

Geol. vjesnik	Vol. 40	Str. 351—378	Zagreb 1987.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 553.492.1

Izvorni znanstveni rad

## O tektonici, sedimen tima paleogena i ležištima boksita područja Lištice u Hercegovini

Krešimir SAKAČ<sup>1</sup>, Boris ŠINKOVEC<sup>2</sup>, Ljubo BABIĆ<sup>3</sup>,  
Tomo SESAR<sup>4</sup>, Katica DROBNE<sup>5</sup>, Jožica ZUPANIĆ<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Geološko-paleontološki muzej, Zagreb, Demetrova 1, 41000 Zagreb

<sup>2</sup>Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, Pierrotijeva 6, 41000 Zagreb

<sup>3</sup>Geološko-paleontološki zavod, PMF, Soc. revolucije 8, 41000 Zagreb

<sup>4</sup>Rudnici boksita Lištica — »Energoinvest«, 79210 Lištica

<sup>5</sup>Inštitut za paleontologiju I. Rakovec, ZRC, Slovenska akademija znanosti in  
umetnosti, Novi trg 5, 61000 Ljubljana

<sup>6</sup>Mineraloško-petrografski zavod, PMF, Demetrova 1, 41000 Zagreb

Ljuskave tektonske strukture krednih i paleogenskih naslaga i alinirani reversni rasjedi glavni su nosioci ležišta paleogenskih boksita. Liburnijske naslage — algalni vapnenci i vapnenačke breče, foraminiferski vapnenci dokazane starosti dijela ilerda i kuiza, te fliš, taloženi su u kontinuitetu, dok klastični kompleks paleogenskih naslaga leži transgresivno i diskordantno na podlozi. Boksiti su trovrsni. Najviše rasprostranjeni starijepaleogeni boksit osnovnog sastava bemit — hematit i oolitne strukture nastao je od netopivog ostatka trošenih karbonatnih stijena u tektonski mirnim uvjetima na slabo razvijenom paleoreljefu. Mladepaleogeni boksiti bemit — hidrargilit — hematitskog osnovnog sastava i detritične zrnate strukture potječu od netopivog ostatka različitih stijena i eolskog materijala, a leže na jako razvijenom paleoreljefu. Glavni mineralni boksita neogena su hidrargilit, bemit i kaolinit.

Imbricate tectonic of Cretaceous and Paleogene sediments and aligned reverse faults are the main bearers of the Paleogene bauxite deposits. The Liburnian sediments — algal limestones and limestone breccias, foraminiferal limestones of Ilerdian and Cuisian age, as well as fliš, were deposited in continuation, while Paleogene clastic sedimentary complex is laid transgressively and unconformably over the footwall. There are three bauxite horizons. The most frequent ones are the Early Paleogene bauxites, boehmitic-hematitic in composition and with oolitic texture which bear from insoluble residue of weathered carbonate rocks during calm tectonic period on poorly developed paleorelief. The Late Paleogene bauxites, basically boehmitic-gibbsitic-hematitic in composition with detrital texture originating from the insoluble residue of different rocks and eolian material, rest on the highly developed relief. The main minerals of the Neogene bauxites are gibbsit, boehmite and kaolinite.

### UVOD

Područje sjeverozapadne Hercegovine, a osobito šira okolica Lištice, poznata je po značajnim ležištima kvalitetnog boksita koji se tu otkopava već duže od pedeset godina (L o v r i ć, 1984). Uz obimne rudarske radove ovdje su izvođena i različita geološka istraživanja boksitonosnih

