

Geol. vjesnik	34	63—69	4 table	Zagreb, 1981
---------------	----	-------	---------	--------------

UDK: 552.3+552.4+552.5

## Rezultati petrografskih istraživanja u nekim dubokim bušotinama iz Podravine, Međimurja i Prekmurja

Vera MARCI

*Mineraloško-petrografski zavod, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta,  
Demetrova 1, YU—41000 ZAGREB*

Istraženi su uzorci iz 12 bušotina šireg područja koje obuhvaća dio Podravine, Međimurja i Prekmurja. Analize ukazuju na raznolik petrografski sastav, od slabo metamorfoziranih sedimenata i tufova, do kataklaziranih inturziva.

### UVOD

U okviru studije »Sedimentacija u Panonskom bazenu« obrađeni su uzorci stijena iz bušotina na dubinama u rasponu od 1200 do 3500 m. Petrografski je analizirano oko 12 dubokih bušotina na području sjeverno od Koprivnice uz Dravu do Murske Sobote. Stijene su obrađene uglavnom mikrofiziografski, dok su kemijski analizirane one stijene kod kojih se mikroskopom nisu dali odrediti pojedini mineralni sastojci.

Za uzorke straživanih stijena najljepše se zahvaljujem službi istraživanja INA pogon »Naftaplin« u Zagrebu.

### PETROGRAFSKE ANALIZE BUŠOTINA

#### Tufovi

Tufovi su nabušeni na više mjesta uz Dravu, u međuriječju Drave i Mure, te Prekmurju. Kod tufova se mogu utvrditi razni varijeteti od kristalnih iz okolice Čakovca do litičnih i kriptokristalnih hibridnih tufova sjeverno od Koprivnice uz Dravu. Makroskopski izgled i teksturne karakteristike se u skladu sa promjenom varijeteta također mijenjaju. Uglavnom su to sivozelene do tamnozeleno stijene ovisno o intenzitetu karbonatizacije. Teksture im variraju od gustih homogenih varijeteta do nehomogenih tekstura brečasta izgleda, jer sadrže nepravilne ulomke drugih stijena najčešće šejla.

Gusti kriptokristalasti varijeteti uglavnom su karbonatizirani i pripadaju hibridnim tufovima. Struktura je kriptokristalasta, mada se mogu nazrijeti i relikti vitroklastičnih struktura. U gustoj masi mogu se zapažiti vrlo fina vlakanca orijentirana više manje paralelno, mikroskopski i pomoću najvećeg povećanja neodrediva. U ovoj gustoj masi dolaze i

veoma sitna zrna kvarca i feldspata, te listići klorita i sericita a u karbonatiziranim tufovima kalcit. Kemijski je analiziran nekarbonatizirani kriptokristalasti varijetet tufa, a podaci analize nalaze se u tabeli 1.

Tabela 1 — Table 1  
Kemijska analiza kriptokristalastog tufa  
Chemical analyses of hybrid tuff

SiO <sub>2</sub>	72,90
TiO <sub>2</sub>	0,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,65
FeO	1,92
MnO	0,08
MgO	1,53
CaO	0,46
Na <sub>2</sub> O	0,41
K <sub>2</sub> O	3,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	tr.
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3,40
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,22
<b>Suma</b>	<b>99,41</b>

Analitičar (Analyst): D. Sarvan

Visok sadržaj SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i K<sub>2</sub>O ukazuje da se radi o tufu hibridnog karaktera u kojem su ove komponente pretežno vezane za glinoviti ili sericitni matriks. Veći dio hibridnih tufova je osim sericitizacije i obilno karbonatiziran kao što se vid i na slici (tabla 1, sl. 1).

