

## NEOGENSKA MAGMATSKA AKTIVNOST NA JUGOISTOČNIM OBRONCIMA MEDVEDNICE (ZAGREBAČKE GORE)

*S 1 tabelom i 5 tabli u prilogu*

U miocenskim su naslagama jugoistočnih obronaka Medvednice utvrđene pojave subakvatičnih i submarinskih erupcija. U stratigrafskom pogledu vulkanizam se pojavio u tri sukcesivna geološka kata: u donjem helvetu, karpatu i donjem tortonu.

Mikroskopskim, kemijskim i mineraloškim ispitivanjima došlo se do zaključka da su vulkanogene komponente produkti iste magmatske faze riodacitnog sastava s kvarcom, plagioklasima (andezini visokotemperaturne modifikacije), hornblendom, biotitom, nešto malo piroksena. Stalno su prisutni apatit i cirkon.

U karpatskom i u prvim magmatskim pulzacijama donjotortonskog kata došla je do izražaja predomnacija hornblende i biotita, zatim samoga biotita, a iz pojave malih količina biotita uz izčezavanje ostalih magmatskih mineralnih sastojaka zaključuje se na slabljenje magmatske aktivnosti ispitivanog područja.

### UVOD I HISTORIJAT

Relativno kontinuirana sedimentacija u toku miocena na području jugoistočnih obronaka Medvednice započinje transgresivnom klastičnom serijom donjega helveta (Šikić, L., 1968), koja je donedavna pribrajana oligocenu, dijelom miocenu.

Donjohelvetske naslage obrubljuju staru jezgru gore (paleozoik) od sela Trnave prema sjeveroistoku ispunjujući na području sela Planine i Laza depresiju između jugozapadnoga i sjeveroistočnoga dijela Medvednice skrećući uskom zonom prema istoku do iznad sela Drenove.

Potpunom marinskom transgresijom dolazi do formiranja sedimentata gornjega helveta – određen kao karpat (Šikić, L., 1968) – koji gotovo na cijelom području prati donjohelvetske naslage ne ulazeći jedino u spomenutu depresiju, da zatim marinski sedimenti poprime najveće prostranstvo u širokim vodenim sredinama.

Geološka je prošlost ovoga područja karakterizirana i izvjesnim tektonskim zbivanjima. Pretpostavlja se naime postojanje čornog područja u okolici Čučerja u kojem se sastaju, odnosno ukrštavaju rasjedi starije

i mlade tektonske aktivnosti, dok se rasjedna linija u području Kašine smatra reaktiviranim dijelom Savskoga rasjeda. Tendencije ovih kretanja još uvijek dolaze do izražaja u visokoj seizmičkoj aktivnosti ovoga kraja.

Sistemi lomova – karakteristični za ovo područje – sijekući tvrdu podlogu temeljnoga gorja očevidno su bili pogodni kanali za izdizanje magme u vrijeme intenzivne napetosti prve i druge Štajerske orogene faze.

Prilično je ograničen broj ranijih radova u kojima se autori osvrću na pršince (tufove) kao produkte magmatske aktivnosti spomenutog područja.

Gorjanović-Kramberger (1908) spominje na području Bidrovec-Čučerje vulkanske morske pršince starijeg mediterana, odnosno bijele pršinaste lapore u izmjeni sa pješčenjacima, a pršinasti lapor s crnim tinjcima dovodi u vezu s podmorskim erupcijama (andezit). Ističe nadalje da je Zagrebačka gora dobila svoj izgled lomovima uz jugoistočni i sjeverozapadni rub (paleozoik ili kreda), dok su mladi poprečni lomovi doveli do otcjepljivanja Zagrebačke i Kalničke gore (orijentalno kopno) od istočnih Alpi. »Ovi lomovi« – navodi autor – »čine goru idealnim prijedjelom za tektonske potrebe; vulkanski su pak pojavi valjda češće uzrok da se oslobode napetosti koje vazda postoje u toj razdrtoj gori.« (str. 4)

Gorjanovićevim izvodima protivio se međutim Kišpatić (1918), kad kaže (str. 2): »U okolici Čučerja nisam našao nikakvog vulkanskog tufa, bili su tu samo 'tufni lapori' i osim 'tufnog' izgleda nije se vidjelo nikakvog traga submarinske erupcije niti pravih vulkanskih 'tufova'.« Kišpatić ponovno u zaključku na str. 21. tvrdi: »Osim masovnog izgleda nisam nigdje našao odgovarajući tuf, isto tako nigdje nisu utvrđeni proboji kroz mlade stijene niti ikakve pojave kontaktne metamorfoze na susjednim stijenama. Govorilo se, doduše, više puta o tome, ali se nijedamput nije pokušalo to dokazati.«

Kochanský (1944) također svraća pažnju na pojave bijelog mekanog pršince ispunjena listićima biotita na istom području. Izmjenu pršince sa čistim laporom, gustim i bez tinjaca, dovodi u vezu s podmorskim erupcijama, koje su se zbile u dubokom burdigalskom moru. (str. 176).

Kranjec (1963) prilikom geološkog kartiranja ovoga područja nailazi na pršince ispod konglomerata i pješčenjaka u izmjeni sa zelenkastosivim glinama i laporima. Mekane bjelkaste pršinaste lapore i zelenkaste gline isti autor susreće i na sjeverozapadnoj strani Zagrebačke gore (Tepčina Špica), te pojavu jednih i drugih svrstava u burdigal (str. 56 i 57).

Ovo nekoliko osvrta na pršince (tufove) potaklo me je da na osnovi petrografskih i petrokemijskih analiza detaljnije ispitam vremensko oživljavanje vulkanizma u sedimentima ovoga područja, sukcesiju i karakter zbivanja u odnosu na adekvatne pojave užeg i šireg područja Panonskog bazena. (Tabla V)

## STRATIGRAFSKI I LITOLOŠKI PREGLED

## Donji helvet

Na transgresivnim terestričkim naslagama donjega helveta došlo je do razvoja bioklastičnog vapnenca izgrađenog od fragmentarno-skeletalnog materijala školjaka sa nešto malo ostrakoda i sitnih ostataka riba. Optimalni razvoj školjaka predstavljaju debele kongerijske naslage, čije se prostranstvo može pratiti od sela Trnave prema Bidrovcu i Vidovcu, pa sve do iznad sela Donja Planina. U istočnoj zoni donjega helveta na području sjevernije od Kašine i Drenove nije došlo do ovog vapnenackog razvoja. Unutar tog kongerijskog vapnenca sa prilično visokim sadržajem kalcijevog karbonata (82<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-92<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) smješta se prva magmatska manifestacija predstavljena interkalacijama više-manje uslojenog čerta.

Moj prvi susret sa čertom bio je u blizini sela Vidovca. Njegove fizičke karakteristike i kasnija analiza mikroskopskog preparata bile su prve i sigurne informacije o pojavi silicijskog sedimenta unutar toga vapnenca. Diskontinuiran proslojak čerta promjenljive debljine (2-3 cm) tamnosmeđe boje u kamenolomu istoga vapnenca iznad sela Donja Planina bio je drugi nalaz sedimenta ovog tipa. Na relaciji između Trnave i Bidrovca, a na putu iznad male skupine seoskih kuća, treći je lokalitet čerta. Puteljak vodi kroz mekan zaglinjen usjek prekriven snešenim erozivnim materijalom. Nakon kraćeg uspona na ravnoj podlozi (po pružanju sloja) vrlo su oštri ulomci privukli moju pažnju. Bio je to opet čert. Na podlozi pločastog kongerijskog vapnenca našao se tu i tamo pod nanosom uslojeni čert, nejednake debljine 2-5 cm. Na svježoj lomnoj plohi uzorka vidjeli su se nesilificirani, zaostali žučkastobijeli nekontinuirani ulošci vapnenca sa neispunjenim šupljinicama, dok je prisutnost lumakela u crnoj gustoj osnovi čerta došla do izražaja u svijetlim zakrivljenim konturama. (Tabla 1, sl. 1)

U mikroskopskim preparatima uzoraka sa prva dva lokaliteta vidi se, da se izvršila potpuna silifikacija, dok se to ne može reći za uzorak sa trećeg lokaliteta, u kojem su zaostali korodirani i kao izrešetani ulomci lumakela, djelomično i u obliku nekompletne mreže od kalcijevog karbonata. Ovi ostaci upućuju na konsolidaciju silicijske supstancije prije nego što je kalcijev karbonat bio kompletno zamijenjen, pa je tako ostao sačuvan od daljnje akcije otapanja.

