3), femske (analize 4 i 11), femske do semifemske (analize 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 19), subalske (analiza 15), izofalske (analiza 12) i salske (analiza 13). Veći dio figurativnih tačaka analiza okupljen je u femskom i semifemskom području odakle postoje dvije tendence, jedna prema visoko femskom području i druga prema salskom području. Znači da se količina Al_2O_3 u stijenama povećava na račun feromagnezijских komponenta.

Iz odnosa vrijednosti »al« i »alk« vidimo da je jedan dio stijena siromašan, odnosno relativno siromašan alkalijama, kad je $alk < 1/2$ al [analize 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 15 i 16]; drugi dio je alkalno intermedijaran, kad je $2/3 al > alk > 1/2 al$ [analize 6, 9 i 19]; ili pak relativno bogate alkalijama, kad je $al > alk > 2/3 al$ [analize 12 i 13]; dok peralkalnih tipova kad je $alk > al$ na Medvednici nismo našli.

S obzirom na vrijednost »c« stijene Medvednice su kalcijem siromašne, kad je $c < 15$ (analize 1, 2, 3, 12 i 13); kalcijsko-normalne, kad je $15 < c < 25$ (analize 5, 6, 7, 9, 10 i 19); te konačno kalcijem bogate, kad je $c > 25$ (analize 4, 8, 11, 15 i 16).

Iz odnosa $k-mg$ vidimo da su stijene siromašne kalijском komponentom u feldspatima, od čega se izdvaja analiza br. 16.

Unesemo li vrijednosti za » + T, - T i c« u triangularni dijagram s tačkasto oivičenim eruptivnim poljem (C. Burri, 1959, str. 82) vidimo da figurativne tačke svih analiza, izuzev analize albit-trahita i epidotiziranog, kloritiziranog i aktinolitiziranog dijabaza, padaju u eruptivno polje. To nam ukazuje da su sve stijene bez obzira na stepen metamorfizma magmatskog porijekla.

Na sličan način možemo dati i odnos vrijednosti »si« prema »c + alk« (sl. 7) s označenim eruptivnim poljem (C. Burri, 1959, str. 83). I ovdje vidimo da figurativne tačke analiza padaju u eruptivno polje. Na dijagramu se može pratiti diferencijacija magme od ultrabazičnih tipova siromašnih silicijevim dioksidom, kalcijem i alkalijama, do diferencijata s povećanim sadržajem navedenih komponenta. Stijene su relativno usko grupirane, a odvajaju se pojedini tipovi koji su više kiseli, ili bogatiji kalcijem i alkalijama.

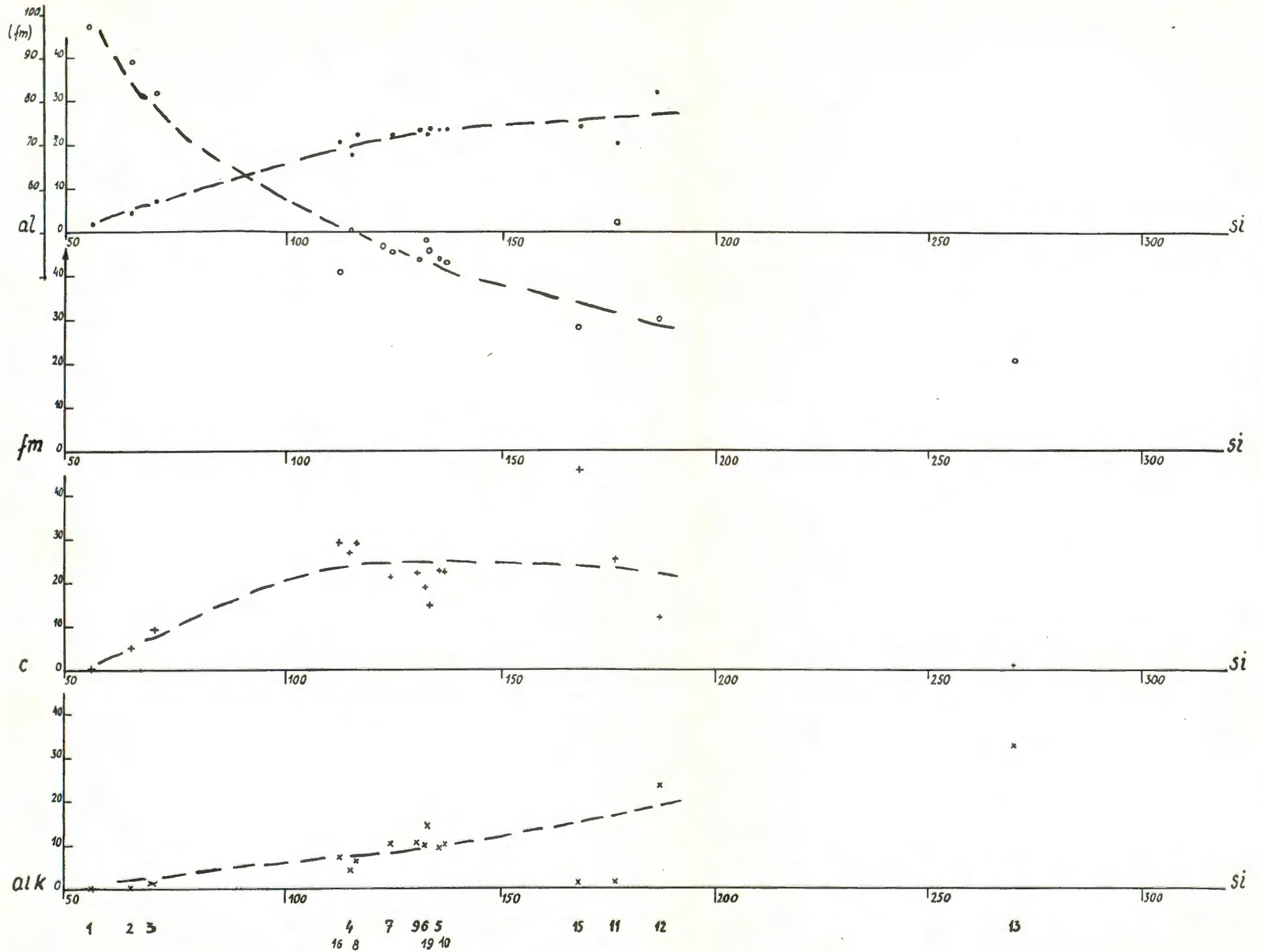
Na tabeli V dat je tabelarni pregled tipova magmi po Niggliju (C. Burri, 1959).

Na tabeli VI vidimo pregled Nigglijevih bazisa (osnova).

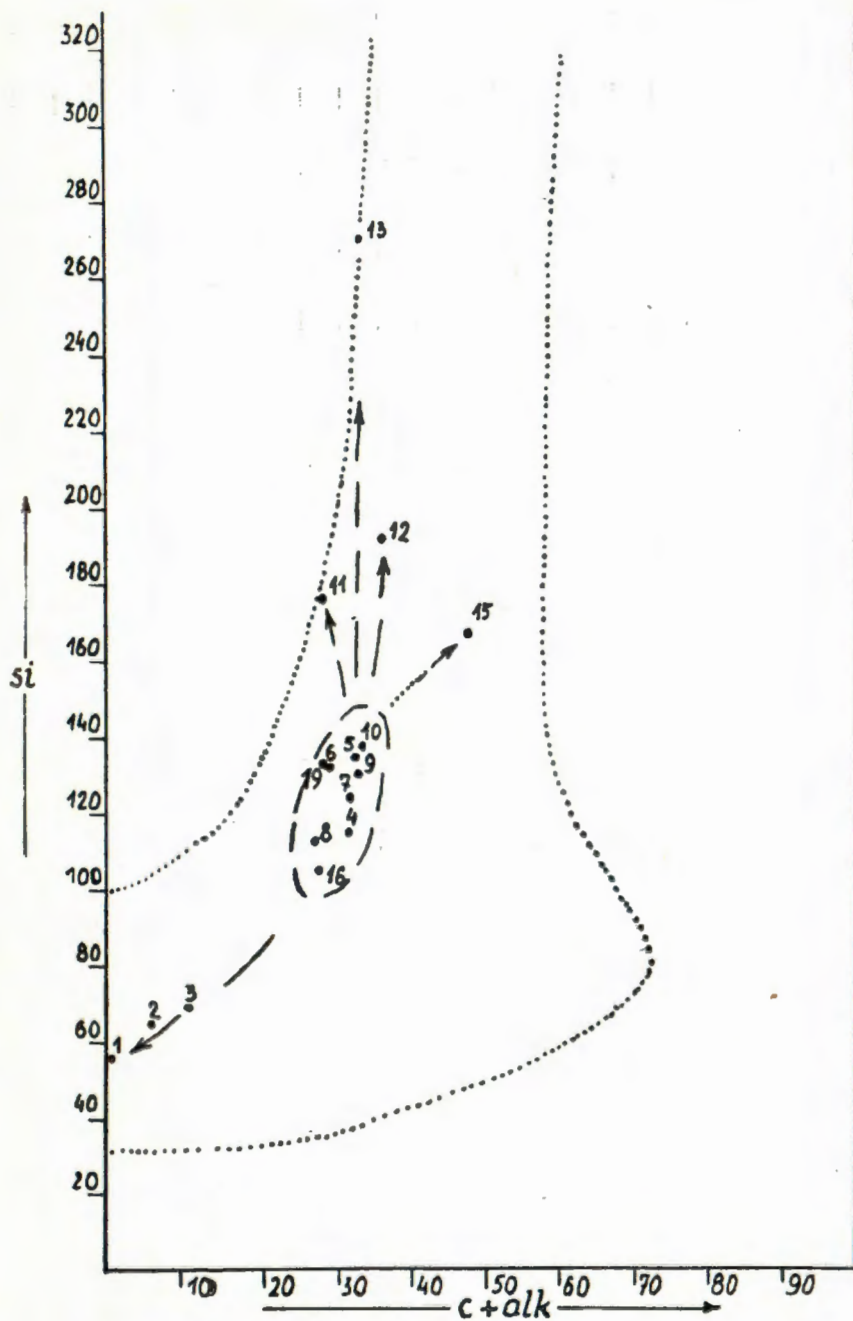
Tabela VII sadrži pregled skupnih komponenta Nigglijevih bazisa. Iz Nigglijevih vrijednosti, bazisa i skupnih komponenta bazisa konstruirani su dijagrami:

- 1 / $Q - L - M$ (sl. 8);
- 2 / $Kp - Ne - Cal$ ili $k - \pi$ (sl. 9);
- 3 / $Mg - Fe - Ca$ ili $mg - \gamma$ (sl. 10).

Na dijagramu $Q - L - M$ (sl. 8) vidimo okupljanje većeg broja analiza u centralnom dijelu (figurativne tačke analiza 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10



SI 6. Odnos Nigglijevih vrijednosti al, fm, c i alk prema si.
 Fig. 6. Relation of Niggli's values al, fm, c i alk in comparison to si.

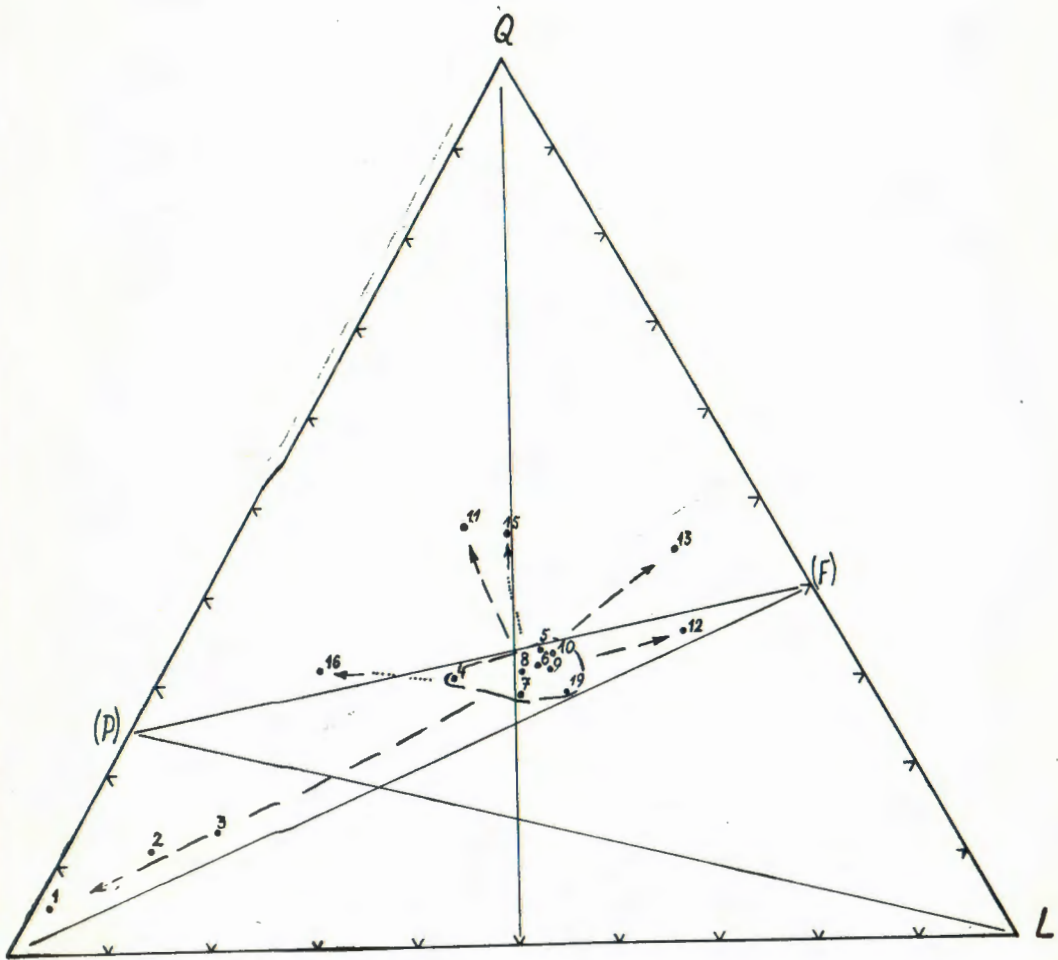


Sl. 7. Di jagram si - (c + alk) s ograničenim eruptivnim poljem.
 Fig. 7. Diagram si - (c + alk) with bounded eruptive field.

TABELA - TABLE VI

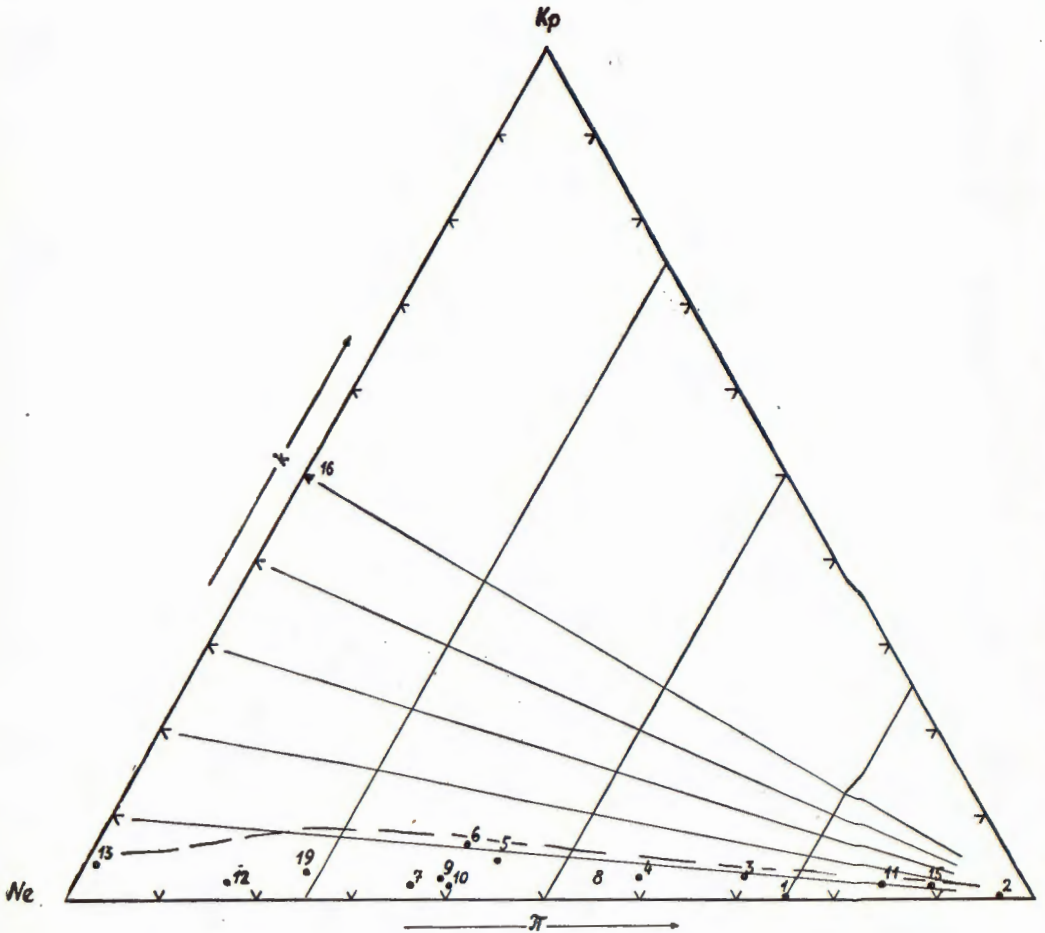
Nigglijevi bazisi (osnove)
Niggli's basises

