

PIROKLASTIČNE STIJENE KOD DONJEG JESENJA (HRVATSKO ZAGORJE)

S 4 tabele i 1 slikom u tekstu i 3 table u prilogu

Istraživanjem piroklastita koji se nalaze u dolini potoka Velika Ravnišćica kod sela Donje Jesenje, 11 km sjeverno od Krapine utvrđeno je, da su te stijene tufovi. Obzirom na strukturu određena su dva osnovna tipa – vitroklastični i vitrokristalolitoklastični tuf. Tufovi su genetski vezani za pojave mladih, neutralnih do kiselih eruptiva, koji se nalaze sjeverno od Ivanščice, Strahinščice i planina u sjeveroistočnom dijelu Slovenije.

UVOD

Piroklastične stijene se nalaze kod sela Donje Jesenje, 11 km sjeverno od Krapine, nedaleko ušća potocića Mala Ravnišćica u potok Velika Ravnišćica. Te stijene su otkrivene na površini velikoj oko 7 hektara; dio naslaga pokriven je potočnim nanosima i pijescima tako, da se terenskim opažanjem ne može utvrditi njihovo stvarno lateralno prostiranje. Kontakt piroklastita i izdanaka eruptiva andezitsko-dacitskog sastava (Tabla IV) je zbog trošenja stijena veoma slabo vidljiv. Na nekoliko mjesta se vidi da piroklastiti leže na laporima, a u bušotini B-1 utvrđeno je, da su interkalirani u slojeve lapora oligocenske starosti.*

Piroklastiti su na nekim izdancima slojeviti. Generalni pad slojeva je 295/30°. U pretežnom dijelu izdanaka piroklastiti su kompaktni, tekstura im je homogena, ali se i u njima mjestimično zapaža slojevitost, koja je uzrokovana izmjenom proslojaka različite boje i debljine. Piroklastiti su većinom zeleni, manjim dijelom zelenkastoplavi, blijedozeleni ili posve bijeli. Imaju afanitsku osnovu u kojoj se zapažaju rijetki sitni porfiroklasti feldspata i biotita. Debljina različito obojenih proslojaka varira od veličina centimetra do nekoliko decimetara.

Na sjeverozapadnom dijelu naslaga piroklastiti su brečastog izgleda, šupljikavi, zeleni i građeni nehomogeno s makroskopski vidljivim porfiroklastima i litoklastima.

* prema usmenom saopćenju dr D. Šikića.

Debljina naslaga dosta se mijenja, pa je teško utvrditi njihovu stvarnu moćnost, tim više što su većinom pokriveni pijescima i potočnim nanosima. Istražnim bušenjem (3 bušotine) je utvrđeno da se piroklastične naslage nalaze mjestimice i na dubini od 67 metara. Naslage su kontinuirane na cijeloj dubini bušotine.

Generalni profil, koji je dobiven istražnim bušenjem i promatranjem izdanaka pokazuje da je površinski dio naslaga izgrađen od šupljikavih nehomogenih piroklastita, koji se doimaju kao vulkanska breča. Središnji dio naslaga pretežno se sastoji od homogeno građenih proslojaka. S povećanjem dubine oni se nepravilno smjenjuju s zelenim nehomogeno građenim proslojcima u kojima se makroskopski zapažaju brojni litoklasti i nakupine mineroklasta. U dubljim dijelovima nehomogeno građeni piroklastiti čine glavni dio naslaga.

Obzirom na veličinu porfiroklasta i litoklasta piroklastične stijene kod Donjeg Jesenja su tufovi. Na osnovi strukture su određena dva osnovna tipa – vitroklastični i vitrokristalolitoklastični tuf. Obzirom na boju vitroklastični tuf može se podijeliti na dva glavna varijeteta – zeleni s malo porfiroklasta i bijeli s nešto više porfiroklasta. Postoje brojni prijelazni tipovi kako po boji tako i po strukturi. Istražili smo vitroklastični tuf i to zeleni i bijeli varijetet i vitrokristalolitoklastični tuf.

Pojave tufova ili pršnaca u širem području sjeverozapadnog dijela Hrvatske spominju Zollikofer (1861/62), Foetterle (1861), Drasche (1873), Hatle (1881), Hoernes (1889) i Dreger (1897). Gorjanović-Kramberger (1904) piše da je Brdo – niz u koji spada i područje Jesenja »direktni nastavak naše linije pršnaca i andesita od Huma« (str. 8). Kišpatić (1909), koji je istraživao eruptivne stijene kod Jesenja ne navodi pojave tufova na tom lokalitetu. Što više Kišpatić sumnja, da su prijašnji istraživači neke stijene odredili neispravno kao tufove, jer piše »da to kamenje nije nitko petrografski istražio« (str. 100). Tućan (1922) također ne spominje tufove kod Jesenja, iako je istraživao eruptivne i piroklastične stijene oko Strahinščice.

FIZIOGRAFIJA STIJENA

1. Zeleni vitroklastični tuf

Stijena je zelena, posve gusta. Tu i tamo u njoj se zapaža po koji porfiroklast feldspata i biotita. Ponekad se u stijeni nalaze milimetarski tanki proslojci zelenog listićavog minerala. Tekstura stijene je homogena, a struktura piroklastična.