Organogena je struktura općenito ostala sačuvana. Izražena je tarnnim, djelomično opakim konturama rezidualne željezovite i glinovite supstancije, ili je markiraju koncentracije globulica i kvadratičnih presjeka heksaedara svježeg piritu veličine do 0,030 mm; tu i tamo ona je vidljiva u svijetlo obojenim (žučkastim) nepravilnim zonama nepotpune silifikacije.

Dok su centralni dijelovi organskih ostataka izgrađeni od kriptokristalaste do mikrokristalaste silicijske supstancije, dotle je uz vanjske rubove

ulomaka došlo do formiranja fibroznog i sferulitskog kalcedona, čija su vlakna i uzani vrlo izduženi kristalići usmjereni okomito na rubne zone ostataka ili su polukružni presjeci sferulitskih tijela poput rozeta nanižani uzduž rubova ili između pojedinih ulomaka ili žilica. Slobodni prostori i neispunjene šupljiniće primarnoga sedimenta ispunjeni su granularnim i mozaičnim kvarcom, kojemu veličina individualnih zrna doseže i do 0,135 mm. (Tabla I, sl. 2. i 3.)

Pored skupno iznesenih karakteristika u mikroskopskim preparatima čerta uzorak iz okolice Trnave zaslužuje posebnu pažnju, jer jedini unosi nešto svjetla u porijeklo silicijske supstancije. Radi se naime o tome da su konture organogenih relikata, izgrađene od gusto akumuliranih sićušnih kapljica vulkanskoga stakla, naznačene crnim rubom istisnute nečistoće. Među ukrštenim nikolima ove su akumulacije potpuno tamne. Na nekoliko je mjesta u preparatu bilo moguće izvršiti relativnu odredbu indeksa loma stakla pomoću Beckeove linije u odnosu na indeks loma kanadskoga balzama. Indeks loma stakla je niži, iz čega treba zaključiti na prisutnost kiseloga vulkanskoga stakla.

Osim jednog hipidiomorfnog zaobljenog feldspata sa inkluzijama paralelno orijentiranim pukotinama kalavosti veličine 0,075 mm, svježeg ali korodiranog kvarca veličine 0,090 mm, te nekoliko sićušnih kristalića apatita (odredba nesigurna), ništa se drugo nije opazilo u sastavu uzorka. Odsustvo terigenog materijala znači periodu ekstremnoga mirovanja, kada nikakav strani materijal nije s kopna unašan za vrijeme subakvatičnih izljeva vulkanskoga materijala. I odsustvo silicijskih fosilnih ostataka, koji predstavljaju jedan od izvora silicijske supstancije za formiranje čerta, može pored iznesenih opažanja potkrijepiti pretpostavku o porijeklu silicijske supstancije iz vulkanogenog materijala. U ovom momentu za svoje mišljenje nemam drugih dokaza.

## K a r p a t

Na hrptu što se spušta sa sjevera prema jugu, a dijeli sela Bidrovec i Vidovec s jedne strane i Fabijaniće i Trstenik s druge strane, nalaze se vulkanogene naslage druge magmatske faze ovoga područja.

Put po hrptu i uska staza koja se sa zapadne strane strmo uspinje prema tom putu bile su sretne okolnosti u otkrivanju ovih naslaga u području koje je obraslo vegetacijom.

U podlozi su naslage bjelkastosivog laganog tufa (pršince), koji je na svježem odlomku vrlo slabo zelenkastosive boje. Širina ovog malog izdanka od nekih 30 cm ne odgovara stvarnoj debljini, jer se samo iz rasporeda listića biotita naslućuju plohe slojevitosti. Vjerojatno se radi o naslagama debelim oko 1,5–2 m, jer opet naviše na samoj stazi one izbijaju na površinu. Tu se izmjenjuju tufitični bjelkastosivi homogeni proslojci bez tinjaca i zelenkastosivi sitnozrni tinjčasti pješčenjaci, a na samom putu nalazi se svijetlosivi tuf bez tinjaca.

U donjoj tufitičnoj jedinici nađeno je nekoliko dobro očuvanih školjki-  
ca i jedan ježinac.

U mikroskopskom preparatu u vitroklastičnoj strukturi tufa vulkanska je frakcija predstavljena bezbojnim staklastim matriksom i fragmentima stakla čije veličine variraju od 0,06–0,90 mm. Vulkansko staklo pokazuje svojstvene teksture i karakteristične forme. U preparatu se jasno opažaju okruglaste i izdužene čestice stakla s mnoštvom mjehurića koji su često izvučeni u kapilarne tanke cjevčice. Takve su čestice uzdužno isprutane. Katkada su ovi fini kapilarni sistemi otrgnuti, te oštro strše u neispunjene šupljine osnove. Brojne su također konkavkonveksno zakrivljene, polumjesečaste, viličaste i bodljama slične forme. Čestice i ulomci stakla potpuno su optički izotropni za razliku od osnove koja je tu i tamo slabo devitificirana, pa među ukrštenim nikolima izgleda kao mozaik sastavljen od sličnih čestica koje pokazuju slabe polarizacione efekte. Iz pomicanja Beckeove linije na granici stakla prema kanadskom balzamu očito je da se radi o vulkanskom kiselom staklu.

Karakteristična je osobina tufa da sadrži oštre angularne kristalne fragmente i resorbirana zrna. Tako npr. izgledaju primarni i bitni sastojci tufa: *kvarc* i *feldspati*. Koroziona je aktivnost vulkanskoga stakla katkada išla i dotle da je došlo do odvajanja dijelova istoga zrna.

Kvarc je angularan, izdužen, često kopljast, nepravilan, vrlo resorbiran, katkada raspucan. Vrlo je svjež unatoč tome, što često sadrži slične kapljice stakla. Zrna potamnjuju jednoliko ili undulozno.

Feldspati su općenito najkrupniji sastojci tufa. Istina, vrlo se rijetko susreću krupniji individuumi (veličine od 0,315–0,660 mm). Premda su kršeni, lomljeni, a katkada i zaobljeni, ipak su uvijek dobro istaknute njihove morfološke karakteristike i sraslačka građa. Vrlo su svježiji; većina često sadrže inkluzije plinova, stakla, a rjeđe i inkluzije minerala, koji su orijentirani paralelno pukotinama kalavosti ili su smješteni u same pukotine. Može se reći da je valovito potamnjeno češća pojava od jednolikoga. Izvjestan se broj feldspata odlikuje zonalnom građom koja se među ukrštenim nikolima ukazuje kao širok val potamnjena s ostrim demarkacionim linijama ili bez njih.

Osim dva do tri zrna rešetkaste građe, koja je svojstvena *mikroklinu*, po svemu sudeći većina njih su plagioklasi.

Na teodolitnom su mikroskopu izvršena mjerenja dvaju zrna plagioklasa. Dobiveni su ovi rezultati:

jedno zrno:  $D \frac{1}{2}, 28 \frac{1}{2}^\circ; 63^\circ; 82 \frac{1}{2}^\circ$  —  $\perp (010); 43 \frac{1}{2}^\circ$  an; NE  $1^\circ$   
 $2V = + 89^\circ$

drugo zrno:  $D \frac{1}{2}, 24 \frac{1}{2}^\circ; 66 \frac{1}{2}^\circ; 85 \frac{1}{2}^\circ$  —  $\perp (010); 37^\circ$  an; NE  $1 \frac{1}{2}^\circ$   
 $2V = - 76^\circ$

Iz ovih je podataka vidljivo da je plagioklas predstavljen andezinom izrazito visokotemperaturne optike.

Pri rješavanju plagioklasa služila sam se kvadrantnim dijagramom kako ga daje *S o b o l e v* (sl. 90a, 1964).

Karakteristični su sastojci *biotit* i *hornblenda*. Biotit je obilno zastupan. U rasporedu njegovih listića, čije se duljine kreću od 0,225 do 1,350 mm, dobro je istaknuta tendencija paralelizma. *Cirkon* i *apatit* su akcesorni minerali. Njihove će karakteristike, kao i karakteristike biotita i hornblende, biti prikazane kasnije u posebnom poglavlju.

Uz manje iznimke (plagioklasi) kristalni se detritus kreće u granicama sitnih zrna ispod jedne četvrtine milimetra. Po tome, kao i uzimajući općenito omjer stakla i kristalnih sastojaka, sastav stijene odgovara finom staklastom tufu prema klasifikaciji *P e t t i j o h n a* (1956, str. 331).

Uzorak tufa sa gore spomenutog nalazišta sadrži nadalje okruglaste i izdužene, neodredive čestice, unutar kojih se makar i slabo prepoznaju fosilne strukture ispunjene glaukonitom. Susreću se iglice silicijskih spon-gija, dok su radiolarije rjeđa pojava.