	Q	Kp	Ne	Cal	Ca	Sp	H _z	C	F _s	F _o	F _a	Ru	Cm	Cp	Cc	Mgs	Sid
1	5,4	—	0,3	0,9	—	2,6	—	—	9,2	70,4	10,1	0,2	0,3	—	—	0,6	—
2	11,7	—	0,3	8,0	0,9	—	—	—	5,2	62,0	10,9	0,2	0,2	—	0,6	—	—
3	13,7	0,4	3,9	9,9	3,0	—	—	—	2,6	53,9	12,2	0,4	—	—	—	—	—
4	30,6	0,7	11,1	16,7	8,8	—	—	—	0,2	23,6	8,0	0,3	—	—	—	—	—
5	33,5	1,7	19,0	15,6	3,8	—	—	—	1,5	13,2	9,3	0,9	—	—	1,5	—	—
6	31,9	2,4	19,9	14,2	2,9	—	—	—	1,9	16,0	9,1	0,9	—	—	0,8	—	—
7	28,3	0,7	23,1	13,1	3,7	—	—	—	1,9	16,3	9,1	1,4	—	0,6	1,8	—	—
8	30,5	0,7	16,0	19,0	7,9	—	—	—	0,5	14,5	8,9	1,4	—	—	0,6	—	—
9	31,2	1,0	22,5	14,5	3,6	—	—	—	1,5	14,4	8,4	1,0	—	0,6	1,3	—	—
10	33,3	0,7	21,8	14,5	2,6	—	—	—	1,5	14,0	8,0	0,2	—	—	3,4	—	—
11	47,5	0,4	3,2	18,0	1,2	—	—	—	2,9	11,2	11,6	0,9	—	—	3,1	—	—
12	35,2	1,0	40,4	7,8	1,5	—	—	—	1,0	5,3	7,0	0,8	—	—	—	—	—
13	44,7	1,8	41,8	0,6	—	5,4	2,8	—	2,6	—	0,2	0,1	—	—	—	—	—
14	51,9	1,0	32,3	1,4	—	6,6	—	—	1,9	0,8	3,6	0,5	—	—	—	—	—
15	46,9	0,4	2,6	23,2	11,7	—	—	—	7,8	3,8	2,6	1,0	—	—	—	—	—
16	31,5	7,5	7,5	—	—	6,6	—	4,6	1,2	—	—	0,8	—	—	19,4	9,4	11,5
17	11,1	0,7	6,2	—	—	19,6	1,4	—	1,1	—	18,1	2,5	—	0,6	36,6	2,1	—
18	34,2	5,8	8,3	8,8	—	13,7	—	—	1,9	6,9	10,5	0,7	—	—	9,2	—	—
19	28,6	1,3	29,8	9,8	1,8	—	—	—	1,3	16,3	8,0	1,1	—	—	2,0	—	—

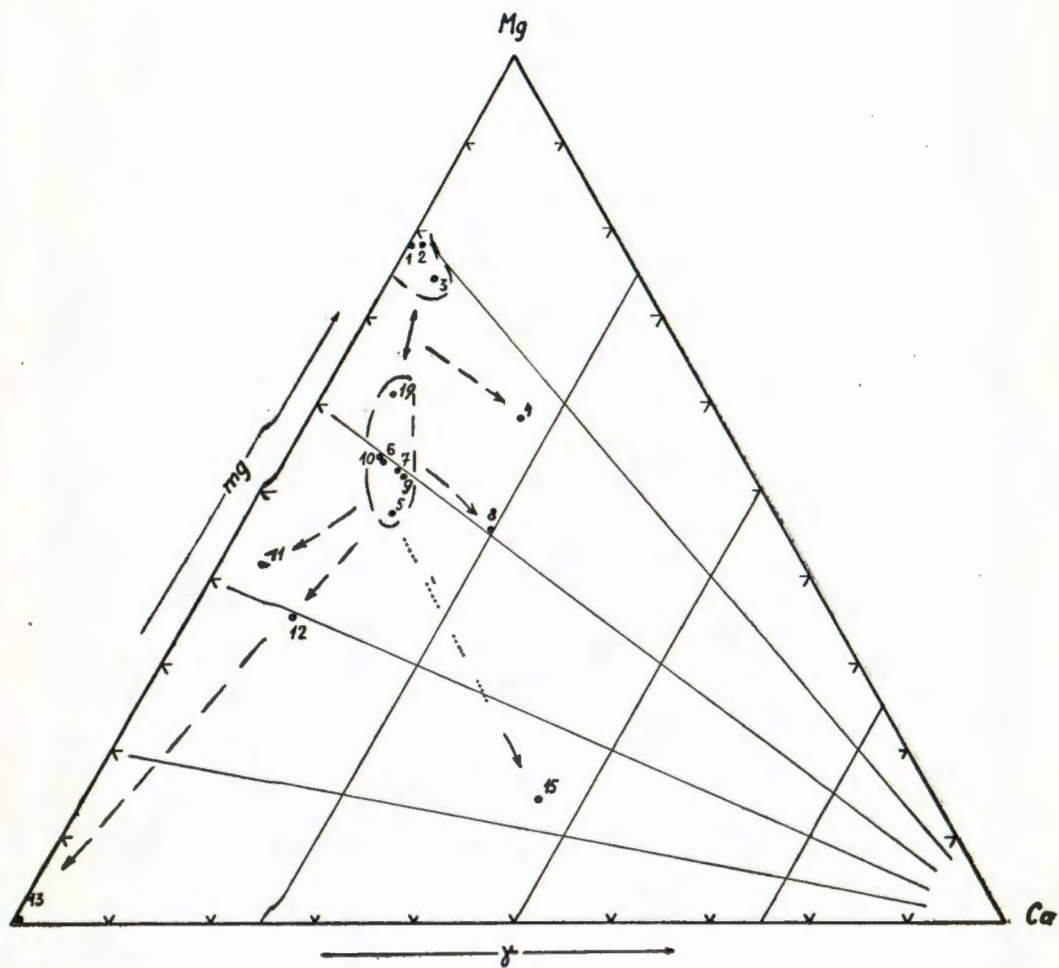


Sl. 8. Dijagram Q-L-M.

Fig. 8. Diagram Q-L-M.



Sl. 9. Dijagram Ne-Kp-Cal ili k- π .
Fig. 9. Diagram Ne-Kp-Cal or k- π .



Sl. 10. Dijagram Fe-Mg-Ca ili mg- γ .
Fig. 10. Diagram Fe-Mg-Ca or mg- γ .

i 19). To su analize glavnih tipova stijena. Od toga područja odvajaju se nekoliko diferencijata. To su ultrabazične stijene hornblende-peridotit i plagioklas hornblende-peridotit (figurativne tačke analize 1, 2 i 3). Posebice se odvajaju leukokratni tipovi bogatiji feldspatima, kao što je albit-porfir i albit-trahit, ili pak bogatiji slobodnim kvarcom. Iz dijagrama vidimo da u stijenama Medvednice nema leukokratnih minerala nezasićenih sa SiO_2 ; najveći dio magmatskih stijena pripada tipovima bez modalnog kvarca, s izuzetkom kiselijih tipova ili metamorfno izmijenjenih stijena.

Dijagram $Kp - Ne - Cal$ ili $k - \pi$ (sl. 9) pokazuje da su feldspati bogati kalcijско-natrijskom komponentom. Figurativne tačke analiza nalaze se koncentrirane u području niskih vrijednosti k , sa širokim rasponom udjela komponenata Ne i Cal .

Dijagram $Mg - Fe - Ca$ ili $mg - \gamma$ (sl. 10) pokazuje udio pojedinih komponenata u femskim mineralima. U njemu možemo ograničiti dva područja koncentracije figurativnih tačaka analiza. U jedno područje padaju analize ultrabazičnih stijena s visokim sadržajem magnezija i skoro bez kalcijске komponente. U drugom području nalazi se veći broj analiza koje pripadaju diferencijacijskim tipovima gabra i dijabaza. Za ovu grupu je uz povećanje željezne komponente karakteristično i povećanje kalcijске komponente. Analize amfibolskog gabra (analiza 4) i variolitskog dijabaza (analiza 8) odvajaju se zbog većih količina kalcija u amfibolu odnosno piroksenu. Od metamorfniх stijena posebice se ističe analiza 15, koja se priklanja kalcijскоj strani dijagrama zbog visokog sadržaja epidota.

U tabelu VIII unesen je tabelarni pregled standard-norma izračunat iz Nigglijevih bazisa (C. Burri, 1959).

Tabela IX daje tabelarni pregled grupa minerala standard-norma.

Tabela X prikazuje karakteristične i dopunske koeficijente Zavarickog. Prednost ove metode pred ostalim metodama je u tome, što na jednom dijagramu prikazuje odnos svih glavnih komponenata u stijeni (A. N. Zavaricki, 1956 a i 1956 b, S. D. Četverikov, 1956).

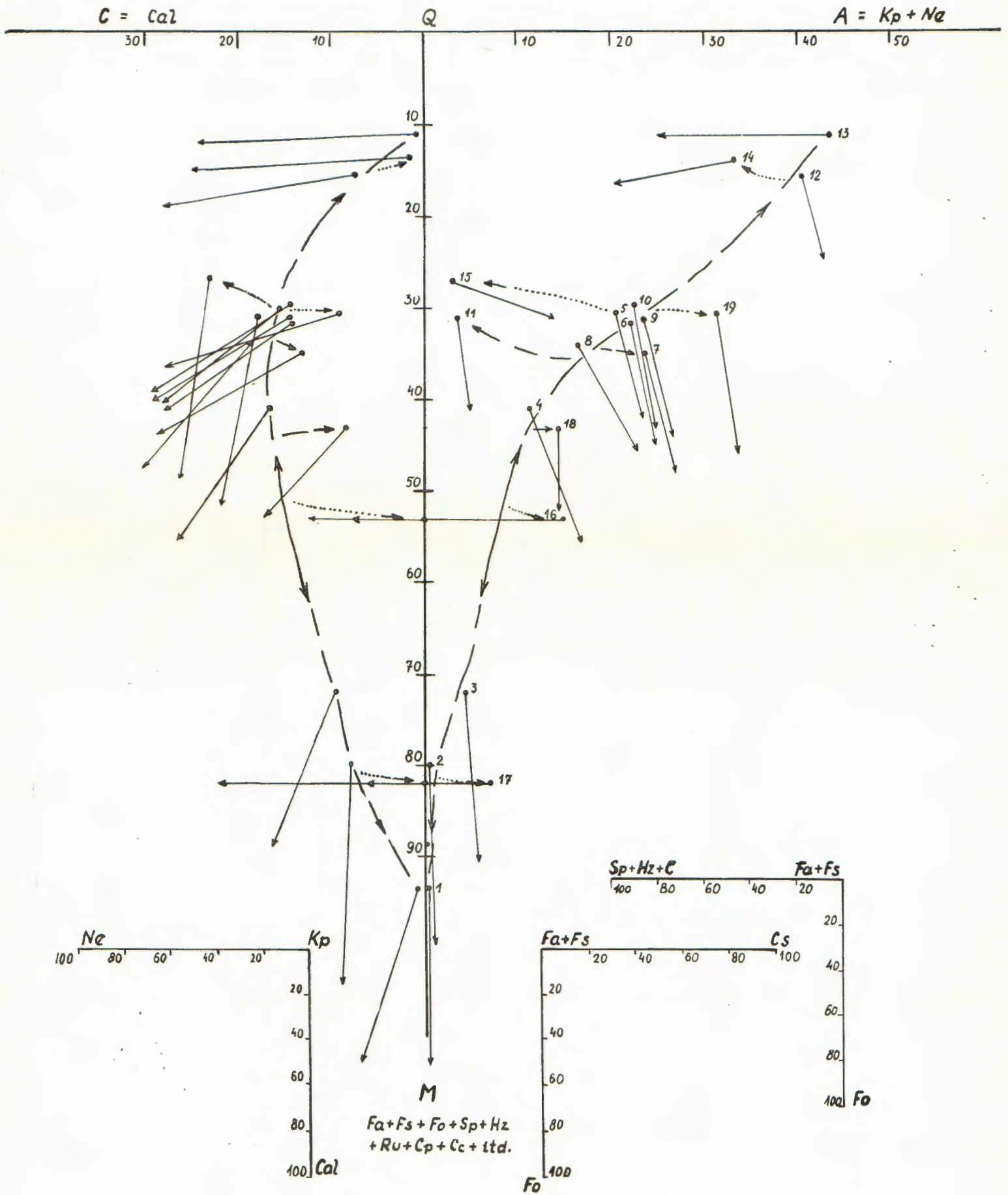
U grafičkom prikazivanju petrokemijskih podataka otišao je još dalje E. Kuznjecov (E. A. Kuznjecov, 1956 i S. D. Četverikov, 1956) koji kemijske analize preračunava slično Nigglijevim bazisima. Dobivene vrijednosti unosi kao vektore na dijagram određenih koordinata. Da bi izbjegli još jedno ponovno izračunavanje određenih koeficijenata po Kuznjecovu, možemo njegovu metodu modificirati u tom smislu, da u određeni koordinatni sistem unosimo vrijednosti Nigglijevih bazisa. Tako dobijemo dijagram na koji su pomoću vektora naneseni Nigglijevi bazisi grupirani u petrokemijski vezane grupe (sl. 11).

Glavni koordinatni sistem daje nam odnos pojedinih petrokemijski vezaniх grupa:

$$Q : C (Cal) : A (Kp + Ne) : M (Fo + Fa + Fs + Sp + Hz + itd.)$$

kod čega je:

$$Q + C + A + M = 100.$$



Sl. 11. Modificiran Kuznjecov petrokemijski dijagram (Modificiran po autoru).
 Fig. 11. Modified Kuznjec's petrochemical diagram (Modified after author).

TABELA - TABLE VII

Skupne komponente Nigglijevih bazisa
Collectively components of Niggli's basises

	Q	L	M	α	λ	β	π	γ	μ
1	5,4	1,2	93,4	0,15	0,03	3,5	0,75	0,00	0,76
2	11,7	8,3	80,0	0,23	0,21	0,38	0,96	0,01	0,78
3	13,7	14,2	72,1	0,18	0,39	-0,04	0,69	0,04	0,75
4	30,6	28,5	40,9	0,85	1,4	0,74	0,59	0,21	0,58
5	33,5	36,3	30,2	0,92	2,4	-0,08	0,43	0,12	0,44
6	31,9	36,5	31,6	0,72	2,3	-0,13	0,39	0,09	0,51
7	28,3	36,9	34,8	0,32	2,1	-0,23	0,36	0,11	0,47
8	30,5	35,7	33,8	0,59	2,11	-0,14	0,53	0,25	0,42
9	31,2	38,0	30,8	0,57	2,5	-0,18	0,38	0,13	0,52
10	33,3	37,0	29,7	0,87	2,5	-0,10	0,39	0,09	0,47
11	47,5	21,6	30,9	3,2	1,4	1,2	0,83	0,04	0,41
12	35,2	49,2	15,6	0,46	6,3	-0,28	0,16	0,10	0,36
13	44,7	44,2	11,1	4,12	7,96	0,01	0,01	0,00	0,00
15	40,9	26,2	26,9	3,3	1,9	1,7	0,89	0,43	0,14
16	31,5	15,0	53,5	1,02	0,56	1,1	0,00	0,00	0,00
19	28,1	40,9	30,5	0,13	2,68	-0,30	0,24	0,07	0,59

Na taj način nanesene tačke koje predstavljaju projekcije grupiranih Nigglijevih bazisa daju međusobni odnos kvarca, alkalijskih feldspata, kalcijevog feldspata i femskih minerala. Tačke koje se nalaze pri dnu dijagrama odgovaraju ultrabazičnim stijinama s visokim udjelom femskih komponenata. Što se projekcije tačaka u dijagramu penju naviše, to je stijena kiselijja, to jest sadrži više kremične kiseline. Na taj način se na dijagramu može pratiti porast aciditeta stijene.

Projekcije tačaka lijevo od vertikalne osi koordinatnog sistema daju udio kalcijevog plagioklasa u stijeni. Veća udaljenost tačaka od vertikalne osi pokazuje i veći procentualni udio anortita s obzirom na kvarc, alkalijske feldspate i femske minerale.

Projekcije tačaka desno od vertikalne osi koordinatnog sistema daju udio alkalijskih feldspata u stijeni. Veća udaljenost tačaka od vertikalne osi pokazuje i veći udio alkalijskih feldspata s obzirom na kvarc, anortit i femske minerale.

Položaj i veličina pojedinih vektora raščlanjuju grupirane Nigglijeve baze na karakteristične komponente.

Tako kod vektora na lijevoj strani dijagrama možemo iz njegovog položaja (smjera) i veličine (dužine) odrediti odnos unutar feldspata. Vertikalni vektor koji se svojom dužinom podudara s dužinom dodanog mjerila (u donjem lijevom kutu dijagrama) pokazuje, da je u stijeni prisutan od feldspata čisti anortit. Horizontalan vektor koji se svojom dužinom podudara s dužinom na dodanom mjerilu pokazuje, da je prisutan čisti albit. Svako skraćivanje vektora pokazuje prisustvo kalijevog feldspata. Uzajamni odnos feldspata lako očitamo pomoću mjerila, jer je: $(Ne + Kp + Cal) = 100$.

Položaj (smjer) i veličina (dužina) vektora na desnoj strani dijagrama pokazuje odnos između kalcijevske, željezne i magnezijevske komponente u femskim minerala, ako je vektor usmjeren u desno, odnosno odnos između aluminijske, željezne i magnezijevske komponente u femskim minerala ako je vektor usmjeren u lijevo. Ustrmljeni vektor pokazuje prevaliranje magnezijevske komponente. Svako skraćivanje vektora od dužine na dodanom mjerilu (u donjem desnom kutu dijagrama) pokazuje odgovarajuće povećanje željezne komponente. Otklanjanje vektora od vertikalne osi sistema u polje Cs pokazuje odgovarajući

porast kalcija u femskim mineralima, dok otklanjanje u polje ($Sp + Hz + C$) pokazuje udio aluminijske komponente u femskim mineralima.

Uzajamni odnos pojedinih komponenata lako očitamo pomoću dodanog mjerila jer je:

$$Fo + (Fa + Fs) + Cs = 100, \text{ odnosno}$$

$$Fo + (Fa + Fs) + (Sp + Hz + C) = 100.$$

Posmatramo li s navedenih stanovišta dijagram petrokemijskog sastava stijena Medvednice (sl. 11) možemo izvesti sljedeće zaključke.

