

Geol. vjesnik	Vol. 39	str. 11—18	Zagreb 1986.
---------------	---------	------------	--------------

UDK 552.517:552.086

Izvorni znanstveni rad

Pliokvartarni sedimenti jugoistočnog dijela Krndije (sjeverna Hrvatska)

Stanka NOVOSEL-ŠKORIĆ, Zlata MAGDALENIĆ i Boško KOROLIJA

Geološki zavod, Sachsova 2, p. p. 283, YU — 41000 Zagreb

Uz stratigrafski prikaz naslaga detaljno su sedimentološki obrađeni kontinentalni pliokvartarni sedimenti. Zbog povišene koncentracije granata u sastavu teških minerala prišlo se detaljnijoj obradi granata, njegovog oblika i sastava. Na osnovi značajne koncentracije korodiranih granata u teškoj frakciji utvrđeno je da je detritus lokalnog porijekla i da potječe iz područja izgrađenog iz stijena visokog i niskog stupnja metamorfizma. Osim toga dat je stratigrafski prikaz litološkog sastava i paleontološkog sadržaja odnosa i debljine naslaga iz neposredne podine pliokvartara.

Sedimentary characteristics of the continental Plioquaternary sediments were analysed in detail, besides their stratigraphic relations. The higher concentration of garnet in heavy mineral composition was the reason for detail analyses of garnets, their shape and composition. On the basis of significant concentration of corroded garnets in heavy fraction, it was determined that detritus is from the local area, in fact it was transported from an area built of high — to low-metamorphosed rocks. Lithology, fossil content, thickness and relation of beds from the immediate base of Plioquaternary sediments are presented in stratigraphic review.

UVOD

U sklopu snimanja i izrade Osnovne geološke karte lista Našice u periodu od 1981. do 1984. godine, detaljno su obrađeni pliokvartarni kontinentalni sedimenti. Utvrđeno je da u teškoj mineralnoj frakciji sadrže karakteristične asocijacije akcesornih teških minerala među kojima dominiraju »korodirani« granati i epidot, koji su pretaloženi iz izvornog područja u prvom ciklusu.

Podatke o geologiji Krndije nalazimo u radovima mnogih starijih istraživača među kojima treba istaći rad D. Gorjanović-Krambergera (1897) o stratigrafiji i tektonici Krndije, i M. Kišpatića (1912) o metamorfnim stijenama ovog područja. Nakon drugog svjetskog rata je metamorfne i eruptivne stijene Krndije istraživao L. Marić (1955). Metamorfne i eruptivne stijene kristalinskog kompleksa na području lista Našice je obradio J. Pamić (1982). Podatke o mineralnom sastavu pliocenskih i kvartarnih pijesaka u Slavoniji nalazimo u radu E. Krkaića i Al. Šimunića (1979), i I. Galovića i Z. Magdalenić (1975). O pliokvartarnim naslagama na području lista Orahovica pisali su M. Brkić i D. Jamičić (1975).

O koroziji detritičnih zrna granata u sedimentima su pisali Potter, F. J. (1968), Setlow, L. W. i Karpovich, B. R. (1972), Rahmani, A. R. (1973) i Simpson, S. G. (1976), a o stabilnosti detritičnih teških minerala u tercijarnim naslagama Morton, A. C. (1984).

Rendgenografsko određivanje sastava granata je izvršio dr Stjepan Šćavničar, na čemu mu posebno zahvaljujemo.

STRATIGRAFSKI PRIKAZ

U geološkoj građi jugoistočnog dijela Krndije, osim stijena kristalinskog kompleksa, zastupane su još naslage mlađeg tercijara i kvartara. Na raznim varijetetima amfibolitskog facijesa, koji pripada dijelu »psunjsko-kutjevačke serije«, slijedi transgresivni torton, zatim sarmat, donji i gornji panon, te donji i gornji pont. Na njima diskordantno leže naslage pliokvartara i kvartara.

Osnovnu masu kristalinskih stijena čine biotit-muskovitski paragnajsevi u kojima nalazimo leće amfibolita i proboje granita, koji su naknadnim procesima — retrogradnom metamorfozom flazerirani i izmijenjeni u gnajseve. Među paragnajsevima dominiraju sitnozrni i jasno škrljavi varijeteti čija je struktura granoblastična, a zapažaju se i relikti primarne psamitske strukture. Glavni mineralni sastojci su kvarc, feldspat i biotit, a kao sporedni sastojak dolazi granat. Granit je najčešće rastročena, okcasta i škrljava stijena s granoblastičnom, odnosno porfiroblastičnom strukturom. U mineralnom sastavu učestaliji su feldspati, dok je kvarc podređeniji. Biotit je bitan femski sastojak koji jasno obavlja okca kvarca i porfiroblaste feldspata.

Torton, kao najstariji član tercijara, leži transgresivno preko kristalinske podloge i nalazi se u isprekidanim zonama oko Gradca i Londžice do Borovika. Započinje bazalnim polimiktnim konglomeratima u kojima dominiraju dobro zaobljene valutice škrljavih varijeteta metamorfnog niza, povezane kalcitnim cementom. U slijedećem superpozicijskom intervalu prevladavaju fosiliferni bioklastični vapnenci, a na prijelazu u sarmat nalaze se isključivo pjeskoviti ili vapnoviti lapori. Taj dio naslaga dobro je paleontološki dokumentiran s oblicima karakterističnim za badenien. Debljina torton ne prelazi 200 m.

Daljnji slijed neogenskih članova u osnovi je kontinuiran uz povremeno naglašene oscilacije, koje se već krajem torton manifestiraju kroz oslađivanje dotadašnjeg morskog prostora. U donjem sarmatu talože se brakični sedimenti predstavljeni laporima i laporovitim vapnencima, koji su lokalno vrlo dobro razvijeni (cementara Našice). Biofacijelne karakteristike lapora upućuju na mirniju sredinu sedimentacije, dok vapnenci s brojnim nesortiranim kamenim jezgrama fosila, ukazuju na akumulaciju i taloženje u nemirnijim predjelima bazena s većom energijom vode. U spomenutom tipu vapnenaca bogatstvom formi ističu se rodovi Cerastoderma i Ervilia. Od mikrofosila posebno su značajne krupne elfidije s tipičnim sarmatskim vrstama kojima je definirana baza sarmata čija debljina ne prelazi 20 m.

Vapnenci i lapori panona koji se izravno nastavljaju iz sarmata, nalaze se duž čitavog krndijskog masiva periklinalno raspoređeni i erozijom otvoreni u dubljim dolinama.

Donjopanonski »Croatica-slojevi« dobro su uslojeni i sastoje se od izmjene pločastog laporovitog vapnenca i vapnenog lapora u kojima se redovito nalaze otisci gastropoda i školjkaša polubračkičnog do slatkovodnog tipa. Ističu se provodne vrste *Radix croatica* i *Gyraulus praeponticus*.

Slabije uslojene gornjopanonske »Banatica-naslage« predstavljene su plavičastosivim do žućkastosmeđim vapnovim laporima s učestalim primjercima vrste *Congeria banatica*. Od mikrofosila bogata je zajednica ostrakoda koja također pripada gornjem panonu.

Ukupna debljina panona procjenjuje se na 150 m.

Nastavak neogenske sedimentacije dalje se prati prisutnim pjeskovito-laporovitim facijesima *p o n t a*, koji su dijelom otkriveni na lokalitetima Ljeskovića i Londžica. Najprije slijede starije »Abichi-naslage«, razvijene u facijesu žućkastosivih pjeskovitih lapora s provodnim vrstama *Paradacna abichi* i *Congeria digitifera*. Mlađi »Rhomboidea-slojevi« prostorno su vrlo ograničeni, a predstavljeni su sivim i smeđim pjeskovitim laporima te glinovitim i tinjčastim pijescima. U njima nalazimo tipičnu asocijaciju gornjeg *p o n t a* s *Congeria rhomboidea*.

Debljina otkrivenog dijela ovih naslaga kreće se između 50 i 100 m.

