

RAŠČLANJIVANJE PLIOCENSKIH PIJESAKA UGLJENOG BAZENA KREKE NA BAZI TEŠKIH MINERALA

(3 slike u tekstu; 4 tabele, 5 tabla i geološka karta u prilogu)

Pliocenske pješčane naslage ugljenog bazena Kreke leže ispod četiri ugljena sloja. Pomoću analize teških minerala, izvršene na 85 uzoraka, odijeljena su dva petrografski različita pješčana horizonta i potvrđeno njihovo četverostruko ritmičko ponavljanje. Utvrđena su dva područja kao glavni izvori klastičnog materijala za vrijeme ove cikličke sedimentacije.

The sandy beds of Pliocene age of the Kreka Coal Basin are underlying four coal seams.

By means of heavy mineral analyses carried out on 85 samples two petrographically distinct sandy horizons were differentiated and their fourfold rhythmic reiteration corroborated. Two areas were established as the main sources of the clastic material during this cyclic sedimentation.

U sklopu geoloških radova, koje je tokom godina 1957, 1958 i 1959 vodilo poduzeće »GEOISTRAŽIVANJA« u području Kreke (Miletić & Kranjec 1957 i 1959; Ožegović & Kranjec 1957), određen je mineralni sastav pliocenskih pijesaka sjevernog sinklinorija krekanskog ugljenog bazena (Ščavničar & Jović 1959 i 1960).

Pijesci čine podinu ugljenih slojeva — podinskog, glavnog, I krovnog i II krovnog — a rasprostranjeni su na površini od oko 18 × 5 km. Taloženi su kao dio pravilnog ritmičkog ciklusa sedimentacije. Ova ritmika taloženja ugljene serije manifestira se u četverostrukom smjenjivanju istih slojeva čija sekvencija članova, prikazana šematski, izgleda ovako:

- IV. Ugljen — II krovni sloj (IIK)
Pijesak i glina
Glina
- III. Ugljen — I krovni sloj (IK)
Sivi krupnozrni pijesak
Žuti sitnozrni pijesak
Glina

- II. Ugljen — glavni sloj (G)
 Sivi krupnozrni pijesak
 Žuti sitnozrni pijesak
 Glina
- I. Ugljen — podinski sloj (P)
 Sivi krupnozrni pijesak
 Žuti sitnozrni pijesak
 Glina

Opseg radova

Ispitali smo 85 uzoraka pijeska uzetih sa slijedećih jedanaest profila: Dobrnja, Lipnica, Kreka-Mosnik, Bukinje I, Bukinje II, Šići, Mihatovići, Bistarac II, Bistarac I, Lukavac II, Lukavac I i Prline-Sikulje (vidi kartu). Kako se u podini II krovnog ugljenog sloja pijesak pojavljuje jedino u istočnom dijelu bazena, nismo ga obrađivali.

Uzorci su uzimani na slijedeći način: neposredno ispod svakog ugljenog sloja u sivim krupnozrnim pijescima — A horizont; u sredini pješčanog sloja — B horizont i pri dnu pješčanog sloja — C horizont. U posljednja dva horizonta prevladavaju žuti sitnozrni pijesci. U daljnjem tekstu, zbog jednostavnosti, ovi pijesci bit će označavani kao A, B i C pijesci.

Osim pliocenskih pijesaka, obrađeno je 25 uzoraka starijih sedimentnih stijena iz bliže okolice Kreke (pješčenjaci eocenskog fliša; pješčenjaci, konglomerati i pijesci iz miocena) zbog kompariranja njihovog sastava sa sastavom pliocenskih pijesaka. Ove analize trebale su osvijetliti eventualnu genetsku vezu pliocenskih pijesaka i okolnih starijih tercijarnih sedimentata. Iz istog razloga mikroskopski je pregledano i nekoliko uzoraka ultrabazičnih masiva južno od Kreke, aluvijalni nanos rijeke Spreče, te uzorci eruptivnih i metamorfni stijena Motajice planine. Ispitana su također četiri uzorka gline iz krovine ugljenih slojeva. Sve ovo pridonijelo je upoznavanju historije detritične sedimentacije u krekanskom bazenu.

Način rada

Ovaj rad obuhvatio je determinaciju teških i lakih minerala unutar granulometrijske frakcije 0,074 — 0,5 mm. Separacija teških i lakih minerala izvršena je pomoću bromoforma specifične težine 2,89. Žuti pijesci bili su prethodno oslobođeni limonitne prevlake na zrnima kuhanjem u otopini SnCl_2 i HCl (Twenhofel W. H, 1941, pag. 38). Minerali su determinirani u mikroskopskim preparatima pomoću polarizacijskog mikroskopa. Brojenjem prozirnih teških minerala (oko 300—350 zrna po preparatu) dobivene su statističke vrijednosti o učestalosti pojedinih mineralnih vrsta.

Rezultati analiza teških minerala prikazani su tabelarno (tabele I — IV). U priloženim tabelama je zastupljenost prozirnih teških minerala izražena u brojčanim postotcima; posebno su, međutim, izdvojeni listićavi minerali (klorit i biotit), čiji se točni postotci nisu mogli

dobiti zbog njihovog svojstva savršene kalavosti. Opaki minerali nisu bili brojeni zbog teškoće njihove determinacije pomoću mikroskopa u prolaznom svijetlu.

Svrha rada

Težište ovog rada bilo je u ispitivanju teških minerala. Na osnovu podataka tih analiza mogli smo:
mineraloški izdvojiti pješčane horizonte u blizoj i daljoj podini ugljenih slojeva i uočiti ritmičku promjenu sastava unutar njih;
objasniti porijeklo pliocenskih pijesaka u krekanskom bazenu.

SASTAV PLIOCENSKIH PIJESAKA

Analize teških minerala omogućile su nam da izdvojimo unutar cijele ugljene sinklinale dva, po sastavu različita, horizonta pijesaka, koji se ritmički ponavljaju u podini ugljenih slojeva. To su:

Pijesak A horizonata — neposredno pod ugljenom.

Pijesak B i C horizonata — iz dalje podine ugljena, to jest iz srednjih, odnosno donjih partija pješčane serije.

Osim ova dva izrazita tipa, izdvojena je grupa pijesaka, koji po svom sastavu predstavljaju prelazni (mješani) tip između prve i druge grupe.

Teški minerali u pijesku A horizonata

Za teške mineralne frakcije A pijesaka karakteristično je: Prisustvo minerala visokog i kontaktno-metamorfog kristalinika (granat, andaluzit, staurolit).

Bogato zastupana grupa tako zvanih »rezistentnih minerala« (turmalin, cirkon, rutil).

Kromspineli.

Potpun mineralni sastav teških frakcija A horizonata dat je u tabeli br. I.

Karakteristike pojedinih minerala u ovom pijesku su slijedeće:

Andaluzit je »kritični« mineral A horizonata. Njegova korelativna vrijednost je u tome, što se pojavljuje skoro isključivo u sivim pijescima neposredne i blize ugljene podine. To su nepravilna i prizmatski izdužena bjeličasta zrna, često ispunjena uklopcima ugljevitih praškaste tvari. Primjećen je i varijetet hijastolit. Andaluzitu svojstven ružičasti pleohroizam olakšao je determinaciju ovog minerala pod mikroskopom. Na prizmatskim zrnima konstatirano je paralelno potamnjjenje i negativni znak izduženja. Svojim porijeklom andaluzit je vezan za stijene kontaktnog metamorfizma.

Granati su blijedo ružičaste boje, nepravilnog oblika, angularni do subangularni. Izotropni su. Ističu se vrlo visokim reljefom. Na osnovu indeksa loma, određenog metodom imerzije, utvrđeno je da pripadaju *almandinu* ($N = 1,81 - 1,83$).

Staurolit je redoviti pratilac gornja dva minerala, ali količinom zaostaje za njima. Zrna su nepravilnog oblika, žute do smeđe boje. Karakterizira ga visoki reljef i zamjetljivi pleohroizam od bezbojnog do zlatno žute boje. Svojom prisutnošću upućuje na visokometamorfni kristalinik kao izvorno područje. *Disten* je mnogo rjeđi, dolazi sporadično u tragovima, pa nije unesen u tabelu.

Turmalin je obilno zastupljen mineral u teškim frakcijama. Po obliku to su najčešće izdužena prizmatska zrna, rjeđe nepravilna zrna i krhotine kristala. Često je zaobljen. Pretežu smeđi i mrki varijeteti, ali se također pojavljuje ružičasti i plavi turmalin. Intenzivan pleohroizam omogućio je brzu determinaciju. Bazalna zrna lako su određena po jednoosnoj, optički negativnoj, interferentnoj figuri u konvergentnom svijetu.

Cirkon je uz turmalin redoviti sastojak u pijesku A horizonata. Javlja se u formi bezbojnih i blijedo-ružičastih kristalića, koji su većinom kratkostubasti, rjeđe izduženi i igličasti. Često je cirkon u ovim pijescima zaobljen, što upućuje da je porijeklom djelomično vezan za starije sedimente, kao i u slučaju zaobljenog turmalina. Naime, zbog velike kemijske i mehaničke rezistentnosti ovi minerali se zaobljuju tek nakon višestrukog pretaložavanja. Primarno porijeklo obaju minerala je iz kiselih eruptiva, pegmatita, gnajsa i slično.

Rutil je treći iz grupe stabilnih minerala, ali je oskudnije zastupljen od prethodna dva. Po obliku to su prizmatski izdužena zrna, obično dobro zaobljenih bridova. Reljef im je izvanredno visok, boja u prolaznom svijetlu crvenosmeđa; pleohroizam je uočljiv; potamnjenje paralelno. Primarno porijeklo mu je vezano za eruptivne i metamorfne stijene.

Anatas se redovito pojavljuje u A horizontima, u plavim, rjeđe bezbojnim varijetetima. Oblik mu je idiomorfan, pločast ili nepravilan; reljef vrlo istaknut. Bazalna zrna, koja su vrlo česta, daju u konvergentnom svijetlu dobru jednoosnu negativnu figuru. *Anatas* je, možda, autigen u ovom pijesku, a mogao je nastati na račun ilmenita.

Kromspinel se javlja redovito u svim pješćanim horizontima pliocena, s tim da se ne koncentrira u određenom nivou. Neka značajnija pravilnost u učestalosti ovog minerala nije primjećena, zato nema one korelativne vrijednosti kao andaluzit. Javlja se u obliku krhotinastih odlomaka školjkastog loma; u tanjim dijelovima propušta crveno-smeđe svijetlo. Izotropan je. Rentgenskom analizom utvrđeno je da pripada prelaznom tipu između *krompikotita*, $(Mg, Fe)(Cr, Al)_2O_4$ i *kromhercinita*, $Fe(Cr, Al)_2O_4$ (tabla V, sl. 1). Potječe iz ultrabazičnih masiva ili može biti pretaložen iz starijih sedimenata.

Manje značajni minerali A horizonata su:

Titanit, koji se pojavljuje u sva tri pješćana horizonata, neredovito i u malim količinama. Lako ga se prepoznaje po njegovim optičkim karakteristikama, a to su visoki reljef, velik dvolom, karakteristična ultraplava do žuta interferentna boja, nepotpuno potamnjenje, optički pozitivan karakter i vrlo jaka dispersija osi. Može potjecati iz

granita, neutralnih eruptiva i metamorfnih stijena. Kod ovih posljednjih čest je u amfibolitima, zelenim škriljcima, filitima, paragnajcima.

Epidot, coisit, amfiboli, kloritoid, klorit i biotit imaju veće učešće u B i C horizontima, pa će tamo biti detaljnije opisani. Ovdje predstavljaju sporedne sastojke teške frakcije.

Opaki minerali A pijesaka su: ilmenit, leukoksen, magnetit. Ilmenit je općenito dosta čest mineral u ovim pijescima, a kao i kromspinel nalazi se u sva tri horizonta. *Leukoksen* se javlja u formi bjeličastih zrna, nepravilnog oblika; vjerovatno je nastao od ilmenita. *Magnetit* je relativno rijedak.

Teški minerali u pijesku B i C horizonata

Potpuni sastav teške mineralne frakcije dat je u priloženoj tabeli br. II. Kako nisu utvrđene značajne razlike u sastavu ova dva horizonta, njihovi uzorci se u izlaganju tretiraju zajedno. Prema mineralnom sastavu B i C horizonti predstavljaju jednu genetsku cjelinu. Dvostruke oznake »B i C horizont« ili »B i C pijesci« zadržane su dalje u tekstu samo kao oznaka položaja uzorka u vertikalnom slijedu slojeva.

Iz tabelarnog prikaza sastava može se vidjeti:

1. U B i C horizontima nastupaju minerali, koji se u A horizontima nisu javljali ili su tamo bili sporednog značaja.
2. Neki minerali, koji su bili bitni i dominantni u A horizontima, nestaju u pijesku B i C horizonata ili se pojavljuju u znatno reduciranoj količini kao sporedni sastojci.
3. Treća grupa minerala kontinuirano se provlači kroz A, B i C horizonte, bez značajnih kvantitativnih promjena.