Litični tufovi su nehomogene teksture. U zelenoj osnovnoj masi zapažaju se prelazi u crna područja trošenja vjerojatno Mn minerala. Osnovni gusti matriks sadrži brojne neodređive relikte prethodno štapićastih minerala sada kompletno zamjenjenih s ilitom ili kloritom, te ulomke stijena (eruptiva) također posve zamjenjene sekundarnim mineralima. U litičnim tufovima mogu se naći i vretenasti oblici koji se sastoje od fibroznih nakupina hrizotila (?). Strukture stijena su prema tome brečaste i nehomogene a mineralni sastav izmjenjen naknadnim procesima i obilnom karbonatizacijom. Kemijski sastav razlikuje se od hibridnih varijeteta (tabela 2).

Sadržaj SiO<sub>2</sub> znatno je niži s obzirom da tuf sadrži ulomke izmjenjenih bazičnih stijena. Visok sadržaj Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vezan je za matriks u sericitu i kloritu dok su alkalija vezana za sericitne nakupine. Visok sadržaj gubitka žarenja (H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>) i CaO uglavnom je vezan za kalcit i karbonatizaciju stijene.

Kristalni tufovi (kristalo-vitro klastični) su karakterizirani mikro do kriptokristalinom osnovom sa mjestimično dobro izraženim sortiranjem materijala i lagano izraženim strukturnim deformacijama. Krupni kristali plagioklasa često su idiomorfni (tabla 1, sl. 3) ali su vrlo brojni i njihovi fragmenti. Idiomorfni kristali plagioklasa razvili su se kao dvojci ili kao polisintetski sraslaci formirajući nakupine ali dolaze i kao poje-

dinci. Prema podacima mjerenja na teodolitnom stoliću pripadaju andezinima sa srednjim sadržajem od 41% an. Plagioklasi su obilno ispunjeni listićima sericita i kalcita. Kod nekih plagioklasa zapaža se i nehomogena građa. Alotriomorfna sitna zrna plagioklasa bez sraslačkih lamela dolaze kao sastavni dio matriksa zajedno sa kvarcom, kloritom, sericitom i kalcitom. Pirit je čest sastojak a razvio se u savršeno pravilnim krupnim kristalima heksaedra, ali su zapažene i forme oktaedrijskog habitusa u vidu trokutastih oblika. Oko heksaedra piritu obično se formira vijenac listića klorita orijentiranih okomito na plohe piritu.

Tabela 2 — Table 2

Kemijska analiza litičnog tufa  
Chemical analyses of lithic tuff

SiO <sub>2</sub>	47,20
TiO <sub>2</sub>	1,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,15
FeO	5,04
MnO	0,12
MgO	5,12
CaO	6,46
Na <sub>2</sub> O	3,30
K <sub>2</sub> O	1,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18
H <sub>2</sub> O+	9,45
H <sub>2</sub> O-	0,20
<b>Suma</b>	<b>99,76</b>

Analitičar (Analyst): Sarvan Dragica

### Sedimentne stijene

Ova grupa stijena zastupana je raznim varijetetima grauvaka i šejlova u kojima je glinovito vezivo uglavnom metamorfozirano u sericit uz često dobro izraženu paralelnu orijentaciju.

*Grauvake* se sastoje od slabo zaobljenih zrna kvarca koji pokazuje jako undulozno potamnjenje, te rijetkih zrna plagioklasa. Osim ovih sastojaka sadrže ulomke stijena kao što su slejtovi, rožnaci i tufovi. Ovi sastojci međusobno su povezani vezivom od sericita i klorita ili rekristaliziranim mozaičnim nakupinama kvarca (tabla 1, sl. 5 i 6).

### Metasedimenti

*Metaaroke* imaju blastopsamitnu strukturu. Krupniji sastojci su kvarc i nešto rjeđi plagioklasi koji su povezani matriksom od kvarca sericita i klorita. Kvarc je najobilniji sastojak a dolazi i u krupnijim zrnima i sitnozrnastom matriksu, gdje uz rekristalizaciju pokazuje i dobru orijentaciju u paralelne nizove. Ova orijentacija je još bolje izražena kod sericita i klorita zbog čega metaaroke imaju dobro razvijenu paralelnu strukturu, koja mjestimično prelazi u plisiranu strukturu.