U prvom redu na dijagramu se može odmah uočiti razvojni diferencijacijski niz (prikazan crtkanom linijom) koji je odraz kristalizacijske diferencijacije. Pogledamo li projekcije tačaka kemijskih analiza koje pripadaju tipičnim magmatskim stijenama vidjet ćemo, da one padaju duž glavne linije diferencijacije. Kod toga stijene nakon ultrabazičnih tipova, izrazito magnezijskih, postepeno sadržavaju sve veću količinu kalcijevog plagioklasa, da bi nakon bazičnih i neutralnih tipova stijena količina anortita spala do minimuma u albit-trahitu i albit-porfiru. Zbog toga i interpolirana crtkana linija nakon minimuma kod ultrabazičnih stijena čini blago ispupčenje, da bi se kod kiselih diferencijata vratila na minimum.

S druge strane posmatramo li liniju na desnoj strani dijagrama vidjet ćemo stalno i postepeno povećavanje alkalijskih feldspata, od minimuma kod ultrabazičnih stijena, do maksimuma kod albit-trahita i albit-porfira.

Pratimo li odnos među feldspatima sadržanim u stijenama vidjet ćemo, da se vektori kod bazičnih stijena približavaju vertikalnom položaju što pokazuje veći sadržaj anortitske komponente u plagioklasu. Ti se vektori idući ka kiselim stijenama sve više približavaju horizontalnom položaju što ukazuje na sve veći sadržaj albata.

Obratimo li pažnju na vektore s desne strane vertikalne osi koordinatnog sistema vidjet ćemo, da se oni kod ultrabazičnih stijena približavaju vertikalnom položaju i da su duži što znači, da u femskim mineralima prevladava magnezijska komponenta. Kod bazičnih i neutralnih stijena su kraći i blaže položeni što ukazuje na povećanje željeza i kalcija u femskim mineralima. Kod albitskih tipova stijena vektor je usmjeren u lijevo što znači da se u stijeni nalazi mineral bogat s Al_2O_3 (klorit).

Od glavne linije diferencijacije odvajaju se pojedine stijene kao produkti diferencijacije, asimilacije ili metamorfoze.

Tako se jasno zamjećuje odvajanje analize variolitskog dijabaza (analiza 7) koji sadrži nešto povećanu količinu albatske komponente u plagioklasu, vjerojatno kao produkt diferencijacije. Značajno je i otklanjanje analize drugog variolitskog dijabaza (analiza 8) u smislu povećanja kalcijevske komponente, kao i vulkanskog stakla (analiza 11) u smislu smanjenja alkalijskih feldspata i slabije povećanje anortita. Od magmatskih stijena jedino analiza albit-trahita (analiza 13) pokazuje suvišak aluminijske komponente u kloritu.

TABELA - TABLE VIII

Crnković: Magmatiti sjeverne strane Medvednice

	Q	Or	Ab	An	En	Hy	Wo	Gram	Fe-Akt	Ho	Fo	Fa	Ms	Ant	At Kl	Ot	Mg-Ot	Zo	Pi	Ilm	Mt	Ru	Cp	Cm	Hm	Cc	Mgs	Sid
1	—	—	—	—	6,0	3,6	—	—	—	3,5	13,9	1,8	—	57,5	5,0	—	—	—	—	0,4	7,5	—	—	0,3	—	—	00,5	—
2	—	—	0,3	9,6	11,2	4,0	0,3	—	—	6,5	16,5	4,1	—	42,0	—	—	—	—	—	0,4	4,5	—	—	0,2	—	0,4	—	—
3	—	0,7	6,5	16,5	14,8	4,0	4,0	—	—	—	42,8	7,3	—	—	—	—	—	—	—	0,8	2,6	—	—	—	—	—	—	—
4	—	1,2	18,5	27,9	28,8	6,8	11,7	—	—	—	2,0	2,3	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,2	—	—	—	—	—	—	—
5	2,4	2,8	31,7	26,0	17,6	9,6	5,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	1,5	—	—	—	—	1,5	—	—
6	0,6	4,0	33,2	23,6	21,3	8,9	3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	1,9	—	—	—	—	0,8	—	—
7	—	0,9	38,5	21,8	12,0	6,0	4,9	—	—	—	7,3	1,5	—	—	—	—	—	—	—	2,8	1,9	—	0,6	—	—	1,8	—	—
8	—	1,1	26,6	31,6	16,0	5,2	10,5	—	—	—	2,5	2,6	—	—	—	—	—	—	—	2,8	0,5	—	—	—	—	0,6	—	—
9	—	1,7	37,5	24,2	16,6	7,0	4,8	—	—	—	2,0	0,8	—	—	—	—	—	—	—	2,0	1,5	—	0,6	—	—	1,3	—	—
10	1,6	1,2	36,4	24,1	18,7	9,2	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	1,5	—	—	—	—	3,4	—	—
11	28,1	0,7	5,3	30,0	14,9	11,6	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	2,9	—	—	—	—	3,1	—	—
12	—	1,6	67,4	13,4	4,8	4,8	2,0	—	—	—	1,7	1,7	—	—	—	—	—	—	—	1,6	1,0	—	—	—	—	—	—	—
13	13,5	3,0	69,6	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	7,2	—	—	0,2	—	—	—	—	1,8	—	—	—
14	40,0	1,6	43,1	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,9	—	1,6	—	—	1,0	1,9	—	—	—	—	—	—	—
15	26,2	0,7	4,2	—	—	—	—	7,6	5,2	—	—	—	—	—	—	—	—	13,5	41,6	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—
16	19,7	1,0	12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,1	—	—	—	8,8	—	—	—	—	0,8	—	—	0,8	19,4	9,4	11,5
17	3,1	1,1	10,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,3	—	4,5	—	—	—	1,1	2,5	0,6	—	—	36,6	2,1	—
18	17,3	1,3	13,9	6,6	—	3,3	—	—	12,0	—	—	—	11,1	—	22,0	—	—	—	—	1,3	1,9	—	—	—	—	9,2	—	—
19	—	2,1	49,6	16,2	5,2	4,0	2,4	—	—	—	12,4	2,5	—	—	—	—	—	—	—	2,3	1,3	—	—	—	—	2,0	—	—

TABELA - TABLE IX

 Grupe minerala standard-norma
 Groups of minerals of standard-norma

	kvarc quartz	feldspati felspars	pirokleni pyroxenes	amfiboli amphiboles	olivini olivine	serpentin serpentine	klorit chlorite	epidot epidote	sericit sericite	karbonati carbonates	apatit apatite	opaki- minerali opaque- minerals
1	—	—	9,6	3,5	15,7	57,5	5,0	—	—	0,5	—	8,2
2	—	9,9	15,5	6,5	20,6	42,0	—	—	—	0,4	—	4,9
3	—	23,7	22,8	—	50,1	—	—	—	—	—	—	3,4
4	—	47,6	47,3	—	4,3	—	—	—	—	—	—	0,8
5	2,4	60,5	32,3	—	—	—	—	—	—	1,5	—	3,3
6	0,6	60,8	34,1	—	—	—	—	—	—	0,8	—	3,7
7	—	61,2	22,9	—	8,8	—	—	—	—	1,8	0,6	4,7
8	—	59,3	31,7	—	5,1	—	—	—	—	0,6	—	3,3
9	—	63,4	28,4	—	2,8	—	—	—	—	1,3	0,6	3,5
10	1,6	61,7	31,4	—	—	—	—	—	—	3,4	—	1,9
11	28,1	36,0	28,1	—	—	—	—	—	—	3,1	—	4,7
12	—	82,4	11,6	—	3,4	—	—	—	—	—	—	2,6
13	13,5	73,6	—	—	—	—	10,9	—	—	—	—	2,0
14	40,0	46,6	—	—	—	—	10,5	—	—	—	—	2,9
15	26,2	4,9	—	12,8	—	—	—	55,1	—	—	—	1,0
16	19,7	13,5	—	—	—	—	8,8	—	16,1	40,3	—	1,6
17	3,1	11,5	—	—	—	—	33,8	—	—	38,7	0,6	3,6
18	17,3	21,8	3,3	12,0	—	—	22,0	—	11,2	9,2	—	3,2
19	—	67,9	11,6	—	14,9	—	—	—	—	2,0	—	3,6

TABELA - TABLE X

 Karakteristični i dopunski koeficijenti Zavarickog
 Zavarick's characteristic and supplement coefficients

	a	c	b	s	f'	m'	c'(a')	n	t	φ	Q
1	0,1	0,3	63,7	35,9	20,8	76,0	3,2	100	0,6	9,7	-28,7
2	0,3	2,8	56,9	40,0	20,3	78,0	1,7	100	0,4	6,5	-23,4
3	1,5	3,6	52,1	42,8	20,6	75,2	4,2	92,3	1,0	3,6	-21,0
4	4,6	6,6	31,8	57,0	20,2	58,1	21,7	94,3	0,4	0,4	- 1,8
5	8,4	6,3	23,6	61,7	37,4	45,6	17,0	91,8	1,8	5,3	+ 0,3
6	9,0	5,7	24,6	60,7	35,9	52,5	11,6	89,4	1,9	6,1	- 2,3
7	9,7	5,5	26,4	58,4	33,7	50,1	16,2	97,2	2,8	5,7	- 8,1
8	6,8	7,8	26,4	59,0	29,0	44,9	26,1	95	2,8	5,5	- 3,4
9	9,5	6,0	24,0	60,5	33,7	49,1	17,2	95,6	2,1	5,2	- 4
10	9,3	5,9	23,4	61,4	33,2	48,8	18,0	97	0,5	5,3	- 1,7
11	1,4	7,0	22,9	68,7	49,5	38,5	12,0	90	1,5	9,8	+27,6
12	17,1	3,2	12,2	67,5	54,2	35,7	10,1	97	1,5	6,7	- 2,4
13	17,0	0,3	11,9	70,8	27,8	17,9	54,3	96,2	0,2	17,4	+ 7,3
15	1,2	9,2	20,7	68,9	40,4	14,7	44,9	87,5	1,8	30,2	+26,2
16	7,7	6,8	28,3	57,2	35,2	37,0	27,8	50	2,0	4,1	- 7,8
18	6,2	9,9	23,1	60,8	47,2	52,8	0,0	58,5	1,5	15,3	- 0,7
19	12,7	3,9	23,5	59,9	32,3	56,3	11,4	95	2,1	14,1	- 9,5

Zapažena je jasna divergenca albitiziranog kvarc pješčenjaka (analiza 14) smanjenjem anortita kao i alkalija na račun kvarca; zatim epidotiziranog, kloritiziranog i aktinolitiziranog dijabaza (analiza 15) s većim povećanjem anortitske komponente i jakim smanjenjem alkalija. Povećanje anortita uslovljeno je prisustvom velike količine epidota (aluminij i kalcij sadržani u epidotu izraženi su normativnim anortitom).

Ankeritizirani, sericitizirani i silicificirani dijabaz (analiza 16) ne pada također u liniju diferencijacije, već projekcije tačaka pokazuju da stijena ne sadrži kalcijev plagioklas, pošto je sav kalcijev oksid vezan u ankeritu zajedno s dijelom magnezijevog i željeznog oksida. Zbog toga iako stijena sadrži slobodnog modalnog i normativnog kvarca, u dijagramu njezina projekcija pada dosta nisko (s preko 50% M), jer je ankerit uračunat u femske minerale. Stijena sadrži normativne alkalijske feldspate s oko 50% kalijevske komponente, koja je vezana u modalnom sericitu. U femskim mineralima uz ankerit zapaža se vidni udio sastojaka koji u svojoj konstituciji sadrže i aluminij (vrijednosti Sp i C vezane u kloritu i sericitu). To je ujedno i primjer, kako i ova metoda grafičkog prikazivanja ne može dati (kao ni ostale metode, koje izračunavaju normativni sastav) pravu sliku sastava, jer kalij vezan u sericitu dat na jednom dijelu dijagrama kao feldspat, a aluminij vezan u sericitu na drugom dijelu. Zbog toga je uvijek neophodno potrebno uz grafički prikaz dati i detaljno tumačenje.

Podaci za kalcitizirani, kloritizirani i rutilizirani dijabaz (analiza 17) pokazuju da ta stijena sadrži visok procenat femskih komponentata, malo alkalijevskih feldspata i nešto kvarca. Vektor na lijevoj strani dijagrama pokazuje da je od feldspata prisutan uglavnom albit, a na desnoj strani da su sadržani femski minerali bogati aluminijem (klorit).

Spilit (analiza 19) se po svom sastavu nalazi dosta blizu glavnog diferencijacijskog niza uz smanjenje anortita i povećanje albita.

*

Na temelju terenskih zapažanja, mikroskopskih istraživanja i petrokemijskih podataka može se dati pregled kristalizacijske diferencijacije.

Izvorna (»rodonačalnaja« - »parent«) magma je kalcijevsko-natrijska, s jako naglašenom natrijskom komponentom. Po svom kemijskom sastavu najvjerojatnije između kemizma normalnog i olivinskog gabra. Kao najraniji produkt kristalizacijske diferencijacije iz magme kristalizirao je olivinski gabra s ultrabazičnim diferencijatima plagioklas hornblende-peridotitom i hornblende-peridotitom. Mjestimice uz kristalizaciju hornblende u većoj količini došlo je do razvoja kortlandita. Ultrabazični diferencijati su na površini količinski vrlo malo zastupljeni. Do njihovog razvoja došlo je u područjima koja odgovaraju dubljim nivoima kristalizacije (abisalni nivo). Od olivinskog gabra odvaja se olivinski dijabaz koji se razlikuje tipičnom ofitskom strukturom.

Raspon različitih kristalizacijskih diferencijata koji pripadaju bazičnim, neutralnim i kiselim varijetetima magmatskih stijena je vrlo širok. Ovdje kao kristalizacijske diferencijate nalazimo normalni gabra, ura-

litski gabro, uralit amfibolski gabro, amfibolski gabro i amfibolski gabrodiorit. Od svih opisanih varijeteta preteže amfibolski gabro. Struktura gabra vrlo varira. Činjenica da su gabri koncentrirani bliže jezgri Medvednice (glavnom bilu) ukazuje, da su kristalizirali u dubljem nivou. Međutim mjestimice su oivičeni gabro-dijabazom, staklastim varijetetima i dijabazom, što ukazuje da su kristalizirali u plićim nivoima uz brzo ohlađivanje (preohlađivanje) na rubovima.

Najveći dio magmatskih stijena na sjevernoj strani Medvednice pripada tipovima dijabaza koji se razlikuje dijelom strukturno, a uglavnom mineralnim sastavom i karakterom plagioklasa. Od njih se odvajaju tipični površinski odvjetci i piroklastiti, koje međutim mjestimice nalazimo i kao omotač gabra.

Da bi se dobio pregled površinskog količinskog odnosa pojedinih tipova stijena izvršeno je mjerenje i izračunavanje njihovih površina na karti. Tako su dobiveni ovi podaci:

dijabazi, površinski odvjetci, piroklastiti	11,22 km ² ili 95,42%
gabri	0,53 km ² ili 4,50%
ultrabazične stijene	0,01 km ² ili 0,08%

*

Već je D. Gorjanović-Kramberger (1908) primijetio u svom Tumaču, da su gabri koje nalazimo bliže glavnom bilu Medvednice stariji od dijabaza koje motrimo na obroncima gore prema Hrvatskom Zagorju. On je i na manuskriptnoj geološkoj karti radenoj koncem XIX stoljeća, koja je bila zagubljena, magmatske stijene na sjevernoj strani Medvednice izdvojio u dvije zone. Prvoj, starijoj zoni pripadalo bi »starije eruptivno kamenje«, kako nalazimo rukom pisano na karti i potpisano od D. Gorjanovića datiranoj sa 17 travnja 1891 (Arhiv Zavoda za mineralogiju, petrologiju i rudišta). Drugoj mlađoj zoni pak pripada »mlađe eruptivno kamenje: diabas«. Tačniju stratigrafsku pripadnost na toj karti ne daje iako kasnije u Tumaču napominje da su dijabazi možda kredne starosti, ali bi mogli biti i stariji od glinenih škriljaca u kojima ih nalazimo.

M. Kišpatić (1918) smatra da su dijabazi mlađi od glinenih škriljaca u koje su uklopljeni.

L. Marić (1959) je s obzirom na starost magmatskih pokreta sličnog mišljenja kao i D. Gorjanović, to jest, da bi »stariji magmatski pokret s nizom diferencijata skupine lercolita i gabra« bio vezan »moguće za jedan paleozojski (na pr. varisciski) paroksizam, praćen slabim kontaktno-metamorfnim djelovanjem na seriju paleozojskih sedimenata«. Taj bi pokret odgovarao starijoj zoni D. Gorjanovića. Za dijabaze L. Marić kaže »mlađi magmatski efuzivni pokret, da je vezan moguće za jedan možda već rani alpski paroksizam«. Taj bi se mlađi paroksizam podudarao s mlađom zonom D. Gorjanovića.

Tačno je kako su terenska i laboratorijska istraživanja pokazala, da su peridotitske i gabroidne stijene starije od jednog dijela dijabaza. To je potvrđeno na nekoliko lokaliteta, a na terenu se naročito lijepo može pratiti u Jelenoj Vodi sjeverno od Markovog Travnika. Tu je na pro-

filu zasječenom potokom i šumskim putem otvoren njihov kontakt. Time je potvrđen i dokazan jedan dio mišljenja prijašnjih istraživača. Pitanje je samo koliki je vremenski razmak od magmatskih pokreta koji su dali peridotite i gabre, i ekstruzija dijabaza? Da li prodori peridotita i gabra vremenski odgovaraju mnogo starijoj magmatskoj manifestaciji od prodora dijabaza?