Druga je tufitična jedinica predstavljena alternacijom homogenog tu-fa bez tinjaca (biotita) i fino-zrnog tinjčastog pješčenjaka zelenkastosive boje sa slabim prelazom u smeđu boju. Proslojci čistoga tufa debeli su od 1,5 cm pa na manje sve do najfinijih milimetarskih laminacija. Gotovo idealno mirnu sedimentaciju praćenu jedino isto tako mirnim ritmičkim prinosom pjeskovite primjese zamjenjuje nemirno preradivanje i preta-ložavanje materijala. (Tabla II, sl. 1)

U mikroskopskom preparatu gustoga tufa vidljivo je isključivo vulkan-sko staklo izvučeno u vrlo sitna vlakanca formirana u snopiće nabacane jedne preko drugih, ali se u svemu ipak nazrijeva subparalelna orijenta-cija. Staklo je donekle zamućeno i već onečišćeno produktima izmjene kao i mrljama žučkastosmede i zelenkaste boje; otud i boja proslojaka i laminacija na uzorku. Svijetlosivi dijelovi uzorka odgovaraju pjeskovitoj frakciji sa kvarcom u predomnaciji. Kako se iz mikroskopskih preparata razabire, u obadvi je teksturne jedinice (laminiranom dijelu uzorka i dijelu sa kosom slojevitošću) vulkansko staklo osnovni sastojak. Akumu-lacija zrna finih veličina (do 0,06 mm), dobra sortiranost, detritični izgled jednog dijela kvarcnih zrna, smanjenje tufitičnih proslojaka i proslojaka gustoga tufa – sve to s jedne strane upućuje na uvjete sedimentacije u dubokom moru, a s druge strane na smirivanje magmatske aktivnosti.

Tabela mineralnog sastava teške frakcije analiziranih uzoraka pruža uvjerljivu ilustraciju o miješanju vulkanogenog i nevolkanogenog mate-rijala u sedimentacionom bazenu karpatskog kata.

### Donji torton

Čunjasti brežuljak, Tepčina Špica, što se strmo uzdiže iznad sela Gor-rija Planina, područje je treće neogenske magmatske manifestacije. Naj-strmijom i najkraćom stranom brežuljak se prema zapadu naslanja na kredne sedimente Medvednice, dok mu se ostale strane nešto mirnije, ali

znatno niže, spuštaju gubeći se dubokim potočnim jarcima u podnožjima ostalih uzvisina. Cijelo je područje oko vrha brežuljka u klastičnom donjotortonskom vapnenačkom razvoju koji se s južne strane spušta do poprečne staze glavnoga puta – koji sa zapada zaobilazi njegovu najstrmiju stranu – gdje dolazi u kontakt sa kredom. Prema istoku je zona nešto šira, dok je prema sjeveru ovaj razvoj najširi tonući pod mlađe marinske sedimente. Vapnenački su sedimenti više-manje dobro uslojeni sa generalnim padom prema sjeveru.

Ograničenje klastičnog vapnenačkog razvoja izvršeno je pomoću petrografskih analiza. Pri tom se radu i studij teških minerala pokazao kao pouzdan kriterij u istraživanju rasprostranjenosti tortonskoga mora.

Dok se u sastavu najkrupnijeg člana – kalciruditu više odražava raznolikost petrografskog sastava emergiranog područja, dotle je u kalcarenitu biodetritus u predomnaciji. Neki su uzorci izgrađeni isključivo iz mehanički akumuliranog biogenog skeletalnog materijala. Iznos kalcijevog karbonata u uzorcima varira od 60 do 80%.

Vulkanizam područja Tepčine Špice nosi obilježja submarinskih izljeva piroklastičnog materijala. Uklapajući se u nivoe donjotortonske formacije, vulkanogeni se produkti susreću kao individualne jedinice. Dolazilo je međutim i do potpune ili djelomične kontaminacije bazenskim vapnenačkim materijalom, djelomičnih intruzija i manjih proboja u formi žila. (Tabla III, slike 1–3)

Premda su uzorci iz malog odrona zemlje ispod poprečne staze s južne strane brežuljka uzeti u obradu s izvjesnom rezervom, zbog toga što to, izgleda, nije bilo njihovo primarno mjesto, ipak su mikroskopske analize, kao i analize teških minerala, dale dobre rezultate u pogledu magmatskih materijala, to više što su malo iznad toga odrona, u šumi, otkriveni autohtoni tufitični sedimenti na svom primarnom mjestu.

Tufitični uslojeni zelenkastosivi tinjčasti pješčenjak debljine 8 cm, zatim manje tinjčast pješčenjak debljine do 10 cm, te znatno čvršći pješčenjak debljine do 40 cm, otkriveni odronom zemlje, izgledom i raznolikosti sastava vjerojatno su prvi nosioci pirogenog materijala u ovom području. Spužvasti i porozni donji dijelovi najdeblje uslojenoga sedimenta sadrže u svojoj, pomalo smeđastoj osnovi angularne pločaste ulomke svijetlosivog gustog tufa čije se veličine kreću od 3 do 8 cm, zatim nešto čestica zelenosmedeg pelita, te nekoliko biogenih ostataka (školjčica).

Kako je vidljivo u mikroskopskom preparatu stijene, radi se o hibridnom sedimentu, mješavini vulkanskog i intrabazenskog biogenog sadržaja. Neke su od litogenih čestica relikti ranije magmatske aktivnosti. To su čestice finog staklastog tufa, zatim silificirani ulomci kalcilutita. Uzorak sadrži i nešto angularnih ulomaka tinjčastih škrljaca. Piroklastičnu komponentu sačinjavaju kvarc i plagioklasi, koji su znatno obilniji nego u prije spomenutom karpatskom katu, ali se odlikuju istim morfološkim osobinama (svježina, intenzivna resorpcija, inkluzije, sraslačka građa

plagioklasa i dr.). Obilan je biotit, dok se amfibol, a isto tako i apatit i cirkon vrlo rijetko susreću. Prema svom sastavu stijena je determinirana kao tufit.

Brojno zastupani biogeni ulomci (vapnenački), čije veličine dosežu i do 6 mm, potpuno su prožeti staklastom izotropnom supstancom. Među ukrštenim nikolima oni izgledaju kao izolirane, rastrgane i nepravilne čestice izgrađene od kalcijeva karbonata. S obzirom na indeks loma i ovo je staklo kiselo vulkansko staklo. Pod većim se povećanjem mjestimično vidi u staklu zelenkasta mikrolističava struktura.

Uzorak tufa, nađen u šumi iznad odrona na debelo uslojenom tipičnom tortonskom kalkarenitu, predstavnik je autohtonog magmatskog sadržaja. Zelenkastosivi, gusti, čvrsti tufitični sediment debljine oko 30 cm vrlo je oštrog loma. Na jednom se svježem fragmentu primjećuju dvije strukture; ona krupnijega zrna i sa mnogo biotita utiskuje se u sitnozrnatiju, gušću osnovu sa manje biotita. Kvarc i plagioklasi uz zrna mikrokлина jedini su sastojci uzorka. Ne vide se karakteristične forme stakla. Staklasta je osnova skoro homogena. Među ukrštenim se nikolima tu i tamo slabo nazrijeva mikrokristalasta silicijska supstancija kao početna faza kristalizacije. I ovdje je došlo do izdvajanja zelenkastih mikrokristalića. Ovo je biotitom najbogatiji tuf. U rasporedu biotitnih listića nema određene orijentacije. Pleohroizam biotita je izrazit od žute do tamnosmede boje.

Na teodolitnom su mikroskopu izvršena mjerenja plagioklasa, i to na dva zrna iz tufita i na jedrnom zrnu iz tufa. Dobiveni su ovi rezultati:

Uzorci tufita: 1)  $D_{1/2}$   $27\frac{1}{2}^\circ$ ;  $66\frac{2}{3}^\circ$ ;  $79\frac{1}{2}^\circ$  —  $\perp$  (010);  $46\frac{1}{2}\%$  an; NE  $4\frac{1}{2}^\circ$   
 $2V_1 = +84^\circ$

2)  $D_{1/2}$   $24\frac{1}{3}^\circ$ ;  $68\frac{1}{3}^\circ$ ;  $80\frac{1}{3}^\circ$  —  $\perp$  (010);  $41\frac{2}{3}\%$  an; NE  $4\frac{1}{2}^\circ$   
 $2V_2 = -89^\circ$

Uzorak tufa:  $D_{1/2}$   $28\frac{2}{3}^\circ$ ;  $63^\circ$ ;  $81\frac{1}{3}^\circ$  —  $\perp$  (010);  $44\%$  an; NE  $1\frac{1}{2}^\circ$   
 $2V_1 = +86^\circ$

Kako je vidljivo iz rezultata, plagioklasi pripadaju andezinu, i to visokotemperaturnoj modifikaciji.