Porfiroklasti plagioklasa, kvarca i biotita nalaze se u osnovi koja je znatnim dijelom devitificirana i izmijenjena. Bezbojni i prozirni fragmenti osnove su bikonkavni, konveksno-konkavni, bikonveksni, srpoliki, štapićasti, skeletasti, ili posve nepravilni (tabla I, 1). Unutar takvih

fragmenata nalaze se mikrokristalaste nakupine zeolita, izotropno staklo, a ponegdje i sitnotrakaste nakupine klorita. (tabla I, 2). Pored prozirnih fragmenata devitrificiranog stakla najveći dio osnove sastoji se od tamnog, žućkastosmedeg i znatno devitrificiranog vulkanskog pepela. U tom dijelu osnove su utvrđeni zeoliti, amfibol, zelenkasti mineral iz grupe klorita, glaukonit(?), kristobalit, magnetit i staklo. Prozirni fragmenti i tamni dio osnove imaju indekse loma svijetla manje od indeksa loma svijetla kanadskog balzama. Svijetli dijelovi imaju veći indeks loma od tamnijeg dijela osnove.

Plagioklasi su anđezini. Nalaze se kao pojedinačna zrna ili kao nakupine. Rijetko su idiomorfni; ponajčešće su to khrotine. Presjeci zrna veliki su i do $1,20 \times 0,95$ mm ali najčešće $0,30 \times 0,15$ mm; $0,20 \times 0,07$ mm; $0,40 \times 0,15$ mm ili još sitniji. Plagioklasi su ponekad raspucani i trošni, a često uklapaju apatit i cirkon. Svježa zrna izmjerena su na teodolitskom mikroskopu. Koordinate za sraslačke osi i šavove jako su odstupale od migracijskih linija za niskotemperaturne plagioklase, pa je očitavanje sastava izvršeno na linijama za visokotemperaturne plagioklase na modificiranom Nikitinovom kvadratnom dijagramu kojeg je objavio Feduk (1961, str. 144, obr. 72). Sraslaci plagioklase su pretežno dvojci ili trojci srašteni po albitskom, rjeđe po periklinskom ili manebaškom zakonu. Sastav im varira od 30–60% a n, a kut optičkih osi od $+84^\circ$ do -83° . Srednja vrijednost iz deset mjerenja je 43% a n; $\mp 2V = 90^\circ$.

Kvarc je anhedralan. Zrna su u presjeku velika $0,65 \times 0,10$ mm; $0,20 \times 0,05$ mm ili još manja, korodirana, ponekad raspucana, a katkada sadrže i uklopke.

Biotita ima malo. Presjeci listića su veliki $0,70 \times 0,35$ mm; $0,30 \times 0,05$ mm; $0,25 \times 0,03$ mm; $0,15 \times 0,07$ mm. Intenzivno je pleohroitičan i to smjerom Z zelenocrn do posve crn, smjerom Y smeđežut i smjerom X žut. Uz rubove ili duž pukotina kalavosti zapažaju se sitna zrnca magnetita. Katkada su obrubljeni tanjim ili debljim ovojem klorita. Poneki listići su povijeni.

Zeolit se nalazi u osnovi stijene, pretežno u svijetlim fragmentima. Bezbojan je, negativnog reljefa, veoma malog dvoloma tako, da je gotovo izotropan. Rendgenografskim ispitivanjem je utvrđeno da je to klinoptilolit (tabela 1, tabla III, 1).

Kristobalit je sastavni dio tamne devitrificirane osnove. Bezbojan je, igličast do skeletast; indeksi loma svijetla su mu gotovo ojednaki indeksima loma svijetla zeolita. Utvrđen je i rendgenografski (tabela 1, tabla III, 3).

U svijetlim fragmentima, oko biotita i u tamnoj osnovi zapažaju se sitni listići ili trakaste nakupine minerala malog dvoloma i uočljivo većeg indeksa loma svijetla od indeksa loma svijetla kanadskog balzama. Pleohroitičan je u zelenim bojama. Najvjerojatnije je to mineral iz grupe klorita. Rendgenografska istraživanja ukazuju, međutim, i na jedan mineral tinjcima (muskovitu) slične građe (tabela 1, kol. 5). Budući da u

nekim nakupinama takvi zeleni listići interferiraju u nešto življim bojama, a kemijske analize pokazuju povećan sadržaj kalija i vode, nije isključeno, da je jedan dio listićavih zelenih minerala glaukonit(?).

A m f i b o l je nađen kao mala zrnca i to veoma rijetko. Veličina zrna iznosi oko $0,05 \times 0,03$ mm. Kut potamnjenja $Z \wedge c = 25^\circ, 23^\circ$. Pleohroitičan je, svjetlozelen do tamnozelen.

Sitni kristalići a p a t i t a i c i r k o n a nalaze se kao uklopici u porfiroklastima. Od opâkih minerala dolazi magnetit. Vulkansko staklo je najčešće u svijetlom dijelu osnove.

2. Bijeli vitroklastični tuf

Stijena je bijela, katkada blijedozelena i veoma gusta. U njoj se lako zapažaju porfiroklasti feldspata i biotita. Teksture je homogena, a strukture piroklastične. Porfiroklasti plagioklasa, kvarca, biotita i amfibola nalaze se u devitrificiranoj i alteriranoj osnovi. Količina porfiroklasta znatno varira tako, da kod nekih uzoraka iznosi i do 30 vol. % stijene, pa su takvi varijeteti prelazni tipovi u vitrokristaloklastičan tuf.