U minerale prve grupe spadaju:

Epidot je bogato zastupljen u teškim frakcijama B i C pijeska. Javlja se u formi nepravilnih zrna, žutozelene boje, staklastog sjaja. Karakterizira ga visoki reljef, redovito uočljiv pleohroizam i visoke interferentne boje. U svim uzorcima epidot je praćen *coizitom*. Oba minerala porijeklom su vezana za kristalaste škriljce, naročito za metamorfne produkte bazičnih eruptivnih stijena iz facija albit-epidot-amfibolita i amfibolita.

Kloritoid je količinski oskudno zastupljen, ali je redovito vezan za žute pijeske B i C horizonata. Pojavljuje se u tankopločastim zrnima zelenkaste boje, sličan kloritu, ali višeg reljefa. Pleohroizam je jasno izražen od zelene do plave boje. U konvergentnom svijetlu obično je dobro vidljiva dvoosna figura, mali kut optičkih osi i optički pozitivan karakter.

Biotit se javlja u formi intenzivno obojenih crvenosmeđih ljusaka. Na nekim debljim ljuskama mogao se primjetiti dosta jak pleohroizam od crvenosmeđe do žutozelene boje. Dvolom mu je vrlo visok.

U konvergentnom svijetlu postiže se dobra interferentna slika: dvoosna, optički negativna, s malim kutem optičkih osi. Zbog specifične boje i pleohroizma postojala je sumnja na stilpnomelan, pa je iz tog razloga snimljen rentgenski. Rendgenogram je potvrdio da se radi o biotitu (tabla V, sl. 2). Također srednja vrijednost indeksa loma za vibracije paralelne baznom pinakoidu iznosi 1,615, što odgovara biotitu (mjereno metodom imerzije).

Klorit nije naročito čest mineral u krekanskim pijescima, ali kad se javlja redovito je vezan za B i C horizonte.

Amfiboli su svakako najtipičniji minerali B i C horizonata. To su prizmatska zrna i prutići izduženi smjerom osi c. Boje su blijedo-zelene, zelene i smeđezelene. Pleohroizam *aktinolita* je u nijansama zelene boje — od blijede do nešto tamnije zelene — kadkad vrlo slab; *hornblenda* se odlikuje intenzivnijim pleohroizmom od zelene do smeđezelene boje. Kut kosog potamnjenja ovih amfibola je 18 — 20°. Poriječkom su vezani za metamorfne stijene iz facije zelenih škriljaca i amfibolita.

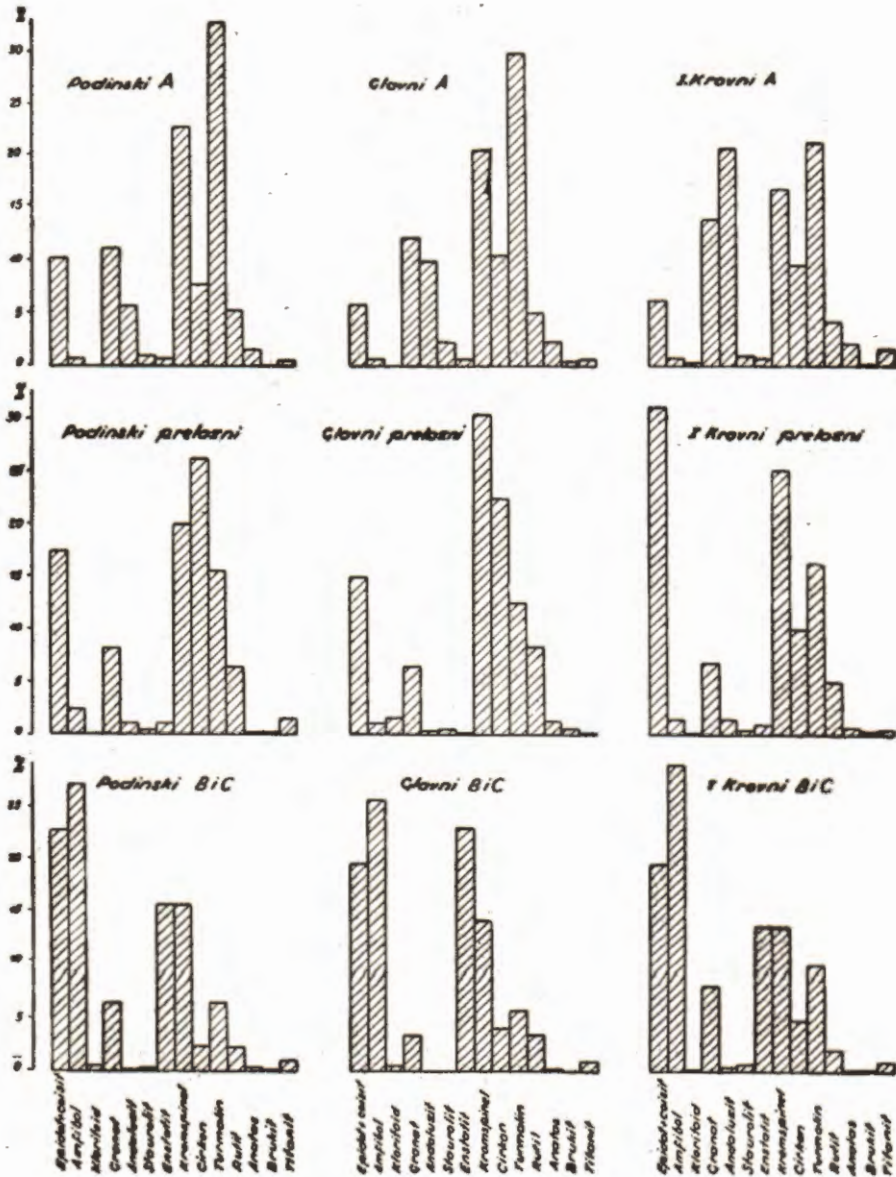
Enstatit. Uz amfibole enstatit je izraziti mineral B i C pijesaka. Javlja se u obliku prutićastih i fibroznih čestica, nazubljenih i raščihanih rubova. Potamnjuje paralelno. Dvolom mu je slab. Radi sigurnije determinacije, naročito zbog vlaknastog oblika, neuobičajenog za enstatit, snimljen je rentgenski (metoda praška) i jednoznačno je potvrđeno da se radi o enstatitu. Opisani oblik enstatitskih zrna (Tabla IV, sl. 2) sa raščihanim rubovima posljedica je trošenja u serpentin, koji proces se vršio od periferije ka centru zrna. U transportu i naknadno u sedimentu mogao je ovaj mekši produkt otpasti sa rubova enstatita.

U drugu grupu spadaju oni minerali, koji ili nestaju ili su više manje reducirani u B i C horizontima. To su minerali, koji su količinom dominirali u A horizontima ili su imali korelativno značenje (andaluzit, staurolit, anatas, granat, »rezistentni minerali«). Njihov opis dat je ranije.

Treća grupa minerala se kontinuirano provlači kroz A, B i C pijeske. Kvantitativne promjene u nastupanju ovih minerala u raznim horizontima su slabo izražene ili ih nema. To su kromspinel, titanit, ilmenit, leukoksen, magnetit.

Teški minerali prelaznog tipa pijesaka

U ovim uzorcima nije primjećena ni jedna nova vrsta teških minerala (vidi tabelu br. III). Međutim, ti pijesci ne nose tako diferencirane asocijacije teških minerala na osnovu kojih bi ih se moglo uvrstiti, bilo u andaluzitsko-granatske, bilo u amfibolsko-enstatitske pijeske. Tu nalazimo izmješane minerale oba tipa pijesaka. Na sličnost sa B i C pijeskom ukazuje obilno zastupljen epidot i konstantna prisutnost amfibola, enstatita, biotita. Srodnost sa A pijeskom očituje se po prisustvu andaluzita, granata, anatasu i bogato zastupljene grupe »rezistentnih minerala«. Kromspinel je vrlo čest u ovim uzorcima.



Sl. 1. Grafički prikaz sastava teških minerala

Fig. 1. Diagram showing the heavy minerals variations in the pliocene sands of the KREKA coal basin

Grafički prikaz sastava i zastupljenosti teških minerala u krekanskim pijescima dan je na slici br. 1. Visina stupaca pretstavlja srednju vrijednost svih ispitanih uzoraka u odgovarajućem horizontu.

Laki minerali u A, B i C horizontima

Razlike u sastavu lakih frakcija pijesaka Kreke, kroz horizonte izražene su također, iako u svim ovim pijescima dominira kvarc. (Kemijske analize srednjih uzoraka pijesaka iz neposredne ugljene podine u području Dobrnje — sivi pijesci — dale su sastav 91—93% SiO_2 , što se glavnim dijelom odnosi na kvarc. Analize su izvršene u poduzeću »GEOISTRAŽIVANJA«). Sporedni sastojci lake frakcije su čestice rožnaca, muskovit i feldspati.

Čestice rožnaca proširene su u svim horizontima, premda su mnogo obilnije u B i C pijesku. Obično su praćene radiolarijama, koje dolaze izolirano ili unutar čestica rožnaca. Oblik ovih čestica je subangularan ili djelomično zaobljen, a boja ružičasta ili smeđasta.

Muskovit je općenito dosta rijedak, naročito u A horizontu. Sporađično se javlja u pijesku B i C horizonata.

Niže navedene karakteristike kvarca i feldspata pomogle su također pri izlučivanju pijeska A horizonata od pijeska B i C horizonata u podini sva tri ugljena sloja:

Kvarc. Sivi krupnozrni pijesak neposredne ugljene podine, tj. A horizonata, sadrži dva tipa kvarcnih zrna:

- a) nepravilna, subangularna zrna, poluprozirna, slabo sjajne površine;
- b) prozirna zrna, sjajne površine; na njima se ponegdje razabiru plohe nastale sekundarnim rastom kvarca u sedimentu, što je dovelo do stvaranja više manje deformiranih kvarcnih kristala («crystal sand»). U preparatu se može na nekim zrnima opaziti rubna zona autigenog kvarca, izraslog oko detritičnog zrna i u optičkom kontinuitetu s ovim. Često je više ovakovih zrna agregirano zajedno (Tabla II, sl. 3).

Žuti sitnozrni pijesak dalje ugljene podine obično ne sadrži tip kvarca opisan pod b). Kvarc je u njima angularnog i subangularnog oblika, sitnozrni i nosi limonitno-glinovitu prevlaku na zrnima.

Feldspati A horizonata pripadaju pretežno kalijskim vrstama, a u manjoj mjeri albitu. Albit je obično bez lamelarne sraslačke građe.

Feldspati B i C horizonata su pretežno plagioklasi, sastava od albita do uključivo andezina. Bazičniji plagioklasi pojavljuju se rjeđe. Obično su lamelarne sraslačke građe. Kalijski feldspati su rijetki u ovim horizontima.

GLINA U KROVINI UGLJENIH SLOJEVA

Iako detaljnija obrada glina nije obuhvaćena ovim radom, ipak su — radi općeg uvida u njihov sastav — ispitana rentgenografski tri uzorka gline iz krovine ugljenih slojeva (Tabla V, sl. 4—6). Sva tri uzorka su tamno-sive, čvrste gline, jednolikog sastava. Bitni sastojak je *ilit*. Kao glavna primjesa dolazi kvarc. Konstatiran je također klorit i sericit u manjoj količini. Sudeći po jednolikosti sastava i ritmičnosti pojavljivanja ostalih članova sukcesivne serije, vrlo je vjerovatno da duž cijele krekanske sinklinale gline u krovini ugljenih slojeva imaju isti takav sastav.

OBRADA STARIJIH TERCIJARNIH SEDIMENATA

Tokom 1959 godine obrađeni su neki detritični sedimenti eocena i miocena iz bliže okolice Kreke, a sa ciljem kompariranja njihovog sastava sa sastavom pliocenskih pijesaka. Radom je obuhvaćeno 13 uzoraka pješčenjaka iz majevičkog eocena i 12 uzoraka pješčenjaka i pijeska iz miocena. Šest eocenskih uzoraka uzeti su sa južnih padina Majevice na cesti Tuzla—Brčko, a sedam sa područja Čorbin Hana. Pet miocenskih uzoraka uzeti su također uz cestu Tuzla—Brčko, a preostali u području Dobrnje, Prlina, Križaoni potoka i obale Jale. Obradeni su istim metodama kao i pliocenski pijesci, dodavši tome mikroskopski pregled petrografskih preparata kod konsolidiranih sedimenata.

Eocenski uzorci

Među ispitanim uzorcima utvrđeno je nekoliko različitih tipova pješčenjaka:

Uzorci sa područja Čorbin Hana su sivosmeđi, zelenosmeđi i žuti pješčenjaci tipa *grauvaka* i *subgrauvaka*. U njihov sastav ulaze: subangularni kvarc; obilno zastupljene čestice stijena (kloritni i sericitni škriljci, glineni škriljci, filiti, »chert«, vapnenci); feldspati (ortoklas, mikroklin, albit); klorit; muskovit. Redosljed spomenutih čestica odgovara njihovoj zastupljenosti u stijeni. Matrix ovih pješčenjaka je intersticijalni detritus (finozrni kvarc, glina), odnosno njegovi autigeni derivati (sericit, klorit). Mjestimice dolaze oaze vapnenog cementa.