Sitnozrnastiji varijeteti svrstani su u *slejtove*. To su tamnosive gotovo crne stijene. Strukture su bastopelitne. Prvobitno vezivo gotovo potpuno je metamorfozirano u sitne listiće sericita i klorita paralelne orijentacije uz formiranje dobro izražene paralelne strukture. U ovom sitnolistićavom matriksu mogu se uočiti poneka krupnija zrna kvarca i plagioklasa nepravilnih oblika. Ovi tipovi stijena obiluju sitnim trusjem grafita.

Uz metasedimente vezane su mjestimične pojave tufova koji u njima dolaze ili kao ulomci i proslojci ili su uočeni prelazi u tufitične sedimente. Na takovim uzorcima stijena već se makroskopski mogu zapaziti teksturne razlike koje se sastoje u prelazima iz nehomogenih brečastih tekstura tufitičnih sedimentata u tufove sa dobro izraženim sortiranjem materijala.

U *filite* su grupirani izrazito škrljavi varijeteti nešto krupnijeg zrna određeni kao klorit-sericitni filiti. Klorit-sericitni filiti se po mineralnoj asocijaciji bitno ne razlikuju od slejtova tj. sastoje se od sericita, klorita, kvarca i grafita, te akcesornih pirita i magnetita. Stijene su nešto većeg stupnja kristaliniteta i izrazito paralelne strukture, koja se sastoji od granoblastičnih nizova kvarca mozaične strukture i lepidoblastičnih nakupina klorita i sericita. Ova mineralna asocijacija nastala je kompletnom sintektonskom rekristalizacijom primarne sedimentne stijene. Sericitno-grafitni škrljci nabušeni u tektonski dosta aktivnim terenima sjeverozapadno od Lendave snažno su borani i kataklazirani pa prelaze u filonite.

*Škrljci*. U ovu skupinu stijena može se uvrstiti i granatsko-sericitni škrljac iz bušotine kraj Murske Sobote. U paragenezi ove stijene dolaze uz sitnolistićavi sericit i krupniji listići muskovita, kvarc i kao karakteristični sastojak granat. Struktura stijene je porfiroblastična sa lepidoblastičnom osnovom. Porfiroblasti granata poikilitski uklapaju listiće muskovita i kvarca. Sitnozrnasti matriks je heterogene građe i izrazito razvijene paralelne orijentacije sitnozrnastih nakupina sericita i kvarca, koje obavijaju krupna zrna granata ili vretenaste nakupine kvarca mozaične strukture.

#### Kataklazirani intruzivi i migmatiti

Ova grupa stijena zastupana je kataklaziranim granodioritom, flazer gnajsom i migmatitom iz bušotina kraj Murske Sobote. *Kataklazirani granodiorit* je dobrim dijelom zdrobljen i zbog toga nehomogene strukture što znači da zrnasta struktura stijene prelazi u cementnu. Sačuvali su se porfiroklasti plagioklasa i kvarca u sitnozdrobljenom matriksu kvarca, feldspata, sericita i biotita. Plagioklasi su alotriomorfna zrna djelomično kataklazirana, sericitizirana i kaolinizirana. Obično sadrže uklopke kvarca i biotita. Ova krupna zrna trošnih plagioklasa sa sraslačkim lamelama optički su negativna i pripadaju andezinima. Prema podacima dobijenim mjerenjem na teodolitnom stoliću sadrže 40% an. Rjeđa su svježa zrna plagioklasa bez sraslačkih lamela koja pripadaju oligoklasima sa srednjim sadržajem od 13% an. Kvarc dolazi i kao porfiroklast u raspucanim zrnima jakog undulznog potamnjenja, ali i u matriksu u vidu sitnozrnastih nakupina mozaične strukture. Ove kataklastične stijene pokazuju sve prelaze u flazer gnajse ovisno o stupnju kataklastičnih procesa. U njima su zastupane razne strukture kao što su blastokataklastična, okasta i paralelna. Osnovni sastojci su kvarc, plagioklasi, sericit, tinjci (mu-