Plagioklasi su a n d e z i n i. Dolaze kao idiomorfni kristalići i krhotine. Srasli su najčešće po albitskom, rjeđe po periklinskom, manebaškom ili kompleksnim zakonima. Često su aglomerirani. Dimenzije zrna su iste kao i u zelenom vitroklastičnom tufu. Sastav im varira od 38 do 50% a n, a kut optičkih osi od $+87^\circ$ do -87° . Srednja vrijednost iz osam mjerenja je 44% a n; $\pm 2 V = 90^\circ$.

K v a r c je u ovoj stijeni nešto više zastupljen i većih je dimenzija. Presjeci nekih zrna su veliki do $1,50 \times 0,50$ mm.

B i o t i t je isti kao i u zelenom vitroklastičnom tufu.

A m f i b o l je izduženi ili pseudoheksagonalan, veličine $0,30 \times 0,20$ mm; $0,20 \times 0,07$ mm u presjeku. Maksimalni kut potamnjenja određen u dva zrna je 20° i 23° . Pleohroitičan je i to smjerom Z tamnozelen, smjerom Y zelen i smjerom X zelenkasto smeđ.

Struktura osnove ove stijene razlikuje se od strukture zelenog vitroklastičnog tufa po tome, što se u njoj nalazi više porfiroklasta i što u osnovi nema ili je vrlo malo minerala iz grupe klorita i glaukonita. Ostali minerali su isti kao i u zelenom vitroklastičnom tufu.

3. Vitrokristalolitoklastični tuf

Uzorak stijene je uzet iz jezgre bušotine (B-3) s dubine od 28 metara. Stijena je zelena, nehomogene teksture i piroklastične strukture. Litoklasti i porfiroklasti nalaze se u osnovi koja je znatnim dijelom devitrificirana i alterirana. U ovom tufu dobro se opaža povijesno redanje sploštenih krhotina stakla i porfiroklasta značajno za »welded« tufove (tabla II, 2).

Litoklasti su efuzivi čija veličina doseže u presjeku do $4,50 \times 1,80$ mm. Jedni sadrže fenokristale andezina i mikrolite albita. Mikroliti su sub-paralelno poredani i između njih nalazimo vulkansko staklo tako, da stijena ima porfirsku, izrazito fluidalnu trahitsku ili riolitsku strukturu i teksturu (tabla II, 1). Drugi imaju strukturu i sastav koji je jako sličan vitroklastičnom tufu.

Porfiroklasti plagioklasa su andezini. Često su aglomerirani (tabla II, 2). Veličina presjeka je $1,25 \times 0,35$ mm; $1,10 \times 0,60$ mm; $0,60 \times 0,40$ mm. Sastav im varira od 35 do 60% a n, a kut optičkih osi od $+ 84^\circ$ do $- 85^\circ$. Srednja vrijednost iz šest mjerenja je 45% a n; $- 2V = 89^\circ$.

Porfiroklasti kvarca, biotita, i amfibola isti su kao i u opisanim vitroklastičnim tufovima. Za razliku od vitroklastičnog tufa u osnovi ove stijene nalazi se više porfiroklasta plagioklasa, mnogo više vulkanskog stakla, a od opâkih minerala pored magnetita zapažen je i pirit.

RENDGENOGRAFSKA ISPITIVANJA

Rezultati rendgenografskih istraživanja su uneseni u tabelu 1. Uzorci u koloni 1 i 3 (tabela 1) su snimljeni u originalnom uzorku. Nakon što je utvrđen orijentacioni mineralni sastav, uzorci su obrađeni s razređenom HCl (1:1) i dobiveni talog je ponovno snimljen. Ovim postupkom su gotovo posve odvojeni zeoliti. Talog je zatim kuhan u 0,5 N NaOH u cilju odvajanja staklastih faza i ponovno snimljen (tabela 1, kolona 2 i 4). Posebno su izdvojeni zelenkasti listići iz zelenog vitroklastičnog tufa i snimljeni radi 10 Å minerala (tabela 1, kolona 5). Pored tog minerala glaukorit(?) među listićima su bili zastupljeni zeoliti i ostali minerali. Refleksi 10 Å minerala bili su tako slabi, da ga nije bilo moguće dovoljno sigurno identificirati.

Rendgenska snimanja vršena su Debye-Scherrer-ovom metodom na Philipsovom i Enrafomovom aparatu sa Co K α zračenjem i to na kamerama promjera 114,83 (uzorak 1, 4, 5) i 57,54 (uzorak 2, 3). Položaj filma Straumanis i regularni. Kapilare 0,3–0,5 mm. Svi intenziteti su opaženi vizuelno.

U uzorku vitroklastičnog tufa (oba varijeteta) utvrđeni su rendgenski kvarc, kristobalit, klinoptilolit, andesin i malo stakla. Pri tome zeolita ima oko 25 tež.%, a rendgenamorfne tvari oko 2 tež.%. U uzorku vitrokristalolitoklastičnog tufa su utvrđeni kvarc, kristobalit, klinoptilolit, andesin, albit i staklo. Zeolita i ovdje ima oko 23 tež.%, a vulkanskog stakla oko 40 tež.%.
 KEMIZAM STIJENA

Rezultati kemijskih analiza istraživanih uzoraka piroklastita uneseni su u tabelu 2. Analize pokazuju da tufovi D. Jesenja sadrže znatnu količinu SiO₂. Obzirom da u njima ima razmjerno malo porfiroklasta kvarca, pretežno se ta komponenta nalazi u mineralima i staklu osnove stijene.