U području ceste Tuzla—Brčko pojavljuju se subgrauvake sličnog sastava kao prethodne, sa vezivom koje je mješavina vapnenog kemijskog cementa i detritičnog matrix-a. Osim ovih, među ispitanim uzorcima istog područja, konstatirani su i kvarcni pješčenjaci tipa *protokvarcita*. Njih karakterizira: 1. Kvarc, koji je bogato zastupljen, gusto pakovan i sa razvijenom pojavom sekundarnog rasta oko detritičnih zrna kvarca. Neka kvarcna zrna su usljed toga srasla zajedno autigenim kvarcom, čime je mjestimično potisnut matrix. 2. Fragmenti stijena su manje zastupljeni nego kod subgrauvaka. 3. Feldspa-

ti su rjeđi, a pripadaju alkalijskim vrstama. 4. Muskovit je također rijedak. 5. Cement vrlo oskudan. (Klasifikacija pješčenjaka prema F. J. Pettijohn-u, 1957 str. 291).

Dezagregiranjem eocenskih pješčenjaka i separacijom čestica u bromoformu, dobiveni su teški minerali, čiji sastav je dat u tabeli br. IV. Njihova količina obično ne prelazi 1%. Upadljiv je vrlo jednolik sastav teških frakcija svih ispitanih uzoraka. Karakteristično je dominiranje *granata* (almandin) i grupe *cirkon-turmalin-rutil*. U ovoj grupi minerala turmalin je najobilniji, a zastupljeni su pretežno njegovi mrkosmeđi varijeteti; plavi i ružičasti turmalini su rjeđi. Svi »rezistentni minerali« su zaobljeni, naročito cirkon. Ostali prozirni teški minerali (*epidot*, *kloritoid*, *amfiboli*, *titanit*) dolaze rjeđe. *Kromspinel* se javlja u oskudnim količinama. *Ilmenit* je, naprotiv, vrlo čest. *Limonit* se obično pojavljuje kao prevlaka na zrnima, kao dio cementa, ili kao samostalna zrna. Na osnovu gornjih podataka može se zaključiti, da su u građi eocenskih sedimenata sudjelovali:

1. *stariji sedimenti* — na što upućuje zaobljenost »rezistentnih minerala« i prisustvo čestica sedimentnih stijena u pješčenjacima eocena;
2. *kristalasti škriljci* — što proizlazi iz prisustva ulomaka škriljaca u pješčenjacima eocena, te teških minerala metamornih stijena: granati, staurolit, epidot, kloritoid;
3. *kiseli eruptivi i pegmatiti* — na njihov utjecaj ukazuje prisustvo cirkona, plavog i ružičastog turmalina, mikroklina i ortoklasa.

Miocenski uzorci

Od 12 ispitanih uzoraka miocena 5 pripadaju *pješčenjacima*, 4 uzorka su *pijesci*, a tri *konglomerati*. Zajednička osobina ovih, litološki različitih, miocenskih uzoraka je povećani postotak CaCO_3 u odnosu na eocenske uzorke. To je uvjetovano pretežno vapnenom prirodom cementa kod pješčenjaka, kao i prisustvom vapnenih detritičnih čestica u uzorcima miocena. Osim toga postotak kvarca je manji nego u eocenskim pješčenjacima. Među česticama stijena ističu se odlomci rožnaca i bazičnih stijena. Feldpasti su zastupljeni pretežno plagioklasima.

Iz tabelarnog sastava teških minerala vidi se, da oni ne pokazuju onu jednolikost sastava kao eocenski (Tabela br. IV). Mogu se izdvojiti dvije različite grupe: prva grupa uzoraka sa ceste Tuzla-Brčko (od Mijatovića do Dragoševića) i druga iz područja Dobrnje, Prlina, Križaoni potoka i obale Jale.

Prva grupa ima slijedeći sastav:

U lakoj frakciji *kvarc* je dominantan sastojak. *Feldspati* su plagioklasi sastava *albita* do *andezina*, lamelarne ili zonarne građe. Za razliku od eocena znatno su rjeđi *K-feldspati*. *Muskovit* i *klorit* su re-

dovito prisutni. Fragmenti stijena, među kojima su čestice *rožnaca*, *vapnenaca*, *kvarcita* i *škriljaca*, javljaju se u znatnoj količini.

Teška frakcija količinom ne prelazi 1%. Karakterizira je: 1. znatna zastupljenost *kromspinela*, 2. istaknute količine *granata* i prisustvo grupe »*rezistentnih minerala*«, što potsjeća na eocen. Međutim, opaža se pojava *biotita* i redovitiji nastup *amfibola* i *piroksena*. *Titanit* je redovit, a u nekim teškim frakcijama prilično značajan. Od opakih minerala prisutni su *ilmenit* i *magnetit*.

Po sastavu ove teške frakcije potsjećaju donekle na one iz eocenskih uzoraka. Blizina eocenskih terena u tom području vjerovatno je utjecala na ovakav sastav. Neki novi elementi, kao bogatiji nastup *kromspinela*, redovitija pojava *amfibola* i *piroksena*, podređenost alkalijskih feldspata u odnosu na kalcijско-alkalijske, upućuje na postepen utjecaj drugih izvornih područja, koja su u slijedećoj grupi miocenskih uzoraka došla još više do izražaja.

Druga grupa miocenskih uzoraka:

U lakoj frakciji *kvarc* je znatno manje zastupljen nego u prethodnoj grupi. *Feldspati* su rjeđi i rastrošeni; po sastavu su kiseli do neutralni plagioklasi, lamelarne ili zonarne građe. Kalijski feldspati nisu primjećeni. Čestice stijena svode se uglavnom na sitne čestice zelenih bazičnih stijena, pretežno *serpentina* i obilno zastupljene *rožnace*. Ulomci *vapnenaca* i *škriljaca* su rjeđi.

Količina teških minerala u ovim uzorcima je porasla i iznosi 2 — 4,5%. *Amfiboli* postaju dominantni minerali teških frakcija. *Granati* su podređeni, a *staurolit* nestaje. »*Rezistentni minerali*« svedeni su na minimum. Pojavljuju se *rompski* i *monoklinski pirokseni*. *Kromspinel* je prisutan u istaknutim količinama. *Opaki minerali* (*ilmenit*, *magnetit*, *limonit*, *hematit*) su rjeđi.

Razlike u sastavu ovih dviju grupa miocenskih uzoraka su očite. Prva grupa uzoraka je, po svoj prilici, lokalnog karaktera, uslovljena blizinom eocenskih sedimentnih terena. Međutim u njima se primjećuje i prisustvo minerala jednog drugog tipa izvornih stijena (*kromspinel*, *pirokseni*). Ovo dolazi naročito do izražaja u drugoj grupi miocenskih uzoraka, čiji teški minerali i uklopljeni fragmenti stijena nedvojbeno upućuju na *bazične*, *ultrabazične stijene* i *amfibolite* kao distributivne masive.

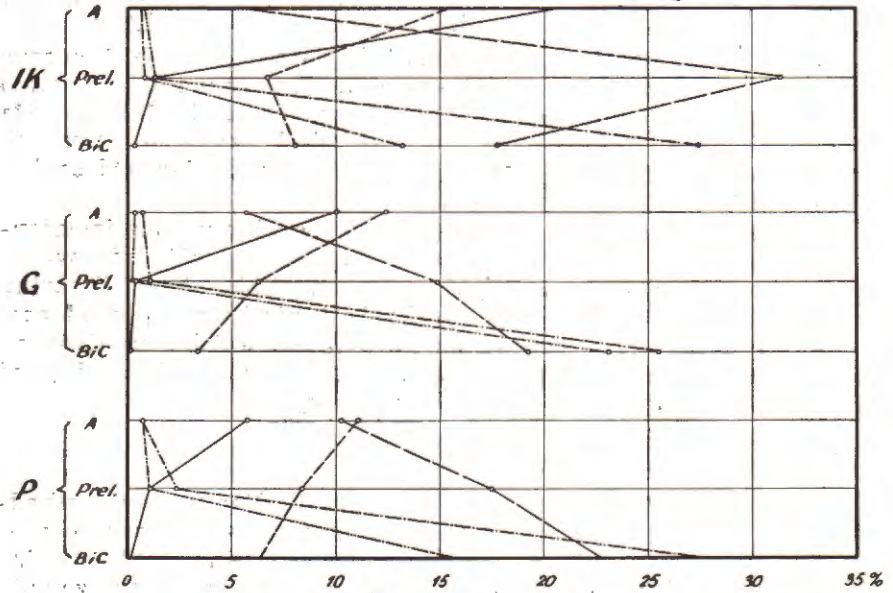
INTERPRETACIJA REZULTATA

Ritmička sedimentacija

Iznesenim analizama utvrđeno je trostruko smjenjivanje dvaju, po sastavu različitih, pješćanih horizonata: pijesak horizonata A iz neposredne ugljene podine i pijesak horizonata B i C iz dalje ugljene podine.

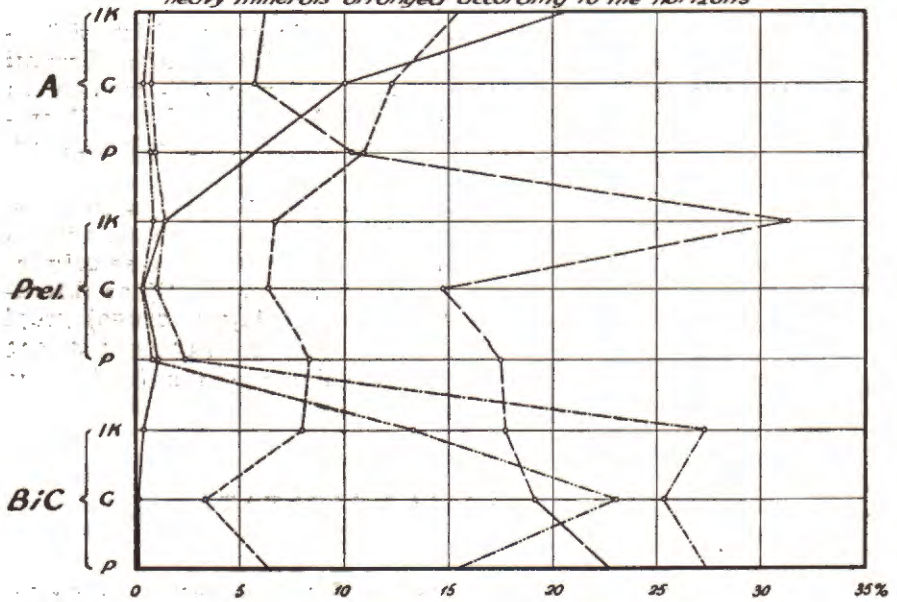
a) po slojevima

heavy minerals arranged according to the sequence of beds



b) po horizontima

heavy minerals arranged according to the horizons



— andaluzit (andalusite) — amfibol (amphibole)
 - - - granat (garnet) - · - enstatit (enstatite)
 - - - epidot (epidote)

Sl. 2. Dijagrami nekih karakterističnih teških minerala
 Fig. 2. Diagrams of some characteristic heavy minerals

Rezimirajući rezultate istraživanja dobivamo slijedeći pregled osnovnih karakteristika pliocenskih pijesaka:

	Makroskopski izgled	Mineralni sastav	
		Laka frakcija	Teška frakcija
A horizont	Sivi krupnozrni pijesak	Kvarc, alkaljski feldspati, čestice rožnaca	Andaluzit-granat, cirkon-turmalin-rutil, anatas, kromspinel
B i C horizonti	Žuti sitnozrni pijesak	Kvarc, čestice rožnaca, plagioklasi	Epidot-amfiboli, enstatit-kronspinel, biotit

Rezultantni dijagrami (slika br. 2), izrađeni na osnovu srednjih vrijednosti svih raspoloživih podataka (vidi tabele), rezimiraju nam dobivene rezultate za prozirne teške minerale. Dijagram »a« pokazuje vrlo jasno ritmiku promjene sastava pijesaka iz podine triju ugljenih slojeva. Dijagram »b«, u kojem su posebno koncentrirani podaci za A horizonte, a posebno za B i C horizonte, pokazuje nam kako se mijenja sastav idući od sivih pijesaka neposredne ugljene podine prema žutim sitnozrnim pijescima dalje ugljene podine. Prelazni tip pijesaka prirodno se uklapa među ove i pokazuje zaista prelazne karakteristike u mineralnom sastavu.

Dva priložena profila bušotina G-1 i G-2, koje se nalaze uz rijeku Joševicu (vidi kartu), mogu poslužiti kao primjer slijeda slojeva ugljene serije Kreke (slika 3).