Pijescima, koji su detaljno sedimentološki obrađeni i čiji se rezultati prikazuju u ovom radu, pretpostavljena je *p l i o k v a r t a r n a* starost. Obzirom da ove naslage nisu sigurno paleontološki dokumentirane, osnovni kriterij za njihovo vremensko horizontiranje jeste njihov primaran odnos prema naslagama iz podloge. Budući da leže transgresivno i vrlo blago preko svih navedenih neogenskih članova s naglašenom kutnom diskordancom, sigurno je da su ove naslage mlađe od donjeg a najvjerojatnije i gornjeg *p o n t a*, pa se tretiraju kao ekvalenti paludinskih naslaga sa mogućim prelazom u kvartar. Pripadaju dakle jednom novom ciklusu kojemu je prethodilo izdizanje i stvaranje novih kopnenih prostora s pojačanom erozijom, što se odrazilo na sastav novonastalih sedimenata. Odlaze se sivi i rđastosmeđi tinjčasti pijesci s »dm« proslojcima vapnovitih pješčenjaka koji uklapaju tanje leće šljunaka i ugljevitih glina u kojima su zapažene krhotine glatkih paludina. U pijescima je često izražena kosa i unakrsna slojevitost sa zonama limonitizacije kao i pojavama grudastih vapnenih kongrecija. Debljina pliokvartara varira od 0—150 m s postepenim zadebljanjem prema sjeveroistoku.

Siltozne ilovine lesoidnog tipa, koje su uvrštene u pleistocen sačuvane su na padinama Krndije gdje se nalaze diskordantno preko svih članova neogena. U obliku erozijskih ostataka registrirane su i na stijenama predtercijarne starosti. Sastoje se od vrlo finog praha najčešće bezkarbonatne komponente. Samo na pojedinim lokalitetima ističu se izolirane zone karbonatne lesoidne sekvence, koja ima sve litološke i biofacijelne karakteristike kontinentalnog prapora, što potvrđuju i brojni fosilni ostaci među kojima dominiraju rodovi: *Trichia*, *Vitrea*, *Succinea* i *Pupilla*. Njihove vrste čine jedinstvenu autohtonu asocijaciju i potječu iz kopnene sredine, a neki oblici obilježavaju najhladnija razdoblja glacijala.

Debljine ovih naslaga rijetko su veće od 10 m.

U strukturnom pogledu prikazano područje pripada dijelu zasebne tektonske cjeline, koja se pruža od Krndije prema istoku i završava kod Vinokovaca, a u literaturi je poznata kao đakovačko-vinkovački plato. Na temelju interpretacije geoloških odnosa, paleografsko-tektonska evolucija

ovog prostora, može se pouzdano pratiti od miocena, kada se naziru osnovne konture platoa u formi grebena. U kasnijim fazama mlađeg neogena kada oživljava tektonska aktivnost, ovo područje sve više poprima izgled horsta. Omeđen rubnim rasjedima duž kojih se vrši intenzivno kretanje blokova, formiraju se i labilni prostori kao njegovi utonuli ekvivalenti. Tako diferencirani prostori uvjetuju veliku litološku varijabilnost neogenskih članova, a posebno njihovih debljina. One su na stabilnijem dijelu strukture znatno reducirane u odnosu na debljine koje nalazimo u potolinskom dijelu rijeke Drave. Početkom pleistocena plato je ponovno aktiviran a definitivno stabiliziran njegovim krajem, kada je zasut i zaravnjen praporom. Danas ovo područje ima značajke relativno izdignute horst-antiklinale, čija se strukturna os poklapa sa orografskom osi Krndije koja blago tone prema jugoistoku.

U formiranju tektonskog sklopa izražena su dva osnovna smjera rasjeda. Jedan je dinarskog pravca pružanja, a drugi okomit ili dijagonalan na njega. Najmarkantniji rasjed pravca sjeverozapad—jugoistok paralelan je sa uzdužnom rasjednom zonom, koja razdvaja strukturnu jedinicu Krndije od Dravske potoline. Duž njega je izvršeno najveće spuštanje, što je potvrđeno podacima iz bušotine Na-1, u kojoj je kristalinska podloga registrirana na 600 m. Dijagonalni lomovi jasno ocrtavaju podudarnost s orljavsko-našičkim smjerom i samo ponegdje utječu na stvaranje lokalnih struktura.

MINERALNI SASTAV PLIOKVARTANIH PIJESAKA

Seriju pliokvartarnih naslaga područja jugoistočne Krndije izgrađuju krupnozrni pijesci, rjeđe siltozni pijesci, šljunkoviti pijesci i pjeskoviti šljunci. Najveći broj analiziranih uzoraka pripada grupi sortiranih pijesaka. Srednja veličina zrna (medijan) je od 46 do 280 mikrometra, a koeficijent sortirivosti (S_o) od 1,09 do 1,95.

Pijesci se sastoje od zrna kvarca i feldspata, listića muskovita, čestica stijena i akcesornih teških minerala.

Kvarc se pojavljuje u nepravilnim subangularnim rjeđe djelomično zaobljenim zrnima. Mnoga zrna kvarca su djelomično obljepljena Fe hidrosidom. Feldspati se javljaju u angularnim i subangularnim zrnima. Relativno su svježiji. To su pretežno plagioklasi (polisintetski sraslaci i zrna samci) a rjeđe alkalijski feldspati. Neka zrna feldspata sadrže igličaste inkluzije.

Muskovit se pojavljuje u relativno krupnim angularnim listićima. Opaženi su muskoviti koji sadrže igličaste kristale cirkona.

Kao sporedni sastojci pijeska pojavljuju se angularni i subangularni fragmenti sericitnih, kvarcsericitnih i kvarcitnih škriljaca, čestice kvarcita, kvarceldspatskih eruptiva, čerta, pelita i ulomci zrnatih vapnenaca i dolomita.

Studiju akcesornih teških minerala posvećena je posebna pažnja. Analizirana je granulometrijska frakcija od 45 do 360 mikrometra. Koncentracija akcesornih teških minerala u 103 obrađena uzorka je od 0,50 do 17,71%. Sastav teške mineralne frakcije prikazan je tabelarno. Tešku frakciju sačinjavaju opaka zrna listića klorita i biotita, zrna kalcita i dolomita i zrna ostalih proziranih teških minerala.

Među opakim zrnima i mineralima su u nekim uzorcima određeni limonit, hematit, magnetit, ilmenit i leukoksen.

Klorit i biotit se javljaju u malim količinama ili posve nedostaju. Klorit se pojavljuje u nepravilnim listićima svježeg izgleda. Biotit dolazi u nepravilnim listićima karakterističnog pleohroizma od žućkaste do tamnosmeđe i smeđe-crvenkaste boje. Pretaložen je vjerojatno iz izvornih stijena u prvom ciklusu. Manji broj uzoraka sadrži u teškoj frakciji nepravilna zrna ili romboedarske kristale dolomita i kalcita.

U asocijacijama ostalih prozirnih teških minerala dominiraju granat i epidot. Sporedni sastojci su staurolit, disten, coisit, zelena hornblenda, titanit, apatit, rutil, turmalin i cirkon, dok se sporadično i u vrlo malim količinama pojavljuju andaluzit, kloritoid, klinocoisit, aktinolit, pirokseni, kromspinel i brukit.

Sadržaj granata u asocijacijama prozirnih teških minerala je dosta neujednačen; dok u nekim uzorcima doseže količinu od 78 %, u nekima iznosi ispod 10 % ili posve nedostaje. Srednji sadržaj granata je 27 %. Granati se pojavljuju u nepravilnim angularnim i subangularnim zrnima, rjeđe u kristalima ili ulomcima kristala. Oblik zrna je vrlo raznolik i varira od subsferičnih do rogatih i ekstremno nepravilnih zrna »skeletna« izgleda. Površina zrna je izmijenjena i korodirana. Zrna granata naborane površine prikazana su na tabli I sl. 5 i tabli II sl. 1. Konstatirana su zrna granata kojima su na površini vidljive kvadratne, romboedarske ili posve nepravilne udubine, vidljive na tabli II sl. 3 i 4. Udubine su djelomično ispunjene smeđom limonitnom tvari. Ekstremno korodirana, izjedena zrna granata »skeletna« izgleda vide se na tabli III sl. 1—3.

Granati u pliokvartarnim pijescima su bezbojni ili ružičaste boje. Indeksi loma granata su 1,77 do 1,79 (mjerena su vršena pomoću imerzi onih tekućina). Na osnovi rendgenografskog određivanja granata i izmjerenih indeksa loma, S. Šćavničar je uz pomoć Winchelovih dijagrama zaključio da je za analizirane uzorke karakteristična asocijacija almadina i piropa uz manji sadržaj grosulara.