Za vitroklastični tuf je značajan nizak sadržaj alkalija, posebno natrija. Nizak je i sadržaj željeza uz odsustvo titana i mangana. To se može objasniti relativno malom količinom plagioklasa i biotita u stijeni i jakim

Tabela 1

Analitičar: M. Šiljak

Rendgenografski podaci za tufove kod D. Jesenja.
Powder data for tuff samples from D. Jesenje.

1		2		3		4		5	
I.	d Å	I.	d Å	I.	d Å	I.	d Å	I.	d Å
9	9,00	8	9,00	5	6,43	5	6,46	3	10,04
5	7,92	5	7,92	3	5,87	3	5,86	7	9,01
4	6,75	4	6,76	6	4,25	4	4,25	4	7,96
4	5,25	4	5,87	9	4,05	7	4,05	3	6,74
5	5,11	5	5,12	6	3,77	3	3,91	3	5,18
6	4,67	4	4,68	3	3,62	7	3,72	2	4,64
3	4,35	4	4,47	3	3,46	4	3,64	3	4,48
4	4,25	5	4,26	10	3,34	2	3,56	4	4,26
6	4,05	9	4,04	7	3,22	4	3,47	7	3,97
9	3,96	8	3,96	5	3,02	8	3,34	4	3,77
3	3,73	5	3,75	4	2,90	9	3,21	3	3,65
4	3,56	2	3,64	2	2,84	2	3,14	3	3,45
6	3,43	7	3,34	4	2,77	4	3,01	7	3,34
7	3,34	8	3,20	5	2,60	4	2,94	7	3,20
5	3,09	6	2,97	6	2,47	3	2,84	4	2,98
6	2,98	5	2,81	2	2,39	2	2,77	5	2,79
2	2,89	4	2,65	6	2,28	3	2,66	4	2,58
6	2,80	4	2,52	2	2,25	4	2,57	3	2,41
4	2,74	3	2,48	3	2,18	5	2,52	4	1,50
3	2,66	3	2,28	3	2,12	4	2,29		
		3	2,18			3	2,22		
		4	2,12			4	2,17		
		4	2,03			5	2,12		

devitrifikacijom i alteracijom vulkanskog stakla i pepela koje je u znatnoj mjeri zeolitizirano. Velika količina vode može se vezati za zeolit, klorit, glaukonit i staklo.

Vitrokristalolitoklastični tuf ima znatno više alkalija, koja su vezana u feldspatima stijene. Manje količine vode, manje kalcija, a više aluminija i željeza ukazuje, da je stijena u dubini manje izmjenjena tako, da se po svom kemijskom sastavu približava sastavu andezita i dacita kako ih navodi K i š p a t i ć (1909, str. 149).

Da bi se dobio uvid u magmatsko porijeklo tufova izračunat je normativni mineralni sastav po CIPW sistemu. Normativni parametri ukazuju na međusobnu sličnost sva tri uzorka i na njihovu genetsku vezu s kiselim magmama.

Tabela 2

Analitičar: V. Brajdić

Kemijske analize tufova kod D. Jesenja.
The chemical analysis of tuffs from D. Jesenje.

	1	2	3
SiO ₂	69,12	70,05	65,00
TiO ₂	tr.	tr.	0,28
Al ₂ O ₃	9,52	10,92	16,31
Fe ₂ O ₃	0,18	0,16	2,20
FeO	0,06	0,04	0,90
MnO	tr.	tr.	tr.
MgO	1,57	0,86	0,63
CaO	5,44	4,12	1,88
Na ₂ O	0,37	0,82	2,51
K ₂ O	1,32	1,12	3,60
H ₂ O ⁺	8,61	7,96	3,32
H ₂ O ⁻	3,96	3,97	2,69
P ₂ O ₅	0,05	0,14	tr.
S	—	—	0,32
	100,20	100,06	100,14
S-O			0,08
			100,06

Opaska: Kolona 1 zeleni vitroklastični tuf – vitric tuff(green)
2 bijeli vitroklastični tuf – vitric tuff(white)
3 vitrokristalolitoklastični tuf – vitric-crystalolithic tuff.

Semikvantitativna analiza minor-elemenata (tabela 4) pokazuje nešto veće prisustvo stroncija, čirkona i naročito barija te relativno male količine ostalih minor-elemenata. Cirkon je prisutan kao mineral, a barij i stroncij su vezani u zeolitima i feldspatima. Ovi podaci će poslužiti kao analitički materijal kod kompariranja minor-elemenata u eruptivima i piroklastitima cijelog područja Hrvatskog Zagorja.

Tabela 3

Normativni sastav po CIPW sistemu za tufove kod D. Jesenja.
 Normative content after CIPW system for tufts from D. Jesenje.

	1	2	3
Q	49,88	51,50	81,80
C	—	1,22	4,89
or	7,76	6,68	21,15
ab	3,14	6,82	20,97
an	20,29	19,47	9,46
di	4,32	—	—
en	1,80	2,11	1,61
il	—	—	0,61
mt	0,23	0,23	0,70
hm	—	—	1,76
ap	0,34	0,34	—
pr	—	—	0,72
voda	12,57	11,93	6,51
	99,83	100,10	100,18

Magmatski
parametri

I.2.2.1.

I.3.4.3.

I.3.2.3.