Porijeklo materijala

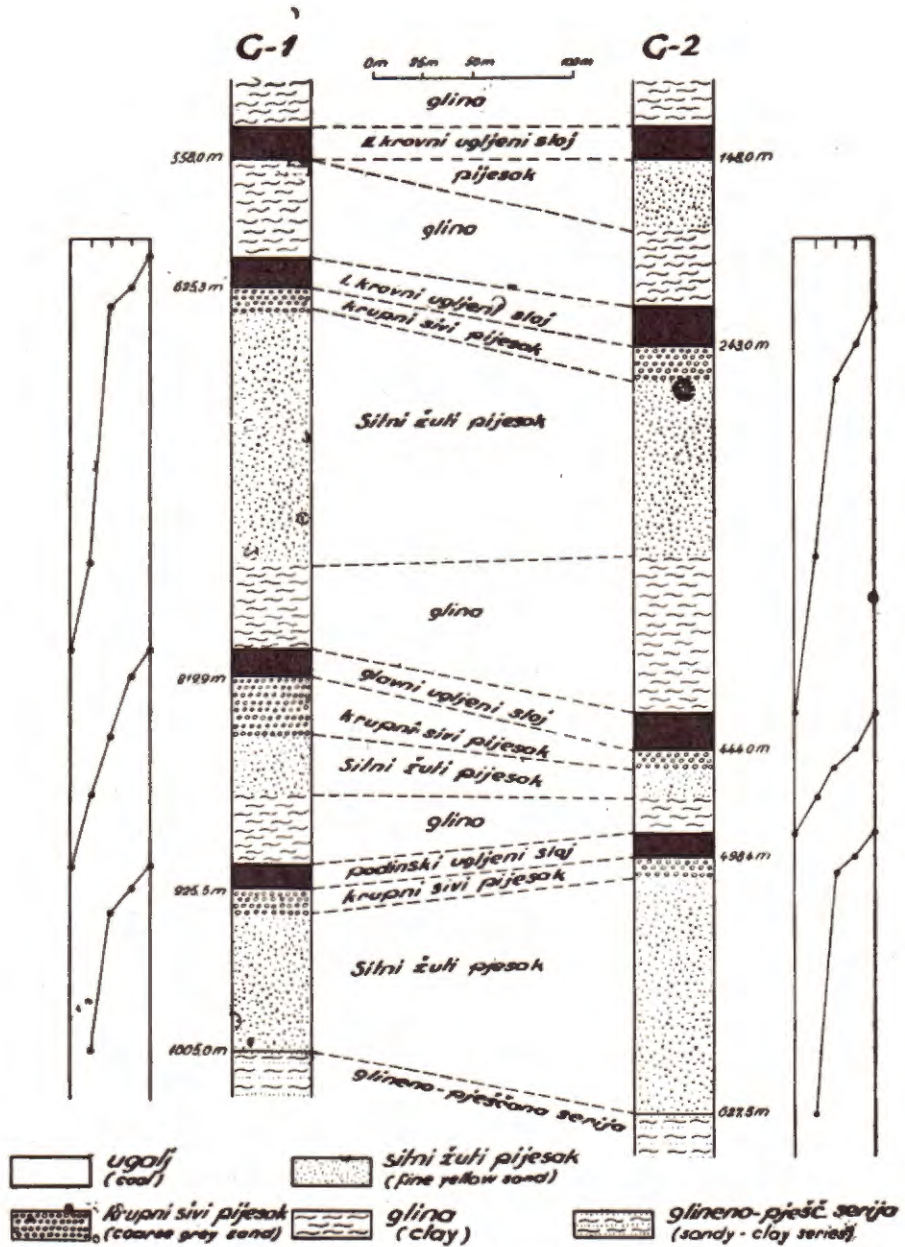
Ritmicka promjena sastava pješćanih horizonata upućuje na zaključak o izmjeničnoj dominaciji različitih distributivnih oblasti za vrijeme pliocenske detritične sedimentacije. Na osnovu asocijacija teških minerala mogu se grubo rekonstruirati dva, petrografski različita, izvorna područja, koji su opskrbljivali ovaj bazen detritičnim materijalom.

Pijesci A horizonata

Sastav ovih pijesaka upućuje na slijedeće vrste matičnih stijena:

1. Kristalasti škriljci visokog kristaliniteta, stijene kontaktnog metamorfizma, kiseli eruptivi i pegmatiti.
2. Starije sedimentne stijene.

Oblasti koje su mogle dati materijal kristaliničnog porijekla nalaze se sjevero-zapadno i sjevero-istočno od Kreke. Minerali, kao što su kalijski feldspati, plavi i ružičasti turmalin, zatim andaluzit sa gra-



Sl. 3. Geološki profili kroz bušotine G-1 i G-2
 Fig. 2. Geological sections of the drill-holes G-1 and G-2 illustrating the rhythmic sedimentation of the KREKA coal basin

natom i staurolitom, teško bi se mogli pripisati južnim, pretežno bazičnim i ultrabazičnim masivima. Kako se kao »kritični« mineral A horizonata javlja andaluzit, bili smo upućeni na najbliže kristalinične masive koji nose ovaj mineral (B a r i ć Lj., 1956), a koji su kao otoci stršali tokom pliocena u Panonskom bazenu. To je u prvom redu Motajica planina, sjeverozapadno od Kreke u kojoj su konstatirane stijene s andaluzitima. O andaluzitu iz Motajice piše već F. K o c h (1908 g.). Autor spominje »andaluzitni brusilovasti tinjčev škriljac iz Resavac potoka« i »brusilovasti tinjčev škriljac sa hijastolitom iz Vinogradca kod Svinjara«. Pregledali smo preparate motajičkih granita, gnajsa i tinjčevih škriljaca, koje smo dobili od dr B a r i ć a, na čemu mu se ovdje najljepše zahvaljujemo. Andaluzit se zaista mogao opaziti u znatnoj količini u andaluzitnim tinjčevim škriljcima. Sastav motajičkih granita čine mikroklin, ortoklas, kvarc, muskovit, biotit, a kao akcesorni modrušasti turmalin. U gnajsima se kao akcesorni javljaju granati i cirkoni. Iz tabelarnog prikaza se vidi da ovakve mineralne asocijacije nalazimo u pijesku A horizonata.

Stijene sa andaluzitom konstatirane su također sjevero-istočno od Kreke u području Cer planine. Ovdje je S. U r o š e v i ć (1899 g.) utvrdio prisustvo andaluzita u paleozojskim škriljcima Sočina potoka na Iverku. Nadalje je, prema istom autoru (1903), kontaktno-metamorfna zona planine Boranje bogata stijenama, koje nose andaluzit. To su andaluzitski škriljci, argilošisti s andaluzito mi biotit-korniti. Koja su od ova tri najbliža izvorna područja andaluzitskih stijena i u kojoj mjeri, dala materijal za mineralne asocijacije A horizonata nije detaljnije ispitivano, ali oni ostaju kao najvjerojatniji izvori ovog materijala. Manje je vjerovatno da su udaljenija područja, kao što su Bukulja planina, Fruška gora i Moslavačka gora, u kojima dolaze slične stijene s andaluzitom, bili distributori ove mineralne zajednice.

U općem prinosu materijala iz spomenutih kristaliničnih masiva sudjelovali su kiseli eruptivi i pegmatiti. Kalijski feldspati, modri i ružičasti turmalini i cirkoni (osobito onaj dio cirkona i turmalina, koji su idiomorfni i nezaobljeni), vrlo vjerovatno potječu direktno iz ovih stijena. Razlog izostajanja apatita je, po svoj prilici, kiselina sredina, u kojoj se ovaj mineral nije mogao održati.

Uz spomenute metamorfne i kisele eruptivne stijene učestvovali su u formiranju ovih pijesaka stariji sedimenti okolnih područja. Na to upućuje slijedeće: često zaobljena zrna cirkona, turmalina i rutila; kvarc sa sekundarnim rastom i agregati od više kvarcnih zrna vezani međusobno autigenim kvarcom — koja pojava je obično raširena u kvarcnim pješčenjacima i ortokvarcitetima; prisutnost fragmenata roznaca sa radiolarijama, itd. Logično je bilo potražiti vezu sa stranim područjima eocenskih sedimenata na sjeveru Kreke. Iz tog razloga ispitani su prije navedeni uzorci iz majevičkog eocena. Usporedbom njihovog sastava s pijeskom A horizonata primijećeni su slijedeći zajednički elementi:

1. U lakoj frakciji:
detritični kvarc sa rubnom zonom autigenog kvarca;
pretežno alkalijski tip feldspata.
2. U teškoj frakciji:
istaknuta zastupljenost granata;
značajne količine i zaobljen oblik »rezistentnih minerala«: cirkona,
rutila, a naročito turmalina;
amfiboli samo u tragovima.

Ove zajedničke karakteristike eocenskih sedimenata i pijeska A horizonata upućuju nas na zaključak, da su u sedimentaciji A pijesaka, uz kristalaste stijene, sudjelovali i pretaloženi eocenski sedimenti iz područja sjeverno od Kreke. Nije isključeno da su sličnu ulogu odigrali i neki drugi sedimenti, mlađi ili stariji od eocena.

Kromspinel je u teškoj frakciji A pijeska konstantno prisutan u znatnim količinama. Ovo, kao i prisutnost ilmenita, daje osnovu za zaključak da je dio materijala dolazio iz serpentinske zone. Međutim, ako promatramo ukupnu sliku sastava, ne obazirući se na kromspinel, vidimo da dominantne asocijacije prozirnih teških i lakih minerala ne odgovaraju paragenezama ultrabazičnih i bazičnih stijena. Minerali, koji bi erozijom ovih terena u prvom ciklusu sedimentacije mogli očekivati (pirokseni, amfiboli, neutralni do bazični plagioklasi, eventualno olivin), nisu zastupljeni. Prema tome je vrlo vjerovatno da je kromspinel pretaložen iz starijih sedimenata, gdje je kao otporniji član bazične asocijacije bio sačuvan i kasnije koncentriran u pijesku A horizonta u svom drugom (ili trećem) ciklusu sedimentacije. To isto se odnosi i na ilmenit.

Ovome u prilog govori i sljedeće:

Grafički prikaz sastava teških frakcija A pijesaka (slika br. 1) pokazuje, da idući od podinskog pješčanog sloja prema glavnom i krovnom sloju raste grupa granat-andaluzit od 17% do 37% (srednja vrijednost), a opada turmalin-cirkonska grupa od 46 do 35%. Paralelno sa ovom posljednjom grupom i u istom smjeru opada količina kromspinel. Ako nam je zaobljenost većeg dijela »rezistentnih minerala« vodič k sedimfentnom izvoru, onda nam paralelizam nastupanja kromspinel i »rezistentne« grupe, odaje njihovo zajedničko porijeklo iz sedimenata. Ujedno nam ovi podaci odrazuju postepenu prevlast prinosa sa kristaliničnih terena nad prinosom sa sedimentnih terena idući od podinske prema krovnoj seriji.

Anatas, koji je, iako u malim količinama, redovito vezan za A pijeske vrlo rijetko dolazi u ispitanim sedimentnim stijenama. Da li je pretaložen ili autigen u pliocenskom pijesku nismo detaljnije ispitali. U svakom slučaju on je karakterističan mineral A horizonata.

Pijesci B i C horizonata

Sastav ovog pijeska, koji odgovara drugom tipu matičnih stijena, bio je uvjetovan donošenjem erodiranog materijala iz serpentinske zone; uz ovo utvrđeno je također učešće starijih sedimentnih terena.

Asocijacija teških minerala, koja karakterizira B i C pijesak, svedena je na grupu epidot-amfibol-enstatit-kromspinel. Laku frakciju karakteriziraju kvarc, čestice rožnaca i plagioklasi.

Kod sela Bokavić, južno od Kreke, u aluvijalnom nanosu rijeke Spreče (koja djelomično sama, djelomično njeni pritoci, protječu kroz područja serpentinsko-peridotitskih masiva), utvrdili smo u obilnoj teškoj frakciji slijedeće minerale: amfibol, epidot, rompski i monoklinski piroksen, olivin, kromspinel, klorit. Ovo je dakle ista asocijacija minerala, koju imamo u teškoj frakciji B i C pijesaka.

Asocijaciju enstatit-kromspinel nalazimo, uz olivin kao glavni mineral, u ultrabazičnom eruptivu kanjona Spreče. Odsutnost olivina u pliocenskom pijesku Kreke je lako objasniti, obzirom na njegov niski stupanj stabilnosti. Olivin je zadnji mineral na stabilitetnoj skali minerala i može se naći jedino u recentnim sedimentima (F. J. Pettijohn, 1957, str. 504).

Uz enstatit i kromspinel značajna je pojava amfibola i epidota u teškoj frakciji B i C pijesaka. Iz tabele br. II i još bolje iz resultantnog dijagrama (slika br. 2), može se vidjeti paralelizam u nastupanju amfibola i enstatita, što ukazuje na njihovo blisko porijeklo iz jedne zajedničke distributivne provincije. Utvrđeno je, da su u ovim terenima pojave amfibolita česte po rubnim djelovima peridotitskih masiva. Neke od ovih amfibolskih stijena naznačene su i na K a t z e r ovoj geološkoj karti, list Tuzla (M 1:200.000), sjeverno od Banovića i na listu Sarajevo (M 1:200.000), zapadno od Krivaje. Novijim ispitivanjima Geološkog zavoda — Sarajevo, utvrđene su (prema usmenom saopćenju J. P a m i ć a) slične zone amfibolita na znatno više mjesta u ovom području kao i u ostalim dijelovima Bosne. Prosječni sastav amfibolita iz Konjuha (Očevlje, Stanari, Duboštica, Radošinić, Strmac, Krčevine) su slijedeći: amfiboli (hornblenda i aktinolit); plagioklasi (od albita do bazičnih); sporedni: epidot, coizit, titanit, granati, piroksen, prenit, biotit.