Prilikom istraživanja hornblende-peridotita (B. Crnković, 1960) utvrđen je ovakav tok diferencijacije:

»hornblende-peridotit → hornblende-peridotit s plagioklasom → olivinski gabro → normalni gabro → ?«

kod čega je ostalo otvoreno pitanje daljnje diferencijacije. Kasnija istraživanja su međutim pokazala da se diferencijacija može pratiti i dalje u dva smjera:

– jednom smjeru:

normalni gabro → uralitski gabro → uralit amfibolski gabro → amfibolski gabro → amfibolski gabrodiorit;

– u drugom smjeru:

gabro → gabro-dijabaz → dijabaz → površinski odvjeci (porfiri i vulkansko staklo).

Prema tome magmatske stijene na sjevernoj strani Medvednice predstavljaju produkte povezanih procesa jedinstvene magmatske manifestacije. Magma je prodirala u nekoliko navrata, vjerojatno u vezi s tektonskim pokretima. Prije glavnih ekstruzija koje su dale velike mase dijabaza, u područjima bliže glavnom bilu uslijedile su manje abisalne intruzije peridotita i gabra, po kemizmu i mineralnom sastavu potpuno jednake kasnije ekstrudiranom dijabazu. To su manje pojave obično ovičene brže ohladnjenim rubom, koji odgovara dijabazu ili čak vulkanskom staklu, odnosno piroklastitu.

Za vrijeme konsolidacije gabra u kasnoj fazi izvršena je uralitizacija i sosiritizacija kao deuterički procesi, mjestimice prije ponovne ekstruzije dijabaza, a mjestimice i kasnije. Na taj zaključak upućuju nas pojave da u gabru motrimo sosiritizaciju koja nije zahvatila i dijabaz u neposrednoj blizini samog kontakta. Poslije konsolidacije gabra dolazi do tektonskih pokreta, zbog čega su na nekim lokalitetima gabri tektonski deformirani a dijabazi bez deformacija.

Od interesa je spomenuti i genezu »žile fluidalne teksture« s odlomcima dijabaza cementiranim coisitom. Ako podemo sa stanovišta geneze coisita, tad bi mogli pretpostaviti da su takove tvorevine produkt kasnih do postmagmačkih procesa. Po F. Kerru (1959) coisit kristalizira iz deuteričkih ostataka prilikom kristalizacije magme. Može se pretpostaviti da su takove rastopine u rezervoaru bile pod određenim pritiskom koji je naglo popustio, kad su tektonski pokreti otvorili puteve prema površini. Zbog toga su naglim i »eksplozivnim« prodorom rastopine počele napredovati prema površini pri čem su ponijele i tektonski nastale odlomke dijabaza i vulkanskog stakla i uz kristalizaciju u pukotinskim, oštro ograničenim sistemima poprimile oblik »žila«.

Kristalizacijska diferencijacija je napredovala do diferencijata vrlo bogatih natrijskom komponentom iz kojih su kristalizirale stijene bogate albitom. Pored taljevine zaostale su i otopine bogate vodom, kremičnom i ugljičnom kiselinom, te ionima natrija koji su mjestimice izvršili zamjetljivu albitizaciju – natrijsku metasomatozu ne samo dijabaza, već i gabra, a mjestimice i bližih sedimenata.

Prema tome možemo postaviti slijedeću sukcesiju magmatskih i tektonskih pokreta na sjevernoj strani Medvednice:

1. Tektonski pokreti praćeni intruzijama ultrabazičnih, bazičnih i neutralnih magmatskih diferencijata hornblende-peridotita, plagioklashornblende-peridotita, svih varijeteta gabra do gabrodiorita, mjestimice s rubom od dijabaza, vulkanskog stakla ili piroklastita, te deuteričkim promjenama.

2. Tektonski pokreti, koji su predisponirali nove pukotine ili reaktivirali stare, praćeni ekstruzijama dijabaza, a vjerojatno i piroklastitima.

3. Tektonski vjerovatno nešto slabiji pokreti praćeni ponovnim ekstruzijama dijabaza, vjerovatno i piroklastitima, zatim ekstruzijama kiselih diferencijata, koji su mjestimice utisnuti između dijabaza i krednih sedimenata.

4. Tektonski pokreti za kojih su nastali pukotinski sistemi i eruptivne breče naknadno cementirane mineralima iz kasne ili postmagmafske faze. U ovoj fazi izvršila se i kristalizacija žilnih asocijacija po pukotinama, mjestimice uz jaku albitizaciju i nastajanje spilita, zatim epidotizacija, kloritizacija, aktinolitizacija, kalcitizacija, ankeritizacija, sericitizacija, silicifikacija, sideritizacija i piritizacija.

S obzirom na starost magmatske aktivnosti na sjevernoj strani Medvednice nalazimo da su magmatske stijene, osim rjeđih izuzetaka, na čitavom kartiranom području okružene krednim naslagama – odnosno utisnute u njih. Odnos magmatskih stijena prema tim naslagama je ili tipično tektonski s razvojem tektonskih breča i milonitskih zona, ili su pak magmatske stijene u rubnom dijelu prema krednim naslagama obrubljene staklastim varijetetima, kao i tipičnim vulkanskim brečama. To ukazuje na brzo hlađenje na dodiru sa sedimentnim omotačem. Pa i gabra imaju mjestimice takav rub što upućuje na zaključivanje da su intruzije bile pliće, zbog čega je i njihov utjecaj, kako toplinski, tako i kemijski, na omotač vrlo slab. Pošto dakle magmatske stijene na svom rubnom dijelu prema krednim sedimentima imaju brzo ohlađeni rub, to i na osnovu toga možemo zaključiti, da bi mogle biti mlade od sedimenata u koje su utisnute i koji ih okružuju.

Pored ovih odnosa nalazimo i kontaktno-metamorfne pojave, kao što je razvoj coisit-amfibolskog škriljca na kontaktu gabra s krednim naslagama, zatim razvoj tremolit-kalcit-kvarc faciije u obliku uske zone između gabra i krednih sedimenata; pojavu mramora i mramoriziranih vapnenaca pored magmatskih stijena i to ne samo u trijaskim, već i u

krednim naslagama. Osim toga magmatske stijene sadržavaju uklopke (»anklave«) krednih sedimenata prvenstveno kvarc pješčenjaka, čerta i glinenog škriljca na mnogo lokaliteta. Značajna je i lokalna pojava albitizacije kvarc pješčenjaka u krednim sedimentima, zatim slaba metamorfoza interreakcijom matriks – odlomci kvarca ili arenita, te kristalizacija porfiroblasta sa »shadow strukturama« i jasno izraženo uskripljavanje. Ovdje se još jednom vraćamo na karakteristični profil u potoku Podrtina u kojem se vidi međusobni odnos magmatske stijene i krednih sedimenata. Tu se na relativno kratkom profilu zapaža kako dijabaz uklapa kredne sedimente ili se utiskuje duž ploha slojevitosti kao trakaste i lečaste pojave sa staklastim rubom, dok su trake i leće u centru krupnijeg zrna i ofitske strukture. Značajna je i pojava sjevernije od tog profila gdje se upravo vidi kako dijabaz prekriva vapnenac koji je rekrystaliziran i dijelom dolomitiziran. Od posebnog su interesa pojave žila kasnomagmatskog i postmagmatskog porijekla u krednim sedimentima, ispunjenih pored klorita, kvarca, kalcita i albitom, aktinolitom i epidotom. Iako njihovo protezanje nije veliko ipak su značajne jer pokazuju djelovanje kasnomagmatske i postmagmatske aktivnosti na kredne sedimente.

Sve to upućuje na zaključivanje da su magmatske stijene mlađe od jednog dijela paleontološki dokazanih gornjokrednih naslaga. To je tim značajnije što i između magmatskih stijena i naslaga mlađeg paleozoika ili trijasa nema nekih drugih kontaktno-metamorfnih pojava. S druge strane u krednim naslagama izuzev valutica dijabaza na potezu Novaki-Poljanica i na Štobolju nisu nađeni odlomci koji bi svoje porijeklo vodili od magmatita kakove nalazimo na sjevernoj strani Medvednice. Nalazi odlomaka (valutica) međutim još jednom potvrđuju, da je do magmatske aktivnosti dolazilo u nekoliko vremenski odijeljenih faza, što se podudara i s pojavom da mlađi magmatiti nose »anklave« starijih magmatita. Magmaška aktivnost je na sjevernoj strani Medvednice bila intenzivna u nekoliko faza (sigurno su utvrđene tri faze!) za vrijeme gornje krede. Pripada dakle alpskom orogenetskom ciklusu. Hornblende-peridotit i gabroidne stijene okružene su sedimentima koji pripadaju najstarijem nivou gornje krede, koje je nalazima fosilnih ostataka dokazala D. Neděla-Devidé (1956). Prema tome njihove intruzije mogli bismo vezati za austrijsku orogenetsku fazu. Druge dvije faze ekstruzija mogle bi pripadati subhercinskoj orogenetskoj fazi i laramijskom boranju. Da li je vulkanske aktivnosti bilo i kasnije, poslije gornje krede teško je reći, pošto nema otvorenih profila odnosa dijabaza s terciarnim naslagama na istraživanom području.

U gornjoj kredi dio Medvednice se već izdizao iz »krednog mora« i na njemu se vršila intenzivna erozija. To potvrđuje i karakterističnih priobalnih krednih naslaga. Iz strukturnih i mineralnih osobina sedimenata vidi se da pripadaju području koje je za vrijeme sedimentacije bilo nestabilno, s oscilacijama i uz povremenu stabilizaciju i formiranje mirnijih bazena sedimentacije. Takova pulzacija područja sedimentacije praćena je prodiranjem magmatskih masa koje su se konsolidirale bilo dublje kao abisalni tipovi ili pliće u širokim dovodnim kanalima

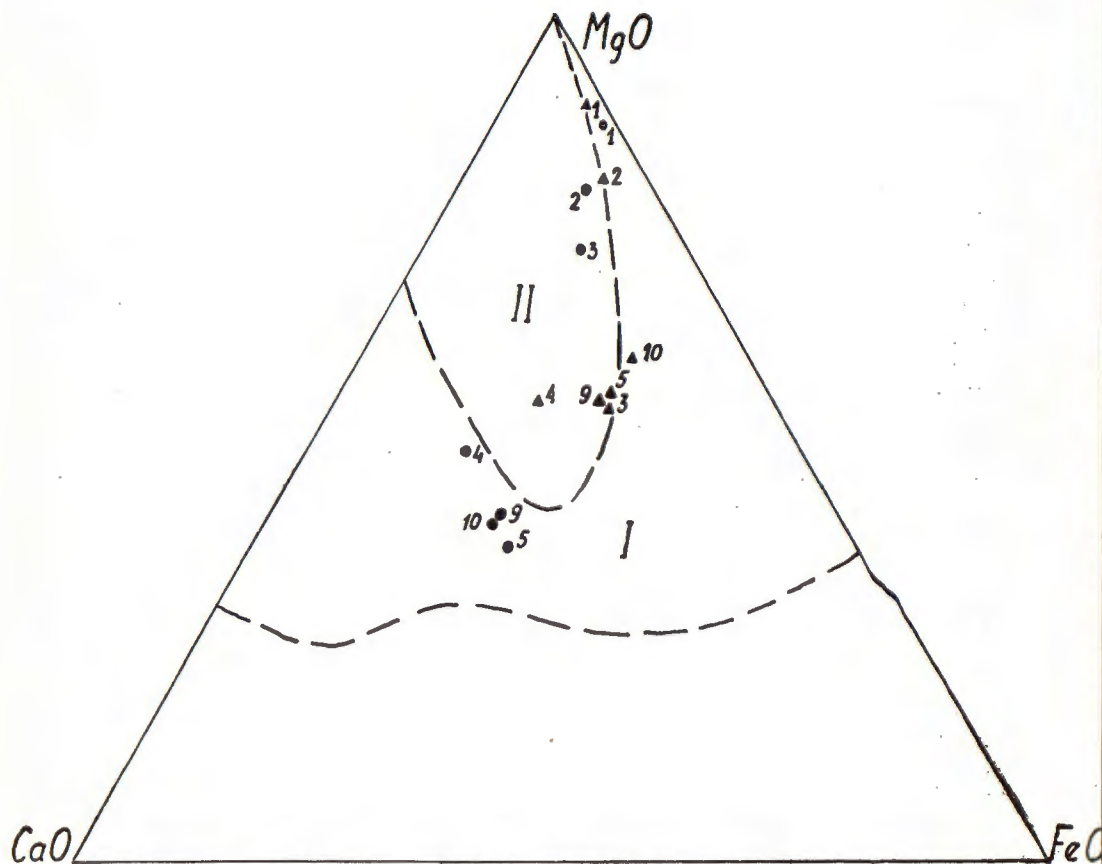
kao hipoabizalni tipovi, odnosno mjestimice čak i na površini kao tipski efuzivi. Magmatske stijene konsolidirale su se dakle u krednim ili starijim sedimentima, odnosno mjestimice su se izljevale u pliće morske bazene pri čemu su dobile i oblike »pillow lava«, kuglastog lučenja i mandulaste teksture. Ekstruzije su zahvatile mjestimice i čitave »sante« krednih sedimenta što se jasno odražava i na geološkoj karti. Naravno da su takovi »primarni« odnosi sedimenta i magmatskih stijena naknadno poremećeni i »maskirani« poznijim tektonskim pokretima. Pa i »otok« Medvednice bio je povremeno tektonski pokretan i »raskidan«. To je omogućilo krednoj transgresiji zahvaćanje pojedinih dijelova na glavnom bilu Medvednice, kako to zapažamo kod Rauchove lugarnice, južno od Stola, na Pepelačkoj i na jugozapadnom dijelu gore od Štobolja prema Zakićnici.

Prema tome eruptivne stijene na sjevernoj strani Medvednice pripadale bi magmatskoj aktivnosti za vrijeme gornje krede, što je u skladu sa zapažanjima i zaključcima M. Heraka u Samoborskom gorju (1956) i Ivanščici (1960), gdje su dijabazi usko vezani za kredne sedimente. Magma aktivnost na Medvednici trajala je za vrijeme čitave gornje krede, počevši od najstarijeg njenog dijela do možda čak i najmlađeg. Nažalost na terenu nismo našli podataka, da li se ta aktivnost nastavila i u tercijaru.

U radu o hornblende-peridotitu u Medvednici (B. Crnković, 1960) naglašeno je da poseban problem predstavlja amfibol sadržan u ultrabazičnim stijenama, koji je sudeći po strukturnim osobinama stijene kristalizirao direktno iz magme. Daljnja istraživanja magmatita pokazala su da na sjevernoj strani Medvednice osim hornblende-peridotita nalazimo bazične i neutralne stijene bogate uralitskim amfibolom kao i tipičnom hornblendom. Hornblenda je kristalizirala ili kao završni član kristalizacije ili kadikad istovremeno s plagioklasom, s kojim se u tom slučaju, kako to pokazuju optička istraživanja uzajamno uklapa.

Hornblenda može kristalizirati iz magmatskih taljevina kao »primarni mineral« što dakako zavisi od raznih faktora. To su primjerice volatilni sastojci u magmi, koji pogoduju kristalizaciji minerala s hidroksilnom grupom. Na volatile, osobito vodu, upućuju u ovim magmatskim stijenama serpentinizacija i sosiritizacija. Tako S. J. Shand (1951) smatra da je sosiritizacija anortita uvjetovana djelovanjem vode. Tu se može spomenuti i transformacija ilmenita u leukoksen, koja po V. M. Goldschmidt (1958) pripada vrlo ranom stadiju hidrotermalnih promjena.

Za objašnjenje pojave hornblende u magmatskim stijenama može poslužiti po W. A. Kennedy - ju (1935) modificirani Asklundov dijagram za eruptivne hornblende. Ako u taj dijagram unesemo podatke za MgO, FeO i CaO (vezane u normativnim feromagnezijskim mineralima), tad će projekcije tačaka padati u Kennedyjevo polje za eruptivnu hornblendu, ili u blizinu toga polja (sl. 12). U dijagram su unesene



Sl. 12. Asklundov dijagram modificiran po Kennedyju sa vrijednostima MgO, FeO i CaO za stijene s modalnom hornblendom.

Područje I: Asklundovo polje piroksena

Područje II: Asklundovo polje nemiješanja – Kennedyjevo polje za eruptivnu hornblendu.

Fig. 12. Asklund's diagram modified after Kennedy with values of MgO, FeO and CaO for rocks with modal hornblende.

Area I: Asklund's field of pyroxenes

Area II: Asklund's field of unmixing of pyroxenes – Kennedy's field of eruptive hornblende.

vrijednosti oksida (crne tačke), kao i vrijednosti oksida vezanih samo u normativni piroksen (crni trokuti) i to za stijene s modalnom hornblendom.

Postanak hornblende može se objašnjavati i sa stanovišta mineralnih facija (F. W. Barth, C. W. Correns i P. Eskola, 1939, i H. Ramberg, 1952). U ravnotežnim dijagramima metamornih minerala (H. Ramberg, 1952) nalazi se i odnos plagioklas-hornblenda.

Razmatranja reakcijskih odnosa dovode do zaključivanja da između »pravih magmatita« i prelaznih metamornih tipova ne povlačimo oštru granicu, već da pri određenim uslovima pritiska i temperature kod kristalizacije magmatske taljevine određenog kemijskog sastava mogu nastati uslovi za »tipične metamorfne procese«. Takav slučaj imali bismo u nekim područjima očvršćivanja magme na sjevernoj strani Medvednice.

U Medvednici nalazimo magmatske stijene koje sadrže uz plagioklas i piroksen i hornblendu, te im kristalizacija pada u područje krivolje plagioklasa (P_1 i P_2), odakle divergira u područje kristalizacije »hornblenda + plagioklas« ili u područje »enstatit + plagioklas«.