Tabela 4

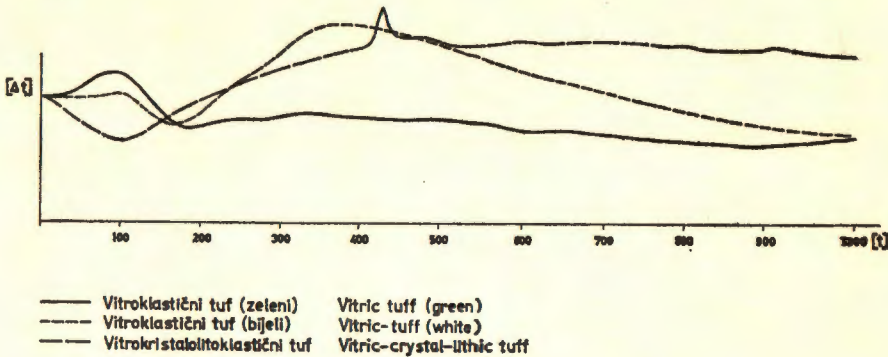
Analitičar: D. Šiftar

Semikvantitativne analize minor elemenata.
 Semiquantitative analysis of minor elements.

	Ba	Sr	Pb	Cr	Zr	Cu	Ni	V u ppm
1.	1000	250	30	—	200	10	5	10
2.	1000	250	30	10	200	10	5	15
3.	1000	250	30	10	200	10	5	10

Rezultati diferencijalno termičkih analiza prikazani su u sl. 1. Zeleni vitroklastični tuf pokazuje egzotermni efekt kod 90°C, a bijeli vitroklastični tuf endotermni efekt kod 160°C i slabo izražen egzotermni efekt kod 360°C. Krivulja za vitrokristalolitoklastični tuf pokazuje endotermni efekt kod 100°C i izrazito jači egzotermni pik kod 420°C. Obzirom da u stijenama ima više minerala, koji sadrže vodu, iz krivulja je teško utvr-

čiti koji minerali i s kolikim udjelom sudjeluju u sastavu stijene. Székely i Fux (1965) je ukazala, proučavajući DTA grafove eruptiva u području Tokajskog gorja, da prisustvo više minerala može znatno izmijeniti i krivulju DTA. Interesantno je, da se krivulja vitrokristalolitoklastičnog tufa D. Jesenja približno podudara s krivuljom piroksenskog hidroandezita iz brežuljka Gyepü u kojem je prisutan mineral iz grupe illita (sl. 3/1, str. 262).



DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Analizirani uzorci tufova Donjeg Jesenja imaju sličan mineralni sastav; postoji samo različit količinski odnos porfiroklasta, litoklasta, staklaste i devitrificirane osnove. To su dacitoandezitski devitrificirani i alterirani vitroklastični tufovi s prelaznim varijetetima ka kristaloklastičnom i litoklastičnom tufu. Tufovi su raznih boja i struktura koje se mijenjaju s dubinom naslaga. Ovakve promjene su karakteristične za ignimbrijske tufove »welded« tipa. Tufovi Donjeg Jesenja nemaju međutim, sve izrazite karakteristike takvih tufova. Oni, naime pokazuju izvjesnu slojevitost, naročito u gornjim dijelovima naslaga. Najvjerojatnije su to prelazni oblici između »sillar« i »welded« tipa ignimbrijskog tufa.

Mineralni sastav porfiroklasta i litoklasta u tufovima istovjetan je s mineralnim sastavom eruptivnih stijena ovog područja koje je proučio Kišpatić (1909). Posebno naglašavamo podudarnost s građom biotitskog dacita i liparita. O biotitskom dacitu Kišpatić piše: »da je to jedini kamen oko Jesenja, za koji je sigurno, da se nalazi u prvotnom položaju«, zatim »kamen je bijel, porculanska lica« i napokon »uklopci stakla s mjehurom dosta su rašireni. Gdje koji su plagioklasi slomljeni. Oni pripadaju andesitu« (Ibid, str. 131). Kišpatić dalje piše: »Osnova ovog kamena sjeća nas na felsitni razvoj liparita. Vidimo tu sad žučkasto smeđe sad bezbojne izotropne struje koje su često kao odrezane i izkidane,

te razno zavijene«, zatim »u toj izotropnoj osnovi redaju se mjestimice sitna dvolomna zrna i listići« (Ibid, str. 132). Nažalost nismo mogli izvršiti komparaciju izvornog materijala koji je ispitivao K i š p a t i ć jer uzorci tih stijena nisu sačuvani. U Geološko paleontološkom muzeju u Zagrebu sačuvan je, međutim, uzorak stijene pod nazivom liparit s lokaliteta D. Jesenje.¹ Mineralni sastav i struktura tog liparita identični su s mineralnim sastavom i strukturom tufova koje smo mi istražili.

Pogledamo li mineralni sastav i nekih drugih neutralnih, a naročito kiselih eruptiva kao što su dacitski andezit, mikrosferolitski dacit i felsodaciti (Ibid, str. 132–140), uočit ćemo da je i njihov mineralni sastav veoma sličan mineralnom sastavu analiziranih tufova. Kod vitrokristalolitoklastičnog tufa opisali smo odlomak efuziva s izrazito fluidalnom teksturom (Tabla II, 1). Opisujući felsodacit K i š p a t i ć (1909) piše: »Prostim okom razabiremo na njemu porfirno izlučene glinence, koji su obično oštra staklasta sjaja. Drugih porfirno izlučenih ruda nema« (str. 137), i dalje »osnova se sastoji od vrlo sitnih iglica glinenaca, koji nam često pokazuju svojim poredanjem fluidalnu strukturu« (Ibid, str. 138).