Uzorak tufa uzet s lijeve strane glavnoga puta neposredno ispod kote po svojim fizičkim karakteristikama, a i po sastavu, predstavlja treću varijantu piroklastičnog materijala interstratificiranu u tortonskom vapnenačkom razvoju. Taj je tuf zelenkasto svijetlosive boje, vrlo lagan, pršinst, oštrog i nepravilnog loma. Lako se kida paralelno plohama slojevitosti na kojima je vidljiva nejednoliko raspoređena zelenkastosmeda, pomalo rdasta izlučena željezovita supstancija. Na presjeku okomitom na slojevitost ovo obojenje dolazi do izražaja u obliku kontinuiranih i diskontinuiranih finih smeđastih laminacija.



U mikroskopskom je preparatu vidljivo vulkansko staklo karakterističnih formi, ali veličine staklastih ulomaka ne prelaze 0,075 mm. Mjehuričaste čestice kao i fragmenti celularnoga oblika vrlo se rijetko susreću. Na rubovima, a i po samim staklastim ulomcima došlo je do izdvajanja zelenkastih finih listića, vjerojatno kao produkt izmjene stakla.

Fina laminirana tekstura uzorka opaža se u mikroskopskom preparatu ne samo po boji nego i po raspodjeli proslojaka u čijem je sastavu kvarc u predominaciji, zatim biotit i nešto malo apatita i cirkona. Plagioklasi se vrlo rijetko susreću. Širina je ovih pjeskovitih proslojaka do 0,5 mm. Dobro je naglašen paralelizam svih izduženih fragmenata stakla i listića biotita.

Uzorak je sličan uzorku pjeskovitog tufa iz karpata, ali s tom razlikom što je prerađivanje piroklastičnog materijala ovoga uzorka bilo znatno slabijeg intenziteta; osim toga nema tragova miješanja sa sedimentnim materijalom.

Tufitične se jedinice susreću i putem sjeverno od kote Tepčine Špice, uslojene u izmjeni sa donjotortonskim žučkastosivim kalkarenitima. Sive su boje, lagane, guste, bez biotita. Lome se obično u nepravilne komade koji podsjećaju na kocku; na njihovim se plohamo izdvojila žutosmeđa i rdasta željezovita supstancija koja je često vidljiva i kao crni pigment. (Tabla III, sl. 1)

Unatoč tim izmjenama u mikroskopskim je preparatima i dalje vidljivo vulkansko staklo, ali već znatno zamućeno, sa priličnim sadržajem glinovite supstancije. Tu i tamo se vidi po koji listić biotita i vrlo rijetko kvarc ili plagioklas. U jednom je uzorku ovih izmijenjenih tufova vidljiv čitav skelet silicijske spongijske mreže od pravilnih šesterokuta.

Po oskudnom vulkanogenom sadržaju uzoraka tufa zaključuje se na smirivanje magmatske aktivnosti na ovom području.

Donjotortonskoj piroklastičnoj formaciji pripada i modrikastosivi uslojeni tufitični sediment u blizini Trnave. Njegova je pripadnost određena pomoću analize teških minerala. Uzorak u mikroskopskom preparatu pokazuje asocijaciju vulkanskoga stakla sa ponekim zrnom svježega kvarca, plagioklasa, cirkona i bioklastičnog vapnenačkoga materijala. Vulkansko je staklo vrlo svježje, bistro, izotropno i nižeg indeksa loma od balzama. Staklom su ispunjene neke biogene forme. Uzorak sadrži 49,86% kalcijevog karbonata koji je prekrizaliziran. Prisutan je glaukonit. Uzorak je tufitični vapnenac (biokalkarenit). (Tabla II, sl. 4)

#### KEMIJSKE ANALIZE

Sastav dvaju uzoraka tufa, jednoga iz karpata i drugoga iz donjeg tortona, prikazuju kemijske analize, koje slijede. One su izrađene u Mineraloško-petrografskom zavodu Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu pod rukovodstvom predstojnika zavoda, prof. dr Miroslava Taja.

d e r a. Desno od stupca, u kojem su dani rezultati izvršenih kemijskih analiza, navode se podaci, proračunani za 100%, ako se ne uzme u obzir voda.

**Karpat**

uzorak iz područja Vidovec-Fabijanići

Analitičar: D. Sarvan

SiO <sub>2</sub>	67,09	72,55	Nigglijeve vrijednosti:	
TiO <sub>2</sub>	0,28	0,90	si	575
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,12	15,26	al	46,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,88	2,03	fm	16,46
FeO	0,44	0,43	c	13,9
MnO	—	—	alk	23,3
MgO	0,90	0,97	k	0,37
CaO	2,36	2,55	mg	0,45
Na <sub>2</sub> O	2,68	2,90	ti	1,2
K <sub>2</sub> O	2,40	2,60	p	0,77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,33	0,36	c/fm	0,34
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	6,29			
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1,08			
	99,85			

**Donji Torton**

Tepčina Špica – uzorak T

Analitičar: D. Sarvan

SiO <sub>2</sub>	62,23	73,72	Nigglijeve vrijednosti:	
TiO <sub>2</sub>	0,27	0,32	si	385
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,86	15,24	al	46,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,12	1,33	fm	20,12
FeO	0,39	0,46	c	27,30
MnO	—	—	alk	5,60
MgO	1,46	1,73	k	0,83
CaO	4,20	4,98	mg	0,65
Na <sub>2</sub> O	0,18	0,21	ti	1,1
K <sub>2</sub> O	1,22	1,44	p	1,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,48	0,57	c/fm	1,36
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	10,47			
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	5,08			
	99,96			

Na osnovi Nigglijevih parametara nije bilo moguće naći odgovarajući tip magme zbog toga, što su tufovi predstavnici submarinskog tipa vulkanizma, gdje je više-manje dolazilo do miješanja svježeg eruptivnog materijala sa sedimentnim detritusom. Može se reći samo to da su tufovi dosta bogati na *Al* i relativno siromašni na femskoj komponenti. Si je mogao svoj iznos povećati prinosom iz sedimenata. Znatan porast na *CaO* na račun alkalija u donjotortonskom tufu vjerojatno je rezultat kemijske interakcije u periodu prolaza vulkanskoga materijala kroz karbonatni sastav. Kontaminacija vapnenačkim materijalom u samom sedimentacionom bazenu druga je mogućnost obogaćivanja na kalciju.

Vremenski, a osim toga petrokemijskim i mineraloškim sastavom kao i načinom pojavljivanja, tufovi su ekvivalentni riolitnih i riocitnih faza subekventnog miocenskog magmatizma, čije se pojave susreću na području sjeverne i sjeveroistočne Mađarske (Szadecsky-Kardoss i dr., 1967, str. 161), te u centralnoj i istočnoj Slovačkoj (Březina & Buday, 1956, str. 178; Krystek, 1959, str. 127; Mahel' i dr., 1968, str. 628-665).

### Teški minerali

Zbog načina geološkog pojavljivanja piroklastičnoga materijala u sedimentnim stijenama smatralo se prikladnim da se pri obradi uzoraka primijeni i analiza teških minerala.

I doista, ne samo što je došla do izražaja asocijacija magmatskih i nemagmatskih minerala, nego je time bila omogućena kvalitativna i kvantitativna odredba minerala, što u mikroskopskim preparatima nije bilo izvedivo. Rezultati analiza vrlo će dobro poslužiti поблиjoj odredbi sastava magme.

Mineralni je sastav uzoraka tufova i tufitičnih sedimenata ispitivan u frakciji 0,045-0,150 mm. Separacija teške i lake mineralne frakcije izvršena je pomoću bromoforma spec. tež. 2,89. Mineralni je sastav uzoraka prikazan tabelarno. Procentualna se zastupljenost teške mineralne frakcije u uzorcima kreće između 0,08%—8,59%.

*Biotit.* U svim tufitičnim jedinicama on je glavni sastojak. Samo u uzorku Tv (Tepčina Spica) susreće se u tragovima. Taj uzorak je tortonski kalkarenit i uzet je u analizu jedino zbog korelacije. Biotit se u uzorcima obilno opaža, što je uvjetovano njegovom savršenom kalavosti. Procentualni iznos biotita u uzorcima od 9,7—45,2% više je odraz odnosno listića prema zrnatim mineralima nego što bi predstavljao njegovu stvarnu učestalost. U uzorku T<sub>III</sub> zastupan je sa 90%, što praktički znači da je uzorak u odnosu na teške minerale monomineralan. Opaža se prostim okom na uzorcima. Boje je tamnosmeđe do crne.