Po Rambergu je asocijacija s hornblendom niskotemperaturna, ali je za nju karakterističan visoki pritisak(?). Pri kristalizaciji naime uz promjenu temperature dolazilo je zbog tektonskih pokreta i napona volatila i do promjena pritiska. Prema tome bi se djelovanje tektonike (pritiska) ogledalo s jedne strane u promjeni kristalne mrežnice piroksena (pojave struktura pješčanog sata i unduloznog potamnjenja), katalaziranju plagioklasa i drugih minerala, a s druge strane utjecalo bi i na formiranje novih mineralnih asocijacija, novih mineralnih facija. Prema navodu Ming-Shan-Suna (1957) visoki pritisak u stijeni može biti postignut i održan ako je oko magmatske stijene formirana tvrda kora, što je u Medvednici doista i utvrđeno terenskim istraživanjima.

Prema tome može se zaključiti da je kristalizacija magmatskih stijena na sjevernoj strani Medvednice vršena kod temperatura karakterističnih za kristalizaciju magmatskih stijena, ali uz promjene uslova pritiska i temperature tokom konsolidacije magme, što je uvjetovalo i razvoj niže temperaturnih mineralnih facija.

Treba napomenuti da je optičkim određivanjima plagioklasa posvećena osobita pažnja kako to preporuča Lj. Barić (1959). Mjerenja su dala podatke kuteva optičkih osi za visokotemperaturne i niskotemperaturne plagioklase, odnosno okupljanje oko crtkane linije (po Kaden) koja se na dijagramu nalazi između tipičnih visokotemperaturnih i niskotemperaturnih plagioklasa (W. E. Tröger, 1952).

Karakter sraslaca plagioklasa po kompliciranim zakonima ukazuje na tipove stijena očvršle naglim hladenjem. Na tabeli XI dat je pregled zastupljenosti pojedinih zakona po kojima su srasli plagioklasi (nazivi po A. N. Winchellu and H. Winchellu, 1951).

H. Ramberg (1952) daje približnu temperaturu kristalizacije mineralne facije »plagioklas + hornblenda« od 500° do 600° C, koja od-

TABELA - TABLE XI

Tabelarni pregled učestalosti sraslačkih zakona u plagioklasa
Tabular statement of participation of twinning in plagioclases

Sraslačka os <i>Twinning axis</i>	Sraslački šav <i>Composition face</i>	Ime zakona <i>Name</i>	Učestalost u % <i>Partici- pation in %</i>
⊥ (001)	(001)	manebaški <i>Manebach</i>	5
⊥ (010)	(010)	albitski <i>Albite</i>	19
⊥ (021)	(021)	bavenski <i>Baveno</i>	4
[001]	(010)	karlovarski <i>Carlsbad</i>	20
[010]	(001) ili or R S	aklinski A <i>Acline A</i>	
		periklinski <i>Pericline</i>	6
[100]	(001)	Ala A (esterelski) <i>ala A</i>	6
[100]	(010)	ala B (esterelski) <i>Ala B</i>	5
$\frac{\perp [001]}{(010)}$	(010)	albitsko-karlovarski <i>Albite-Carlsbad</i>	6
$\frac{\perp [010]}{(001)}$	(001)	manebaško-aklinski A <i>Manebach-Acline A</i>	5
$\frac{\perp [100]}{(001)}$	(001)	manebaško-ala A <i>Manebach-Ala A</i>	4
$\frac{\perp [100]}{[010]}$	(010)	albitsko-ala B <i>Albite-Ala B</i>	20

govara temperaturi procesa serpentinizacije od oko 500° C na niže (F. J. Turner and J. Verhoogen, 1951). Kao geološki termometar koji ukazuje na temperaturu u rubnom dijelu magmatskih stijena može poslužiti i mineralna asocijacija »tremolit - kalcit - kvarc« u kontaktnoj zoni gabra s krednim sedimentima. Po E. Ingersonu (1955 a i 1955 b) ova asocijacija odgovara temperaturnom rasponu (zavisno od pritiska) od 250° do oko 350° C, dakle prije temperature inverzije α -kvarca u β -kvarc. To je ujedno i temperaturno područje u kome nastaju ranije proučene metamorfne pojave i razvoj mineralnih facija.

*

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Jezgra Medvednice izgrađena je pretežno od orto- i para- metamorfita epimetamorfne facije zelenih škriljaca i mezometamorfne epidot-amfibolitske facije, te ostataka granatskog biotitskog škriljca s kornitom i žilne facije s epidotom, aktinolitom, kloritom, kvarcom i niskotemperaturnim albitom, sa znakovima jake dislokacijske metamorfoze i kataklaze (L. Marić, 1959). Pripada vjerovatno starijem paleozoiku, po D. Gorjanović-Krambergeru (1908) – prekarbonu, a po S. Miholiću (1958) – prekambriju.

Mlađi paleozoik na bokovima predstavlja karbon u marinskom razvoju s različitim varijetetima pelita (glineni škriljci s kvarcom, »mineralima glina«, sericitom, rutilom, kalcitom, kadikad turmalinom i hematitom), vapnenaca često mramoriziranih ili dolomitiziranih i u podređenoj količini škriljavih psamita (uglavnom kvarc pješčenjaka) i psefita (konglomerata). U gornjem dijelu mlađeg paleozoika – permu došlo je do izdizanja i postanka bazena s taloženjem evaporita (soli i gipsa). Uz jake kataklastične pojave u naslagama mlađeg paleozoika motrimo i niskometamorfne promjene u blizini magmatita kao i u graničnim područjima sa zelenim škriljcima, gdje je došlo do mramorizacije vapnenaca vjerovatno utiskivanjem »plutonske magmatske mase u sedimentnu seriju« (L. Marić, 1959).

Nakon kraće emerzije nastupila je trijaska transgresija. Dok je donji trijas u klastičnom razvoju, u gornjem dijelu donjeg trijasa i u srednjem trijasu prevladavaju karbonatske stijene. Trijaska naslage su u blizini magmatita nisko metamorfozirane i rekristalizirane.

Za vrijeme dijela gornjeg trijasa(?), jure i donje krede ovo područje se nalazilo u fazi emerzije (gornji trijas, jura i donja kreda nisu do sada u Medvednici paleontološki dokazani).

Gornjokredna transgresija zahvatila je potom veliko područje. Kredni sedimenti taložili su se u labilnom priobalnom području uz stalne oscilacije dna i magmatsku aktivnost. Sedimenti gornje krede su vrlo heterogeni, s čestim vertikalnim i horizontalnim izmjenama facija kao i međusobnim diskordantnim odnosima. Pelitski, psamitski i psefitski sedimenti ukazuju na petrografski karakter okoline sedimentacije, to jest na svoje porijeklo od zelenih škriljaca, naslaga mlađeg paleozoika, ali i na mogućnost postojanja izbojaka granitoidnih stijena, kojih nismo našli na površini, a što je međutim u skladu s podacima A. C i s s a r z a (1956) i L. M a r i ć a (1958 i 1959). Krajem gornje krede došlo je do konačnog izdizanja, tako da je Medvednica u toku tercijara otok oko kojega se talože priobalni sedimenti uz mjestimično formiranje bazena i povremene tektonske pokrete.

Prema tome prvo formiranje Medvednice pada vjerovatno već nakon staropaleozojskog paroksizma (?), kada tako formirano kopno daje detritarni materijal za postanak mladopaleozojskih naslaga. Tada bi bili formirani i prvi (glavni) lomovi koji su u kasnijim tektonskim poremećajima reaktivirani, da bi tek alpska orogeneza dala Medvednici konačan oblik i orografsko protezanje zavisno od starijih lomova.

Značajan dio u građi sjeverozapadnih padina središnjeg dijela Medvednice zauzimaju magmatske stijene gornjokredne starosti, koje s obzirom na način geološkog pojavljivanja, teksturne i strukturne osobine pripadaju abisalnim (visi nivo), hipoabisalnim i površinskim facijama i žilnim asocijacijama. Po terminologiji F. Y. Levenson-Lessinga pripadale bi »grupi primarne geosinklinalne ili ofiolitske magmatske formacije« (G. A. Kuznecov, 1960). U genetskom sistemu eruptivnih stijena (E. Szadessky-Kardoss, 1960 i E. Szadessky-Kardoss, G. Panto and V. Szeke Fux, 1960) s obzirom na teksturno-strukturne osobine i mineralni sastav, zatim na pojave nisko-temperatureske metamorfoze pripadale bi »ortomagmatima orogenog pojasa (ofiolitskom magmatizmu duž geosinklinalnih rovova na lomovima granice kontinenta i oceana)« i »difuzijskim i infiltracijskim metamagmatima s albitom, epidotom, kloritom i zeolitom zonom«. Od abisalnih tipova zastupljene su peridotitsko-gabroidne stijene koje po svojim karakteristikama, načinu geološkog pojavljivanja, obliku i zaliježanju, teksturi, strukturi i mineralnom sastavu pripadaju »alpskom tipu (alpine type)« peridotit-gabro kompleksa (T. P. Thayer, 1960) u kojemu je peridotit diferencijal bazične magme sa $Mg/Fe = 4,3$ i $3,4$ (u analiziranim uzorcima hornblende-peridotita), što odgovara vrijednostima odnosa kod H. H. Hessa (1938). M. W. Tyrrell (1955) upoređuje eruptivne faze orogenih ciklusa alpida, gdje za geosinklinalnu fazu veže ofiolite različitih doba u mezozoiku prihvaćajući poglede H. H. Hessa za tumačenje bazičnih i ultrabazičnih erupcija duž geosinklinala, ali još uvijek bez odgovarajućeg tumačenja porijekla natrija u visoko natrijskim stijenama, albitiziranim ofiolitima (»which remains an unsolved petrological mystery«).

Uporedimo li dakle rezultate petroloških istraživanja magmatita sjeverne strane Medvednice s najnovijim literaturnim podacima dolazimo do zaključka, da su ove magmatske stijene nastale magmatskom aktivnosti u geosinklinalnoj sredini za vrijeme gornje krede. Pojave na kontaktu magmatita i krednih sedimenata, uklapanje krednih sedimenata u magmatitima, staklasti rubovi magmatita prema krednom omotaču, utiskivanje magmatita duž slojnih ploha krednih sedimenata, albitizacija krednih kvarc pješčenjaka, kristalizacija žilnih asocijacija albita, epidota, klorita i kvarca u krednim sedimentima nedaleko dijabaznih masa, niskotemperatureske metamorfne promjene na rubovima dijabaza i gabra prema omotaču, mramorizacija i rekristalizacija, te dolomitizacija krednih vapnenaca u blizini dijabaza ili uklopljenih u dijabaz, uškriljavanje krednih sedimenata u kontaktnim zonama s masama dijabaza, interrekcija matriksa i odlomaka uslijed povišene temperature u blizini dijabaza (Tab. I, sl. 2), aktinolitizacija u uklopljenim kvarc pješčenjacima, pojave piroklastita na rubovima magmatita prema omotaču, kao i pojave interstratificiranog dijabaznog vitroklastičnog tufa u krednim sedimentima, pokazuju da su magmatske ekstruzije mlađe od jednog dijela naslaga gornje krede. S druge strane nalaz valutica magmatita u konglomeratima koji pripadaju višem nivou gornje krede i serpentina u oligocenskim konglomeratima ukazuju na najvjerojatniju gor-

njokrednu starost magmatske aktivnosti u geosiklinalnoj fazi alpskog orogenog ciklusa.

Na temelju dosadašnjih petroloških istraživanja u Medvednici, kojima su zahvaćeni metamorfiti facije zelenih škriljaca, magmatiti gornjokredne starosti, litološke osobine mladopaleozojskih naslaga i njihov odnos prema zelenim škriljcima, sastav detritusa krednih sedimentata, kao i karakter mineralizacije u mladem paleozoiku možemo izvesti zaključak, da u Medvednici možemo razlikovati tri faze magmatskih i metamorfnih procesa:

- I – staropaleozojska (?) faza s magmatitima gabroidne svojte i sedimentitima – danas metamorfiti facije zelenih škriljaca;
- II – mladopaleozojski »kiseli plutonizam« koji je izvršio metamorfne promjene i mineralizaciju u mladopaleozojskim naslagama, a koji je dokazan bušenjem istočno od Zagreba i mineralnom asocijacijom detritusa u krednim sedimentima (a daljnjim istraživanjem Medvednice u istočnom dijelu i nalazom granitoidnih valutica u bazi oligocenskih konglomerata);
- III – gornjokredna magmatska aktivnost alpskog orogenog ciklusa s niskometamorfnim promjenama.

Magmatske stijene od ultrabazičnih do kiselih natrijskih varijeteta pripadaju, kako to pokazuju istraživanja, diferencijacijskom nizu izvorne bazične magme obogaćene natrijem. Natrij bi mogao imati porijeklo iz marinskih sedimentata geosinklinalnog bazena, vlažnog, možda u dubljim dijelovima taljenog i asimiliranog omotača (?), odakle bi migrirao u silikatnu taljevinu koja je tako postala njime bogatija. Pošto natrij ne ulazi u minerale prve faze kristalizacije u većim količinama, kad kristaliziraju ultrabazični i bazični derivati, peridotiti i gabri, magmatski reziduum bi zbog toga bio još više obogaćen natrijem, čije je djelovanje izraženo u kasnomagmatskoj i postmagmatskoj fazi (albitizaciji).

Terenska i laboratorijska istraživanja u Medvednici su pokazala da je u gornjoj kredi bilo više magmatskih faza (najmanje tri!), pri čem peridotiti i gabri pripadaju najstarijoj fazi, dok su dijabazi i naročito natrijski varijeteti sa žilnim paragenezama koje sadrže albit, najmlađi. Natrij je s malim ionskim potencijalom predstavljao »semi-volatil« i kao takav igrao važnu ulogu pri postanku niskotemperaturnih, albitom bogatih mineralnih asocijacija, vršeci albitizaciju ne samo velikog dijela dijabaza i jednog dijela gabra, već mjestimice i sedimentnih stijena.

Magmatiti srednjeg dijela Medvednice predstavljaju dakle asocijaciju kalcijsko-natrijskih i natrijskih stijena nastalih kristalizacijskom diferencijacijom izvorne kalcijsko-natrijske magme u gornjoj kredi, koje su mjestimice u epizonalnim uslovima ravnoteže metamorfozirane do facija stijena sličnih zelenim škriljcima.

Primljeno 5. 1. 1963.

Zavod za mineralogiju, petrologiju i rudišta
Tehnološkog fakulteta Zagreb,
Pierottijeva 6

LITERATURA

- Barić, Lj. (1957): Eruptivi iz okolice Sinja u Dalmaciji uz kraći osvrt na eruptivne pojave kod Knina, Vrlike i Drniša. II Kongres geol. Jugosl., Sarajevo.
- Barić, Lj. (1959): O potrebi i mogućnosti što tačnijeg mikroskopskog određivanja plagioklasa. *Vesnik Zav. geol. geofiz. istraž. NR Srbije*, 17, Beograd.
- Barth, F. W., Correns, C. W. und Eskola, P. (1939): *Die Entstehung der Gesteine*. Berlin.
- Burri, C. (1959): *Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage (Methoden von Paul Niggli)*. Stuttgart.
- Cissarz, A. (1956): Lagerstätten und Lagerstättenbildung in Jugoslavien. *Raspr. Zavod. geol. geofiz. istraž. NR Srbije*, 6, Beograd.
- Coquand, H. (1857): *Traité des roches*. Paris.
- Crnković, B. (1960): Hornblende-peridotit na sjevernoj strani Medvednice. *Geol. vjesn.* 13, Zagreb.
- Četverikov, S. D. (1956): *Rukovodstvo k petrohimičkim peresčotam*. Moskva.
- Farquhar, O. C. (1960): Occurences and origin of the Hourglass structure. Report XXI Session Norden. Sect. 21. Copenhagen.
- Fedorov, E. S. (1901): O petrografičeskoj nomenklature. *Zapiska, predstavljena v biro VIII Meždunarodnom geol. kongr. Moskva*.
- Foetterle, Fr. (1861-62 a): *Aus Agram. Jahrb. geol. Reichsanst.* 12, pag. 82. Wien.
- Foetterle, Fr. (1861-62 b): *Geologische Karte von Kroatien. Jahrb. geol. Reichsanst.* 12, pag. 123. Wien.
- Gilluly, J. (1935): Keratophyres of eastern Oregon and spilite problem. *Amer. Journal Sci.* (5) 29, New Haven.
- Goldschmidt, V. M. (1958): *Geochemistry*. Oxford Univ. Press. London.
- Golub, Lj. i Vragović, M. (1960): Natrijski dijabaz i spilit kod Gotalovca u Hrvatskom Zagorju. *Acta geologica JAZU* 2, Zagreb.
- Gorjanović, D. i Pilar, Gj. (1891): *Manuskriptna geologijska karta Zagrebačke gore u mjerilu 1:75.000* Arhiv Zavoda za mineralogiju, petrologiju i rudništva, Tehnološkog fakulteta. Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1907): *Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges und die mit demselben im Zusammenhang stehenden Erscheinungen*. Abhand. Preuss. Akad. Wiss. 1907, Anhang. Berlin.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): *Geologijska prijedlogna karta krajevine Hrvatske-Slavonije i Tumač geologijskoj karti Zagreb (Zona 22, col. XIV) u mjerilu 1:75.000*. Zagreb.
- Heinrich, E. Wm. (1956): *Microscopic petrography*. New York.
- Herak, M. (1956): *Geologija Samoborskog gorja*. *Acta geologica JAZU*. Zagreb.
- Herak, M. (1960): *Kreda s ofiolitima u Ivanšćici (Sjeverozapadna Hrvatska)*. *Acta geologica JAZU* 2, Zagreb.
- Hess, H. H. (1938): A primary peridotite magma. *Amer. Journal Sci.* 35, New Haven.
- Hinterlechner, A. (1959): Spilitizirani diabazi v vzhodni Sloveniji. *Geologija, Razpr. poroč. Ljubljana*.
- Ilić, M. (1957): O pojavama albitskih trahita u okolini Brestovačke Banje. *Vesnik Zav. geol. geofiz. istraž., NR Srbije*, 13, Beograd.
- Ingerson, E. (1955 a): *Geological Thermometry. »The Crust of the Earth«*. *Geol. Society America*. Special paper 62.
- Ingerson, E. (1955 b): *Methods and problems of geological thermometry*. *Economic Geology*, 50, New Haven.
- Johannsen, C. (1899): *Über Gesteine von Pozoritta und Holbak*. *Jahrb. geol. Reichsanst.* 49, Wien.
- Kennedy, W. A. (1935): The influence of chemical factors on the crystalization of hornblende in igneous rocks. *Mineralogical magazine* 34, London.
- Kerr, P. F. (1959): *Optical mineralogy*. Third ed. New York.
- Kišpatić, M. (1895): *Potresi u Hrvatskoj*. *Rad Jugosl. Akad.* 122, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1897): *Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni*. *Rad Jugosl. Akad.* 133, Zagreb.