terena i samih rudnih tijela o čemu je objavljeno više radova, no i dalje se o tome utvrđuju nove pojedinosti u slijedu novih istraživanja. Ovdje izneseni podaci većim dijelom ishod su takvih istraživanja koje su za potrebe Rudnika boksita Lištice vodili Geološki zavod u Zagrebu i Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu te njihovi suradnici. Tako su Krešimir Sakač, te Vilim Pentzinger, Antun Gabrić i Boris Lukšić (Geološki zavod, Zagreb) utvrđivali pojedinosti geološke građe, osobito strukturnotektonske pojedinosti u planinama Mratnjači i Vardi, u Crnim Lokvama, Tribošiću i drugdje, analizu facijesa i stratigrafskog slijeda paleogenskih naslaga izveli su Ljubo Babić, Jožica Zupanić i Marta Crnjaković (Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb), mineralni sastav i genezu boksita ispitivao je Boris Sinkovec (Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu), dok je biostratigrafska analiza pretežno na temelju alveolina, od Katice Drobne (Inštitut za paleontologiju ZRC Slovenske akademije, Ljubljana). Tomo Sesar, voditelj geološke službe Rudnika boksita Lištica, obradio je podatke istraživanja ležišta boksita ovog područja, dok je Rudnik boksita Lištica autorima omogućio terenske radove i objavljivanje podataka na čemu se zahvaljujemo.

#### PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA I PROBLEMATIKA

Osnovni podaci o geološkoj građi i ležištima boksita u široj okolici Lištice nalaze se na OGK listovima Imotski i Mostar (Raić et al., 1976 i Mojičević & Laušević, 1973), a detaljniji su u radovima Slišković et al. (1962, 1964), Živaljević & Burić (1964), koji prikazuju terene poznatog rudnika boksita Crne Lokve, zatim Raić (1974), a osobito Živaljević (1977) u dosad najpotpunijem prikazu ležišta boksita Hercegovine. Ipak najopsežniji podaci o ležištima boksita oko Lištice su u mnogobrojnim neobjavljenim studijama i elaboratima fonda dokumentacije Rudnika boksita Lištice čiji su autori Papeš, Sesar, Živaljević, Orelj, Patrlj i drugi.

Prikazujući mineralno-kemijski sastav boksita različitih područja Hercegovine više je autora u svojim radovima objavilo takve podatke i za boksite Lištice. U ispitivanjima primijenjene su različite metode, tako Glavaš (1961) koristi spektrofotometrijsku analizu u određivanju sadržaja titana, kroma, vanadija i drugih elemenata, Jakšić et al. (1967) istražuju boksit termogravimetrijskom i diferencijalno-termičkom analizom, prikaz mineralno-kemijskog sastava hercegovačkih boksita daju Šćavničar et al. (1968), Maksimović (1968) utvrđuje distribuciju rijetkih elemenata u ovim boksitima, dok Trubelja (1973a) koristi infracrveni spektar, a uz to (1973b) razmatra bosansko-hercegovačke boksite, odn. njihov mineralni sastav kao funkciju njihove geološke starosti. Sličnih podataka ima i u nekim drugim radovima, no unatoč toga dosada nije bio objavljen cjelovit prikaz različitosti boksita okolice Lištice.

U dosadašnjim geološkim istraživanjima riješena su osnovna pitanja o geološkoj građi područja Lištice, načinu pojavljivanja ležišta boksita i sastavu boksita, ali su izostale detaljnije sedimentološke analize nastaga paleogena i vezano s time i pouzdanije rekonstruiranje paleorelje-

fa, te način i trajanje taloženja paleogenских naslaga, što je neophodno za određivanje boksitonosti u pojedinim dijelovima područja Lištice, odn. uvjeta geneze boksita i formiranja rudnih tijela. Ovaj nedostatak djelomično se odrazio u dosadašnjoj interpretaciji stratigrafije paleogenских naslaga u razmatranom području, ali i u širem prostoru. Tako je poznavanje liburnijskih naslaga, važnog stratigrafskog člana neposredne krovine boksita većine ležišta u okolici Lištice, ostalo ograničeno samo na grubom poznavanju litologije i ograničenog broja taksona mikrofaune i makrofaune, premda se pokazalo da postoje vidne razlike u razvoju ovih naslaga čak i na lokalitetima koji međusobno nisu jako udaljeni. Za foraminiferske vapnence bila je tek približno određena stratigrafska pozicija i to zbog oskudnog poznavanja mikrofossilnih zajednica, pa otud nedostatna usporedba sa susjednim i udaljenijim lokalitetima. K tome se može dodati i različito, dijelom i pogrešno imenovanje paleogenских klastita s čime su bile povezane diferentne naznake njihovih međusobnih odnosa, kao i odnosa s mogućim i dokazanim istovremenim sedimentima drugih područja.