Granati često sadrže mineralne inkluzije (igličaste kristale cirkona, rutila i dr.) (tabla IV, sl. 1—10). Potječu iz metamornih stijena i većim dijelom su pretaloženi iz izvornog područja u prvom ciklusu.

Srednji sadržaj epidota u analiziranim asocijacijama prozirnih teških minerala iznosi 33 %, a količina varira od 5 do 68 %. Epidot se pojavljuje u nepravilnim zrnima i rjeđe u kristalima žućkastozelene boje i izraženog reljefa. Interferira u živim bojama višeg reda. Potječe iz metamorfita i bazičnih eruptiva.

Količina staurolita je neujednačena i varira od 0 do 28 %. Staurolit se pojavljuje u relativno krupnim nepravilnim zrnima, rjeđe u prizmatskim kristalima izrazita reljefa. Odlikuje se izraženim pleohroizmom od blijedožute do mednožute boje. Potječe iz stijena visokog stupnja metamorfizma. Sadržaj distena u nekim uzorcima doseže 21 % a u nekima posve izostaje. Disten se javlja u nepravilnim kalotinama. Relativno krupni fragmenti svježeg distena (tabla V, sl. 1 do 5) ukazuju na pretaložavanje detritusa iz metamornih stijena u prvom ciklusu.

Coisit se javlja u prizmatskim zrnima izraženog reljefa. Interferira u ultraplavim bojama. Neka zrna coisita sadrže mineralne inkluzije. Zelena hornblenda se pojavljuje u izduženim zrnima izražena pleohroizma od

svijetlozelene do tamnozeleno boje (tabla VI, sl. 4—3). Titanit se javlja u nepravilnim subangularnim zrnima svježeg izgleda. Bezbojan je do žućkastosmeđ. Interferira u žutoj i indigoplavoj boji.

Apatit se pojavljuje u prizmatskim, rjeđe djelomično zaobljenim zrnima izbockane površine. Interferira u sivim bojama.

Sadržaj rutila u asocijacijama prozirnih teških minerala varira od 0 do 20 % (srednji sadržaj je 6 %). Rutil se javlja u kristalima i izduženim zrnima, rjeđe u srcolikim sraslacima smeđecrvenkaste do karmin crvene boje. Na nekim zrnima rutila su vidljiva autigena izrastanja.

Količina turmalina u asocijacijama prozirnih teških minerala je 0 do 15 % — srednji sadržaj je 5 %. Turmalin se pojavljuje u kristalima, fragmentima kristala ili u izduženim zrnima. Karakterizira ga pleohroizam od smeđe do crne, vinskocrvene i ružičaste do crne i od žute do zelenosmeđe boje. Opažena su i rijetka zrna bezbojnog turmalina sa smeđom ili crnom detritičnom jezgrom (tabla VII, sl. 4 do 6). Na mnogim zrnima turmalina vidljivo je autigeno izrastanje paralelno osi c (tabla VII, sl. 1).

Cirkon se javlja u kristalima ili izduženim zrnima. Bezbojan je, rjeđe ružičaste boje. U nekim kristalima cirkona su vidljive mineralne inkluzije (tabla VII, sl. 7, 8 i 9).

Andaluzit se pojavljuje u vrlo malim količinama ili posve izostaje. Iznimno povišena količina andaluzita u pijesku iz okoline Londžice (uzorak 38) upućuje na pretaložavanje detritusa iz izvornog područja u prvom ciklusu. Andaluzit se odlikuje izraženim pleohroizmom od blijedoružičaste do ružičaste boje. Potječe iz metamorfita.

Kloritoid je vrlo rijedak. Pojavljuje se u nepravilnim angularnim zrnima svježeg izgleda, karakterističnog pleohroizma od svijetlozelene do plavičastozeleone boje. Potječe iz metamorfnih stijena. Aktinolit je rijedak, dolazi u izduženim zrnima. Potječe iz stijena niskog stupnja metamorfizma.

Pirokseni se javljaju u vrlo malim količinama ili posve nedostaju. To su pretežno monoklinski, rjeđe romski pirokseni.

PORIJEKLO DETRITUSA, TRANSPORT I UVJETI SEDIMENTACIJE

Na osnovi izvršenih analiza moglo se je utvrditi da je detritus plio kvarternih naslaga lokalnog porijekla i da potječe većim dijelom iz kristalinskog kompleksa Krndije i Papuka. Masiv Krndije izgrađuju eruptivi i stijene niskog i visokog stupnja metamorfizma. Već je Kišpačić (1912) u Krndiji utvrdio distenske, silimanitske i staurolitske škriljce s granatom i turmalinom. Marić (1955) je proučavao mineralne facije omotača granitoidne mase Krndije i posebno izdvojio granatski sericitski i kloritski kvarcit, turmalinski sericitsko-kloritski kremen i škriljac, grafitoidni otreličko-sericitski škriljac i distensko sericitski-škriljac.

Analizirajući stijene kristalnog kompleksa Krndije u sklopu snimanja Osnovne geološke karte lista Našice, Pamić (1982) je odredio milonitizirani granat-muskovit-biotitni gnajs, granat-biotit-kvarcni škriljavac, granat-staurolit-muskovit-biotitni paragnajs, grafit-muskovit-kvarcni škriljavac, kvarcni amfibolit, biotitni granit, augitni andezit i dr.

Kristalinski kompleks Krndije je kroz dugi geološki period bio izvrnut intenzivnom trošenju i eroziji na kopnu, u uvjetima hladne i vlažne klime. Djelovanjem vadoznih voda i juvenilnih fluida došlo je do kemijskog nagrizanja, korozije i djelomičnog otapanja nekih minerala (granat, staurolit, hornblenda, apatit). Kišpatić (1912) je u metamorfizmu Krndije zapazio staurolite »skeletnog« oblika, a Marić (1955) opisuje korodirane granate ovijene sericitom i kloritom. Pamić (1982) opisuje kelifitizirana i kloritizirana zrna granata u milonitiziranom granatnom gnajsu.

Prema mnogim pokazateljima možemo pretpostaviti da je detritični materijal pliokvartarnih pijesaka pretaložen iz izvornog područja u prvom ciklusu nošen bujičnim tokovima i rijekama i odlagan na padinama u podnožju masiva, prekrivajući neogenske naslage različite starosti. Pliokvartarni sedimenti ne sadrže fosilnih ostataka. Sedimentacija je vršena u kontinentalnim uvjetima na kopnu ili u vodenoj sredini.

Pliokvartarni pijesci područja jugoistočne Krndije sadrže u teškoj frakciji karakteristične asocijacije akcesornih teških minerala među kojima dominiraju korodirani granati. Sedimenti sličnih karakteristika utvrđeni su mineraloškim istraživanjima pliokvartarnih naslaga na području lista Podravska Slatina, na području lista Slavonski Brod i na području lista Orahovica, što govori u prilog tvrdnji da je detritični materijal lokalnog porijekla i potječe iz kristalinskog masiva Krndije odnosno slavonskih planina.

Primljeno: 15. 11. 1985.

LITERATURA

- Brkić, M., Jamičić, D. (1975): Izvještaj o geološkom kartiranju za Osnovnu geološku kartu na listu Orahovica-107. *Geol. vjesnik*, 29, 417, Zagreb.
- Galović, I., Magdalenić, Z. (1975): Eolski sedimenti područja Kloštar—Virovitica u sjevernoj Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 28, 43—54, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1897): Geologija okolice Kutjeva. *Rad JAZU* 131, 10—29, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1912): Disthen, Sillimanit und Staurolit führende Schiefer aus dem Krndija-Gebirge in Kroatien. *Centralbl. Min.*, 19, Stuttgart.
- Krkalo, E., Šimunić, Al. (1979): Geološka građa ležišta kvarcnog pijeska »Vranić« kod Slavonske Požege (Slavonija, sjeverna Hrvatska). *Geol. vjesnik*, 31, 219, Zagreb.
- Marić, L. (1955): Petrografsko istraživanje Krndije. *Ljetopis JAZU*, 60, 290—294, Zagreb.
- Morton, A. C. (1984): Stability of detrital heavy minerals in Tertiary Sandstones from the North Sea Basin. *Clay Minerals*, 19, 287—308.
- Mutić, R. (1975): Pijesak rijeke Drave u naslagama Bušotine B-12 nedaleko Podravske Slatine. *Geol. vjesnik* 28, 243, Zagreb.
- Pamić, J. (1982): Petrografska odredba uzoraka s lista Našice. Arhiva Geol. zavoda Zagreb, br. 8326.
- Potter, F. (1968): The distribution of garnet in compacted sediments. *Journal Sedim. Petrology*, Vol. 38, No 4, 1340—1389, Tulsa, Oklahoma.
- Rahmani, A. R. (1973): Grain surface etching features of some heavy minerals. *Journal Sedim. Petrology*, Vol 43, No 3, 882—888, Tulsa, Oklahoma.
- Setlow, L. W. & Karpovich, B. R. (1972): »Glacial« micro-textures on quartz and heavy mineral sand grains from the littoral environment. *Journal Sedim. Petrology*, Vol 42, No 4, 864—875, Tulsa, Oklahoma.