Biotitski dacit, liparit i neke druge stijene koje je opisao K i š p a t i ć, kako se to razabire i iz navedenih citata, toliko su slične bijelom vitroklastičnom tufu i vitrokristalolitoklastičnom tufu, da nas to navodi na misao da je K i š p a t i ć možda opisao dio tufa, odlomak koji je bio obogaćen fenokristalima plagioklasa i biotita. Tufovi ignimbrijskog tipa, koje ovdje upravo nalazimo, kadikad se teško razlikuju od pravih felsitskih riolita i dacita.

Što se tiče kemijskog sastava, oba varijeteta vitroklastičnog tufa imaju sličan kemizam. Veća razlika u kemizmu postoji između tih tufova i vitrokristalolitoklastičnog tufa, a uzrokovana je pretežno različitim volumnim količinama pojedinih minerala u sastavu stijene i različitim količinama stakla. Umanjeni sadržaj i odsutnost pojedinih kemijskih komponenti ukazuje na diferencijaciju vulkanskog materijala u toku transporta i sedimentacije i na minerokemijske izmjene, kojima su pojedini dijelovi tufskih naslaga bili izvrgnuti za vrijeme alteracija.

Kemizam tufova je blizak kemizmu liparita, dacita i andezita, a znatno se razlikuje od kemizma porfirita i dijabaza, koje je istražio T u ć a n (1922).

Mineralni sastav, struktura i kemizam tufova kod D. Jesenja ukazuju, da ih genetski treba vezati za eksplozivne faze efuzija neutralnih do kiselih magmi od kojih su nastale eruptivne stijene sjeverno od Ivanščice, Strahinščice i planina u sjeveroistočnom dijelu Slovenije.

Grada cijele piroklastične serije pokazuje da svi prosljoci pripadaju istom genetskom tipu i da su vezani za isti magmatizam. Sedimentacija piroklastičnog materijala vršila se u vremenski kratkom razdoblju tako,

¹ Upravi Geološko-paleontološkog muzeja zahvaljujemo na susretljivosti.

da cijela serija čini geološki kontinuiranu cjelinu. Obzirom na interkalaciju tufa u laporu, starost mu je kao i lapora – oligocenska.

Daljnja petrografska istraživanja tog područja pružit će još više dokaznog materijala za rješavanje geneze magmatskih stijena i njihovih tufova u tom dijelu Hrvatskog Zagorja.

Primljeno 13. 1. 1969.

Zavod za mineralogiju, petrologiju i
ekonomsku geologiju,
Rudarsko geološko naftni fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Zagreb, Pierottijeva 6
Mineraloško-petrografski muzej
Zagreb, Demetrova 1

LITERATURA

- Drasche, R. (1873): Zur Kenntnis der Eruptivgesteine Steiermarks. Tschermaks Mineral. Mitt. I, 1, Wien.
- Dreger, J. (1898): Bemerkungen zur Geologie Unter-Steiermarks. Verh. Geol. Reichsanst. Wien.
- Fediuk, F. (1961): Fjodorova mikroskopicka metoda. Nakladatelství Českosl. akad. věd. Praha.
- Foetterle, (1861): Bericht über die Aufnahmen in nordwestlichen Kroatien. Verh. Geol. Reichsanst. Wien.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1904): Geologijaska prijevodna karta kraljevine Hrvatske i Slavonije. Tumač geologijske karte Zlatar-Krapina, Zona 21, Col. XIV, Zagreb.
- Hatle, E. (1881): Zur Kenntnis der petrographischen Beschaffenheit der südsteiermärkischen Eruptivgesteine. Mitth. Naturw. Ver. Steiermark, Jahrg. 1880, Graz.
- Hoernes, R. (1889): Zur Geologie Untersteiermarks II. Verh. Geol. Reichsanst. Wien.
- Kišpatić, M. (1909): Mlade eruptivno kamenje u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. Rad JAZU, 177, Zagreb.
- Szeky-Fux, V. (1965): Vertical Zoning of clay minerals accompanying a hydrothermal mineralization. Acta Geol. Hung. 9, Budapest.
- Zollikofer, Th. (1861/62): Die geologischen Verhältnisse der Südöstlichen Theiles von Unter-Steiermark. Jahrb. Geol. Reichsanst., 12, Wien.

L.J. GOLUB and V. BRAJDIĆ

PYROCLASTIC ROCKS FROM THE DONJE JESENJE (HRVATSKO ZAGORJE)

There are many occurrences of pyroclastic rocks in the district of Hrvatsko Zagorje. One of them occurs near the village of Donje Jesenje, situated about 11 km N from Krapina (Plate IV).

Pyroclastic rocks are tuffs. The body of tuff bedded is over 60 metres thick. Tuff is green or white of different shades. The texture and quantity of fragments of crystals and lithoclasts shows that there exists two varieties: vitric tuff – green and white – and vitro-crystallo-lithic tuff.

Vitric tuff has a vitroclastic texture (Plate I, 1). Rare pheno crystals and arcuate shards of colourless devitrified glass (Plate I, 2) lie in a matrix of altered glass dust. The phenocrysts and the shards of devitrified glass are slightly deformed and flattened. The beds of vitric tuff which consist of about 20% of crystal fragments and about 40% of rock debris are classified as vitro-crystallo-lithic tuff. In the matrix of altered glass dust in the vitro-crystallo-lithic tuff fragments of effusive rock with distinctive fluidal structure (Plate II, 1), fragments of vitric tuff and aggregates of plagioclase (Plate II, 2) occur.