Amfiboliti kao matične stijene potpuno objašnjavaju prisutnost amfibola i epidota u teškim frakcijama B i C pijesaka. Aktinolitska vrsta amfibola, epidot i neki minerali pratioci (kao što su kloritoid, klorit, albit) ukazuju, da su matične stijene pripadale niže-metamorfnoj faciji zelenih škriljaca i faciji albit-epidot-amfibolita. S druge strane hornblenda, granati, bazičniji plagioklasi i titanit pretstavnicu su višetemperaturne facije amfibolita. Iz ovoga je jasan udio amfibolskih stijena obih facija u formiranju ovog pijesaka.

Porijeklo pijesaka B i C horizonata vezano je, prema tome, za zonu bazičnih terena i njima pripadajućih amfibolita. Time nam je objašnjeno i paralelno nastupanje amfibola i enstatita (vidi sl. 2.).

Značajna koncentracija čestica rožnaca u B i C pijescima posljedica je erozije stijena dijabaz-rožnjačke serije. Logično je da su u općem prinosu erodiranog materijala s juga, sudjelovali i ovi kompleksi stijena.

Koliko učešće su imali tercijarni sedimenti u oblikovanju B i C pijesaka manje je jasno. Ovim pijescima bliski su ispitani miocenski

sedimenti iz Prlina, Mramora, Križaoni potoka i obale Jale. U ovim uzorcima, kako je to već rečeno kod fiziografije, amfiboli su dominantni u teškim frakcijama. Enstatit se pojavljuje redovito. Granati i grupa rezistentnih minerala su sasvim podređeni. Laka frakcija sadrži kvarc, neutralne plagioklase, čestice roznaca i serpentina. Prema tome materijal ovih miocenskih sedimenata vezan je za eroziju serpentinskih masiva i amfibolita. Takav sastav vrlo potsjeća na pijesak B i C horizonata, pa nije isključeno, da je ovaj pijesak djelomično produkt direktne erozije bazičnih terena, a djelomično da se u njemu našao pretaloženi materijal miocenskih sedimenata. Ovo potvrđuje i nalaz pretaloženih miocenskih mikrofosila u pliocenu Kreke (Miletić & Kranjec, 1957). Granati i grupa cirkon-turmalin zastupljeni su znatno slabije; ovo je u skladu sa pretpostavkom o reduciranoj ulozi kristaliničnih masiva tipa Motajice ili Cera, kao i sedimentnih terena tipa majevičkog eocena, u doba sedimentacije B i C pijesaka.

Pijesak prelaznog tipa

Pijesak prelaznog tipa nalazimo najviše na južnom krilu ugljene sinklinale i to pretežno ispod krovnog i glavnog ugljenog sloja, a rjeđe u grupi podinskog ugljenog sloja.

Po svom mineralnom sastavu, po svojim makroskopskim karakteristikama i po svom položaju unutar pješćanih horizonata, ovaj pijesak nije tako jako izdvojen kao dvije prije opisane grupe. U njegovom sastavu nema minerala koji već nisu bili konstatirani u A i BC pijesku. Međutim, grupiranje dominantnih minerala nije takovo, da bi taj pijesak sa sigurnošću mogli uvrstiti u prvu ili drugu grupu. Karakteristični minerali obiju prije opisanih grupa su prisutni (andaluzit — amfiboli), ali u malim količinama. Da su ovdje izmješani elementi obe grupe pijesaka potvrđuje i ponašanje ostalih minerala, kao na pr.: prisutnost anatasa i biotita u istom pijesku; istaknute količine epidota i kromspinelu stoje uz bogato zastupljenu grupu rezistentnih minerala; količine granata pokazuju prelazne vrijednosti između onih u A i onih u BC pijesku.

Ista nedefiniranost, koja se vidi u sastavu, dolazi do izražaja kod nekih makroskopskih karakteristika. Interesantno je, na primjer, variranje boje ovih pijesaka. Prve dvije vrste mogle su se po boji izdvojiti na sive i žute pijeske: od 29 uzoraka pijeska iz A horizonata 25 su pijesci sive boje; od 26 uzoraka B i C horizonata 21 uzorak su pijesci žute boje. Nasuprot tome prelazni tip pijeska nije karakteriziran određenom bojom: od ukupno 28 uzoraka 11 su žuti pijesci, 9 su svjetlo smeđi, a 8 su sivi pijesci.

Zanimljivo je promatrati njihov položaj u stratigrafskom stupcu: od ukupno 28 uzoraka 14 potječe iz B horizonta, dakle iz srednjih djelova pješćane zone, 9 iz horizonta C, to jest donjih djelova, a samo 5 iz horizonta A, to jest iz najgornjih djelova pješćane zone.

Iz gore iznesenih činjenica, (da ovaj tip pijeska zauzima pretežno srednje nivoe pješćanih zona, da boja varira od sive, smeđe do žute

u ojednakim omjerima, da u sastavu nalazimo elemente A, kao i BC pijesaka), proizlazi zaključak, da ovaj pijesak ima karakter jednog prelaznog tipa između dvije jasno izdiferencirane vrste pijeska blize i dalje ugljene podine. Na taj način se formiranje pijeska ovog sastava može vezati za jedan prelazni period u ritmici sedimentacije, u kojem je postojalo istodobno pridolaženje materijala iz dvije distributivne oblasti: snabdjevanje materijalom BC sastava nije se još zaustavilo, dok je istovremeno počeo pridolaziti materijal A sastava u bazen, koji je postepeno oplićavao. U ovom stadiju izgleda da su u podinskoj i glavnoj seriji bili najutjecajniji okolni sedimenti, posljedica čega je obilje zaobljenih rezistentnih minerala u teškim frakcijama ovih uzoraka. U krovnoj seriji opaža se veći utjecaj kristaliničnih terena (porast količine epidota). Relativno povećanje koncentracije kromspinela u ovom pijesku kroz sva tri cikla, posljedica je njegovog dvostrukog porijekla.

Uslovi sedimentacije

Iako je faunistički ovo područje ispitano (Stevanović, 1951) i time rješeni biokemijski uslovi taložne sredine, pokušali smo osvjetliti uslove sedimentacije i na mineraloškoj bazi, oslanjajući se uglavnom na prisutnost, odnosno odsutnost nekih autigenih minerala. Pri tome su nam poslužili slijedeći nalazi:

- 1) Ilitski tip gline u krovini ugljena.
- 2) Autigena limonitna prevlaka na zrnima pijeska B i C horizonata.
- 3) Odsutnost karbonatne komponente u pijescima svih horizonata.

Priroda autigenih minerala ovisi o koncentraciji pojedinih iona, o pH i o redoks potencijalu sredine taloženja. Međutim i mineralni sastav fino-zrnih detritičnih taloga nije stabilan, nego se više ili manje mijenja i prilagođuje fizičko-kemijskim uvjetima, koji vladaju u taložnoj sredini, dajući tako pravi autigeni sediment. To osobito vrijedi za minerale glina (uz izuzetak kaolinita, koji se vrlo teško prilagođuje uvjetima nove sredine). Utjecaj uvjeta sredine taloženja na te minerale studiralo je u novije doba više autora; naročito je zapažen rad M. Millota (1953), čiji nalazi bi se mogli ovako rezimirati:

- 1) U kiseloj slatkovodnoj sredini, gdje je izluživanje kationa intenzivno, nastaje kaolinit (kontinentalni milje sedimentacije, čiji pH varira od 3 do 6,5).
- 2) U alkalnim sredinama, zbog povećane koncentracije kationa, nastaju minerali glina liskunovitog tipa (micaceous clay minerals), i to: ilit kad prevladava kalij, glaukonit u sredini s dovoljno kalija i željeza, a montmorilonit u prisustvu magnezija i odsustvu kalija (marinski i lagunarni milje s vrijednošću pH od 7,2 do 9.)

Ova shema je statistički najvjerojatnija, ali u prirodi postoji niz iznimaka s obzirom na fizičko-kemijske ravnoteže u nekom određenom miljeu.

Ilitska glina, kao onaj član ritmičkog ciklusa krekanske ugljene serije, koji je taložen u fazama produbljivanja dna bazena, može nas, dakle, svojim sastavom uputiti na blago alkalne uvjete taložne sredine.

Kod pliocenska pijesaka mogli smo pH ocijeniti na osnovu slijedećih činjenica: 1) odsutnost kalcijskog karbonata ukazuje da je pH sedimentacijske sredine bio manji od 7,8; 2) žuta limonitna prevlaka na zrnima pijeska, koji slijedi nad glinom, ograničuje vrijednost pH na interval od 7 do 7,8 (F. P e t t i j o h n, 1957, str. 595). Ovi blago alkalijski uvjeti u toku taloženja B i C pijesaka podudaraju se dakle s uvjetima u kojima nastaje ilitska glina. To su bili uvjeti dublje vode.

Promjene u alkalitetu pratile su oplićavanje bazena i ritmiku sedimentacije. Sve više slatkovodna sredina neposrednije ugljene podine imala je i sve kiseliiji pH. Na to nas upućuju slijedeće karakteristike mineralnog sastava A pijesaka:

- 1) nema više autigene limonitne prevlake na zrnima; pijesak A horizonata je sive i bijele boje;
- 2) u teškim frakcijama nije primijećen apatit, iako bi ga obzirom na porijeklo ovih pijesaka mogli očekivati;
- 3) prisutan je anatas: pretpostavka da je on autigen u ovom pijesku uključuje uslove kisele sredine i poroznih sedimenata (M i l n e r H. B. 1952, str. 508), što je omogućilo cirkulaciju agresivnih voda, razaranje detritičnih titanonosnih minerala i stvaranje anatasa.
- 4) sivi pijesci su krupnozrni, i leže neposredno ispod ugljenih slojeva, što znači da su se taložili u fazama oplićavanja bazena, uz istovremenu postepenu prevlast slatkovodne kisele sredine.

Zahvaljujemo dr S. Š ć a v n i č a r u, Mineraloško-petrografski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, za obradu rentgenograma, kao i za korisne sugestije tokom našega rada.

Prihvaćeno 12. 04. 1961.

Institut za geološka istraživanja
Zagreb, Kupaska 2.

LITERATURA

- Barić, Lj. (1956): Disten, andaluzit i silimanit na području na Jugoslavija. Trudovi na Geol. zavod na NR Makedonija 5. Skopje.
- Carozzi, A. (1953): Pétrographie des roches sédimentaires. Lausanne.
- Dimitrijević, M. & Maslavrević, Lj. (1957): Sedimentno-petrografska ispitivanja majevičkog eocena i oligomiocena. Vesnik Zav. geol. geofiz. istr. NR Srbije 13, Beograd.
- Katzer, F. (1919): Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegovina. Sarajevo.
- Koch, F. (1908): Prilog petrografskom poznavanju Motajice planine u Bosni. Glas Zem. Bosne i Hercegovine 20, 1. Sarajevo.
- Miletić, P. & Kranjec, V. (1957): Geološko kartiranje i hidrogeološki odnosi u slivu rijeke Jale. (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arh. »Geoistraživanja«. Zagreb.

- Miletić, P. & Kranjec, V. (1959): O geološkim odnosima u slivu rijeke Jale. (Tuzlanski bazen). Geološki vjesnik 12. Zagreb.
- Milloy, G. (1953): Minéraux argileux et leurs relations avec la géologie. Révue de l'Institut Français du Pétrole. Numéro special. Paris.
- Milner, H. B. (1952): Sedimentary Petrography, London.
- Ožegović, F. & Kranjec, V. (1957): Geološki odnosi srednje Majevice (Dio Konjickovići—Lopare—Šibošnica). (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arh. »Geoistraživanja«. Zagreb.
- Pettijohn, F. J. (1957): Sedimentary Rocks. New York.
- Stevanović, P. (1951): Donji pliocen Srbije i susednih oblasti. Posebno izdanje Srp. Akad. Nauka, Geol. inst. 2. Beograd.
- Soklić, I. (1951—1953): Stratigrafija naftonosnog tercijara sjeverne Bosne. Geološki vjesnik. 5—7. Zagreb.
- Ščavničar, B. & Jović, P. (1959): Sedimentno-petrografske analize pijesaka iz bazena Kreka. (Izveštaj, neobjavljeno). Fond str. dok. Zav. za geol. istr. Zagreb.
- Ščavničar, B. & Jović, P. (1960): Pliocenski pijesci ugljenog bazena Kreka. (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arh. »Geoistraživanja«, Zagreb.
- Twenhofel, W. H. & Tyler, S. A. (1941): Methods of study of sediments. New York.
- Urošević, S. (1899): Cer — petrografska studija. Glas Srp. Akad. 57. Beograd.
- Urošević, S. (1903): Boranja. Glas Srp. Akad. 65. Beograd.