- Simpson, S. Graeme (1976): Evidence of overgrowths on, and solution of, detrital garnets. *Journal. Sedim. Petrology, Vol 46, No 3, 689—693, Tulsa, Oklahoma.*
- Winchel, A. (1958): The Composition and Physical Properties of Garnets. *Am. Mineral., 43, 593—600.*

Plioquaternary Sediments of the South-Eastern Part of the Mt. Krndija (Northern-Croatia)

S. Novosel-Skorić, Z. Magdalenić & B. Korolija

Field mapping for the basic geological map, sheet Našice, included detail investigation of Plioquaternary sediments of continental facies. These sediments lay transgressively on the crystalline basement, and over Tortonian, Lower Sarmatian, Panonian and Pontian sediments. They are represented by sands and sandy gravels. Sands are composed of quartz grains, feldspars, muscovite flakes, lithoclasts and accessory heavy minerals. Among lithoclasts occur fragments of sericite-schist quartzite, quartz-feldspar eruptive rocks, chert, limestone and dolostone. Heavy fraction is composed of opaque mineral grains, chlorite and biotite flakes, dolomite grains, and grains of other transparent heavy minerals (see table: *). Garnet and epidote dominate in association of other transparent heavy minerals. Accessory components are staurolite, kyanite, zoisite, green hornblende, sphene, apatite, rutile, tourmaline, zircon, and very rare andalusite, corundum, chloritoid, clinozoisite, actinolite, pyroxene, chromspinel and brookite.

Detritus of analysed sediments originates mainly from the crystalline complex of Krndija, which is built of garnet-biotite-quartz schistes, biotite-muscovite gneiss, granite and amphybolite. During the long geological period these rocks have been exposed to the intensive weathering and erosion on land in conditions of cold and humid climate. Action of vadose and juvenile water caused chemical corrosion and partial dissolution of some minerals (garnet, staurolite, hornblende). Detritic material was transported from the source area by rapids and rivers, and then deposited in the foothills of the Mt. Krndija.

* Heavy Mineral Compos. . .

TABLA — PLATE I

1—8. Korodirani granati.

1 : Uzorak 44, 184 x. 2 : Uzorak 86, 218 x. 3 : Uzorak 82, 218 x. 4 : Uzorak 73, 250 x.
5 : Navorana površina granata. Uzorak 86, 220 x. 6 : Uzorak 8, 218 x. 7 : Uzorak 34, 160 x. 8 : Uzorak 7, 180 x.

1—8. Corroded garnets.

1 : Sample 44, 184 x. 2 : Sample 86, 218 x. 3 : Sample 82, 218 x. 4 : Sample 73, 250 x. 5 : Mammillated surface on garnet. Sample 86, 220 x. 6 : Sample 8, 218 x. 7 : Sample 34, 160 x. 8 : Sample 7, 180 x.

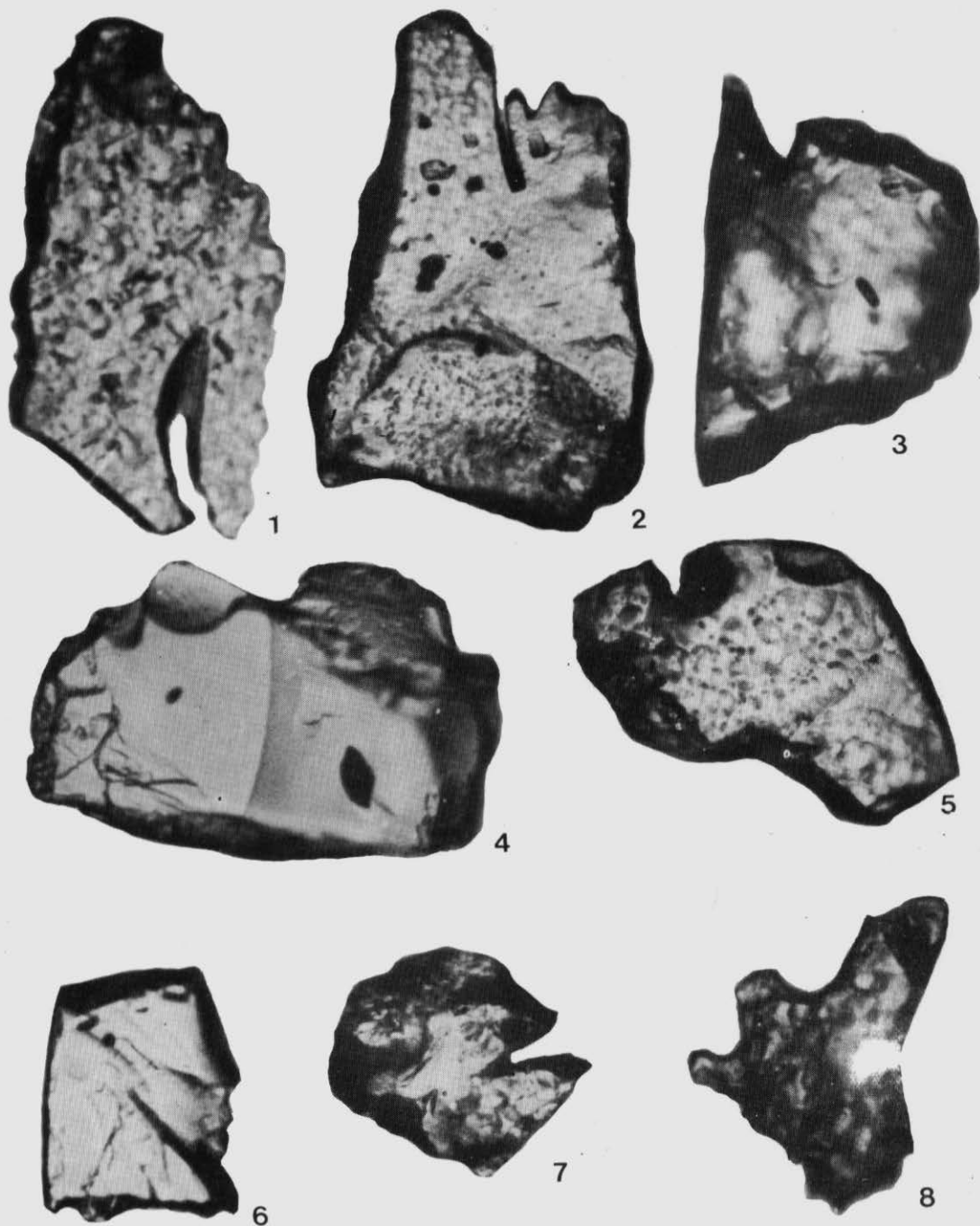


TABLA — PLATE II

- 1—2. Navorana površina granata. 1 : Uzorak 20, 230 x. 2 : Uzorak 46, 200 x.
3—4. Romboedarske udubine na površini granata. 3 : Uzorak 103, 220 x. 4 : Uzorak 82, 240 x.
5. i 8. Udubine od otapanja na površini granata. 5 : Uzorak 62, 200 x. 8 : Uzorak 7, 200 x.
6—8. Korodirani granat. 6 : Uzorak 63, 200 x. 7 : Uzorak 7, 200 x.
- 1—2. Mammillated surface on garnet. 1 : Sample 20, 230 x. 2 : Sample 46, 200 x.
3—4. Rhomboedral pits on garnet surface. 3 : Sample 103, 220 x. 4 : Sample 82, 240 x.
5. and 8. Dissolution pits on garnet surface. 5 : Sample 62, 200 x. 8 : Sample 7, 200 x.
6—7. Corroded garnet. 6 : Sample 63, 200 x. 7 : Sample 7, 200 x.