skovit i biotit), klorit, kalcit i magnetit. Kvarc pretežno dolazi u grano-blastičnim nakupinama mozaične strukture, a rjeđe u krupnim zrnima jakog unduloznog potamnjenja. Plagioklasi su razvijeni u ekvidimenzionalnim zrnima koja često poikiloblastski uklapaju druge minerale, a uz to su jako sericitizirani i kaolinizirani. Uz ove razvila su se i posve svježa zrna bez lamela optički pozitivna koja pripadaju albitima Muskovit dolazi u krupnim listićima koji su savijeni i imaju jako undulozno potamnjenje. Biotit je nešto rjeđi sa izrazitim pleohroizmom u žutim i crvenosmeđim bojama. Najobilniji je sericit koji formira lepidoblastične nakupine koje su namjestično borane. Kalcit i klorit predstavljaju minerale nastale naknadnim procesima, a impregniraju cijelu stijenu tvoreći žile i nakupine. Ispunjavanje žila pokazuje izvjesni redosljed. Uz rub žila je obično sericit, slijedi kalcit dok je klorit u sredini žile.

Jače izraženim procesima prekrystalizacije formiraju se stijene tipa gnajsa. Ove stijene su jako škriljave teksture i obilno piritizirane. Struktura je blastokataklastična nastala blastezom mineralnih sastojaka prethodno jako kataklazirane stijene. Osnovni sastojci su kvarc, plagioklasi, tinjci (muskovit i biotit) i vrlo rijetko granati, a akcesorni su magnetit i cirkon. Mineralna parageneza ove stijene zastupana je sa dvije generacije minerala.

Jedna generacija minerala sastoji se od trošnih i kataklaziranih plagioklasa koji obično imaju razvijene sraslačke lamele, optički su negativni a prema sadržaju anortitne komponente od 42% pripadaju andezinima. Uz ove plagioklase dolaze i krupnija zrna kvarca, obično raspucana i sa jakim unduloznim potamnjenjem. U asocijaciji sa ovom paragenozom neretko javlja se i jako kataklaziran granat. Ova generacija minerala predstavlja relikte kataklaziranog granodiorita. Mlađa generacija minerala se sastoji od plagioklasa koji za razliku od starije generacije plagioklasa ne pokazuju efekte kataklaze i trošenja, ali s obzirom na svoj metasomatski postanak imaju nehomogenu građu unutar zrna. Podaci mjerenja na teodolitnom stoliću takovih nehomogenih zrna plagioklasa pokazuju da se radi o potiskivanju andezina (42% an) oligoklasom (18% an). Slično se mogu razlikovati stariji muskovit i biotit koji su sitnolistićavi od rekristaliziranih listića tinjaca koji su krupniji i izrazite paralelne orijentacije. Mlađi kvarc formira mozaične nakupine u kojima pojedina zrna kvarca ne pokazuju undulozno potamnjenje.

#### INTERPRETACIJA PODATAKA

Dosadašnji podaci dobijeni na osnovi petrografskih analiza dubokih bušotina iz Podravine, Međimurja i Prekmurja pokazuju da je postanak opisanih stijena vezan za razna geološka područja.

Duboke rasjedne pukotine markira prostrano područje ofiolitne zone na području Koprivnice, gdje se javljaju serpentiniti (Vragović, M. & Marci, V., 1973) u asocijaciji sa bazičnim eruptivima (Crnković, B., Babić, V., Tomašić, I., 1974), efuzivnim stijenama (Kišpatić, M., 1913, Tučan, F., 1922) i spilitima (Golub, Lj., Šiftar, D., 1965) na Kalniku i Ivanščici. Po geotektonskim karakteristikama ove zone predstavljaju područja aktivnog kontinentalnog ruba u eugeosinklinalnim uvjetima (Herač, M., 1960, Babić, Lj., Zupanić, J., 1978).