Biotit jedne i druge vulkanogene formacije razlikuje se bojom u preparatu. Biotit uzoraka karpata odlikuje se žutom bojom, dok se na vrlo tankim listićima primjećuje slaba nijansa zelenkastožute boje. Prisutno

je nekoliko listića svježje žutocrvene boje. Susreću se nepravilni i pseudoheksagonalni listići. Dvoosan je, optički negativan. Na tri je listića biotita teodolitnokonoskopski uz direktno namještanje obadviju optičkih osi izmjeren njihov kut. Rezultati su ovi:

$$V_1V_2 = -23\frac{1}{4}^\circ; -25\frac{1}{4}^\circ \text{ i } -23\frac{1}{2}^\circ$$

Disperzija kuta optičkih osi je  $r < v$

Biotit uzoraka donjotortonske vulkanogene faze smeđe je do tamnosmeđe boje sa slabom zelenkastom nijansom na rubovima vrlo tankih listića. Na nekim se listićima primjećuju tragovi kloritizacije.

*Hornblenda* je u uzorcima najobilniji magmatski mineral. U oba uzorka karpata količinski je jednako zastupljen (27 i 28%). U donjotortonskim uzorcima dolazi samo u tufitima. U ostalim je uzorcima vrlo rijetka pojava. U uzorku T<sub>IV</sub> na nekoliko zrna jedva da se još prepoznaju konture i vrlo blijedi ostaci kalavosti slabozelenkaste kloritizirane hornblende. (Tabla IV, red 3, zadnji desno u nizu amfibola)

Pod binokularnom je lupom hornblenda crna i samo je na tankim kalotinama providna u crnozelenoj boji. Pretežno su to lomljena, kršena i oštro nazubljena zrna ili kratke prizmatske krhotine. Ma kako ta zrna bila kršena, uvijek su dobro istaknute pukotine kalavosti. U mikroskopskom je preparatu žutosmeđe i zelenosmeđe boje. Intenzivnog je pleohroizma.

x	y	z
žutozelen	zelen	tamnozelen
blijedosmeđ	zelenkast	tamnozelen
zelenkastosmeđ	crvenkastosmeđ	crvenosmeđ

Modrozeleni nijansa vrlo je rijetka pojava. Opažena su samo dva do tri zrna u donjotortonskim uzorcima. Hornblenda se odlikuje istaknutim reljefom. Potamni koso. Prilično velikom broju zrna izmjeren je kut maksimalnog potamnjenja. Veličine se kutova uglavnom kreću od 11–16°, rjeđe do 22°. U debljim zrnima interferira u žutoj boji drugoga reda.

*Apatit* je stalan sastojak svih uzoraka. Procentualni iznosi variraju između 0,8 i 30,8%. To su kratka, stupačasta zrna i kristalići katkada poprečno lomljeni i člankovito razlučeni, rjeđe slabo zaobljenih bridova. Vrlo su svježiji. Katkada sadrže uklopke vulkanskoga stakla u vidu tanke niti paralelne osi c. Nekoliko se zrna apatita odlikuje izrazitim pleohroizmom jezgre koji se paralelno izduženju, tj. paralelno vibracionom smjeru ekstraordinarne zrake izrazuje u sivozelenoj ili zelenoj boji, a okomito na to u blijedo sivkasto zelenoj boji. Bistra, svježja i bezbojna zona oko pravilno formirane pleohroitične jezgre apatita uvjerljivo pokazuje da se tu radi o sekundarnom rastu oko obojenog varijeteta apatita, a ne o jezgri detritičnog izgleda. Optički je negativan. Potamni paralelno. Interferira u bijeloj do sivoj boji. Izduženje je negativno.

**Cirkon.** Prisutan je u svim ispitanim uzorcima, i to od 2,6%–16,6%. U uzorku tufitičnog vapnenca (biokalkarenita) zastupanost se cirkona penje do 60%. Najčešće se pojavljuje u dugim, tankim stupićima sa terminalnim plohama ili bez njih. Rjeđe je kratko stupačast. Često je kršen, korodiran vulkanskim staklom. Sadrži mineralne igličaste inkluzije i vulkansko stablo. Susreću se i zaobljena zrna. Redovito je bezbojan. Vrlo je istaknutog reljefa. Ističe se visokim lomom. Potamni paralelno. Interferira u živim modrim, zelenim i crvenim bojama.

**Pirokseni.** Od njih je zastupan *hipersten*. Iako ga je zahvatilo trošenje uzduž pukotina kalavosti i uz rubove, ipak je dobro vidljiv izraziti pleohroizam hiperstena u slabo zelenoj do delikatno slabo ružičastoj boji. Potamni paralelno.

Među monoklinskim je piroksenima na nekoliko zrna određen *augit*. Pleohroizam je jedva vidljiv: bezbojan do vrlo slabo zelene boje. Na jednom je zrnju izmjerena kut maksimalnog potamnjenja koji iznosi  $45^{\frac{1}{2}}^{\circ}$ .

*Kromit, magnetit i titanit* (sfen) su akcesorni.

#### ZAKLJUČAK S OSVRTOM NA VULKANSKE POJAVE UŽEG I SIREG PODRUČJA PANONSKOG BAZENA

Neogenski je razvoj vulkanizma u ispitanom području Medvednice u vremenu i prostoru kontroliran tektonskim zbivanjima.

U stratigrafskom su pogledu magmatskom aktivnošću obuhvaćene tri sukcesivna geološka kata ovoga područja: donji helvet, karpata i donji torton. Ovo kronološko označivanje zasnovano je na paleontološkim, petrografskim i mineraloškim ispitivanjima.

Prva manifestacija subsekventnog vulkanizma nosilac je materijala vrlo kiselog sastava. U subakvatičnu sredinu razvoja kongerijskog vapnenca utiskuje se vulkanogeni materijal i potiskujući kalcijev karbonat stvara diskontinuirane proslojke čerta na čitavom vapnenačkom razvojnem području. Relikti vulkanskoga kiselog stakla i odsustvo silicijskih fosilnih ostataka, koji bi predstavljali jedan od izvora silicijske supstance za formiranje čerta, zasad su jedini argumenti s kojima raspoloženi i na osnovi kojih iznosim ovo svoje mišljenje.

U karpata i donjem tortonu submarinske erupcije unose više-manje piroklastične materijale u široke vodene prostore, te stvaraju individualne vulkanogene jedinice (tufove), ili podliježu fizičkokemijskim interakcijama i kontaminaciji i pomalo poprimaju obilježja sedimentnih stijena formirajući tufite (hibridne stijene).

Teksturna obilježja piroklastita i alternacije različitih frakcija su geriraju ritmičke pulzacije erupcije što se naročito dobro može pratiti na području Tepčine Spice.

Osnovu ovih tufitičnih jedinica izgrađuje vulkansko kiselo staklo; u njoj su sadržani kvarc i neutralni plagioklasi visokotemperaturne optike. Osim nekoliko primjeraka feldspata rešetkaste građe svojstvene mikroklinu mora se na temelju kemijskih analiza pretpostaviti postojanje Na-K-feldspata. I u lakoj se frakciji susreću zrna nižeg indeksa loma od balzama.

Petrokemijsko je jedinstvo vulkanskih produkata uz neke iznimke ostalo sačuvano za vrijeme obadviju magmatskih faza.

Prisutnost hornblende u karpatskim i nižim donjotortonskim nivoima, zatim biotita, apatita i cirkona u svim submarinskim fazama potvrđuje njihovo genetsko jedinstvo. To ukazuje i na to da u spomenutom vremenskom razdoblju nije došlo do diferencijacije magme. Termičko je naprezanje izazvalo undulozno potamnjenje kvarca i plagioklasa, lom i kršenje te raspucavanje minerala.

Iz svega iznesenog proizlazi da su tufovi i tufitične naslage kiseloga sastava i da odgovaraju sastavu riolit-dacitnih stijena, odnosno riodacitu.

S tim u vezi napominjem da Kišpačić (1909, str. 149) – opisujući andezite u okolici Lepoglave i kisele eruptivne stijene nedaleko Vesi i Jesenja, koje je svrstao u dacit – smatra te stijene prelaznim formama, jer se prirodom ne podudaraju ni s jednom svojtom eruptivnih stijena. Pirau (1958, str. 114) je horizont vulkanskoga sivozelenog, rjeđe modrika-stozelenog tufa u finostrukturnom klastičnom sedimentu donjega tortona sjevozapadno od Krškoga polja u Sloveniji odredio kao dacitno-riolitni tuf u kojem se rjeđe susreću listići biotita. Po Kollmanu (1965) prvi ciklus štajerskoga miocenskog magmatizma dacitnog je sastava.

Biotitamfibolski i biotitni riodacitni tufovi sa područja Medvednice višestruki su ekvivalenti (vremenski, petrokemijski, kao i s obzirom na mineralni sastav i način pojavljivanja) kiselih vulkanskih varijanata (riolit, riodacit, dacit) koji u izmjeni s andezitom i andezitnim diferencijatima predstavljaju magmatsku provinciju mlađeg tercijara od Dinara do Karpata.