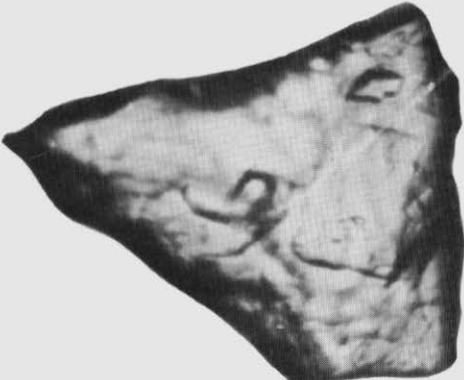
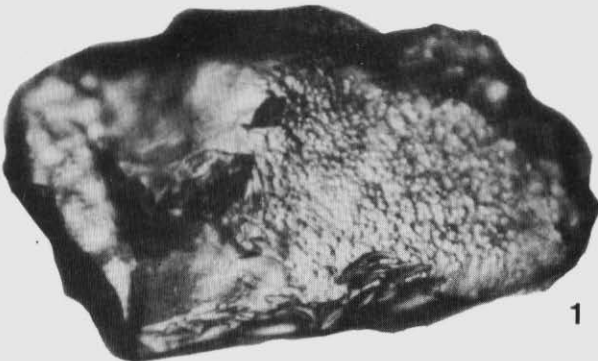


TABLA — PLATE III

1—3. Korodirani »skeletni« granati.

1 : Uzorak 58, 266 x. 2 : Uzorak 71, 200 x. 3 : Uzorak 6, 160 x.

4—10. Korodirani granati.

4 : Uzorak 39, 130 x. 5 : Uzorak 45, 180 x. 6 : Uzorak 5, 180 x. 7 : Uzorak 7, 190 x.
8 : Uzorak 7, 190 x. 9 : Uzorak 34, 160 x. 10 : Uzorak 50, 140 x.

1—3. Corroded »skeletal« garnets.

1 : Sample 58, 266 x. 2 : Sample 71, 200 x. 3 : Sample 6, 160 x.

4—10. Corroded garnets.

4 : Sample 39, 130 x. 5 : Sample 45, 180 x. 6 : Sample 5, 180 x. 7 : Sample 7, 190 x.
8 : Sample 7, 190 x. 9 : Sample 34, 160 x. 10 : Sample 50, 140 x.

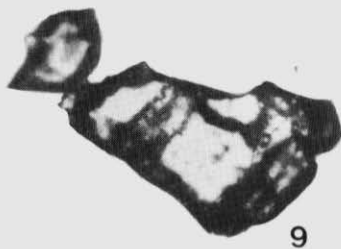
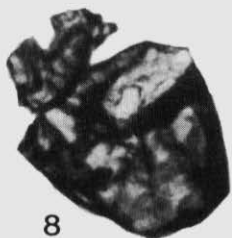
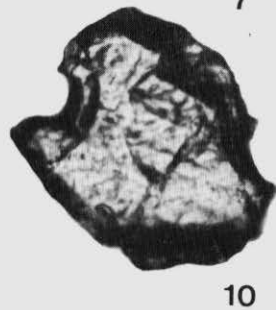
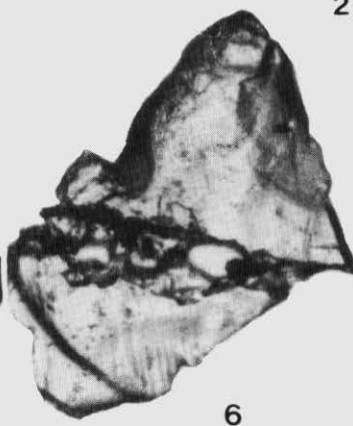
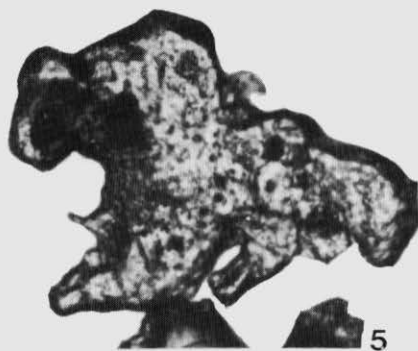
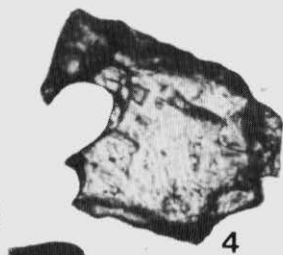


TABLA — PLATE IV

1—10. Granati s inkluzijama.

1 : Uzorak 71, 210 x. 2 : Uzorak 20, 260 x. 3 : Uzorak 50, 145 x. 4 : Uzorak 76, 290 x. 5 : Uzorak 33, 160 x. 6 : Uzorak 34, 170 x. 7 : Uzorak 39, 130 x. 8 : Uzorak 4, 160 x. 9 : Uzorak 34, 160 x. 10 : Uzorak 33, 160 x.

1—10. Garnets with inclusions.

1 : Sample 71, 210 x. 2 : Sample 20, 260 x. 3 : Sample 50, 145 x. 4 : Sample 76, 290 x. 5 : Sample 33, 160 x. 6 : Sample 34, 170 x. 7 : Sample 39, 130 x. 8 : Sample 4, 160 x. 9 : Sample 34, 160 x. 10 : Sample 33, 160 x.

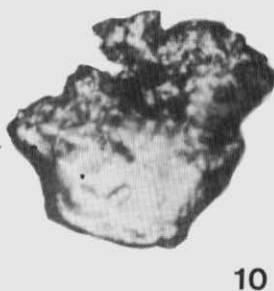
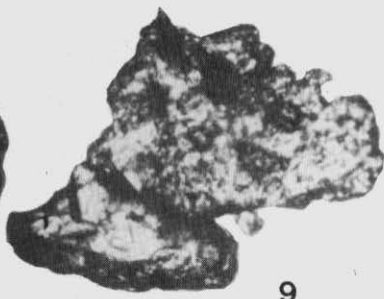
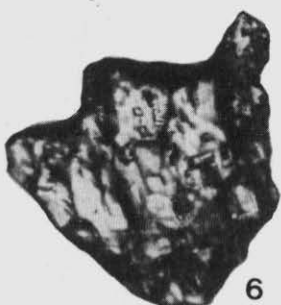
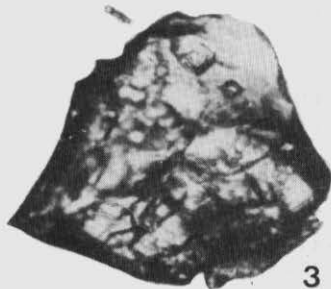
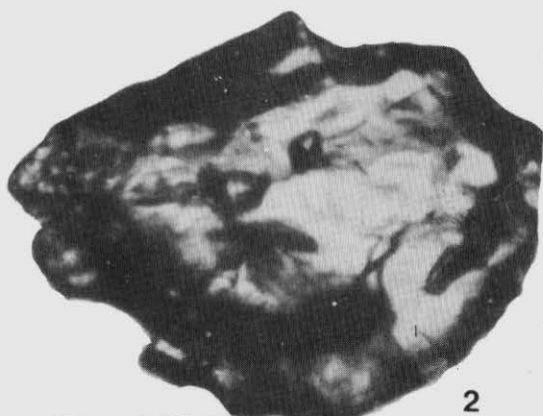
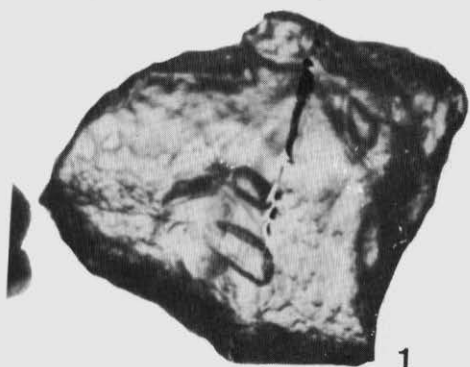


TABLA — PLATE V

1—5. Disten.

1 : Uzorak 82, 218 x. 2 : Uzorak 46, 165 x. 3 : Uzorak 53, 140 x. 4 : Uzorak 4, 165 x.
5 : Uzorak 6, 145 x.