Tragove vulkanske aktivnosti ovog područja srećemo i na većim udaljenostima u području prostranog Panonskog bazena kao pojave raznih varijeteta tufova od kristalnih, litičnih, hibridnih pa do prelaza u tufitične sedimente. Ovo područje Panonskog bazena karakterizirano je sedimentacijom karbonatnih i klastičnih sedimentata (arkoza, grauvaka i šejlova) u kojima se već mogu zapaziti neki efekti vezani za procese najnižeg stupnja metamorfizma, bolje reći za proces na granici diagenese i metamorfizma s obzirom da nisu nađeni minerali indikatori najnižeg stupnja metamorfizma. Osnovni procesi su rekristalizacija kvarca i metamorfoza glinovitog veziva u sericit a posljedica su opterećenja debelog sloja krovinskih sedimentata (load metamorphism). Pod uticajem ovog pritiska sintektonska kristalizacija sericita, klorita i kvarca odvijala se uz istovremenu orijentaciju ovih minerala. Prema tome ove promjene regionalnog metamorfizma su izokemijskog karaktera uglavnom strukturne i mineralne prirode.

Viši stupanj metamorfoze klastičnih sedimentata rezultirao je stvaranjem sericitnih, sericino-kloritnih škriljaca izrazite paralelne strukture i krupnijeg zrna. U tektonski aktivnijim područjima oko Murske Sobote i Lendave ove stijene su više ili manje borane i kataklazirane prelazeći u filonite.

Posve drugi petrografski sastav osnovnog gorja imamo na području Murske Sobote, gdje se javlja kompleks metamorfoziranih intruziva najvećim dijelom kisela sastava. Pod uticajem tektonskih kretanja stijene su kataklazirane nakon čega je uslijedila rekristalizacija sitnozdrobljenog kvarca i blasteza feldspata, pa stijene sadrže dvije mineralne parageneze. Starija parageneza — zastupana je trošnim i kataklaziranim plagioklasima koji prema podacima mjerenja na teodolitnom mikroskopu sadrže od 38—42% an, te kvarcnim zrnima obično kataklaziranim i jakog unduloznog potamnjenja. Mlađa generacija sadrži svježe plagioklase nehomogene poikilitiske strukture koja je posljedica njihova metasomatskog postanka, te sitnozrnaste nakupine kvarca koji pokazuju sve efekte rekristalizacije. Strukture ovih stijena su tipično blastokataklastične, okaste do migmatitske. Neke petrografske karakteristike upućuju na vezu sa pohorskim eruptivno-metamorfnim kompleksom. To je u prvom redu prisustvo granata u mineralnim paragenezama ili sadržaj anortita u plagioklasima.

Karbonatizacija je prisutna u svim istraživanim stijenama ali nije jednak intenziteta na svim lokalitetima. Jedan dio karbonatizacije posebno onaj vezan za metasedimente i tufove može se pripisati metasomatskoj karbonatizaciji koja se odvijala u prostranom sedimentacijskom bazenu. Povećana karbonatizacija na području Lepavine (Vragović, M., Marčić, V., 1973) može se vezati i za magmatsku aktivnost uz duboke rasjedne zone. Slično se i jaka sericitizacija i karbonatizacija te formiranje brojnih žila ispunjenih kloritom, sericitom i kalcitom u kataklaziranim intruzivima i migmatitima kraj Murske Sobote može vezati za hidrotermalne promjene.

Primljeno: 30. 5. 1980.