B. ŠČAVNIČAR and P. JOVIĆ

DIFFERENTIATION OF PLIOCENE SAND OF THE KREKA COAL BASIN ON THE BASIS OF HEAVY MINERAL ANALYSES

Heavy mineral analyses were made on 85 samples of Pliocene sand of the Kreka Coal Basin. The sandy beds are underlaying the four coal seams: the second and first roof-wall coal seams, the main coal seam, and the foot-wall coal seam. The entire coal series was deposited rhythmically, the petrographic members of one rhythm being coal, sand and clay. The sequence of the members may be observed on the geological section of drill-holes G₁ and G₂ (Fig. 3).

The observed variations in the distribution of heavy minerals shown in fig. 1 enabled us, firstly, to differentiate between the sandy horizons lying immediately under the coal seam — A horizons — and those lying further away — B and C horizons —, and, secondly, to explain the origin of the material.

Besides the differences in mineral composition, of which the main characteristics are summarised in the following table, the sand of A horizons is coarse-grained and grey, whilst that of B and C horizons is a fine-grained yellow sand.

Another, poorly differentiated group of sand, of which the compositional and structural properties are mixed and make a transition between the two above-described sands, was also observed. It was termed transitional (»prelazni«) sand.

In the diagrams (fig. 2) using the mean values of all the obtained data the variations in the content of some heavy minerals through the horizons and the triple rhythm of these variations are clearly pronounced.

	Heavy fraction	Light fraction
A horizons	Andalusite-Garnet Tourmaline-Zircon Anatase Chromic-spinele	Quartz Potash- and soda-rich feldspars
B-C horizons	Enstatite-Chromic-spinele Amphibole-Epidote	Quartz Soda-lime feldspars Chert

The rhythmic change of the mineral composition of the sandy beds (giving a triple regular reiteration of the following petrographic units: B and C sand, transitional sand and A sand) led us to a conclusion about the alternating domination of the different distributive provinces. Generally, two source areas may be reconstructed as intermittently furnishing the Kreka Basin with clastic materials.

The source rocks of the sand of A horizons are: 1) high-grade shists and igneous rocks, 2) re-worked sediments.

Crystalline rocks of this type are to be found NW and NE of Kreka. They are the old granitic massifs of the Motajica and Cer Mountains and the contact aureoles bordering them. The mineral assemblages of these rocks are almost identical with those of the sand of A horizon.

Earlier sediments also took part in the formation of this sand; grains of highly rounded zircon and tourmaline as well as chert and quartz with overgrowth prove a sedimentary provenance. Erosion of wide-spread Eocene sediments north of Kreka has been supposed. For the sake of comparison we examined 12 samples of sandstones from the Eocen of Majejica, and a similarity of their mineral composition with the composition of A sand was verified.

The mineral assemblage of the sand of BC horizons requires another type of source rocks. Deposition of the sand was conditioned by an influx of the clastic material from the »serpentine zone« south of Kreka. The serpentinites and peridotites of this region as well as the amphibolites frequently bordering on these rocks could give the mineral sequence found in the sands of BC horizons. It is interesting to note that heavy fractions of 13 examined samples of Miocene sandstones from the environs of Kreka possess a similar composition, and the possibility of their participation as source rocks of B and C sands cannot be excluded.

The mixed type of sand must have been connected with a transitional stage in the rhythm of sedimentation, during which the contemporaneous influx of clastic materials from the two above-described petrographically different source areas existed.

Received April 12th, 1961

Geological Institute,
Zagreb, Kupska 2

MINERALI TEŠKE FRAKCIJE U HORIZONTIMA A

Profil	Broj uzorka	Sloj	Boja pijeska	co	b	ep %	zt %	am %	ct %	g %	ad %	st %	e %	cr %	zr %	t %	ru %	at %	bt %	ti %
Dobrnja	1618	IK/a	siva	—	—	1,9	—	—	—	34,2	22,2	1,3	—	5,1	11,4	15,2	1,9	1,9	—	5,1
Lipnica	30	"	"	—	—	3,1	1,2	0,8	—	13,7	7,0	+	—	32,6	16,1	19,6	4,7	+	—	+
Kreka-Mosnik .	2001	"	ružičasta	—	.	6,1	2,8	+	1,4	10,3	31,4	1,4	—	21,6	2,4	13,2	1,9	2,4	—	4,7
Bukinje ₁	74	"	siva	.	—	3,5	0,9	+	+	23,0	22,2	0,9	1,7	18,7	8,7	11,3	5,2	—	—	3,1
Bukinje ₂	85	"	"	—	—	4,0	—	1,7	—	4,5	10,2	2,3	0,6	22,8	7,4	31,8	9,0	4,5	0,6	0,6
Šišići	190	"	žuta	—	.	13,1	—	1,1	+	30,6	16,8	—	—	2,1	5,9	23,2	2,7	3,7	—	+
Mihatovići . . .	580	"	siva	—	—	2,1	—	3,4	0,7	13,6	24,5	—	1,4	8,9	15,7	21,8	2,0	6,1	—	—
Bistarac ₂	197	"	žuta	—	—	6,9	—	1,2	—	3,7	19,0	1,2	1,2	24,0	11,0	28,0	2,8	1,2	—	—
Bistarac ₁	208	"	siva	—	—	0,6	—	—	—	12,5	21,6	1,7	0,6	14,2	19,3	19,3	6,8	3,4	—	—
Lukavac ₂	439	"	"	—	—	1,3	0,6	—	—	17,2	18,4	0,6	0,6	27,1	5,2	21,1	7,9	—	—	—
Lukavac ₁	455	"	"	—	—	23,4	—	—	—	16,3	10,3	+	1,3	14,2	6,0	23,4	4,3	—	+	—
Prline-Šikulje .	1441	"	"	—	—	2,7	—	—	—	6,4	44,5	0,9	—	9,1	3,6	25,5	0,9	1,8	—	4,5
Dobrnja	2642	G/a	siva	—	—	11,5	1,4	1,0	—	22,6	9,7	1,4	1,3	12,9	5,2	22,9	5,2	4,5	—	+
Lipnica	798	"	"	—	—	17,0	3,0	0,6	0,6	16,3	6,1	1,8	1,8	24,2	3,0	18,2	3,0	1,2	—	3,0
Bukinje ₁	73	"	"	—	.	3,8	+	+	—	3,8	14,0	2,2	—	28,5	20,4	19,4	4,3	1,6	1,1	+
Bukinje ₂	136	"	"	—	—	3,0	+	+	—	26,7	12,3	1,3	—	15,3	4,2	28,0	5,5	3,0	—	—
Mihatovići . . .	166	"	"	—	.	3,1	0,8	0,8	—	5,5	14,0	0,8	—	14,9	24,2	25,0	6,3	3,9	0,8	—
Bistarac ₁	249	"	"	—	—	1,4	+	—	—	8,3	4,2	2,4	—	27,0	11,6	35,2	5,6	4,2	—	—
Lukavac ₂	430	"	"	—	—	2,2	+	1,3	—	14,2	18,1	2,2	0,9	20,2	5,6	33,2	1,7	—	—	—
Lukavac ₁	477	"	"	—	—	—	—	0,6	—	1,7	5,1	4,8	0,8	24,2	13,0	42,6	5,6	1,7	—	—
Prline-Šikulje .	1517	"	"	—	—	3,1	1,1	1,0	—	9,7	5,1	1,5	0,5	17,1	6,7	45,0	7,7	—	0,5	1,0
Dobrnja	2478	P/a	siva	—	—	5,8	—	2,0	—	18,5	2,3	+	0,6	45,6	5,8	14,8	2,9	1,5	—	—
Lipnica	721	"	"	—	—	0,8	+	—	+	12,0	7,9	0,8	0,8	30,8	3,3	39,4	1,2	2,1	—	—
Kreka-Mosnik .	2228	"	"	.	—	2,6	—	0,6	—	14,1	4,9	1,4	—	33,8	6,6	29,5	3,7	2,6	—	—
Bukinje ₁	72	"	"	—	—	27,5	2,1	+	—	15,3	8,0	2,6	2,1	4,8	10,6	21,2	1,6	—	—	3,7
Bistarac ₁	226	"	"	—	—	2,7	—	+	—	8,8	6,0	+	—	23,5	20,8	27,4	8,8	1,1	—	—
Lukavac ₂	944	"	"	—	—	27,7	2,1	+	—	13,9	3,1	+	—	12,8	2,1	33,4	3,1	1,0	—	—
Prline-Šikulje .	1769	"	ružičasta	.	—	+	0,8	0,8	—	3,8	4,7	1,3	1,3	22,9	1,7	50,4	9,3	2,5	—	—
Prline-Šikulje .	1521	"	siva	.	—	8,1	0,5	0,5	—	2,5	8,1	0,5	—	7,6	11,2	48,2	11,2	1,5	—	—

Legenda: co = klorit am = amfibol g = granat e = enstatit t = turmalin bt = brukit
 b = biotit zt = coisit ad = andaluzit cr = kromspinel ru = rutil ti = titanit
 ep = epidot ct = kloritoid st = staurolit zr = cirkon at = anatas

+ = tragovi
 . = < 5% u odnosu na ukupni broj ostalih teških minerala
 U rubrici »sloj« označen je pijesak u podini odgovarajućeg ugljenog sloja (IK/a, G/a, P/a)

MINERALI TEŠKE FRAKCIJE U HORIZONTU B i C

Profil	Broj uzorka	Sloj	Boja pijeska	co	b	ep %	zt %	am %	ct %	g %	ad %	st %	e %	cr %	zr %	t %	ru %	at %	bt %	ti %
Dobrnja	1600	IK/b	žuta	—	.	15,1	2,2	38,6	—	4,5	—	0,6	21,2	11,2	1,0	3,5	1,3	—	+	0,6
Lipnica	31	"	"	..	..	18,0	2,5	29,4	—	3,4	—	+	9,7	16,0	5,5	10,8	3,8	—	+	—
Mihatovići . . .	255	"	"	—	.	22,0	1,1	27,8	—	3,7	—	—	10,6	14,7	2,2	15,0	2,2	—	—	+
Lukavac ₂	444	"	"	.	.	13,3	1,3	23,4	0,6	6,3	2,0	—	36,2	8,0	3,5	4,7	0,6	—	—	—
Dobrnja	2636	IK/c	siva	...	.	14,4	0,9	24,8	—	33,8	—	—	10,3	5,4	2,3	4,9	1,8	—	—	1,4
Lipnica	796	"	žuta	.	.	16,2	3,2	38,8	0,9	1,4	—	—	2,8	19,4	6,5	9,2	1,4	—	+	—
Mihatovići . . .	256	"	"	..	...	18,9	3,6	14,9	—	5,9	—	2,5	5,4	7,7	13,5	21,8	2,6	+	—	2,7
Bistarac ₂	171	"	"	—	—	19,5	3,2	19,9	—	5,6	+	1,2	11,6	25,0	3,6	7,5	2,4	+	—	—
Dobrnja	2643	G/b	žuta	—	.	17,1	2,0	19,0	+	2,9	—	—	44,3	8,8	0,6	3,9	0,6	—	—	+
Lipnica	33	"	smeđa	.	.	16,0	3,8	32,0	0,8	3,8	—	—	1,3	19,2	7,6	7,6	6,3	+	—	1,3
Dobrnja	2646	P/b	žuta	—	.	10,9	0,7	28,2	+	16,6	—	+	23,7	11,8	3,1	2,0	2,4	—	—	—
Lipnica	696	"	smeđa	.	.	16,2	2,9	45,5	—	5,9	—	—	12,7	9,8	1,0	3,9	2,0	—	—	—
Kreka-Mosnik .	2231	"	žutosmeđa	—	.	34,6	2,4	16,3	—	4,1	—	—	12,2	17,1	1,2	10,5	0,8	—	—	0,8
Šišići	579	"	siva	—	.	25,0	1,5	12,7	+	5,4	+	+	3,8	23,0	7,7	9,7	5,4	—	—	4,6
Bistarac ₂	638	"	žuta	—	.	22,8	3,2	23,4	—	11,5	—	—	2,1	24,6	4,6	3,8	2,8	—	—	1,1
Lukavac ₂	387	"	"	.	—	21,6	2,5	33,6	+	3,7	0,9	—	12,6	14,7	0,9	7,8	+	+	—	+
Lukavac ₁	480	"	"	.	—	10,5	1,4	35,0	—	+	—	—	46,4	2,4	—	3,4	—	—	+	—
Dobrnja	2650	P/c	žuta	.	.	18,8	1,9	28,3	0,6	6,4	—	—	21,3	13,0	2,5	5,1	1,6	—	—	+
Dobrnja	2620	"	"	—	.	25,7	2,7	23,6	2,7	0,6	—	0,6	9,0	23,4	3,3	4,7	3,3	—	+	—
Lipnica	837	"	"	.	.	22,4	5,4	32,3	1,5	—	—	—	8,9	16,5	0,9	5,0	3,6	3,4	—	—
Kreka-Mosnik .	2244	"	"	—	.	16,6	1,6	26,6	+	4,2	—	+	19,5	15,6	1,6	9,7	2,5	+	+	0,7
Kreka-Mosnik .	2273	"	smeđa	—	.	14,8	1,5	14,7	0,6	9,2	+	0,6	32,8	11,9	2,5	8,6	0,9	+	—	1,5
Bistarac ₂	638a	"	žuta	—	—	22,8	3,2	23,4	—	11,5	—	—	2,1	24,6	4,6	3,8	2,8	—	—	1,1
Bistarac ₁	1073	"	"	—	—	29,0	2,9	21,9	—	7,1	0,9	+	15,9	9,2	+	10,9	0,9	—	—	+
Lukavac ₂	386	"	"	—	—	17,0	1,3	48,5	—	6,8	—	—	17,5	6,0	—	2,6	+	—	—	—
Šišići	840	"	"	—	—	26,5	0,5	18,0	—	8,5	—	1,0	8,5	15,0	3,5	9,5	5,0	—	—	4,0