The mineral composition in all of these varieties is nearly the same. Under the microscope, tuff shows fragments of phenocrysts of plagioclase (andesine), quartz, biotite, and amphibole. The glass matrix is mostly altered and devitrificated to crypto- and microcrystalline aggregates of cristobalite, zeolite (clinoptilolite), chlorite and glauconite (?). In the phenocrysts there are inclusions of minute crystals of zircon and apatite. The opaque minerals are magnetite and pyrite.

The X-ray data are given in Table I and Plate III, the chemical data and normative calculation after CIPW method are given in Tables 2 and 3. The semiquantitative data of minor elements are given in Table 4, while the data of DTA-graph are given in Fig. 1.

The tuff represents the intermediate form between sillar and welded tuff. Tuff ejecta have nearly the same mineral composition and similar chemical composition as andesite and andesitodacite and all of them are derived from the acid and intermediate magma which was ejected north of Mt. Ivanščica, Mt. Strahinščica and the mountains in the NE Slovenia.

The tuff is intercalated between the beds of oligocene marle, and is of the same age.

Received, 13th January, 1969.

Department of Mineralogy, Petrology and
Economic Geology,
Faculty of Mining, Geology and Petroleum
Engineering
University of Zagreb, Pierottijeva 6
Mineralogic and Petrological Museum,
Zagreb, Demetrova 1

TABLA - PLATE I

1. Vitroklastični tuf (zeleni). Sačuvana vitroklastična struktura u »welded« tufu. 1 N, 40 ×
Vitric tuff (green). Well-preserved vitroclastic texture in a partially welded tuff. 1 N, 40 ×
2. Vitroklastični tuf (zeleni). Prozirni fragmenti djelomično devitrificiranog stakla. Kristalići klinoptilolita (bijelo) i stakla (crno). 1 N, 60 ×
Vitric tuff (green). Partially devitrified glass shards. Crystals of clinoptilolite (white) with glass (dark). 1 N, 60 ×