## LITERATURA

- Babić, Lj. i Zupanić, J. (1978): Mlađi mezozoik Ivanšćice. *Vodić ekskurzije 3. Skupa sedimentologa Jugoslavije*, Zagreb, 11—23.
- Crnković, B., Babić, V. i Tomašić, I. (1974): Gabro Hroškovca kraj Ljubuščice na Kalniku. *Geol. vjesnik*, 27, 153—172, Zagreb
- Golub, Lj. i Šiftar, D. (1965): Eruptivne stijene južnih padina planine Ivanšćice (Hrvatsko Zagorje). *Acta. geol.*, 4, 341—348, Jugosl. akad. Zagreb.
- Heinrich, E., W. M. (1956): Microscopic petrography. 1—296, McGraw-Hill Book Company, INC, New York.
- Herak, M. (1960): Kreda s ofiolitima u Ivanšćici. *Acta geol.*, 2, 111—120, Jugosl. akad., Zagreb.
- Kišpatić, M. (1913): Kristalinsko kamenje Kalnika. *Rad Jugosl. akad.*, 200, 161—174, Zagreb.
- Vragović, M. i Marci, V. (1973): Karbonatizirani serpentiniti iz dubokih bušotina kraj sela Lepavine. *Geol. vjesnik*, 25, 159—167, Zagreb.
- Tučan, F. (1922): Starije eruptivno kamenje u sjevero-zapadnom dijelu Hrvatske. *Glasn. hrv. prir. društva*, 34/2, 169—184, Zagreb.

### Results of Investigations of some Deep Bore-Holes in Podravina, Međimurje and Prekmurje

V. MARCI

The specimens from 12 bore-holes (ranging from 1200 to 3100 m.) were analysed by microscope and chemical testing. The bore-holes are located in a large area between the Sava and Drava rivers in the north-west of Croatia.

The data was interpreted with respect to the geological environment. The serpentinite near Koprivnica (Vragović, M., Marci, V. 1973) and associated volcanic (Kišpatić, M. 1913, Tučan, F. 1922, Crnković, B., Babić, V., Tomašić, I. 1974) and spilitic rocks of the Kalnik and Ivanšćica mountains (Golub, Lj., Šiftar, D. 1965) in a geotectonic sense belong to the eugeosyncline environment of the continental margin (Herak, M. 1960, Babić, Lj., Zupanić, J. 1978). This volcanic activity in the Panonic basin can be detected north of Koprivnica near the Drava and Mura rivers in the form of various kinds of tuff and tuffitic sediments. On the basis of the source material tuffs were divided into crystal, litic and hybrid tuffs. Crystal tuffs consist of a dense matrix and pyrite. Litic tuffs contain undefined fragments of volcanic rocks crushed almost completely, or mineral relics. Hybrid tuffs are solid rocks with relics of vitroclastic texture and optically undefined cryptocrystalline mineral constituents.

Tuffs are associated with clastic and carbonate sediments. Sediments of deep layers underwent mineralogical changes at comparatively low temperature. These changes belong to the boundary between diagenesis and incipient metamorphism.

A higher degree of metamorphism involves continuous syntectonic recrystallization, changing sediments and tuffs into the low metamorphic rocks — phyllites. Along the shear lines (near Lendava and Murska Sobota) these rocks were crushed to phyllonite.