- Kišpatić, M. (1901): Rude u Hrvatskoj. Rad Jugosl. Akad. 147. Zagreb.
- Kišpatić, M. (1906): Manganov fayalit iz Zagrebačke gore. Rad Jugosl. Akad. 167. Zagreb.
- Kišpatić, M. (1910): Die Eruptivgesteine und kristallinischen Schiefer des Agramer Gebirges. Glasn. Hrv. prirodosl. dr. 30, 1-4. Zagreb.
- Koch, F. (1919): Fauna gornje krede Zagrebačke gore. Glasn. Hrv. prir. dr. 31, Zagreb.
- Koch, F. (1921): Die Fauna der oberen Kreide der Zagrebačka gora in Kroatien. Glasn. Hrv. prir. dr. 33/2, Zagreb.
- Kochansky-Devidé, V. (1962): Nova istraživanja gornjopaleozojskih mikrofosila Jugoslavije. Refer. V savet. geologa Jugosl. Beograd.
- Koržinski, D. S. (1962): Problem spilita i hipotezi vaporitaciji v svijetle novih oceanologičkih i vulkanologičkih danih. Izvestija Akad. nauk SSSR. Ser. geol. No 9 (sentjabr). Moskva.
- Kuznecov, E. A. (1956): Petrografija magmatičeskih i metamorfičkih parod. Moskva.
- Kuznecov, E. A. (1960): Magmatic formation and their classification. Report XXI Session Norden. Part 13. Copenhagen.
- Marić, L. (1935): O izvorima na Medvednici. Hrvatski planinar. 31, br. 11. Zagreb.
- Marić, L. (1958): Granitski pluton istok-sjeveroistočno od Zagreba. Zbornik radova Geol. inst. »Jovan Zujović«. 10. Beograd.
- Marić, L. (1959): Mineralne facije u metamorfnim stijenama Medvednice (Zagrebačke gore). Geol. vjesn. 12, Zagreb.
- Marić, L. i Crnković, B. (1961): Sedimentne stijene sanskog paleozoika u rudnoj oblasti Ljubije. Geol. vjesn. 14. Zagreb.
- Miholić, S. (1958): Nuklearna geologija. Geol. vjesn. 11. Zagreb.
- Ming-Shan Sun, (1957): The nature of iddingsite in some basaltic rocks of New Mexico. American Mineralogist. 42, Nos 7 and 8. Menasha.
- Nedela-Devidé, D. (1951-1953): Nalazi globotrunkana u Medvednici, Zrinjskoj gori. Boki Kotorskoj i okolici Budve. Geol. vjesn. 5-7. Zagreb.
- Nedela-Devidé, D. (1954): Izvještaj o proučavanju stratigrafskih i tektonskih odnosa gornje krede u Zagrebačkoj gori u 1952 godini. Ljetopis JAZU, 59. Zagreb.
- Nedela-Devidé, D. (1956): O proučavanju krede na sjevernim padinama Medvednice. Ljetopis JAZU, 61. Zagreb.
- Nedela-Devidé, D. (1957): Značenje globotrunkanida za rješavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji. II Kongr. geol. Jugosl. Sarajevo.
- Pamić, J. (1959): Spilit-keratofirska asocijacija stijena u području Jablanice i Prozora. Sarajevo. Doktorska disertacija. Zagreb.
- Pilar, Gj. (1881): Grundzüge der Abyssodynamik. Zagreb.
- Pilar, Gj. (1883): Rudarstvo u Hrvatskoj. Rad Jugosl. Akad. 68. Zagreb.
- Poljak, J. (1937): Novi prilog poznavanju stratigrafije Medvednice. Vesn. geol. inst. Jugosl. 5. Beograd.
- Ramberg, H. (1952): The origin of metamorphic and metasomatic rocks. Chicago.
- Rankama, K. and Sahama, Th. G. (1952): Geochemistry. Chicago.
- Shand, S. J. (1951): Eruptive rocks. New York.
- Spravočnije rukovodstvo po petrografiji osadočnih parod (1958). Tom I i II. Lenjingrad.
- Szadeczký-Kardoss, E. (1960): A genetical system of igneous rocks. Report XXI Session Norden. Part 13, Copenhagen.
- Szadeczký-Kardoss, E., Panto, G. and Szeky-Fux, V. (1960): A preliminary proposition for developing a uniform nomenclature of igneous rocks. Report XXI Session Norden. Part 13. Copenhagen.
- Tajder, M. (1947): Albitski dolerit iz Nakop potoka u Požeškoj gori. Geol. vjesn. 1. Zagreb.
- Thayer, T. P. (1960): Some critical differences between alpine-type and stratiform peridotite-gabbro complexes. Report XXI Session Norden. Part 13, Copenhagen.
- Tröger, W. F. (1935): Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin.
- Tröger, W. E. (1952): Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart.

- Turner, Fr. J. and Verhoogen, J. (1951): *Igneous and metamorphic petrology*. New York.
- Turner, Fr. J. (1961): *Opredelenije metamorfičkih faciji. Fizikohimičeske probleme formirovanija gornih parod*. Akad. nauk SSSR. Moskva.
- Tyrrell, G. W. (1955): *Distribution of igneous rocks in space and time*. Bulletin Geol. Soc. America. 66. New York.
- Vukasović, Ž. (1864): *Rudoslovlje i zemljoznanstvo*. Zagreb.
- Vukotinović, Lj. (1860): *Die Diorite mit den übrigen geognostischen Verhältnissen des Agramer Gebirges*. Sitzungsber. Akad. Wiss. 28, Wien.
- Wahlstrom, E. E. (1950): *Introduction to theoretical igneous petrology*. New York.
- Wahlstrom, E. E. (1955 a): *Petrographic mineralogy*. New York.
- Wahlstrom, E. E. (1955 b): *Igneous minerals and rocks*. New York.
- Williams, H., Turner, F. J. and Gilbert, C. M. (1954): *Petrography*. San Francisco.
- Winchell, A. N. and H. (1951): *Elements of optical mineralogy*. Part II. Descriptions of minerals. New York.
- Zavaricki, A. N. (1956 a): *Izvrženije gornije parodi*. Moskva.
- Zavaricki, A. N. (1956 b): *Izbranije trudi*. Tom I. Moskva.

B. CRNKOVIĆ

PETROGRAPHY AND PETROGENESIS OF THE MAGMATITES OF THE NORTHERN PART OF MEDVEDNICA MOUNTAIN

Medvednica Mountain extends north of Zagreb, the present explorations covering its north-western part.

The inner central part of the massif of Medvednica Mountain is built of green schists; according to L. Marić (1959), they belong to ortho- and para-metamorphites. In them we can differentiate a variety of massive, and one of schistose habit. Both these varieties do not differ as to their mineral composition but only as to their texture and structure. The massive variety belongs to the hypabyssal facies of ophitic gabbroid rock. The schistose variety belongs to the metamorphites of the lowest grade of the epizone, in the facies of green schists. To the ortho-metamorphites belong the amphibole-epidote-schist, chlorite-schist and magnetite-chlorite-schist. To the para-metamorphites belong marbly, seritized, chloritized, calcite and graphite schists as well as contact granate-chlorite-schists. Along these rocks are to be found numerous vein facies with epidote, actinolite, chlorite, quartz and low-temperature albite. Green schists represent in the stratigraphic sense most probably a definite sedimentary-magmatogene process of Old-Palaeozoic (?) geosyncline development. They received today's habit through subsequent metamorphoses.

The *Minor Palaeozoic* at the sides of the inner central part of the massif belongs to the Carbon and Permian in marine development. Here we find various types of pelitic rocks: shale, quartz-shale, quartz-sericite-shale, quartz-sericite-schist, hematite-quartz-schist, calcite-quartz-schist and quartz-sericite-silt-sandstone. Psammitic rocks (schistose wacke and schistose quartz-sandstone) and psephitic rocks (schistose conglomerate) are present in subordinate quantities. Sporadically one can find in larger quantities marbly limestone, limestone and dolomite. In the sediments of the Minor Palaeozoic we can notice two kinds of changes. To the first group belong cataclastic phenomena in tectonically disturbed areas and in the border belts with other stratigraphic members. These phenomena are: crushing of mineral constituents, mechanical rotation of constituents with crushing of the peripheral part, disturbance of optic indicatrix, micro-foldings, micro-cataclasing and schistosity. To the other group belong the following: increase of the degree of metamorphosis with crystallization of chlorite and actinolite, development of calcite idiomorphs, as well as the phenomenon of interreaction of particles with the matrix. A higher crystallinity is to be observed in the border zones towards the green schists or in the vicinity of magmatites. In

the Permian there occurred an upheaval with sedimentation of evaporites, salt and gypsum.

The *Lower Triassic* is transgressive and in clastic development. The Middle and Upper Triassic are in carbonate development (limestones and dolomites). Triassic sediments in the vicinity of magmatites are recrystallized and low-metamorphosed. In greater quantities is represented marbly limestone with larger porphyroblasts of calcite (Pl. I, Fig. 1). In the marbly limestone one can find in the form of thin inter-layers calcite-sericite-schist, calcite-quartz-sericite-schist, quartz-hematite-sericite-schist, and quartz-hematite-sericite-clay-schist.

During a part of the Upper Triassic (?), Jurassic and Lower Cretaceous this region was in a phase of emersion.

The Upper Cretaceous transgression covered a large region. *Cretaceous sediments* were deposited in the labile coastal region with permanent oscillations of the bottom and magmatic activity. The sediments of the Upper Cretaceous are very heterogeneous. There exist frequent horizontal and vertical alterations of the facies. The Upper Cretaceous nature of these sediments was determined by the finds of numerous macro- and micro-fossils (D. Gorjanović-Kramberger, 1908; F. Koch, 1919 and 1921; D. Neděla-Devidč, 1951-1953, 1954 and 1956). Developed are cenoman, turon and senon. Because of the genetic connection between the Cretaceous sediments and magmatic rocks, a more detailed petrographic exploration of the Upper Cretaceous was carried out. Thus we can differentiate in the Cretaceous several varieties of limestones, calcarenite, calcareous marl, marl, calcite-chert, calcite-radiolarite-chert, calcite-hematite-radiolarite-chert, hematite-radiolarite-chert, sericite-shale, shale, quartz-shale, quartz-sericite-schist, quartz-chlorite-schist, quartz-schist, quartz-sandstone, wacke, quartz-sandstone of the subgrauwackian type, quartz-calcarenite, subgrauwacke and conglomerates. Particularly conspicuous are the subgrauwackes in which among other components were found minerals which take their origin from granite. Found was also a particle of granite of micro-dimensions composed of quartz, feldspar and mica, which was granular in texture. The pelitic, psammitic and psephitic sediments point to the petrographic character of the vicinity of sedimentation. They take their origin from green schists and sediments of the Minor Palaeozoic, but suggest also the existence of outcrops of granitoid rocks which today are not to be found on the surface. At the end of the Cretaceous there occurred an upheaval, so that Medvednica Mountain was an island during the Tertiary, around which coastal Tertiary sediments were deposited, and in the Quarternary the products of chemical and mechanical weathering of the rocks, mainly clay and pebbles of various petrographic composition.

*

A conspicuous part in the structure of the north-western slopes of the central part of Medvednica Mountain is occupied by magmatic rocks. In view of the geologic manner of occurrence, the textural and structural characters belong to the higher level of abyssal, hypabyssal and volcanic facies as well as to vein associations. The parent magma, which produced various differentiates is calcium-sodium. By its chemical composition it is most probably situated between the chemism of normal and olivine-gabbro. As the earliest products of crystallization differentiation there crystallized from the magma olivine-gabbro and the ultrabasic varieties plagioclase-hornblende-peridotite and hornblende-peridotite, only in places cortlandite. The ultrabasic differentiates are scantily represented on the surface. The span between the various crystallization differentiates of the basic neutral and acid types of rocks is very wide. We can find here normal gabbro, uralite-gabbro, uralite-amphibole-gabbro, amphibole-gabbro, amphibole-gabbro-diorite and gabbro-diabase as the abyssal types. Gabbro in pegmatitic development of coarse-granular texture was found only in two localities. Amphibole-gabbro predominates. Of the hypabyssal types we can note a whole spectrum of different types of diabases. Among themselves they differ by the mineral composition and texture. They are the following: diabase (of the plagioclase it contains labrador), andesine-diabase, olivine-diabase (serpentinized), amphibole-diabase, andesine-diabase-porphyre, quartz-myrmekite-andesine-diabase, quartz-myrmekite-albite-diabase, oligoclase-diabase, albite-diabase, quartz-andesine-diabase, variolitic diabase and amygdaloidal diabase (melaphyr). Of volcanic rocks we find

albite-porphyre, albite-trachyte and volcanic diabasic glass. In several places we can witness pyroclastic rocks - volcanic breccias and diabasic tuff. Very frequent are also vein associations. The areal quantitative relations between the individual types of rocks obtained by measuring and computing their surfaces on the geologic map:

Diabases, together with volcanic rocks and pyroclastites cover	11,22 sq. km. or 95,42%
Gabbroes cover	0,53 " " 4,50%
Ultrabasic rocks cover	0,01 " " 0,08%

The mapping covers a total area of about 35 sq. km.

Individual types of magmatic rocks were examined in detail both microscopically and chemically.

Hornblende-peridotite was studied in more detail from a locality north of Puntijarka (B. Crnković, 1960). Besides this locality it was also found in another two places, with the same properties as the described one. The main mineral is *olivine*, with 17-27% of fayalite and $2V_X = 84^\circ-88^\circ$. It is usually serpentinized. The amphibole belongs to a *Hornblende* of distinctly pleochroism (reddish-brown - brownish - almost colourless), $2V_X = 40^\circ$ and $c \wedge Z = 9^\circ-24^\circ$. It is irregular in shape and poikilitically a corroded and resorbed olivine. The pyroxene is a rhombic *bronze* with 12,5-17% of ferrosilite and $2V_X = 90^\circ-80^\circ$, or a monocline *diopside* with $c \wedge Z = 42^\circ$. The pyroxenes are uralitized at the periphery. Of opaque minerals we can notice *chromite* and powdered *magnetite* along cleavage with *serpentine*. Of secondary minerals there are also *serpentine*, *actinolite* with $c \wedge Z$ about 18° , *opal* SiO_2 substance, *chlorite*, *bastite*, *zoisite* and *carbonate*. Chemical analysis No. 321 with petrochemical computations is to be found in Tables I-X (Analysis No. 1). Some samples contain small quantities of plagioclase up to a maximum of 5%. Chemical analysis of sample No. 316, in which there are plagioclase, is to be found with petrochemical computations in Tables I-X (Analysis No. 2).

Plagioclase-hornblende-peridotite as a transitory member to olivine-gabbro was found in several localities, viz. north of Puntijarka, west of Markov Travnik, and at Pepelačka, east of elevation 862. It contains about 35% of *olivine*, with $2V_X = 88^\circ$, which corresponds to a chrysolite with 18% of fayalite. The pyroxene is a *diopside* with $2V_Z = 55\frac{1}{2}^\circ-56\frac{1}{2}^\circ$ and $c \wedge Z = 41^\circ-44^\circ$. The pleochroic *hornblende* has $c \wedge Z$ about 20° . The plagioclase belong to a *bytownite* with 73% *an* and $2V_X = 89^\circ$. They are usually *sosiritized*. There is little *chromite* present. Of secondary minerals we can find *uralite*, *chlorite*, *serpentine* and *magnetite*. Chemical analysis of samples Nos. 45-55 with petrochemical computations is presented in Tables I-X (Analysis No. 3).

Olivine-gabbro was already described in detail by M. Kišpatić (1918). It is to be found developed only here and there, usually in regions with ultrabasites. The *olivine* is idiomorphic, with $2V_X = 84^\circ$, i. e. 25% of fayalite. The pyroxene is rhombic and monocline, and much weathered. The idiomorphically developed plagioclase belong to a *bytownite* with 88% *an* and $2V_X = 80^\circ$. Sometimes they are completely *sosiritized*. The amphibole is a pleochroic *hornblende* of well-marked pleochroism: X-brown, Y-reddish-brown, Z-reddish. $2V_X = 85^\circ$ and $c \wedge Z = 13^\circ$. It is irregular in shape, while poikilitically it includes olivine and pyroxene, or intergrowth with pyroxene. Of secondary minerals we find *zoisite*, *serpentine*, *uralite*, *chlorite*, *iddingsite*, *opal* SiO_2 substance, *magnetite* and *carbonate*. The structure is from hypidiomorphically granular to poikilitic, rarely pan-allotriomorphically granular.

Normal gabbro is a variety in which there occurs decrease of olivine and the increased of pyroxene. Usually it is much altered, both mechanically and chemically. The *plagioclase* are *sosiritized* and altered to *zoisite*, sometimes to *zeolite*. The *pyroxenes* are altered to *chlorite* and *calcite*. There are some quantities of *uralite*, smaller quantities of *hornblende*, furthermore *titanite*, *magnetite* and *limonite*, all of them being secondary products of primary components.

Uralite-gabbro and *uralite-amphibole-gabbro* constitute the transition from normal gabbro to amphibole-gabbro. The plagioclase belong to *labrador* and *andesine* when the composition varies between 60% *an* and 40% *an*. Oftentimes they are zony, when the core is of labrador and the rims of andesine or even of oligoclase. Of the pyroxenes we can notice only relicts surrounded by uralite. The hornblende possesses a well-marked pleochroism: X-yellowish-greenish, Y-greenish and Z-bluish-greenish, $2V_X = 66\frac{1}{2}^\circ$ and $c \wedge Z = 17^\circ$. Accessory are *apatite* and *ilmenite*. Secondary are *chlorite*, *actinolite* with $c \wedge Z$ about 15° , *leucoxene* and *limonite*. Sometimes *pyrite* is present. The structure is from allotriomorphically to hypidiomorphically granular.