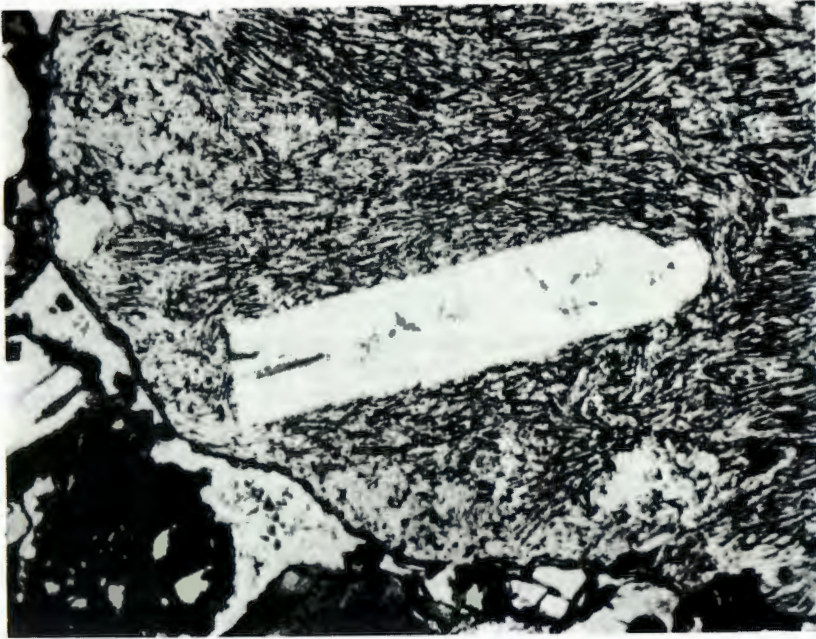
1



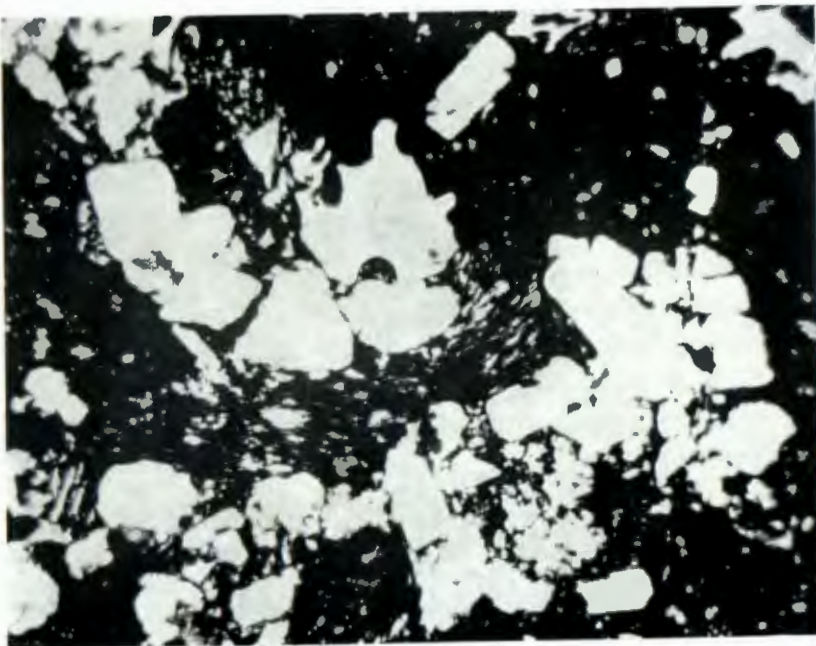
2

TABLA --PLATE II

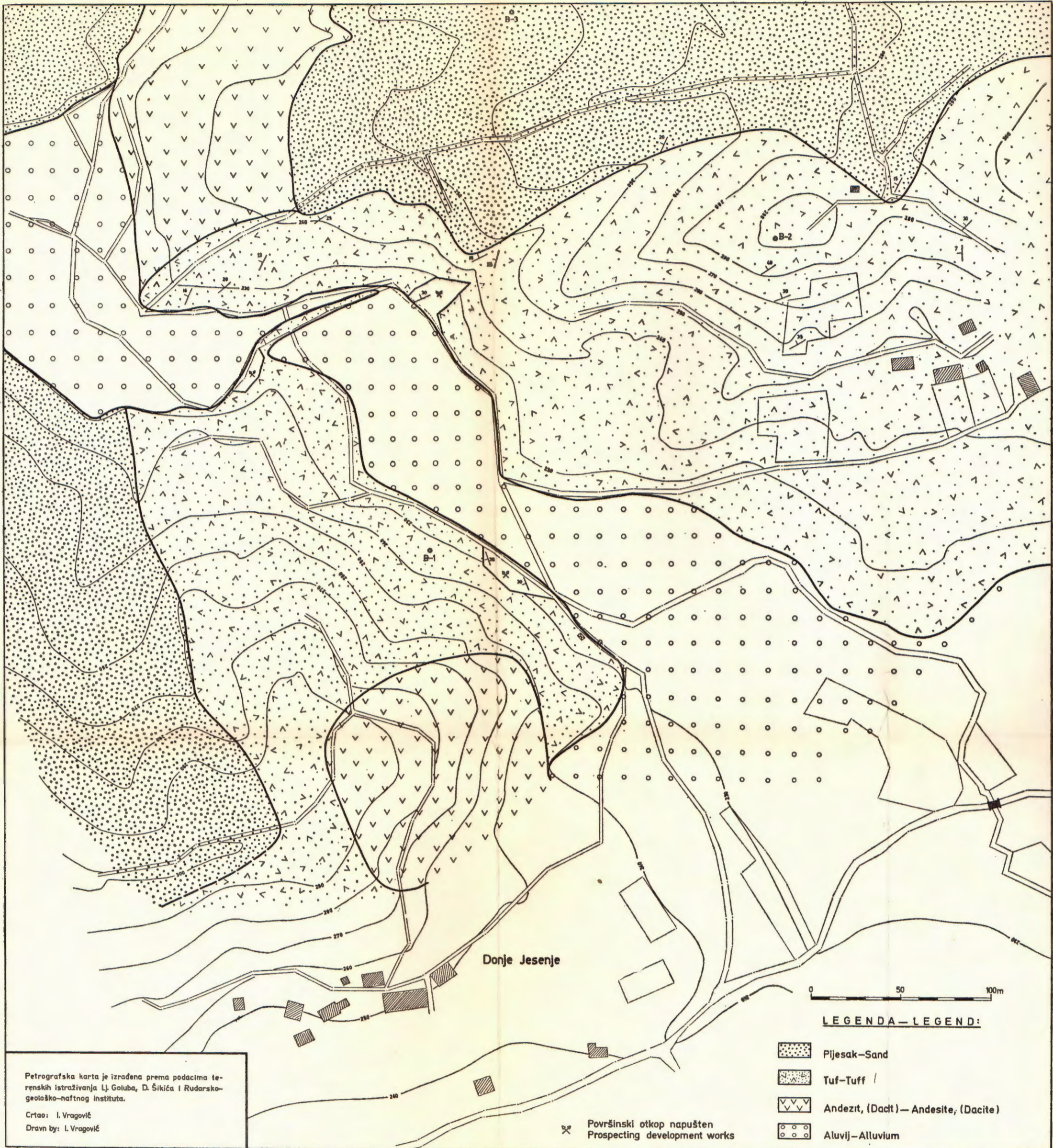
1. Vitrokristalolitoklastični tuf. Litoklast efuziva s fluidalnom teksturom. Fenokristali plagioklasa u osnovi koja se sastoji od mikrolita feldspata i stakla. 1 N, 40 ×
Vitric-crystal-lithic tuff. Lithoclast of effusive rock with the fluidal structure. Phenocrysts of Plagioclase in the matrix of microlites of Felspars and glass. 1 N, 40 ×
2. Vitrokristalolitoklastični tuf. Porfiroklasti plagioklasa i kvarca u staklastoj osnovi djelomično »welded« tufa. + N, 40 ×
Vitric-crystal-lithic tuff. Phenocrysts of Plagioclase and Quarz in the matrix of glass shard and dust in a partially welded tuff. + N, 40 ×



1







2




Petrografska karta je izrađena prema podacima terenskih istraživanja Lj. Goluba, D. Šikića i Rudarsko-geološko-naftnog instituta.

Crtao: I. Vragović
 Drawn by: I. Vragović

LEGENDA - LEGEND:

-  Pijesak - Sand
-  Tuf - Tuff
-  Andezit, (Dact) - Andesite, (Dacite)
-  Aluvij - Alluvium

 Površinski otkop napušten
 Prospecting development works