Legenda: co = klorit
b = biotit
ep = epidot

zt = coisit
am = amfibol
ct = kloritoid

g = granat
ad = andaluzit
st = staurolit

e = enstatit
cr = kromspinel
zr = cirkon

t = turmalin
ru = rutil
at = anatas

bt = brukit
ti = titanit

+ = tragovi
. = < 5% u odnosu na ukupni broj ostalih teških minerala
.. = 5—15% " " " " " " " "
... = 15—25% " " " " " " " "

U rubrici »sloj« označen je pijesak u podini odgovarajućeg ugljenog sloja (IK/bc, G/b, P/bc)

TEŠKI MINERALI PIJESAKA PRELAZNOG TIPIA

Profil	Broj uzorka	Sloj	Boja pijeska	co	b	ep %	zt %	am %	ct %	g %	ad %	st %	e %	cr %	zr %	t %	ru %	at %	bt %	ti %
Kreka-Mosnik .	2001a	IK/b	žuta	—	.	32,2	1,6	1,3	—	11,2	2,7	—	—	14,8	21,2	10,9	2,6	+	—	1,3
Kreka-Mosnik .	2285	IK/c	žuta	—	.	26,6	0,9	1,1	—	9,2	0,9	—	—	35,2	8,6	9,5	5,7	0,6	—	1,7
Bukinje ₁	77a	IK/b	siva	.	.	28,4	4,2	2,4	—	5,9	+	3,6	2,4	13,0	13,6	16,5	4,8	+	1,8	2,4
Bukinje ₁	77b	IK/c	žuta	—	—	20,6	7,1	—	—	3,8	—	1,0	1,7	35,0	11,7	13,7	4,6	—	—	0,7
Bukinje ₂	84	IK/b	smeđa	—	.	27,0	2,0	+	—	9,1	0,8	—	—	29,4	10,3	15,3	4,1	1,7	—	—
Bukinje ₂	83	IK/c	smeđa	—	..	26,2	3,6	2,4	—	5,9	—	—	—	27,1	7,9	19,1	6,3	—	0,8	—
Bistarac ₁	207	IK/b	žuta	—	.	31,0	1,0	—	—	21,0	5,8	—	+	13,6	2,6	20,3	3,4	1,0	+	—
Bistarac ₁	206	IK/c	smeđa	—	..	30,8	4,8	3,6	—	4,8	—	—	1,2	20,0	5,6	23,2	6,0	—	—	—
Bistarac ₂	542	IK/b	siva	—	—	24,5	1,4	—	—	4,3	1,7	1,1	+	38,8	8,5	11,9	5,4	1,4	0,6	—
Bistarac ₂	295	IK/a	smeđa	—	—	30,6	2,8	—	—	4,5	1,7	0,7	+	22,6	15,2	17,1	4,2	+	—	—
Šišići	345	IK/b	siva	—	.	28,4	3,4	+	+	4,6	—	+	—	26,7	19,4	8,1	5,9	0,7	1,2	0,7
Šišići	345a	IK/c	žuta	—	..	9,5	0,9	0,9	—	0,9	—	+	+	46,7	3,9	28,7	6,9	—	—	0,9
Lukavac ₂	441	IK/c	žuta	—	.	31,5	1,8	1,8	—	6,6	1,2	—	2,4	25,4	7,2	14,7	6,0	1,2	—	—
Lukavac ₁	457	IK/b	siva	.	.	44,6	3,1	4,2	—	7,3	1,6	—	1,2	12,6	1,6	19,4	2,6	+	—	1,6
Lukavac ₁	458	IK/c	žuta	—	..	20,6	4,6	1,1	—	4,6	1,7	—	—	31,9	9,7	17,2	8,6	—	—	—
Prline-Šikulje .	1442	IK/b	žuta	.	..	33,0	7,5	1,5	—	7,0	4,0	—	2,0	12,0	3,0	16,0	3,0	2,0	—	—
Prline-Šikulje .	1442a	IK/c	žuta	...	.	25,4	5,8	2,7	2,0	4,8	—	—	2,1	21,9	16,1	15,4	3,1	—	+	+
Kreka-Mosnik .	2216	G/b	siva	.	..	11,2	1,3	0,7	5,3	3,3	0,7	+	+	39,8	2,9	27,3	5,2	1,3	—	+
Kreka-Mosnik .	2390	G/a	smeđa	—	.	14,0	3,3	—	+	13,7	+	1,0	+	14,3	33,3	8,3	5,0	3,0	0,7	2,3
Mihatovići . . .	166a	G/b	žuta	—	.	10,6	1,8	—	0,7	2,2	+	—	—	30,4	27,5	8,8	15,0	2,6	—	—
Bistarac ₂	171a	G/a	siva	—	—	10,6	0,6	—	0,6	5,0	—	0,6	—	31,2	29,0	12,5	8,7	+	—	0,9
Bistarac ₂	395a	G/b	siva	—	—	16,8	0,9	6,2	0,9	15,9	—	0,9	—	28,6	20,9	1,8	5,5	0,9	—	+
Bistarac ₁	250	G/b	smeđa	—	.	3,3	—	+	—	1,5	—	—	—	35,6	30,5	16,5	12,0	+	—	—
Lukavac ₂	430a	G/b	smeđa	—	.	26,0	3,5	—	2,1	3,2	+	—	—	30,6	11,6	12,9	9,3	—	+	—
Bistarac ₂	395	P/a	smeđa	.	—	16,7	—	3,8	—	7,5	1,9	—	2,8	20,6	23,3	15,8	6,4	—	—	1,4
Bistarac ₁	1075	P/b	siva	—	—	18,5	—	2,7	—	5,0	2,3	—	1,7	26,6	4,4	31,4	6,5	+	+	—
Prline-Šikulje .	1519	P/a	smeđa	—	—	5,4	—	1,6	—	1,1	—	1,1	—	8,0	61,5	9,1	10,1	—	—	2,1
Prline-Šikulje .	1764	P/c	smeđa	—	.	26,8	2,8	—	0,6	19,1	+	+	—	24,6	15,7	5,5	2,2	—	—	2,2

Legenda: co = klorit zt = coisit g = granat e = enstatit t = turmalin bt = brukit
 b = biotit am = amfibol ad = andaluzit cr = kromspinel ru = rutil ti = titanit
 ep = epidot ct = kloritoid st = staurolit zr = cirkon at = anatas

+ = tragovi
 . = < 5% u odnosu na ukupni broj ostalih teških minerala
 .. = 5—15% " " " " " " " "
 ... = 15—25% " " " " " " " "

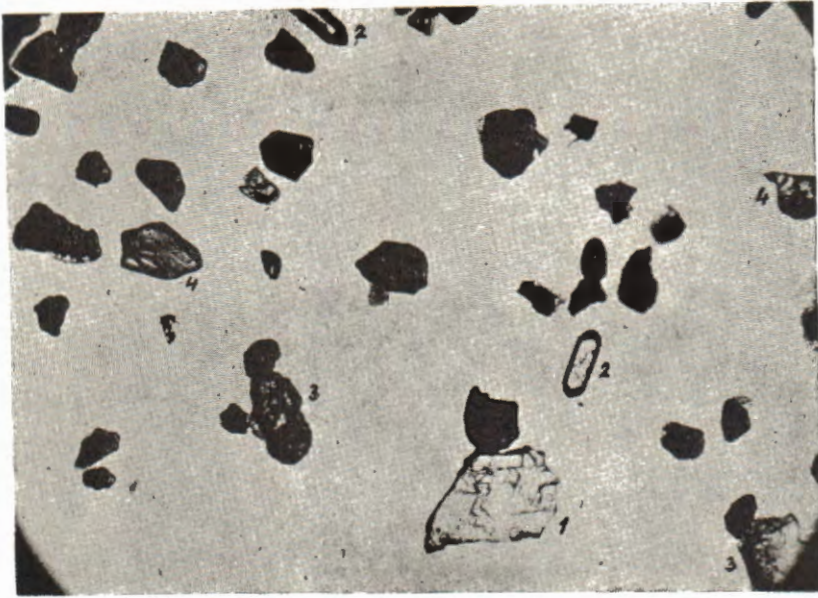
U rubrici »sloj« označen je pijesak u podini odgovarajućeg ugljenog sloja (IK/abc, G/ab, P/abc)

TEŠKI MINERALI U ISPITANIM UZORCIMA EOCENA I MIOCENA

Lokalitet	Starost	Broj uzorka	Vrsta sedimenta	CaCO ₃ %	co	b	ep+zt %	am %	ct %	g %	st %	e %	m. py	cr %	zr %	t %	ru %	at %	tl %		
Majeвица	eocen	2971	sivi pješčenjak	26,4	—	—	1,0	—	—	72,9	—	—	—	3,8	2,1	11,9	8,1	+	—		
		2972	sivi pješčenjak	16,9	—	—	1,2	1,2	—	8,4	—	—	—	—	58,8	15,2	10,4	—	—	4,8	
		2973	sivi pješčenjak	17,3	—	—	—	1,3	—	—	78,1	5,9	—	—	+	2,6	3,9	6,9	—	1,0	
		2974	žuti pješčenjak	—	—	—	+	—	—	+	73,0	—	—	—	—	6,1	5,8	14,4	—	—	
		2975	žuti pješčenjak	0,8	..	.	1,0	1,8	—	+	45,9	1,2	—	—	1,0	5,8	24,2	17,6	1,2	—	
		2976	žuti pješčenjak	—	.	—	0,7	0,7	—	1,0	28,5	—	—	—	2,4	7,8	26,6	32,7	—	—	
	Područje Čorbin Hana	"	2985	zelenosmeđi pješčenjak	11,6	...	—	2,1	—	4,6	69,2	+	—	—	3,5	2,8	9,8	7,0	—	0,7	
			2986	sivosmeđi pješčenjak	—	.	—	3,6	—	0,5	55,5	3,1	—	—	3,1	5,2	19,7	9,3	—	—	
			2987	žuti pješčenjak	—	...	—	4,1	—	—	—	6,9	—	—	—	5,5	5,9	64,8	12,8	—	—
			2988	zelenosivi pješčenjak	—	.	—	2,3	—	—	+	10,8	—	—	—	3,9	20,2	45,4	17,0	—	—
			2989	sivosmeđi pješčenjak	4,1	..	—	4,1	—	—	—	36,5	2,0	—	—	3,4	13,5	36,5	4,1	—	—
			2990	smeđi pješčenjak	9,9	.	—	2,6	2,2	—	0,7	7,4	—	—	—	0,7	17,0	43,9	25,5	—	—
2991	žuti pješčenjak	—	.	—	5,2	—	—	—	21,8	0,6	—	—	2,8	13,4	35,1	20,6	—	0,6			
Majeвица	miocen	2977	sivi konglom. pješčenjak	22,9	...	..	3,6	1,8	—	40,7	+	—	1,1	33,6	9,6	5,7	1,1	+	2,1	
		2978	crveni konglom. pješčenjak	34,7	.	—	4,8	7,2	—	51,0	—	—	—	3,0	19,2	5,4	5,0	3,0	—	1,3	
		2979	smeđi pješčenjak	16,8	.	...	2,2	1,3	—	24,2	2,6	—	—	—	27,8	6,2	15,0	2,2	—	18,5
		2980	sivozeleni pješčenjak	45,5	...	....	3,5	3,2	—	1,1	15,5	0,7	—	—	18,9	3,9	31,2	1,4	—	20,7
		2983	smeđi pijesak	23,1	.	.	1,4	1,6	—	—	16,7	0,8	0,6	—	53,0	10,6	8,6	2,9	—	3,9	
Majeвица	miocen	2981	smeđi pješčenjak	11,1	—	—	+	63,5	—	2,3	—	1,0	—	27,1	—	3,6	—	—	2,3		
		2665	smeđi pijesak	2,5	—	—	5,3	66,5	+	2,1	—	1,7	+	22,3	0,7	+	—	—	0,7		
		2661	smeđi pješčenjak	33,8	—	—	0,6	51,4	—	1,8	—	—	1,8	—	41,8	1,5	+	—	+	0,6	
		2660	smeđi pješčenjak	30,5	—	—	5,3	49,8	—	3,9	—	—	2,7	0,8	34,1	0,8	1,1	0,8	+	+	
		Prline	2941	smeđi pijesak	—	—	—	20,8	74,4	—	+	—	1,5	1,5	1,2	+	—	—	—	—	
		Križaoni potok	2984	sivi pijesak	11,6	.	—	1,9	48,4	—	2,4	—	—	2,8	—	42,6	0,9	0,5	—	—	0,5
Jala	2982	crveni pješčenjak	14,9	..	—	0,9	42,8	—	—	10,6	—	2,5	2,5	37,5	—	1,6	0,9	—	0,6		