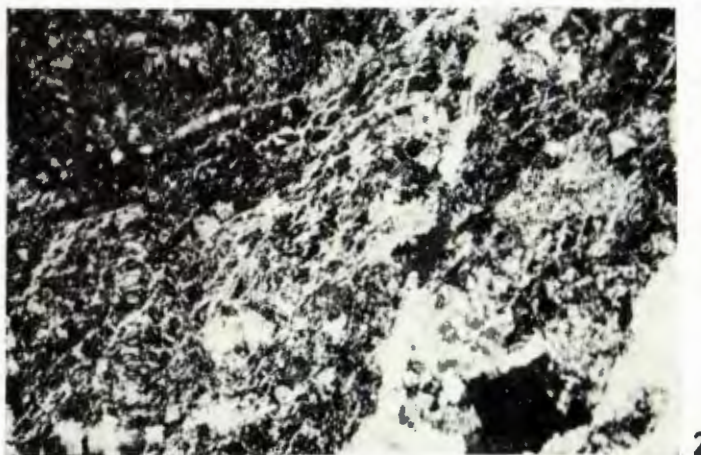
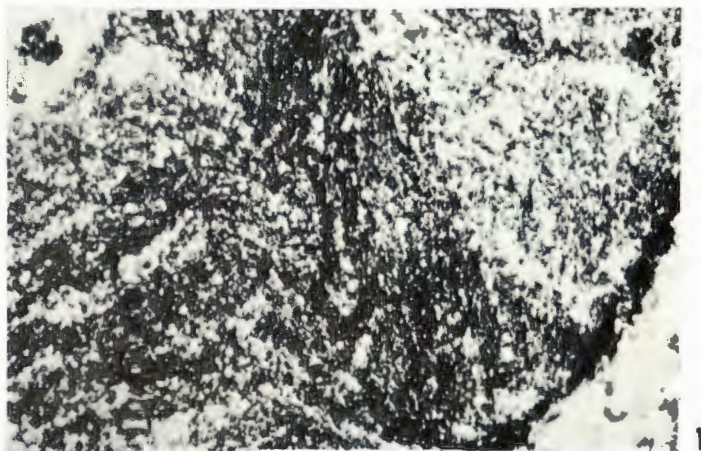
Near Murska Sobota there is a complex of acid plutonic rocks cataclastically metamorphosed. The rocks were determined as cataclastic granodiorite or flaser gneiss. They contain two mineral assemblages. Older assemblage consists of cracked grains of quartz, andesine (42% an) and fine flaked biotite or sericite. The new assemblage consists of mosaic aggregates of quartz, clear grain oligoclase (13% an) and flakes of muscovite or biotite.

Carbonization is widespread but intensity varies significantly. A great deal of carbonatization in sediments and tuffs is possibly due to metasomatic processes in geosyncline environment. High carbonatization was probably caused by the mentioned magmatic activity.

**TABLA I -- PLATE I**

1. Karbonatizirani hibridni tuf. N+  
Carbonitized hybrid tuff. N+
2. Detalj litičnog tufa. N+  
Detail of the lithic tuff. N+
3. Idiomorfni kristali andezina i piritu u kristalnom tufu. N+  
Intratelluric crystal andesine in the crystal tuff. N+





1.0 mm

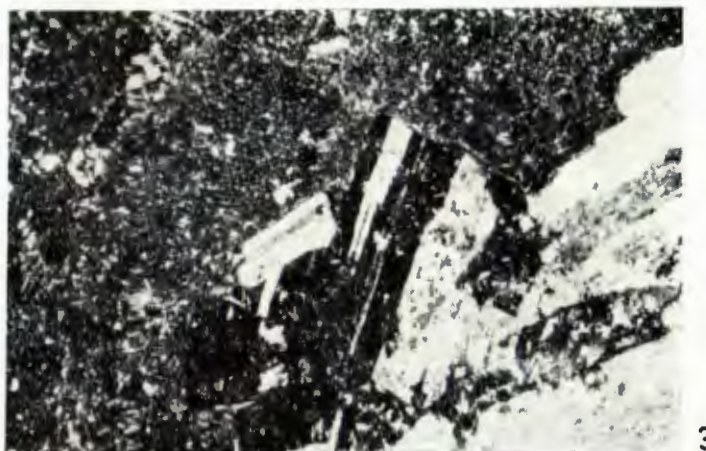
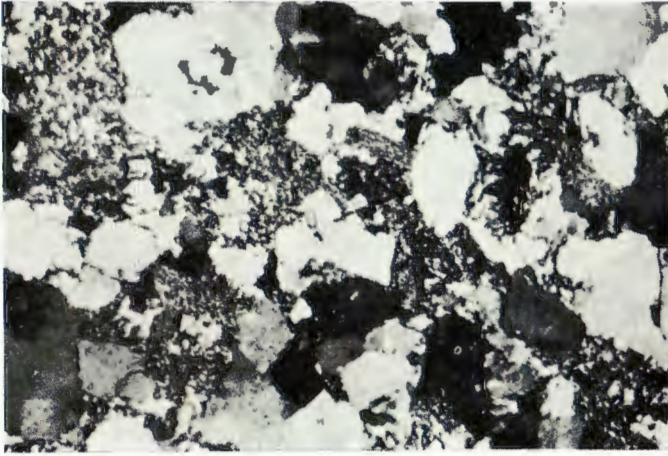