6—7. Staurolit.

6 : Uzorak 73, 230 x. 7 : Uzorak 44, 230 x.

1—5. Kyaniite.

1 : Sample 82, 218 x. 2 : Sample 46, 165 x. 3 : Sample 53, 140 x. 4 : Sample 4, 165 x.
5 : Sample 6, 145 x.

6—7. Staurolite.

6 : Sample 73, 230 x. 7 : Sample 44, 230 x.

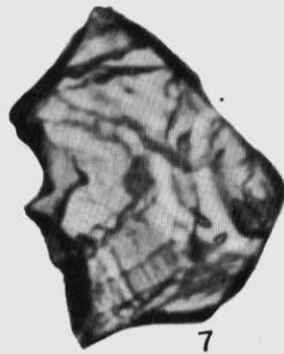
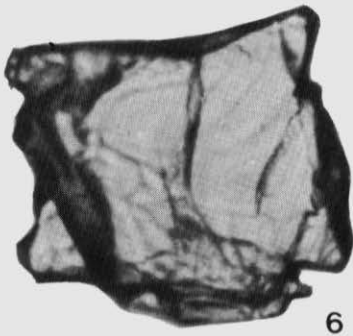
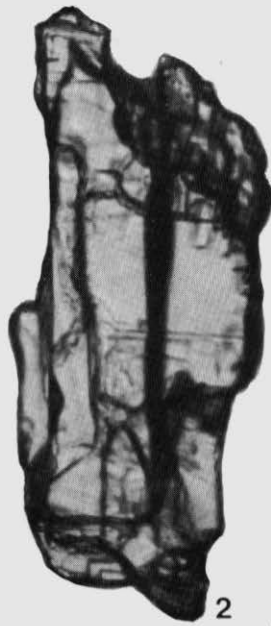
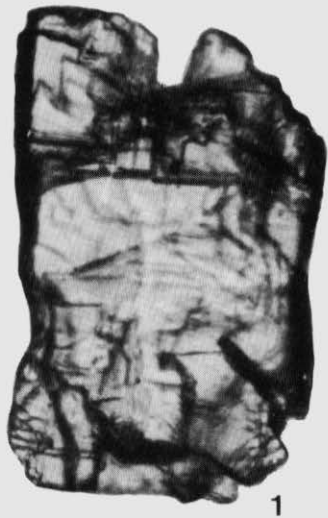


TABLA — PLATE VI

- 1—2. Epidot.
1 : Uzorak 24, 250 x. 2 : Uzorak 103, 214 x.
3. Coisit. Uzorak 80, 220 x.
- 4—5. Hornblenda.
4 : Uzorak 21, 250 x. 5 : Uzorak 20, 216 x.
6. Aktinolit. Uzorak 86, 175 x.
- 1—2. Epidote.
1 : Sample 24, 250 x. 2 : Sample 103, 214 x.
3. Zoisite. Sample 80, 220 x.
- 4—5. Hornblende.
4 : Sample 21, 250 x. 5 : Sample 20, 216 x.
6. Actinolite. Sample 86, 175 x.

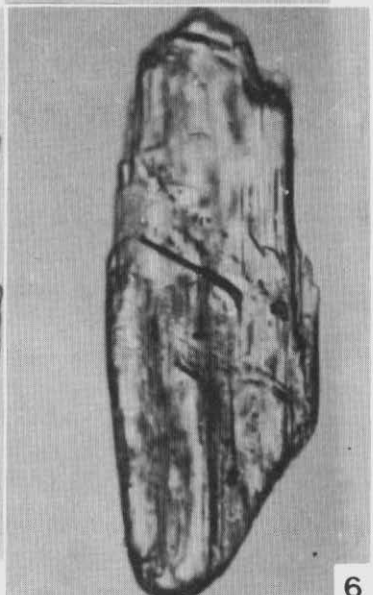
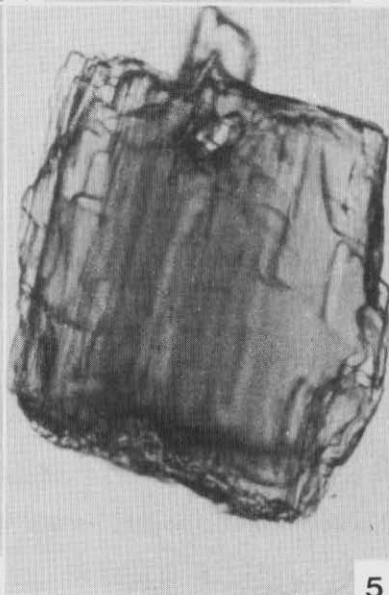
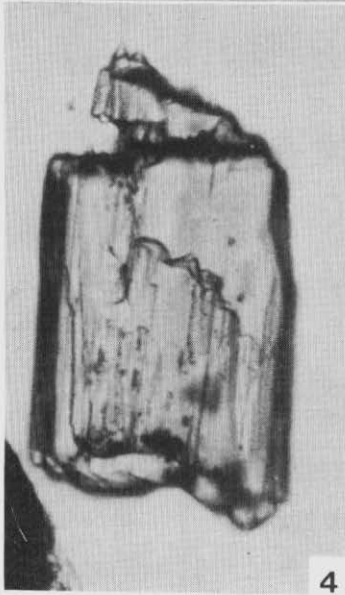
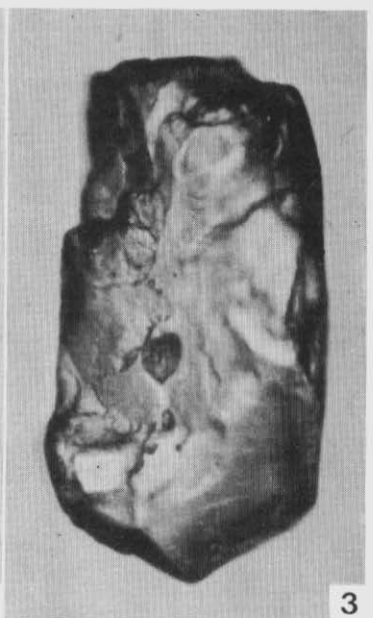
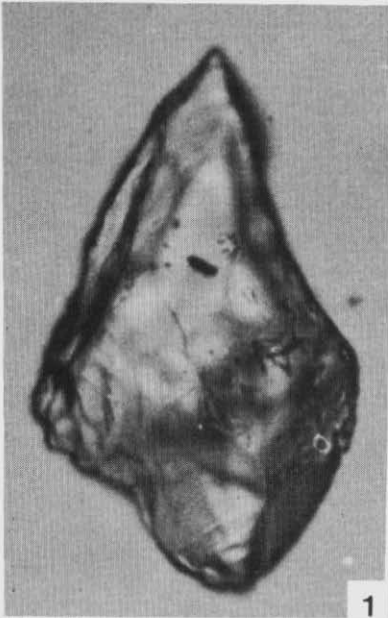


TABLA — PLATE VII

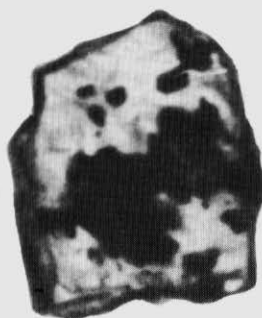
1. Turmalin s autigenim izrastanjem. Uzorak 44, 230 x.
- 2—3. Turmalin.
2 : Uzorak 21, 240 x. 3 : Uzorak 24, 250 x.
- 4—6. Turmalin s detritičnom jezgrom.
4 : Uzorak 16, 250 x. 5 : Uzorak 85, 170 x. Uzorak 16, 280 x.
- 7—9. Cirkon s inkluzijama.
7 : Uzorak 60, 210 x. 8 : Uzorak 30, 230 x. 9 : Uzorak 71, 290 x.
1. Tourmaline with authigenic outgrowth. Sample 44, 230 x.
- 2—3. Tourmaline.
2 : Sample 21, 240 x. 3 : Sample 24, 250 x.
- 4—6. Tourmaline with detrital core.
4 : Sample 16, 250 x. 5 : Sample 85, 170 x. 6 : Sample 16, 280 x.
- 7—9. Zircon with inclusions.
7 : Sample 60, 210 x. 8 : Sample 30, 230 x. 9 : Sample 71, 290 x.