Amphibole-gabbro is the most spread variety of gabbro. The plagioclase belong to a *labrador* with 57% *an*. They are usually *sosiritized*. As the only femic constituent it contains pleochroic *hornblende*. The pleochroism is X- from yellowish to yellowish-greenish, Y- brownish-yellow or greenish, Z- from greenish to bluish-greenish, $2V_X$ = from 77° - 83° and $c \wedge Z$ from 17° - 24° . Often there are *apatite*, *titanite*, *ilmenite* with *leucoxene*, *magnetite*, *actinolite*, *chlorite*, while *pyrite* is rare. Chemical analysis of sample No. 530 with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 4).

Pegmatitoid-gabbro is a coarse-grained variety with minerals which reach up to 3 cm. The plagioclase belong to *anorthite* and *bytownite*. Some are zony, when the core is more basic and the rim is of labrador. Of pyroxenes we can find relicts of *diallage* surrounded by an aureole of *uralite*. The diallage has a cleavage towards the planes (110) and (100), $2V_Y = 60^\circ$, $c \wedge Z = 37^\circ$, $a \wedge X = 20^\circ$ and $\beta 106^\circ$. Besides *uralite* it contains *hornblende* with $2V_X = 75^\circ$ and $c \wedge Z = 13^\circ$. Of secondary minerals we also find *chlorite*.

Amphibole-gabbro diorite is a transitory variety to diorite when in the rocks besides the more acid plagioclase from the order of *andesine* with 37% *an* we also find *quartz*. Besides the aforementioned we also find *hornblende*, *ilmenite*, *magnetite*, *chlorite*, *actinolite*, *zoisite*, *calcite*, *apatite* and *limonite*. Chemical analysis of sample No. 405-a-III with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 5).

Gabbro-diabase separates itself by its textural properties from the typical gabbros in that it possesses elements of ophitic structure characteristic of *diabase*, and it is to be found in the peripheral part of gabbro towards the typical *diabase*, or as varieties in larger masses of typical *diabase*. According to its mineral composition it does not differ from gabbro, nor from *diabase*.

Diabase was already studied by M. Kišpatić (1918). It is to be found distributed over large surfaces. It occurs in the form of sills, dykes and large stock. By its mineral composition it does not differ from typical gabbros. Thus it contains *labrador* and *andesine*. When the plagioclase are zony, the core is of labrador, while the rim is of andesine. The pyroxene belongs to *augite* and *titan-augite* with $2V_Z$ from 53° - 61° and $c \wedge Z$ from 41° - 48° , more rarely to *pigeonite* with $2V_Z = 48^\circ$ and $c \wedge Z = 45\frac{1}{2}^\circ$. It usually contains *ilmenite* with *leucoxene*. Secondary products are *sosirite*, *chlorite*, *calcite*, *actinolite*, *zoisite*, *epidote* and *limonite*. The structure is in the majority of cases ophitic, but also subophitic, intergranular and intersertal. If of the plagioclase *diabase* contains andesine, oligoclase or albite as primary components, and not the products of albitization, then such *diabases* are called *andesine-diabase*, *oligoclase-diabase* and *albite-diabase* respectively, in order to emphasize the primary nature of the plagioclase of a more acid character.

Special properties of *diabase* are *olivine-diabase* (serpentinized), with serpentinized olivine, and *amygdaloidal diabase* (*melaphyr*). Chemical analysis of *andesine-diabase*, sample No. 398 with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 9). The pyroxenes are in places darkened in the form of the structure of the hourglass, which is the consequence of pressures which have disturbed the optic indicatrix.

Amphibole-diabase can be differentiated from other varieties only under the microscope. Of femic constituents it contains instead of pyroxene *hornblende* with pleochroism, negative angle of optic axis and $c \wedge Z$ up to 17° . Chemical analysis of sample No. 405-a-I with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 10).

Andesine-diabase-porphyre is a variety in which the plagioclase- andesines - more rarely pyroxenes - are developed as phenocrysts. There are plagioclase which are

secondarily altered filled with thomsonite - a product of alteration of Ca-Na-plagioclase.

Quartz-myrmekite-andesine-diabase and *quartz-myrmekite-albite-diabase* are varieties in which besides the other aforementioned constituents also *myrmekite* is developed, usually in the peripheral parts of the diabase bodies, as can be well observed at *Sokot* (Fig. 1, p. 87), where this variety is the peripheral facies of *andesine-diabase*.

A special variety is *variolitic diabase*, which is characterized by a variolitic structure, when rod-shaped to nearly needle-shaped plagioclase and pyroxenes form radiating, subradiating, sheath-shaped or irregular aggregates. Such structures are to be observed also in the diabase with spherical jointing. Chemical analyses of samples Nos. 504 and 444 with petrochemical computations are given in Tables I-X (Analyses Nos. 7 and 8).

Albite-porphyre is characterized by its pilotaxitic to hyalopilitic texture. Of phenocrysts it contains plagioclase-*albites* with an average content of 5% *an* and scanty colourless *pyroxenes*. The microlites of the plagioclase exhibit a fluidal structure. In the matrix besides the microlites of the plagioclase we can find colourless pyroxene, *chlorite*, *epidote*, *titanite*, «clay mineral», *pyrite*, *hematite*, *ilmenite* and *magnetite*, and frequently needle-shaped *actinolite* in larger quantities. Chemical analysis of sample No. 410 with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 12).

Albite-trachyte of trachytic texture with transitions to pilotaxitic and hyalopilitic texture was found in only one place, viz. north of Čep. It contains phenocrysts of *albite* in the matrix of microlites of *albite*, *chlorite*, *hematite* and some *quartz*. The finely dispersed *hematite* colours the rock reddish. Chemical analysis of sample No. 421-XI with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 13).

Volcanic glass is to be found in several places at the periphery of the described diabases and volcanic rocks. Through microscopic analysis it was established that there exist transitions from completely glassy types to true ophitic textures, sometimes also coarse-grained. In places we can observe tiny globulites which increase in size and go over into granular rock, or trichitic and dendritic crystallites (Pl. I, Fig. 4). Individual parts are devitrified and filled with fine-flaky *chlorite* and granular *epidote*. Chemical analysis of sample No. 414-e-I with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 11).

Volcanic breccias were found in many places in the peripheral zones of magmatic rocks towards the wall-rock. They represent particles of magmatic rocks or of sediments from the wall-rocks, cemented with lava or minerals of the late- and post-magmatic phases.

Diabase tuff was found over limited areas in several localities, of which that of the Stara Jama Brook is conspicuous. Here, the tuff is interstratified in sediments of the Upper Cretaceous (Fig. 2, p. 97). Chemical analysis of the vitroclastic tuff with quantities of particles of sediments of sample No. 649 with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 18).

Vein associations with parageneses of *albite*, *chlorite*, *quartz*, *actinolite*, *epidote* and *zoisite* are distributed over large areas. Conspicuous is the occurrence of such associations in Upper Cretaceous sediments (Pl. II, Fig. 6). Besides these associations we find veinlets of *calcite* and *siderite*, which are more or less limonitized.

Diabase and gabbro of small spreading - owing to relatively rapid cooling - do not exercise or exercise a small contact-metamorphic influence on their wall rocks. The diabase and gabbro of Medvednica Mountain possess a glassy or almost glassy overcooled periphery. Therefore we can speak in this instance of contact phenomena, more rarely of true contact-metamorphic phenomena.

In view of the character of mutual relations of individual petrographic elements we may classify the contact phenomena into the following groups:

- 1 - metamorphic phenomena of low-temperature facies;
- 2 - zones in which at the periphery of magmatic rocks towards the wall rocks there developed glassy, vitroclastic and pyroclastic phenomena;
- 3 - phenomenon of enclaves of sediments from the wall rocks;
- 4 - contacts between magmatic rocks.

Of the metamorphic phenomena of low-temperature facies we may mention the association quartz-calcite-tremolite in the border zone of gabbro and diabase towards the Cretaceous sediments north-east of Čep, amphibolite and zoisite-amphibole-schist of insignificant spread, marbly limestones and marble, into which are impressed diabase, chlorite-shale and quartz-calcite-chlorite-shale as an aureole around gabbro towards the wall rocks, and albitization of Cretaceous sandstones. Along with albitization there developed in places chloritization, epidotization and actinolization. Chemical analysis of albitized quartz-sandstone of sample No. 579 with petrochemical computations is given in Tables I-X (Analysis No. 14).

Along the borders of magmatite towards the wall rocks (Upper Cretaceous sediments) we can find in a number of localities glassy, vitroclastic and pyroclastic phenomena. Hence in the border zone the magmatites are overcooled, as a consequence of which these phenomena are preserved in places where the contact of magmatite towards the wall rocks was not disturbed tectonically later. In these zones are conspicuous also phenomena of enclaves of sediments in magmatites, which were found in numerous localities. Around the enclaves the diabase is as a rule glassy (Pl. II, Fig. 8 and Pl. III, Fig. 9). We should separately point out several characteristic vertical sections of relations between the diabase and sedimentary rocks of Upper Cretaceous age. This is in the first place the vertical section in the bed of the Podrina Brook, in which it is possible to see impressing of diabase into Upper Cretaceous sediments (Fig. 4, p. 106). Downstream from this section we find a contact of diabase with limestones. Here, diabase contains a larger quantity of enclaves of recrystallized and dolomitized limestone. In the Poljanica Brook we can also find diabase impressed into Cretaceous sediments with the accompanying contact phenomena.

Special attention should be paid to contacts among the magmatic rocks. Although there exist successive transitions of individual varieties of magmatites to one another, there can be observed also contacts between magmatic rocks of different ages. Thus we find north of Čep in contact amphibole-gabbro-diorite and amphibole-diabase. While the gabbro is of typical granular structure, the diabase is glassy along the contact itself, its mineral grains gaining in size farther away from the contact (Pl. III, Fig. 10). In the brook Jelena Voda north of Markov Travnik we can witness the same phenomenon in a length of about 500 metres. Here, diabase is in contact with various kinds of gabbro. Along the border the diabase is glassy, while farther away from the contact its grains are coarser. This indicates that it is younger and was rapidly cooled down towards the gabbro - overcooled, glassy. In the Bistra Brook were found pebbles in which we could observe three kinds of rocks of different ages: oldest - gabbro; younger - diabase; youngest - diabase (Fig. 5, p. 109). This occurrence testifies to three successive intrusions of magma. The oldest intrusion of magma gave rise to a granular gabbro rock, while the two younger ones were productive of diabases.

Besides, north of Markov Travnik we can notice a one-half-metre-thick vein of diabase in the gabbro.

In the magmatic rocks there occurred less or more pronounced epimetamorphic changes of the following types:

- 1 - albitization;
- 2 - chloritization, epidotization and actinolization;
- 3 - silicification;
- 4 - ankeritization, sideritization and calcitization (carbonatization).

On the northern slopes of Medvednica Mountain in the diabase masses we can find in many localities albitized rocks. These rocks contain a secondary albite produced by the albitization of more basic plagioclase, and they may be termed *spilites*. Among other features albitization is also manifested by the fact that the rock is crossed and re-crossed by numerous veins of albite. The albite which crystallized in the veins possesses in places the same optical and crystallographic orientation as the plagioclase in the rock. The albite in the vein, then, continued the crystallization to the plagioclase from the rock, performing at the same time its albitization (Pl. III, Figs. 11 and 12). In places albite crystallized as porphyroblast along milonitized zones. There are spilites which possess an amygdaloidal texture, some of the amygdules,

Field explorations of Medvednica Mountain in the elaboration of a geologic map yielded the following data:

The mutual relations of the individual stratigraphic members are mainly tectonic (faults), and in places they are also geomorphologically clearly expressed. The tectonics involves also the magmatic rocks, either in the peripheral parts towards the sediments, or within larger magmatic masses. Such tectonically disturbed magmatites can be found north of Puntijarka (see enclosed geologic map of hornblende-peridotite north of Puntijarka).

During the mapping work there were measured a larger number of planar elements in the individual stratigraphic members, as well as in the magmatites. The planar elements were not introduced into the geologic map, but there were constructed »collective diagrams« of the planar elements (bedding, schistosity and joints). From the data presented in the »collective diagrams« it is possible to draw the following conclusions:

1. The main maxima in the diagrams show that bedding, schistosity as well as the systems of joints conditioned by tangential and radial movements are in accord with the borders of individual stratigraphic members as well as with the direction of the magmatic intrusions.

2. The structures conditioned by the tectonics are of manifest SW-NNE direction (direction of Medvednica Mountain) and NW-SE direction (Dinaric direction), with clear aberrations.

The systems of joints are quite analogous to the structures established by M. Herak (1956) in the Samobor Mountains. These data confirm at the same time D. Gorjanovič-Kramberger's statements on the direction of the main and transversal fault lines. The longitudinal faults created the principal mass as well as the orographic direction of Medvednica Mountain, while the transversal faults contributed to the formation of the brook valleys of a whole series of brooks.

Individual types of magmatic and metamorphically altered rocks were chemically analysed (Tab. I). The chemical analyses served for petrochemical computations and calculations of the normative mineral composition after the CIPW method (Tab. II), of Niggli's values (Tab. IV), Niggli's bases (Tab. VI) and standard norms after Niggli (Tabs. VIII and IX), as well as of the characteristic and complementary coefficients of Zavaricki (Tab. X). The values obtained served for the elaboration of corresponding diagrams (Figs. 6-10). For graphic petrochemical representation Kuznjecov's method is very convenient (E. A. Kuznjecov, 1956, and S. D. Tchetverikov, 1956); it can be modified in the manner that we introduce into a definite coordinate system the values of Niggli's bases. In this way we shall get a vector diagram into which are introduced by means of the vector Niggli's bases grouped into petrochemically bound groups (Fig. 11). This diagram is very convenient for in one plane and in one diagram it is possible to represent the proportions of all the main oxides contained in the magmatic rocks. On this diagram it is possible to follow the crystallization differentiation by separating individual types of rocks as the products of differentiation or subsequent and later metamorphism.

On the basis of field observations, microscopic studies and petrochemical data it is possible to give a survey of the crystallization differentiation. The original magma is a calcic-soda one. The course of the differentiation was enacted in several directions.

I - In the direction of ultrabasic differentiates:
normal gabbro → olivine-gabbro → plagioclase-hornblende-peridotite → hornblende-peridotite.

II - In the direction of neutral differentiates of abyssal types:
normal gabbro → uralite-gabbro → uralite-amphibole-gabbro → amphibole-gabbro → amphibole-gabbro-diorite.

III - In the direction of hypabyssal types:
gabbro → gabbro-diabase → diabase → andesine-diabase → oligoclase and albite-diabase
- diabase → quartz-diabase / amphibole-diabase / myrmekite-diabase / diabase-porphyre.

IV - In the direction of volcanic types:

diabase → albite-porphyrite and albite-trychite → volcanic glass and pyroclastites (volcanic breccias and diabase tuff).

V - Parageneses of vein associations:

crystallization of magmatic residual liquids with the following associations: albite, chlorite, zoisite, actinolite, epidote, quartz, calcite and siderite.

Accordingly, the magmatic rocks situated on the northern side of Medvednica Mountain represent products of connected processes of a unique magmatic activity. In view of the phenomena at contact towards the Cretaceous sediments, low-metamorphic phenomena, glassy border facies, pyroclastites, enclaves of sediments from the wall rocks, interreaction particles-matrix in Cretaceous sediments etc., we can say that the magmatic activity is the Upper Cretaceous age. This conclusion is in accord with observations made in the neighbouring mountains (Samobor and Ivaničica Mountains) as stated by M. Herak (1956 and 1960). The magmatic activity in the Upper Cretaceous occurred on several times running of phases (at least three), as is visible from pebbles of the brook Bistra (Fig. 5, p. 109).

On the basis of petrologic explorations performed thus far in Medvednica Mountain, which have embraced metamorphites of the facies of green schists (L. Marić, 1959), magmatites of Upper Cretaceous age, lithologic characters of Minor Palaeozoic sediments and their relation to green schists, composition of detritus of Cretaceous sediments, as well as on the basis of the character of mineralization in the Minor Palaeozoic (A. Cissarz, 1956), we can reach the conclusion that in Medvednica Mountain it is possible to differentiate three phases of magmatic and metamorphic processes, viz.

I - Old Palaeozoic (?) phase with magmatites of the gabbroid clan and sediments - today metamorphites of the facies of green schists:

II - Minor Palaeozoic »acid plutonism«, which had brought about metamorphic alterations in Minor Palaeozoic sediments and mineralization, which was proved by drillings east of Zagreb, through mineral association of detritus in Cretaceous sediments, and, after the work was terminated, through finds of pebbles of granitoids in the basal Oligocene conglomerates of the eastern part of Medvednica Mountain.

III - Upper Cretaceous magmatic activity of the Alpine orogenic cycle with low-metamorphic alterations.

The magmatic rocks - from ultrabasic to acid soda varieties - belong accordingly, as shown by the explorations, to the differentiation series of »parent« basic magma enriched with sodium. The sodium could well have taken its origin from the marine sediments of the geosyncline basin - wet -, maybe in the deeper parts of a molten and assimilated wall rocks (?), from where it could have migrated and assimilated wall rocks (?), from where it could have migrated into the molten silicate mass, which thus became enriched with it. Because sodium does not enter into the minerals of the first phase of crystallization in any greater quantities when ultrabasic and basic derivatives (peridotites and gabbros) crystallize, the magmatic residuum becomes yet richer in sodium, the effect of which becomes manifest in the late- and post-magmatic phases (albitization).