Neposredni uzroci izmjeničnih erupcija neutralnog i kiselog vulkanizma nisu mogli biti do danas utvrđeni. Raspodjela i rezultati strukturološkog istraživanja neutralnog i kiselog vulkanizma pretpostavljaju neovisne magmatske rezervoare na različitim dubinama tokom cijele vulkanske evolucije. Dok je andezitni vulkanizam kontroliran prilično dubokim tangencijalnim pukotinama, dotle riolitne erupcije slijede mnogo pliće radijalne pukotine. (Kováč i dr., 1968, str. 82)

Ovim putem zahvaljujem dr Lj. Bariću, što mi je pri izradi ovog rada pomogao svojim stručnim savjetima. Isto tako zahvaljujem dr M. Tadžeru za izvršene kemijske analize u laboratoriju Miner.-petr. zavoda Prirodoslovno-matematskog fakulteta u Zagrebu.

Primljeno 15. I 1969.

Institut za geološka istraživanja  
Zagreb, Kućska 2

LITERATURA

- Březina, J. & Buday, T. (1957): Rholitové tufity ve svrchním helvetu a sarmatu Dolnomoravského úvalu. Věst. Ústr. úst. geol., 32, Praha.
- Gorjanovič-Kramberger, D. (1908): Geologijska prijedgledna karta Zagreb. (Karta i tumaž). Geol. povjeren. Zagreb.
- Kišpatić, M. (1909): Mlade eruptivno kamenje u sjeverozapadnom dielu Hrvatske. Rad JAZU 177. Zagreb.
- Kišpatić, M. (1918): Die Eruptivgesteine und kristallinischen Schiefer des Agramer Gebirges. Glasnik Hrv. prir. društva, 30, Zagreb.
- Kochansky, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). Vjestn. drž. geol. zav. i hrv. drž. geol. muzeja, 2-3, Zagreb.
- Kollmann, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. Mitt. Geol. Ges. 57/2. Wien.
- Kováč, A. et al. (1968): Strontium Isotopic Ratios in Tertiary Igneous Rocks of the Tokaj Mountains, Northeastern Hungary. Acta Geologica, 12, Budapest.
- Kranjec, V. (1963): Geološko kartiranje jugozapadne polovine Zagrebačke gore. Fond str. dokum. Inst. geol. istr. Zagreb.
- Krystek, I. (1959): Petrografie tufitických hornin z oblastí vídeňské vnitrokarpatiské a vněkarpatiské panve. Geol. práce, z. 54. Bratislava.
- Mahel', M. et al. (1968): Regional Geology of Czechoslovakia. Part II. The West Carpathians. ČAV. Praha.
- Pettijohn, F. J. (1957): Sedimentary Rocks. New York.
- Pirau, H. (1958): Zur Stratigraphie und Tektonik jungtertiärer Ablagerungen im nordwestlichen Krško polje in Slowenien. Geologija, Razprave - Poročila, 4, Ljubljana.
- Sobolev, V. S. (1964): Fedorovskij metod. Moskva.
- Szádeczky-Kardoss, E. et al. (1967): Die Neuvulkanite Ungarns. Acta Geologica, 11, Budapest.
- Šikić, L. (1968): Stratigrafija miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na osnovu fauna foraminifera. Geol. vj. 21, Zagreb.

R. MUTIĆ

NEOGENE MAGMATIC ACTIVITY ON THE SOUTH-EASTERN SLOPES OF THE MEDVEDNICA (ZAGREBAČKA GORA) MOUNTAIN

In the Miocene deposits on the south-eastern slopes of the Medvednica there are evident signs of the occurrence of subaquatic and submarine eruptions. Stratigraphically, the volcanic activity took place in three successive geological formations: in Lower Helvetian, Karpatian, and Lower Tortonian. This chronological assignment has been established on the basis of paleontological, petrographical, and mineralogical examination.

The geological history of this area is characterized by definite tectonic activity. It is namely supposed that the surroundings of Čučerje represent a knot-like area where the faults resulting from earlier and more recent tectonic activities meet and intersect. These movements are still being reflected in seismic activity in this part of the area.

The fault systems - characteristic for this area - by which the hard underlying bedrock basement had been fractured, apparently represented suitable passages through which magma rose during the intensive tension stresses of the Styrian phase of orogeny.

The first phase of subsequent volcanic activity is characterized by the presence of materials exhibiting an acidic composition. Into the subaquatic environment of the Congeria limestone formation volcanogenic material had been intruded which, as it was forced through the calcium carbonate, led to the formation of discontinued chert intercalations over the entire area comprising occurrences of Congeria limestones. The outlines of organogenic relicts made up of acidic volcanic glass, as well as the absence of any silicious fossil remains that might represent one of the possible sources of the silicious substance in the formation of the chert, are the only arguments for the present, at the author's disposal and supporting his opinion.

During the Karpatian and Lower Tortonian, more or less pyroclastic materials were being brought by submarine eruptions into tracts of open water creating individual volcanogenic units (tuffs), or they were involved in physico-chemical interactions and contamination, gradually assuming the features of sedimentary rocks; forming the tuffites or hybride rocks.

The groundmass of these tuffitic units is composed of volcanic acid glass in which are enclosed quartz and intermediate plagioclase with high-temperature optical properties. Besides several feldspar grains, displaying the lattice (network) structure characteristic of microcline, it should be supposed, on the ground of chemical analyses, that Na-K feldspars are present. Also in the light mineral fraction feldspar grains are encountered exhibiting a lower refraction index than that of Canada balsam.

The petrological and chemical uniformity of volcanic products, with some exceptions, has remained preserved during both magmatic phases. The presence of hornblende in the Karpatian and the deeper Lower Tortonian, furthermore the presence of biotite, apatite and zircon in all submarine phases, proves their common origin. This is also an indication of the fact that in the mentioned period of time no magma differentiation occurred. Thermal tension stresses, however, resulted in undulatory extinction of quartz and plagioclase, the breaking, splitting, and cracking of minerals.

From all that has been said above, as well as from chemical analyses, it may be concluded that tuffs and tuffitic deposits are of acidic composition and that they correspond to the composition of rhyolite-dacite rocks and rhyodacite, respectively.

Biotite-amphibole and biotite rhyodacite tuffs from the Medvednica area are multiple equivalents (with respect to time, petrochemistry, as well as regarding mineral composition and occurrence) of acidic volcanic varieties (rhyolite, rhyodacite, dacite), which occurring in alternation with andesite and andesite differentiates, represent a Tertiary magmatic province extending from the Dinaric Mountains as far as the Carpathians.

Received 15th January, 1969.

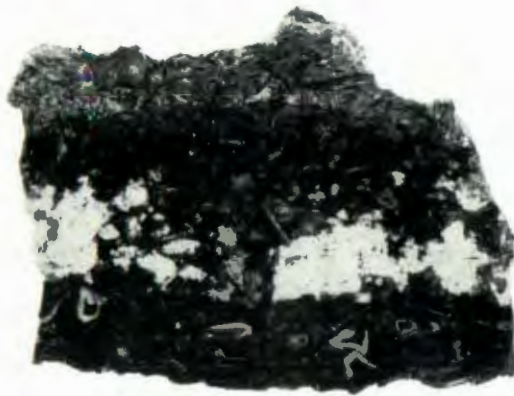
*Institute of Geology,  
Zagreb, Kupska 2*

TABLA - PLATE I

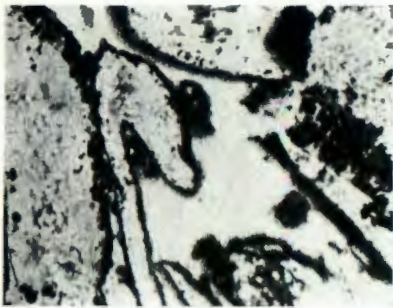
1. Čert - donji helvet (Trnava) (2/3)  
Chert - Lower Helvetian
2. Čert - donji helvet (66 X) (silificirani kongerijski vapnenac)  
Chert - Lower Helvetian (Silicificated Congeria limestone)
3. Isto što i slika 2, samo nikoli ukršteni  
Same as Fig. 2, but with crossed Nicols
4. Staklasti tuf (66 X)  
Vitric tuff
5. Isto što i slika 4, samo nikoli ukršteni  
Same as Fig. 4, but with crossed Nicols.