1



2



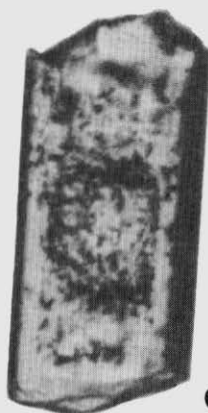
3



4



5



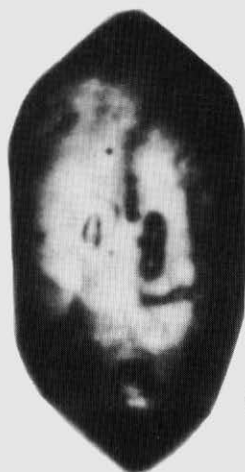
6



7



8

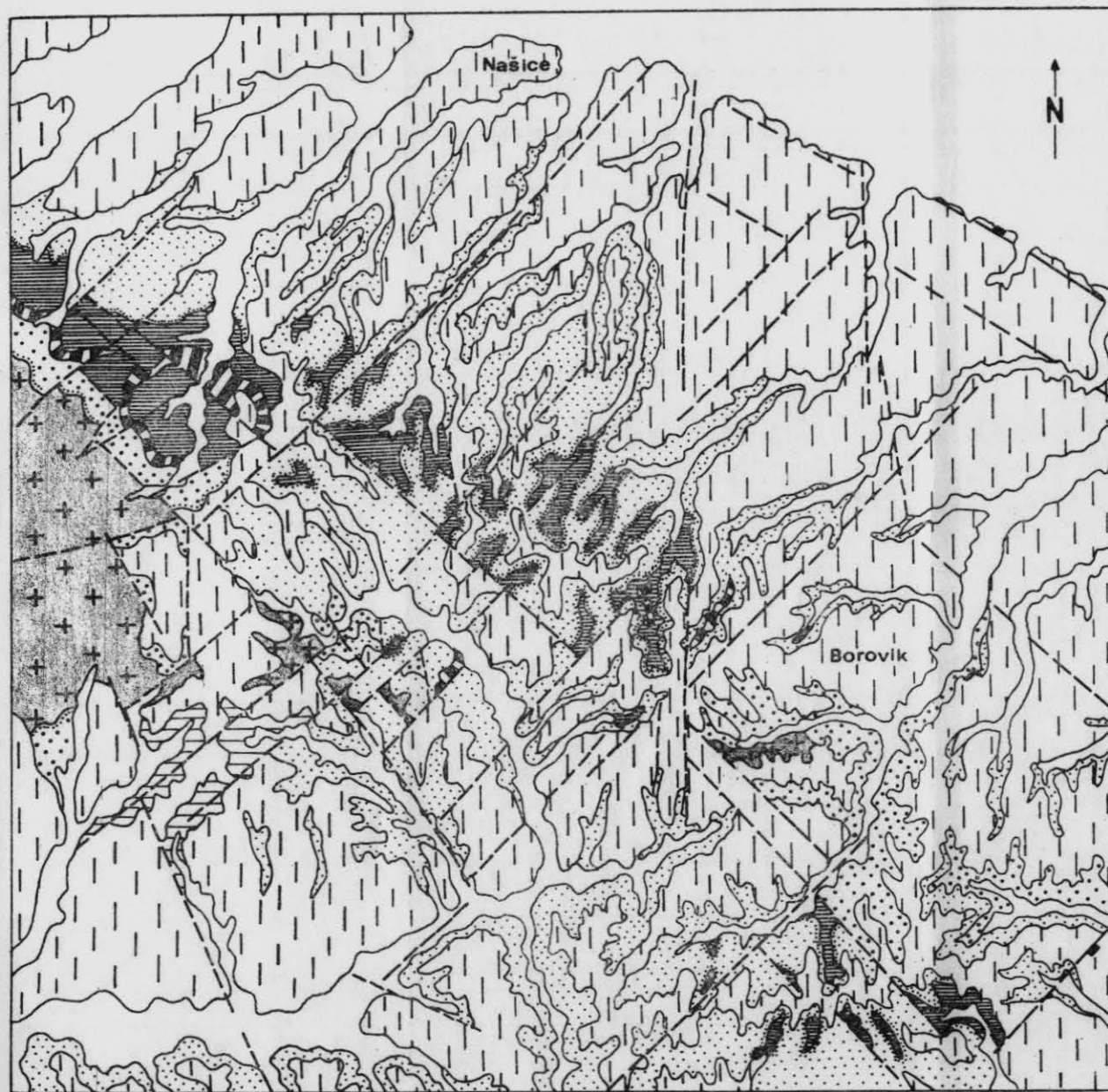


9

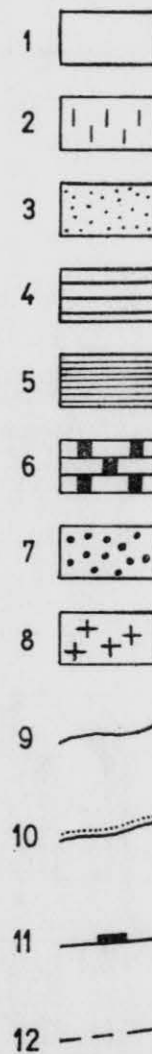
SASTAV TEŠKIH MINERALA KVARTARNIH SEDIMENATA PODRUČJA NAŠICE
HEAVY MINERAL COMPOSITION OF QUATERNARY SEDIMENTS OF NAŠICE AREA