Field and laboratory explorations in Medvednica Mountain have shown that in the Upper Cretaceous there existed several magmatic phases (at least three!) wherein the peridotites and gabbros belong to the oldest phase, while the diabases and especially the soda varieties with the vein associations containing albite are the youngest. Sodium constituted by its small ionic potential a »semi-volatile«, and as such it carried out the albitization of not only a large part of the diabases and a part of gabbros, but in places of the sedimentary rocks.

Hence, the magmatites of the central part of Medvednica Mountain represent an association of calcic-soda rocks produced through the crystallization differentiation of parent calcic-soda magma in the Upper Cretaceous, which were metamorphosed in places under epizonal conditions up to the facies of rocks similar to the green schists.

*Institute of Mineralogy, Petrology and
Ore Deposits, Technological Faculty,
Zagreb, Pierotti Street 6*

Received 5th January, 1963.

TABLA - PLATE I

1. Porfiroplasti kalcita i trakaste nakupine sitnokristalasta kalcita, sericita, opaka minerala i limonita u mramoriziranom vapnencu. Potok Rudnica. Pov. 58 X. Jedan nikol.
1. *Porphyroplasts of calcite and banded aggregations of fine-grained calcite, sericite, opaque mineral and limonite in marbly limestone. Potok Rudnica. Magn. 58 X. One Nicol.*
2. Interrekcija odlomci-matriks u onečišćenom kvarc pješčenjaku. Listićavi sericit iz matriksa prodiere u odlomak kvarcita. Torba. Pov. 95 X. + nikoli.
2. *Interreaction of particle-matrix in wacke. Flakes of sericite in matrix penetrates into particle of quartzite. Torba. Magn. 95 X. + Nicols.*
3. Mirmekit u kvarc-mirmekit dijabazu, Šokot. Pov. 95 X. + nikoli.
3. *Myrmekite in quartz-myrmekite-diabase. Sokot. Magn. 95 X. + Nicols.*
4. Devitificirano vulkansko staklo s dendritičnim kristalitima koji okružuju fenokristale. Peščenica. Pov. 98 X. Jedan nikol.
4. *Devitrified volcanic glass with dendritic crystallites surrounding phenocrysts. Peščenica. Magn. 98 X. One Nicol.*



1



2



3



4

TABLA - PLATE II

5. Struktura vulkanskog stakla. Pučeni Kamen. Pov. $58 \times$. Jedan nikol.
5. *Texture of volcanic glass. Pučeni Kamen. Magn. $58 \times$. One Nicol.*
6. Žila ispunjena albitom i kvarcom (a) u kvarc pješčenjaku gornjokredne starosti (b). Pronjak potok. Pov. $58 \times$. + nikoli.
6. *Vein filled with albite and quartz (a) in quartz-sandstone of Upper Cretaceous age (b). Pronjak potok. Magn. $58 \times$. + Nicols.*
7. Albitizirani kvarc pješčenjak gornjokredne starosti. Osredak. Pov. $95 \times$. + nikoli.
7. *Albitized quartz-sandstone of Upper Cretaceous age. Osredak. Magn. $95 \times$. + Nicols.*
8. »Anklava« onečišćenog kvarc pješčenjaka (a) u dijabazu (d). Dijabaz je uz »anklavu« staklast s fenokristalima plagioklasa i piroksena. Peščenica. Pov. $58 \times$. Jedan nikol.
8. *Enclave of wacke (a) in diabase (d). Diabase is glassy along the enclave with phenocrysts of plagioclase and pyroxene. Peščenica. Magn. $58 \times$. One Nicol.*



5



6



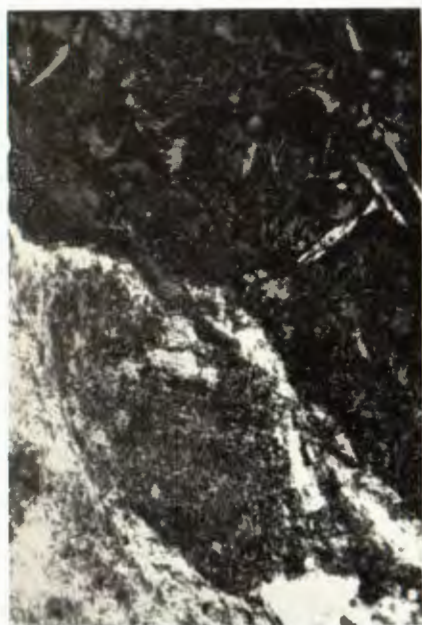
7



8

TABLA - PLATE III

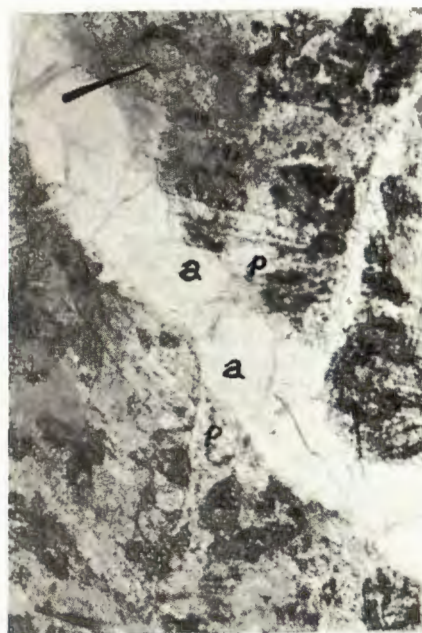
9. »Anklava« čerta u dijabazu. U »anklavi« je raspršeni igličasti aktinolit. Rub čerta prema dijabazu je od sitnolistićava klorita i sitnozrnasta epidota. Tu se »anklava« postepeno »stapa« s okolnim dijabazom. Čep. Pov. 95 ×. Jedan nikol.
9. *Enclave of chert in diabase. In enclave is dispersed a needl-shaped actinolite. Border of chert against diabase is of fine-flaky chlorite and fine-grained epidote. Here the enclave »successively weds« with surrounding diabase. Čep. Magn. 95 ×. One Nicol.*
10. Kontakt gabrodiorita (g) s dijabazom (d). Dijabaz je uz gabrodiorit staklast. Čep. Pov. 5 ×. Nabus.
10. *Contact of gabbro-diorite (g) with diabase (d). Diabase is glassy along the gabbro-diorite. Čep. Magn. 5 ×. Polished surfaces.*
11. Spilit - albitizacija. Albit (a) u žilici ima istu kristalografsku i optičku orijentaciju kao i plagioklas u stijeni (p). Divjak. Pov. 95 ×. Jedan nikol.
11. *Spilite - albitization. Albite (a) in vein has the same crystallographical and optical orientation as the plagioclase in the rock (p). Divjak. Magn. 95 ×. One Nicol.*
12. Isto što i sl. 25, samo + nikoli.
12. *Same as fig. 25, but + Nicols.*



9



10



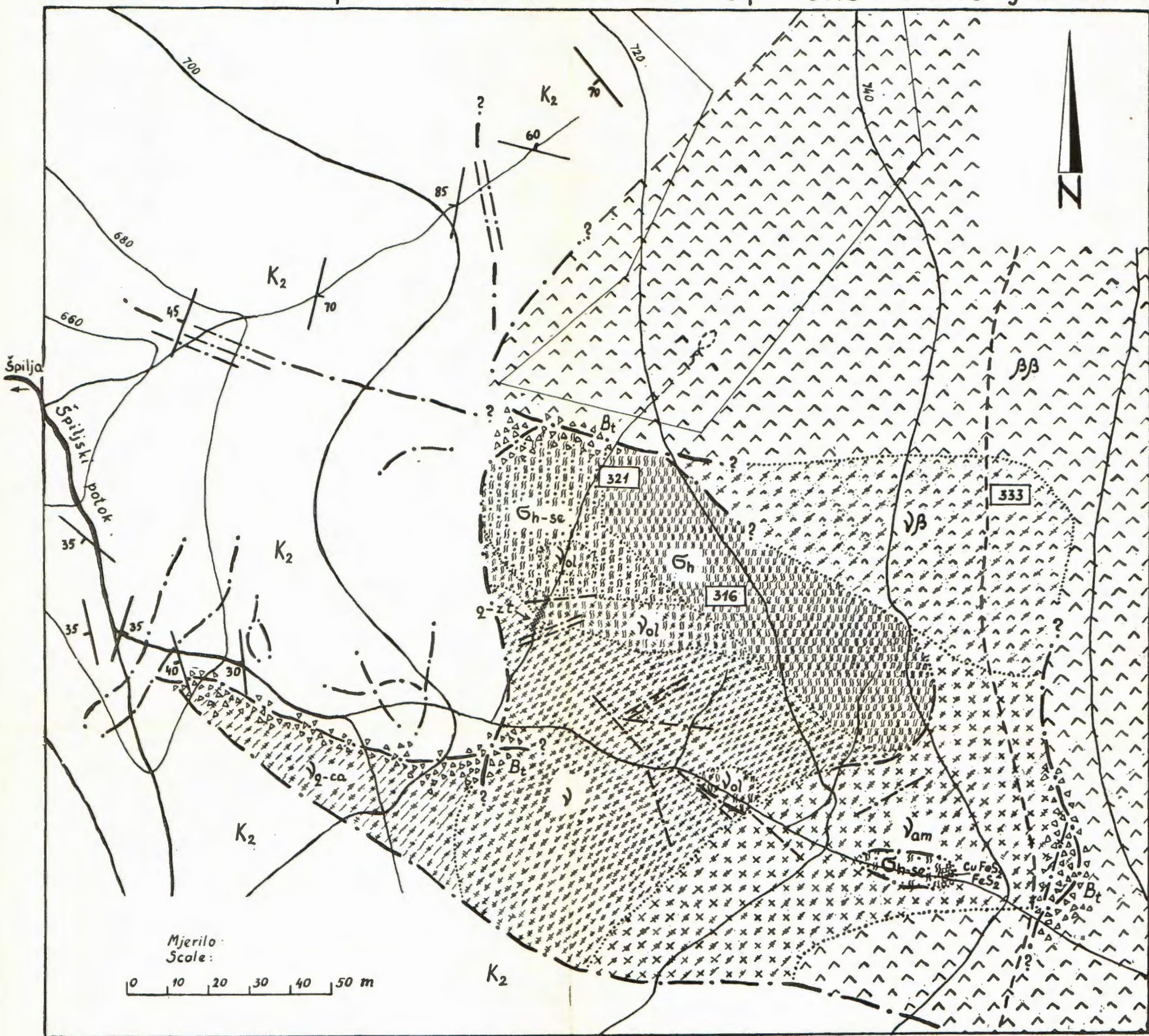
11



12

HORNBLLENDE-PERIDOTIT SJEVERNO OD PUNTIJARKE

Hornblende peridotite north of the Puntijarka



Legenda :
Legend :

- ββ Dijabaz
Diabase
- γβ Gabro-dijabaz
Gabbro diabase
- γam Amfibolski gabro
Amphibole gabbro
- γ Normalni gabro
Normal gabbro
- γ2-ca Silificirani i kalcitizirani gabro
Silicified and calcitized gabbro

- Vol Olivinski gabro
Olivine gabbro
- Gh Hornblende-peridotit
Hornblende peridotite
- Gh-se Serpentinizirani peridotit
Serpentinized peridotite
- q-zt Žile kvarca i coisita
Veins of quartz and zoisite
- CuFeS₂ Mineralizacija (halkopirit i pirit)
Mineralization (chalcopyrite and pyrite)
- FeS₂ Mineralizacija (halkopirit i pirit)
Mineralization (chalcopyrite and pyrite)

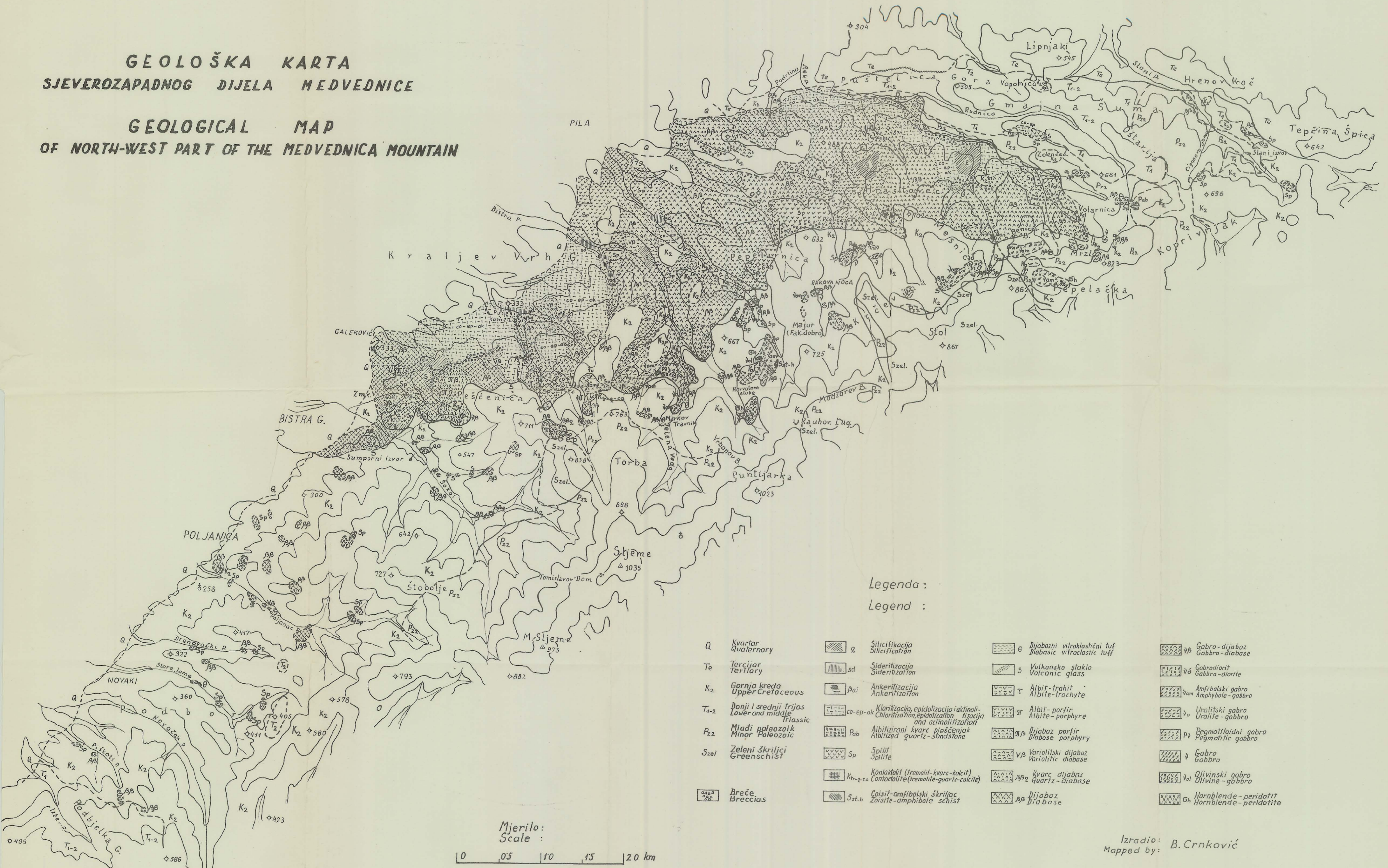
- Bt Tektonske breče
Fault breccias
- K₂ Gornja kreda
Upper Cretaceous
- Pružanje i nagib slojeva
Strike and dip of beds
- Pukotine i rasjedne granice
Joints and fault boundaries
- Kemijska analiza s brojem uzorka
Chemical analysis with number of the sample

Izradio
Mapped by B. Crnković

GEOLOŠKA KARTA SJEVEROZAPADNOG DIJELA MEDVEDNICE

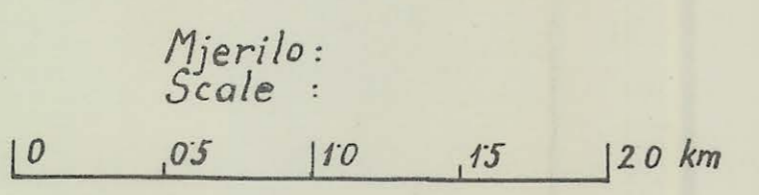
GEOLOGICAL MAP OF NORTH-WEST PART OF THE MEDVEDNICA MOUNTAIN

SLANI POTOK



Legenda :
Legend :

Q	Kvarlar Quaternary	q	Šilicifikacija Silicification	⊙	Dijabazni vitroklastični tuf Diabasic vitroclastic tuff	⊙	Gabro-dijabaz Gabbro-diabase
Te	Tercijar Tertiary	sd	Sideritizacija Sideritization	s	Vulkansko staklo Volcanic glass	⊙	Gabrodiorit Gabbro-diorite
K2	Gornja kreda Upper Cretaceous	pa1	Ankeritizacija Ankeritization	τ	Albit-trahit Albite-trachyte	⊙	Amfibolski gabro Amphibole-gabbro
T1-2	Donji i srednji trijas Lower and middle Triassic	co-ep-ok	Kloritizacija, epidotizacija i aktinolitizacija Chloritization, epidotization, tizacija and actinolization	⊙	Albit-porfir Albite-porphyre	⊙	Uralitski gabro Uralite-gabbro
P22	Mladi paleozoik Upper Paleozoic	pab	Albitizirani kvarc pješčenjak Albitized quartz-sandstone	⊙	Dijabaz porfir Diabase porphyry	⊙	Pegmatitoidni gabro Pegmatitic gabbro
Szel	Zeleni škriljci Greenschists	sp	Spilit Spillite	⊙	Variolitski dijabaz Variolitic diabase	⊙	Gabro Gabbro
brece	Breče Breccias	Kr-2-co	Kontaktolit (tremolit-kvarc-kalcit) Contactolite (tremolite-quartz-calcite)	⊙	⊙	⊙	⊙
		Sz-h	Coisit-amfibolski škriljac Zoisite-amphibole schist	⊙	⊙	⊙	⊙
				⊙	⊙	⊙	⊙



Izradio:
Mapped by: B. Crnković

Zatinice Brijeg. 583 589