Foto: V. Mats

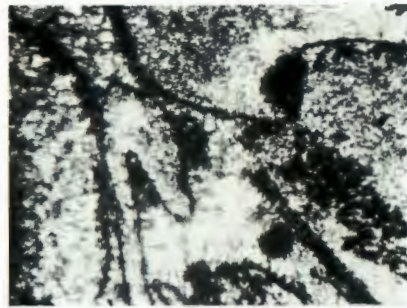




1

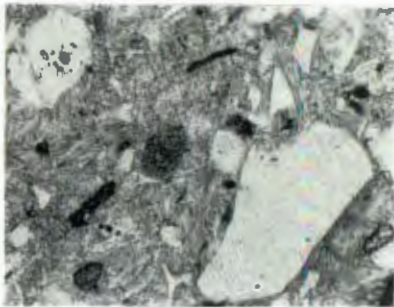


2

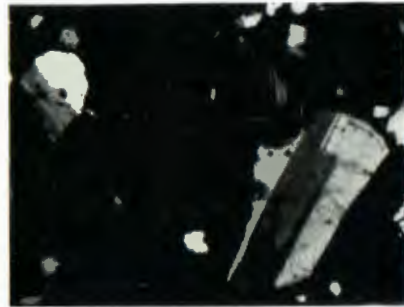


3

1mm



4



5

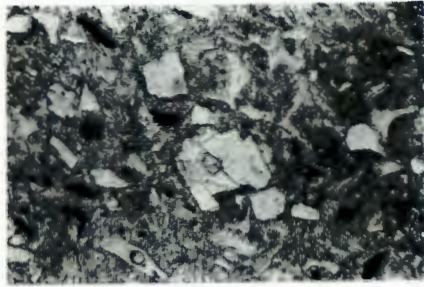
TABLA - PLATE II

1. Izmjena vulkanskog stakla i pjeskovitog tufa (2/3)  
Horizontalna laminarna i kosa slojevitost  
Alternation of volcanic glass and sandy tuff (2/3)  
Horizontal laminar and inclined stratification
2. Riodacitni tuf (plagioklas s inkluzijama vulkanskog stakla) (66 ×)  
Rhyodacite tuff (plagioclase with volcanic glass inclusions)
3. Riodacitni tuf (resorbiran plagioklas) (66 ×)  
Rhyodacite tuff (resorbed plagioclase)
4. Tufitični vapnenac (biokalkarenit) (66 ×)  
Tuffitic limestone (biocalcarenite)
5. Tufit (plagioklasi i biogeni vapnenački ulomci u osnovi vulkanskog stakla) (66 ×)  
Tuffite (plagioclases and biogenic limestone fragments enclosed in volcanic glass groundmass)
6. Biotit-riodacitni tuf (66 ×)  
Biotite-rhyodacite tuff.

Foto: V. Matz



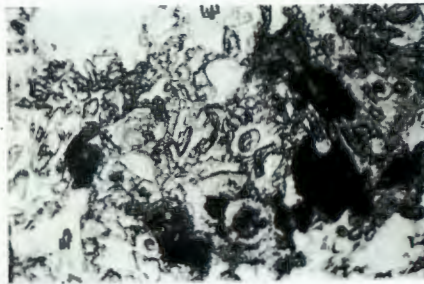
1



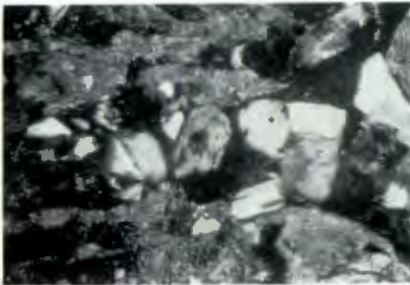
2



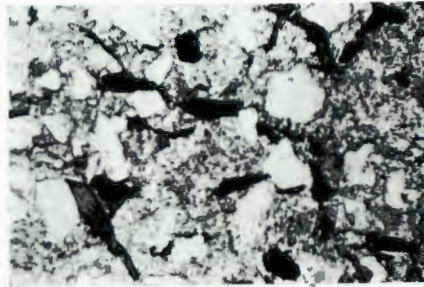
3



4



5

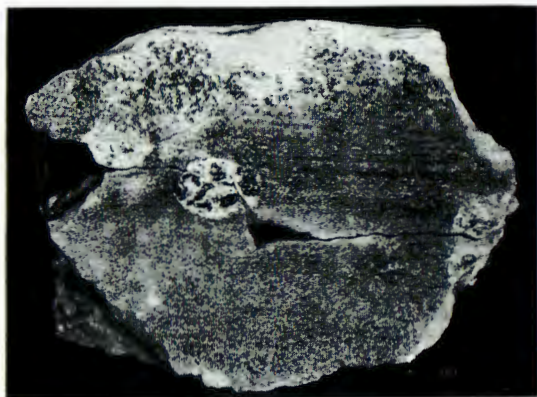


6

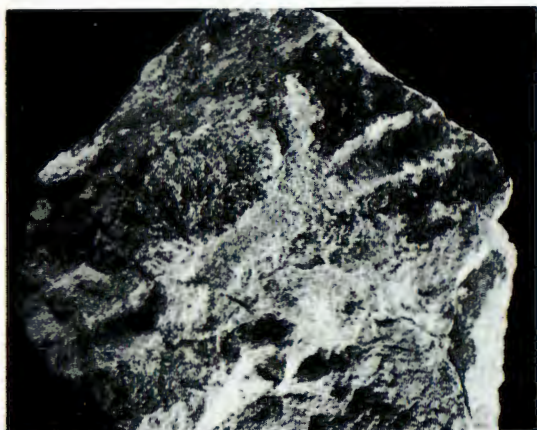
TABLA - PLATE III

- 1.-3. Intruzija vulkanogenog materijala u donjotortonški kalkarenit. Tepčina Špica  
(2/3)  
Volcanogenic material intruded into Lower Tortonian calcarenite
4. Tufit (zonalni plagioklas, mikroklin i biogeni ulomci u osnovi vulkanskog stakla)  
(66 ×)  
Tuffite (zoned plagioclase, microcline, and biogenic fragments in volcanic glass groundmass)
5. Kvarc u tufitu (66 ×)  
Quartz in tuffite.

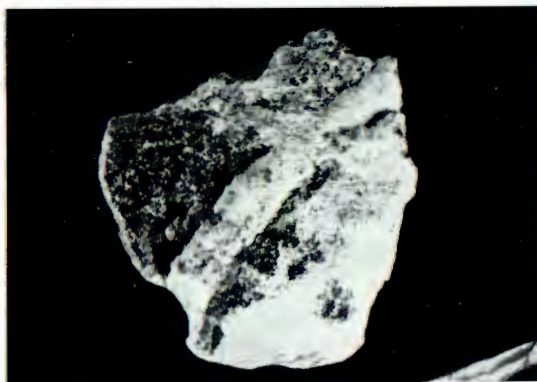
Foto: V. Matz



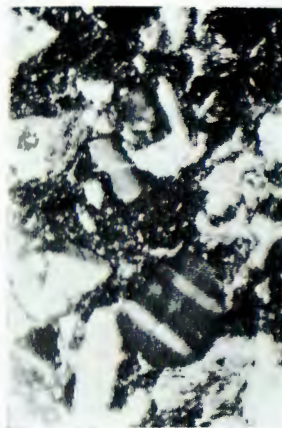
1



2



3



1/2 mm

4



5

TABLA - PLATE IV

Teški minerali (66 ×)  
Heavy minerals (66 ×)