Navedeno bilo je povod dodatnih kompleksnih geoloških i mineraloških istraživanja u pojedinim dijelovima područja Lištice i nekim odabranim susjednim lokalitetima s ciljem da se pokuša riješiti dio navedene problematike.

#### STRATIGRAFIJA

U boksitnom području Lištice najviše su rasprostranjene naslage krede, stariji paleogenски sedimenti su od najvećeg značenja, jer su u užem dijelu razmatranog područja krovina boksitnih ležišta starijeg paleogena, a u širem prostoru podina boksita mlađeg paleogena, klastiti paleogena veću rasprostranjenost imaju izvan lištičkog prostora, dok se neogenски sedimenti pojavljuju kao erozioni ostaci nekad znatno šireg sedimentacijskog prostora mlađeg kenozoika. Različiti produkti kvartarne dezintegracije stijena imaju neznatnu rasprostranjenost.

#### K r e d a

Kredne naslage su različiti varijeteti vapnenaca, zatim karbonatne breče kao lokalne pojave, te dolomiti koji se pojavljuju u vapnencima kao različita sedimentna tijela promjenjive debljine i pružanja. Prema Raić *et al.* (1976) i Mojičević & Laušević (1973) kredne naslage mogu se podijeliti na više stratigrafskih članova. Donjokredni algalni vapnenci jezgra su antiklinale Ljubotići—Strmica, a pojavljuju se i kao uže izdužene zone unutar gornjokrednih naslaga. Gornjokredne naslage su cenoman-turonski dolomiti i vapnenci, koji navise prelaze u vapnence s ulošcima dolomita. Ove naslage su neposredna podina boksita starijeg paleogena u užem području Lištice, gdje se u vapnencima zonarno nalaze lumakele hondrodonti i rudisti od kojih je primjerice na Mratnjači najbrojnija vrsta *Radiolites praefleurianus* i uz nju *Durania arnaudi*. U pojedinim dijelovima područja nalaze se također i najmlađe gornjokredne naslage, rudistni vapnenci koji se uvrštavaju u viši turon i senon. U opsegu ove studije kredne naslage nisu detaljnije proučavane.

## Paleogen

Unutar paleogenskih sedimenata zapadne Hercegovine mogu se razlikovati dvije cjeline. Jednu predstavlja kontinuirani slijed Liburnijskih naslaga, foraminiferskih vapnenaca i fliša, koji leži eroziono-diskordantno na gornjokrednim naslagama, a druga je složeni kompleks klastičnih naslaga koji je diskordantan i transgresivan na podlozi različitih stratigrafskih članova krede i starijeg paleogena (Slišković et al. 1962, Geološki zavod Sarajevo, 1971, Mojičević & Laušević 1973, Raić et al. 1976, 1977, 1978, Raić & Papeš 1978). U široj okolici Lištice može se prva cjelina paleogenkog slijeda naslaga promatrati u složenim sinklinalnim strukturama Sutina — Dobrinj — Grabova Draga i Korita — Izbično, a samo stariji dio tog slijeda u tektonskim strukturama Crnih Lokava i Tribošića. Cjelina diskordantnih klastičnih sedimenata široko je rasprostranjena sjeverno i zapadno od planine Mratnjače i dalje na zapad, zatim u predjelima južno od Lištice, primjerice u sinklinalnoj strukturi Čitluka.