Uzorak Sample	Teški minerali -100% Heavy minerals -100%					Ostali prozirni teški minerali -100% Other transparent heavy minerals -100%																		
	op	co	b	k	ost.	g	st	cy	and	c	ct	ep	zt	czt.	h	ak	py	cr	ti	ap	br	ru	tu	zr
1	22	-	-	-	78	13	14	2	-	1	1	24	4	-	2	-	-	-	-	13	1	12	8	5
2	16	5	3	-	76	32	1	3	1	1	-	32	5	-	5	-	-	-	2	5	-	7	3	3
3	15	5	3	5	72	28	2	2	-	-	1	18	6	-	5	-	-	-	1	8	-	13	6	10
4	8	7	-	8	77	60	2	1	-	-	-	17	3	-	7	1	-	-	2	1	-	3	2	1
5	10	5	5	6	74	72	5	2	-	-	-	8	3	-	2	-	-	-	1	2	-	4	1	-
6	10	3	-	-	87	59	1	2	1	-	-	12	2	-	13	-	-	-	2	-	-	4	2	2
7	11	6	3	-	80	72	1	1	1	-	1	13	1	-	5	-	-	-	-	-	-	2	2	1
8	10	3	-	-	87	76	2	2	1	-	1	5	1	-	3	-	-	-	1	2	-	3	2	1
9	12	3	-	-	85	29	4	2	-	1	1	30	5	1	4	1	-	1	2	3	-	4	7	5
10	15	1	1	-	83	23	8	2	-	1	1	34	1	-	3	1	1	1	2	1	1	3	8	9
11	16	1	1	-	82	17	8	2	-	-	1	35	4	2	9	4	2	1	2	1	-	3	6	3
12	22	1	1	-	76	12	2	3	-	1	2	33	7	-	9	6	-	-	-	4	-	8	8	5
13	15	2	-	-	83	24	2	8	-	2	-	25	4	-	15	3	-	-	3	2	-	3	9	2
14	23	3	-	-	74	18	1	3	-	1	-	39	13	5	8	1	-	-	1	4	-	2	4	-
15	24	2	1	-	73	21	8	10	-	2	-	29	5	-	2	-	-	2	1	4	1	4	5	6
16	13	-	-	6	81	36	4	1	2	-	-	38	1	-	-	-	-	-	1	1	-	8	3	6
17	17	1	-	-	82	21	7	2	-	-	-	48	4	-	3	-	-	-	-	3	-	6	3	3
18	27	-	-	-	73	10	4	3	-	-	-	64	2	-	3	-	-	-	1	-	-	5	6	2
19	22	5	-	-	73	9	12	15	-	-	-	31	12	-	6	-	-	-	-	-	-	3	2	10
20	10	1	1	4	84	41	4	3	-	-	-	33	-	-	4	-	-	-	-	2	-	7	5	1
21	14	-	-	2	84	15	5	4	-	-	-	45	3	-	5	-	-	-	3	6	-	3	11	-
22	21	-	-	-	79	10	5	6	-	-	-	59	-	-	1	-	-	-	2	2	-	7	7	1
23	10	1	-	-	89	34	3	2	-	-	2	43	1	-	6	-	-	-	2	1	-	2	4	-
24	25	-	-	-	75	7	4	5	-	-	-	60	1	-	2	-	-	-	5	4	-	6	6	-
25	11	2	-	9	78	46	2	3	-	-	-	31	-	-	8	-	-	-	4	-	3	3	-	-
26	9	6	-	-	85	31	2	2	-	1	-	33	3	-	6	1	-	-	3	7	-	6	3	2
27	12	-	-	-	88	30	5	1	-	1	2	26	1	-	2	1	1	-	2	6	-	12	5	5
28	14	-	3	-	83	5	3	5	-	1	-	59	5	-	-	1	-	-	2	1	1	10	3	4
29	13	9	3	6	69	43	1	2	-	1	-	23	2	-	11	1	-	-	2	1	-	3	9	1
30	12	2	2	-	84	52	1	2	-	-	-	22	2	-	3	-	2	-	1	2	-	7	5	1
31	10	5	2	-	83	29	1	2	-	-	-	25	7	-	12	1	-	-	3	7	1	7	3	2
32	15	2	-	-	83	5	2	6	-	1	1	37	4	-	-	1	-	-	4	1	1	18	6	13
33	16	-	-	-	84	42	5	2	-	-	-	26	2	-	2	-	-	-	1	1	-	9	4	6
34	6	2	2	-	90	78	1	-	-	-	-	13	3	2	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1
35	10	5	2	-	83	57	3	2	-	1	1	17	3	1	4	1	-	-	2	1	-	4	3	2
36	22	-	-	-	78	3	24	14	-	-	-	10	-	-	1	-	1	-	1	-	-	19	15	12
37	12	-	-	-	88	16	3	2	-	1	-	35	12	-	1	-	1	-	3	4	-	8	7	7
38	18	-	-	-	82	61	-	1	13	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	2
39	19	-	-	-	81	32	10	6	-	-	-	35	4	-	1	-	-	-	3	-	-	4	4	1
40	36	1	-	-	63	5	8	18	-	-	-	24	1	-	9	3	-	5	1	2	1	8	6	9
41	25	1	-	-	74	18	5	8	-	2	-	33	9	2	-	10	-	-	1	4	-	1	2	5
42	21	1	-	-	78	14	2	14	-	2	-	29	12	-	2	6	-	-	4	4	-	3	6	2
43	17	-	2	-	81	7	3	8	-	3	-	36	5	-	12	3	1	1	3	2	-	5	8	3
44	12	5	-	12	71	33	1	-	-	-	3	45	2	-	7	-	-	-	1	3	-	2	3	-
45	14	1	-	4	81	18	2	2	-	-	-	62	-	-	3	-	-	-	3	3	-	4	3	-
46	10	-	-	3	87	54	2	2	-	-	1	29	1	-	5	-	-	-	2	1	-	-	3	-
47	22	-	-	-	78	12	2	5	-	-	-	56	1	-	2	-	-	-	1	7	-	6	6	2
48	20	-	-	-	80	10	5	5	-	-	-	49	1	-	3	-	-	-	3	3	-	10	9	2
49	14	2	-	-	84	37	2	2	-	-	2	38	2	-	3	-	-	-	2	-	-	4	7	1
50	13	5	4	-	78	50	8	1	-	-	-	13	3	-	8	1	2	-	2	1	-	7	5	1
51	18	3	3	-	76	24	3	6	-	2	1	32	2	-	5	1	1	-	1	3	-	6	6	7
52	12	3	4	9	72	37	4	1	-	-	-	11	3	-	11	-	1	-	1	2	-	7	11	11
53	8	2	-	-	90	57	1	1	-	1	-	20	3	-	7	-	-	-	2	2	-	4	2	-
54	12	5	2	-	81	31	1	3	-	1	-	29	5	-	6	2	1	-	4	1	-	10	3	3
55	9	3	-	-	88	56	5	3	1	2	-	16	2	-	1	1	-	-	1	2	1	3	6	-
56	11	-	-	-	89	22	5	5	1	-	1	39	6	-	2	-	-	-	1	4	-	7	3	4
57	10	-	3	-	87	46	6	4	-	1	-	15	5	-	5	-	1	-	3	1	-	7	4	2
58	10	-	-	-	90	40	3	2	1	1	-	31	5	-	7	-	1	-	-	-	-	5	3	1
59	12	-	-	-	88	46	3	6	-	1	-	26	4	-	-	1	1	-	1	-	-	6	4	1
60	10	-	-	-	90	43	3	1	-	-	-	37	3	-	2	1	1	-	1	2	-	5	-	1
61	15	-	-	-	85	17	2	3	-	-	-	38	10	-	2	1	1	-	1	2	-	12	3	8
62	9	-	-	-	91	25	4	3	1	-	-	42	7	-	2	1	-	1	3	1	-	3	3	4
63	16	1	2	-	81	20	5	7	-	4	-	22	13	2	7	3	-	-	4	1	-	2	5	5
64	23	-	2	-	75	25	7	4	-	-	-	17	3	-	-	5	1	6	-	-	-	10	9	13
65	18	2	1	-	79	20	8	9	-	1	-	29	3	4	4	1	-	-	1	4	-	4	4	9
66	31	-	-	-	67	11	13	15	-	6	-	29	2	5	-	1	2	1	3	2	1	3	3	3
67	17	1	2	-	80	17	-	9	-	1	1	26	16	3	5	5	1	-	2	4	-	6	8	2
68	18	-	1	-	81	18	2	12	-	1	-	24	3	-	15	-	-	-	1	4	-	6	8	6
69	22	-	-	-	78	11	6	14	-	2	-	34	4	-	2	-	1	-	3	-	-	13	4	-
70	42	3	-	-	55	17	7	9	-	-	-	24	8	-	9	-	-	-	1	3	-	-	4	18
71	20	1	-	-	79	16	3	4	-	-	-	50	1	-	4	2	1	-	3	-	-	8	6	2
72	19	-	1	-	80	28	2	1	-	-	-	36	-	-	4	-	-	-	2	4	-	8	8	7
73	21	-	-	-	79	26	4	2	-	-	-	44	1	-	4	-	-	-	2	3	-	5	5	4
74	11	-	-	1	88	34	4	3	-	-	-	31	1	-	4	-	-	-	3	6	-	6	7	1
75	18	-	1	-	81	57	3	4	-	-	-	23	1	-	15	-	-	2	1	3	-	2	1	5
76	18	1	1	-	80	37	2	3	-	-	-	30	4	-	14	1	1	-	1	-	-	2	3	2
77	11	1	-	25	63	25	-	5	-	1	-	32	7	2	3	4	-	-	4	1	-	4	8	4
78	15	3	1	-	81	29	2	3	-	2	-	25	3	1	15	2	1	1	1	1	-	8	3	3
79	19	3	-	-	78	25	9	7	-	-	-	34	4	1	6	2	-	-	4	-	-	1	5	1
80	8																							

GEOLOŠKA KARTA JI DIJELA KRNDIJE — GEOLOGICAL MAP OF THE SOUTH-EASTERN Mt. KRNDIJA



0 4 km



- 1 Holocen: aluvij rijeka i potoka
Holocene: alluvium of rivers and streams
- 2 Pleistocen: glinoviti silt
Pleistocene: clayey silt
- 3 Pliokvartar: pijesci, siltozni pijesci
Plioquartaernary: sand and silty sand
- 4 Pijesci i lapori ponta
Pontian: sand and marl
- 5 Lapori i vapnenci panona
Panonian: marl and limestone
- 6 Lapori sarmata
Sarmatian: marl
- 7 Konglomareti i bioklastični vapnenci tortona
Tortonian: conglomerate and bioclastic limestone
- 8 Paleozoik: biotit-muskoviti paragnajs
Paleozoic: biotite-muscovite gneiss
- 9 Geološka granica, kontinuirani slijed granica
Geological boundary, continuous succession of strata
- 10 Geološka granica, transgresija
Geological boundary, transgression
- 11 Rasjed sa oznakom za spuštenu blok
Fault with marked downthrown block
- 12 Pretpostavljeni rasjed
Supposed fault