TABLA II — PLATE II

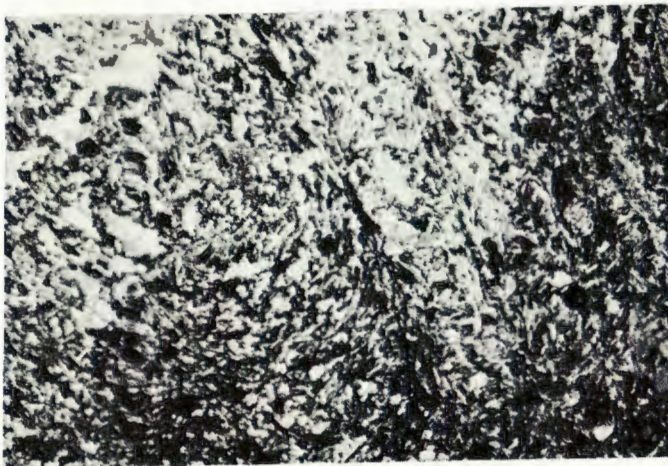
1. Grauvaka. N+  
Graywacke. N+
2. Detalj grauvake sa ulomkom stijene. N+  
Detail of graywacke with fragment of the rock. N+
3. Sitnolistićavi klorit-sericitni škriljac (filit) sa dobro razvijenom škriljavom strukturom. N+  
Fine-grained micaceous rock with highly developed foliation. N+



1.0 mm



0.1 mm



1.0 mm

TABLA III — PLATE III

1. Detalj iz kloritno-sericitnog škrljca. N+  
Detail of the chlorit-sericit schist. N+
2. Filonit iz bušotine sjeverozapadno od Lendave. N+  
Phyllonit from drilling-hole north-west of Lendava. N+
3. Detalj iste stijene. N+  
Detail of the same rock. N+



1.0 mm

0.1 mm

2

3

TABLA IV — PLATE IV

1. Flazer gnajs sa nakupinama kalcita i klorita. N+  
Flaser gneiss intersect with vein of chlorite and calcite. N+
2. Kataklažirani granodiorit. N+  
Cataclastic granodiorite. N+
3. Migmatit. N+  
Migmatite. N+

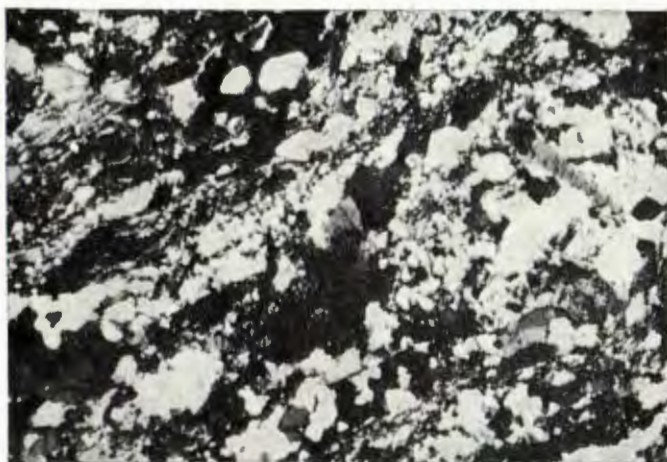


1



2

1.0 mm



3