Legenda: co = klorit ct = kloritoid st = staurolit cr = kromspinel ru = rutil
 b = biotit am = amfibol e = enstatit zr = cirkon an = anatas
 pe+zt = epidot+coisit g = granat m. py = monoklinski piroksen t = turmalin ti = titanit

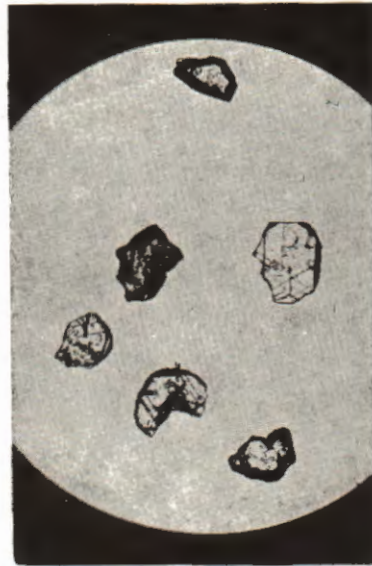
+ = tragovi
 . = < 5% u odnosu na ukupni broj ostalih teških minerala
 .. = 5 - 15% " " " " " " " "
 ... = 15 - 25% " " " " " " " "
 = > 25% " " " " " " " "



1



2



3

TABLA II — TABLE II

1. Grupa rezistentnih minerala iz pijesaka A horizonta; 1 = cirkon, 2 = turmalin, 3 = rutil (40 ×).
The most stable minerals from the sand of A horizon; 1 = zircon, 2 = tourmaline, 3 = rutile (40 ×).
2. Kromspinel iz pijesaka A horizonta (40 ×).
Chromic-spinele from the sand of A horizon (40 ×).
3. Kvarc iz pijesaka A horizonta sa plohami sekundarnog rasta (34 ×).
Quartz from the sand of A horizon. The crystal form is restored by secondary enlargement (34 ×).
4. Laki minerali pijesaka A horizonta; 1 = kvarc, 2 = feldspat, 3 = chert (7 ×).
Light minerals from the sand of A horizon; 1 = quartz, 2 = feldspar, 3 = chert (37 ×).

Foto V. Matz



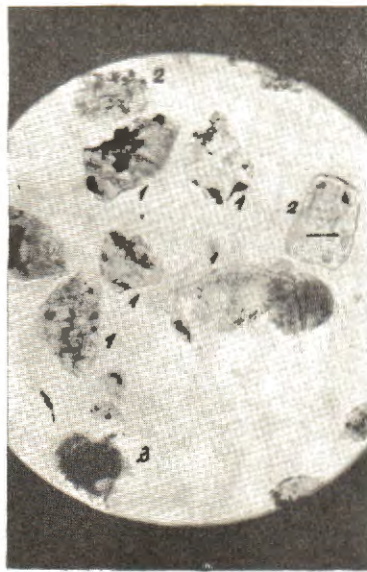
1



2



3

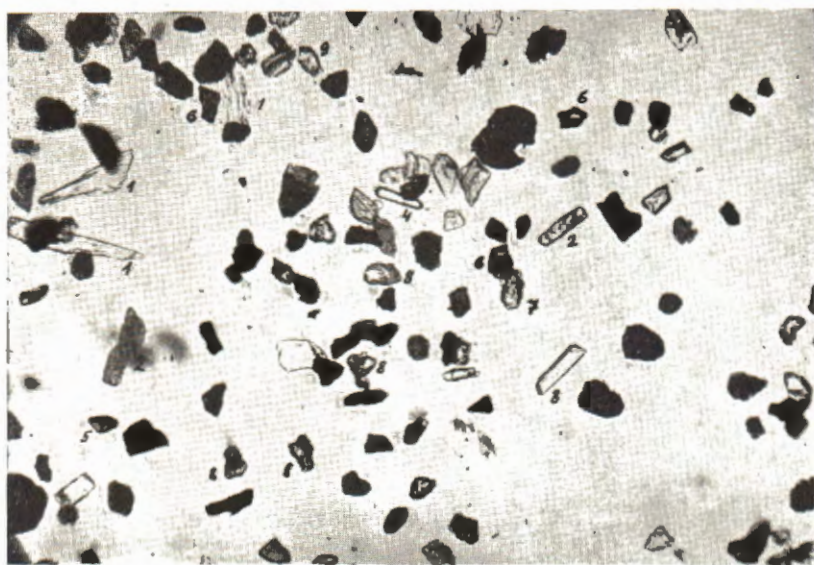


4

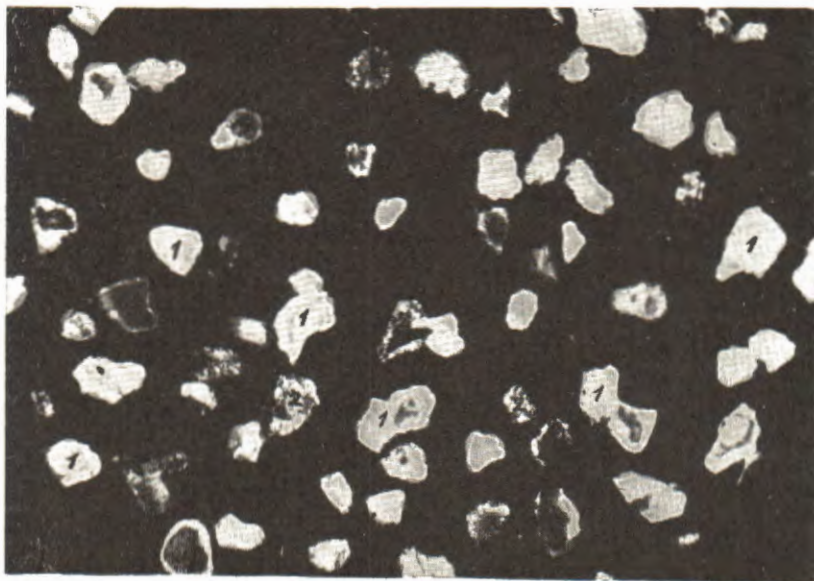
TABLA III — TABLE III

1. Teška mineralna frakcija B i C horizonta; 1 = enstatit, 2 = amfibol, 3 = turmalin, 4 = cirkon, 5 = rutil, 6 = kromspinel, 7 = kloritoid, 8 = epidot, 9 = coizit (60 ×).
Heavy mineral fraction from the sand of B C horizons; 1 = enstatite, 2 = amphibole, 3 = tourmaline, 4 = zircon, 5 = rutile, 6 = chromic-spinele, 7 = chloritoid, 8 = epidote, 9 = zoisite (60 ×).
2. Laka frakcija pijeska B i C horizonta; 1 = kvarc, 2 = chert (55 ×).
Light mineral fraction from the sand of B C horizons; 1 = quartz, 2 = chert (55 ×).

Foto V. Matz



1



2

TABLA IV — TABLE IV

1. Amfiboli iz pijesaka B i C horizonta (40 ×).
Amphiboles from the sand of B C horizons (40 ×).
2. Enstatit iz pijesaka B i C horizonta (20 ×).
Enstatite from the sand of B C horizons (20 ×).
3. Rezistentni minerali iz pijesaka B i C horizonta (52 ×).
The most stable minerals from the sand of B C horizons (52 ×).
4. Biotit iz pijesaka B i C horizonta (50 ×).
Biotite from the sand of B C horizons (50 ×).

Foto V. Matz



1



2



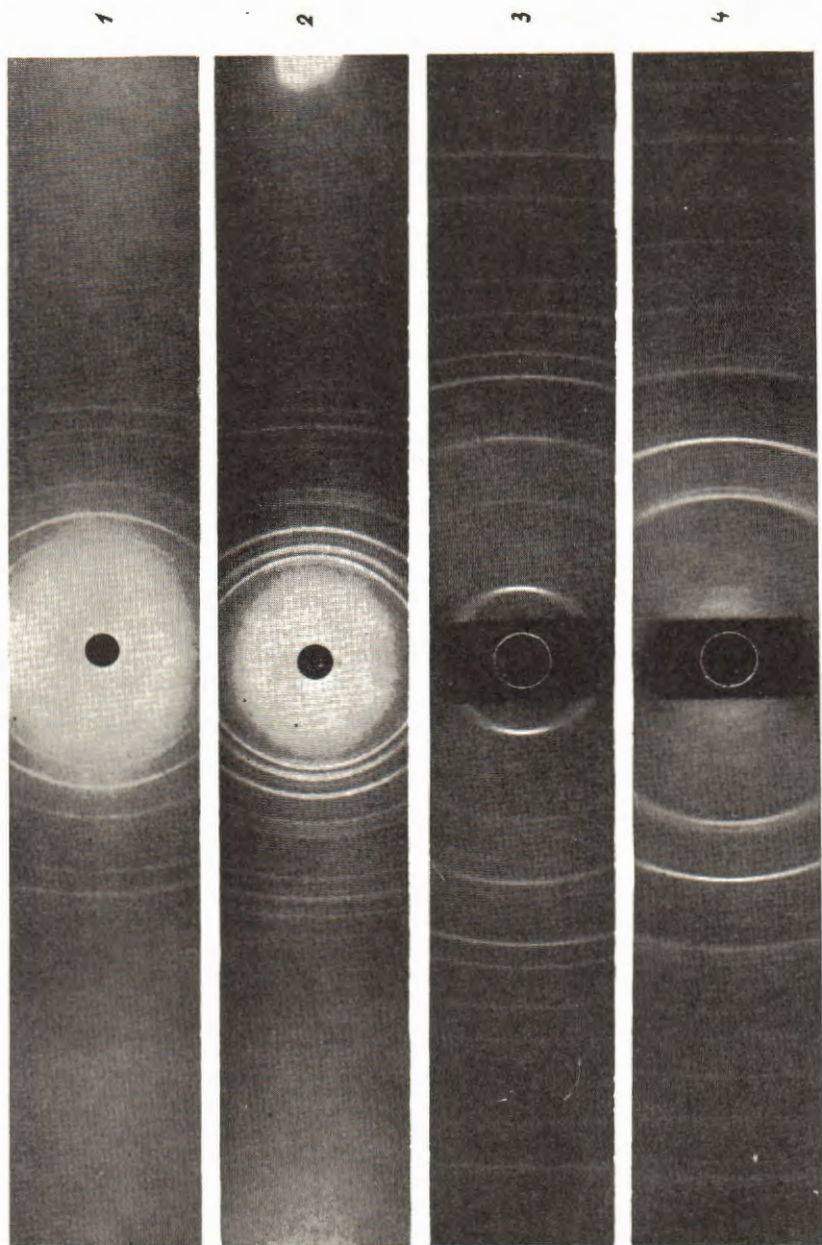
3



4

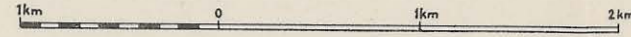
TABLA V — TABLE V

1. Kromspinel. Cu $K\alpha$ — zračenje; dijametar komore je 60 mm.
Chromic-spinele. Cu $K\alpha$ — radiation; camera diameter 60 mm.
2. Enstatit. Cu $K\alpha$ — zračenje; dijametar komore je 60 mm.
Enstatite. Cu $K\alpha$ -radiation; camera diameter 60 mm.
3. Biotit. Co $K\alpha$ — zračenje; dijametar komore od 114,6 mm.
Biotite. Co $K\alpha$ — radiation; zamere diameter 114,6 mm.
4. Ilitska glina. Co $K\alpha$ — zračenje; dijametar komore od 114,6 mm.
Illitic clay. Co $K\alpha$ — radiation; camera diameter 114,6 mm.
Rentgenogrami po Debye-Scherrer-ovoj metodi.
X-ray powder diagrams.



LITOLOŠKA KARTA UGLJENOG BAZENA KREKA
LITHOLOGICAL MAP OF THE KREKA COAL BASIN

Kartu izradio geološki odjel
"Geostrazivanja"
Mapped by the geological department of
"Geostrazivanja"



Legenda

- IIK— Izdanci IIK ugljenog sloja
Outcrops of the 2nd roof-wall coal seam
- IK— Izdanci IK ugljenog sloja
Outcrops of the 1st roof-wall coal seam
- G— Izdanci G ugljenog sloja
Outcrops of the main coal seam
- P— Izdanci P ugljenog sloja
Outcrops of the foot-wall coal seam
- — — — — Geološka granica
Geological boundaries
- 473 Mjesto uzimanja uzorka i broj
Stations and numbers of samples
- ▨ Pijesak
Sand
- ▩ Glina
Clay
- ▨▩ Glineno-pješčana serija
Sandy-clay series