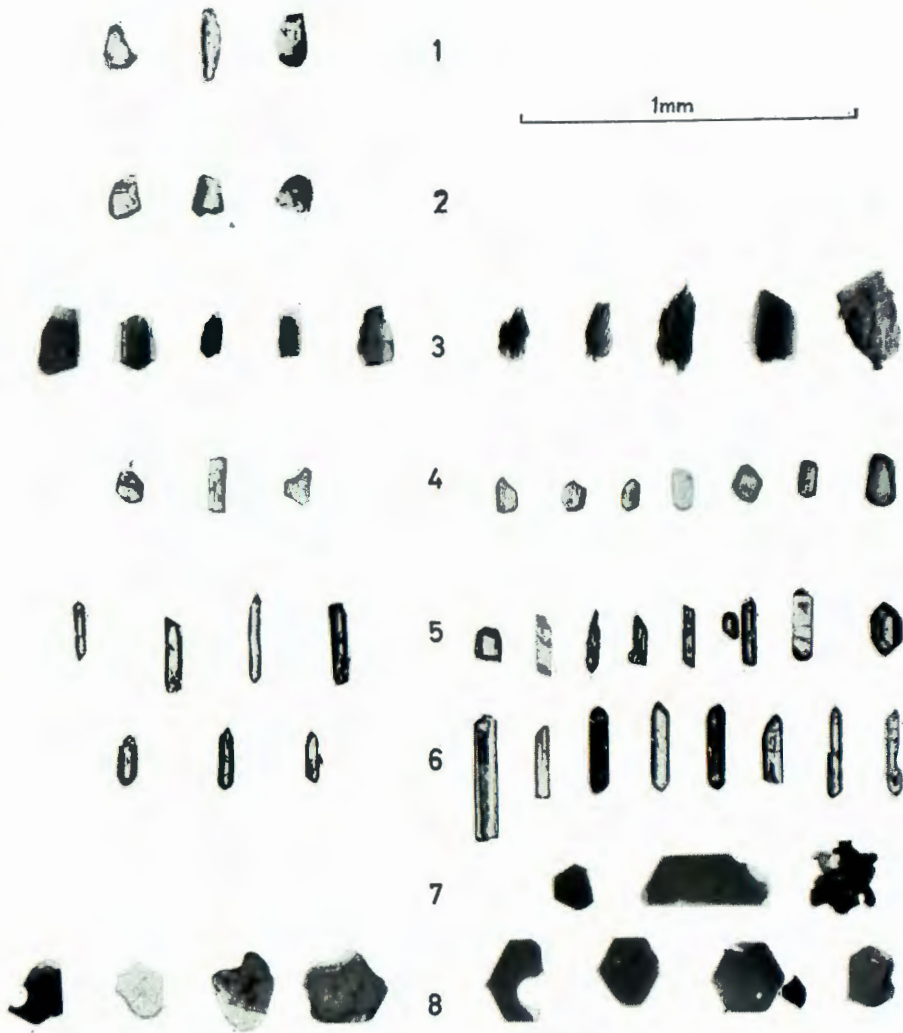
- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. hipersten<br>hypersthene | 4. apatit<br>apatite   |
| 2. augit<br>augite          | 5-6. cirkon<br>zircon  |
| 3. hornblenda<br>hornblende | 7-8. biotit<br>biotite |

Foto: V. Matz

MAGMATSKI MINERALI - MAGMATIC MINERALS

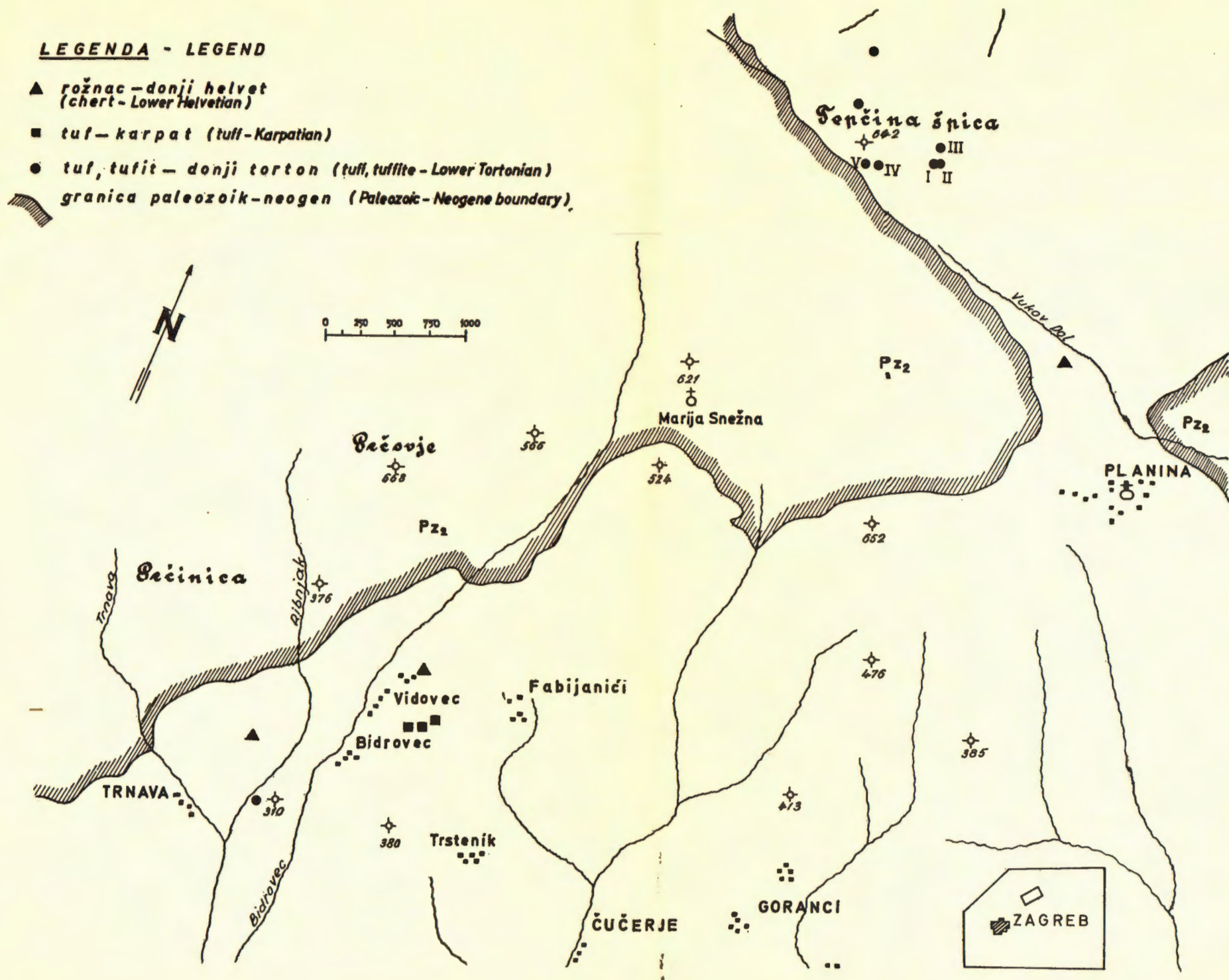
Karpat

Donji torton - Lower Tortonian



**LEGENDA - LEGEND**

- ▲ rožnac - donji helvet (chert - Lower Helvetian)
- tuf - karpatski (tuff - Karpatian)
- tuf, tufit - donji torton (tuff, tuffite - Lower Tortonian)
- ▨ granica paleozoik - neogen (Paleozoic - Neogene boundary)





Br. №	Mjesto Location	Starost Age	Magmatski minerali Magmatic Minerals									Metamorfni minerali Metamorphic Minerals									Ostali minerali Others Minerals		Ukupna količina teških minerala % Total quantity of the Heavy Minerals %	Dijametar frakcije mm Diameter of the Fraction Examined mm		
			Hypersthene	Monoclinic Pyroxenes	Hornblende	Biotite	Apatite	Zircon	Magnetite	Chromite	Sphene	Garnet	Staurolite	Kyanite	Andalusite	Glaucophan	Turmaline	Rutile	Brookite	Chloritoide	Epidot	Chlorit			Calcite	Pyrit Limonite
1.	Vidovec-Fabijanići	Karpat	3,1	2,6	28,7	37,8	7,9	4,9	—	1,7	0,6	1,8	—	—	—	0,4	0,7	0,4	—	1,5	1,7	2,2	0,6	0,9	2,00	0,045 — 0,150
2.	Vidovec-Fabijanići	Karpat	3,6	2,3	27,2	34,7	8,1	4,3	—	3,1	1,9	2,7	—	—	—	0,1	1,6	0,9	—	1,4	3,6	1,6	—	1,6	8,59	
3.	Trnava	Donji Torton	—	—	0,2	9,7	0,8	60,0	—	2,6	0,5	3,2	2,9	2,1	0,8	0,8	3,5	1,1	—	1,1	2,4	2,1	—	5,6	0,08	
4.	Tepčina Špica I.	Tortonian Lower	0,4	0,3	27,8	45,2	10,6	6,6	—	—	0,4	1,8	0,3	—	—	—	1,3	—	—	—	0,3	0,6	0,6	0,9	3,90	
5.	Tepčina Špica II.	Tortonian	—	—	46,6	18,6	3,7	11,0	0,8	0,7	2,2	5,7	2,7	0,5	—	—	2,7	0,5	0,5	—	0,5	0,7	—	1,2	1,35	
6.	Tepčina Špica III.	Tortonian	—	—	0,8	90,7	4,2	2,6	0,2	—	—	0,4	—	—	—	—	0,4	—	—	—	—	—	—	0,6	6,41	
7.	Tepčina Špica IV.	Tortonian	—	—	2,8	37,9	30,8	16,6	0,1	0,4	1,4	2,3	0,4	—	—	0,9	2,3	0,4	—	—	0,4	1,8	—	0,8	0,87	
8.	Tepčina Špica V.	Tortonian	—	—	—	0,7	11,2	7,8	—	2,8	3,5	20,0	8,1	0,5	—	1,7	13,6	6,3	1,0	1,2	1,2	8,6	—	11,4	0,58	