S obzirom na važnost paleogenskih naslaga kao krovine, odnosno podine ležišta boksita u Hercegovini, te s obzirom na nedostatnost njihova poznavanja, proveden su istraživanja unutar kojih su detaljnije analizirani stratigrafski slijed, biostratigrafija i facijes prvog navedenog tipa paleogenskih naslaga na nekoliko prethodno odabranih profila. Poznavanje superpozicijskog slijeda od bazalnih do vršnih sedimenata izrazito je otežano uslijed složene tektonske građe ovog prostora, tektonskog drobljenja, sužavanja, tektonskog reduciranja, odnosno ponavljanja pojedinih paketa slojeva. Unatoč tome, bilo je moguće poboljšati poznavanje stratigrafskog slijeda, točnije starosti pojedinih njegovih dijelova, kao i sedimentacijskog okoliša raznih facijelnih jedinica.

### Karbonatni i klastični kontinuirani slijed

Za detaljniji rad izabrani su ovi profili: Dobrinj, Grabova Draga, Izbično i Matkovića Staje u Crnim Lokvama. Izbor je proveden na temelju utvrđenog stupnja sačuvanosti superpozicije, zatim mogućnosti analize parametara facijesa, kontakata među jedinicama, te odnosa prema boksitu, kao i zbog potrebe uvida u prostorne razlike i specifičnosti u raznim tektonskim zonama. Utvrđene značajke i posebnosti biti će opisane po profilima. Šira dokumentacija nalazi se u Drobne et al. (u tisku) i Zupanić et al. (u tisku).

U Dobrinju su paleogeni sedimenti u sastavu uske i tektonski oštećene sinklinale, u kojoj su Liburnijske naslage poznate samo sporadično, a na kredi većinom izravno slijede foraminiferski vapnenci; slijedi fliš koji je međutim, slabo otkriven (Behlilović 1964, Geološki zavod Sarajevo 1971, Mojičević & Laušević 1973). Na istraženom profilu na sjeveroistočnoj strani sinklinalne strukture paleogen počinje vapnencima s alveolinama srednjeg ilerda (*Alveolina aragonensis* i dr.), dok je u mlađem dijelu mogao biti dokazan srednji i gornji kuiz (*A. aff. canavarii*, *A. cremae*, *A. rakoveci*) (Hottinger 1960, Drobne 1977). Bitna karakteristika sedimenata je neznatna zastupljenost mikrita, te su zastupljeni sedimenti tipa grainstone do packstone. Zrna većinom potječu od skeleta, a dominiraju foraminifere. Taloženje se obavilo u

razmjerno uzburkanom plicaku. Nedostatak Liburnijskih naslaga mogao bi upućivati na povišeni reljef i nešto produženu kopnenu fazu, što bi bilo u skladu i s mjestimičnim pojavljivanjem klasta krednih vapnenaca znatno iznad kontakta s podinom. Ovo ujedno pokazuje različito vrijeme pojavljivanja u raznim predjelima, kao i nepovoljnu okolnost za akumulaciju boksitogene supstancije na lokalitetima srodnih značajki.

Zona paleogena Grabove Drage jugoistočni je nastavak slinklinalne strukture Dobrinja. Karakterizirana je veoma složenom tektonskom građom, unutar koje se ističe uzdužni rasjed sjeveroistočne vergencije (Slišković et al. 1962). Istraživanje je posvećeno prvenstveno analizi odnosa foraminiferskih vapnenaca i klastita, i to na sjeveroistočnoj strani strukture, gdje su prvotni odnosi do izvjesne mjere sačuvani. Naime, kontakt između tih dviju jedinica označen je u nekoliko radova (Slišković & al. 1962, Behlilović 1964, Živaljević 1977) kao erozioni, odnosno transgresivni, a u Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, list Mostar (Geološki zavod Sarajevo 1971), u njenom sjeverozapadnom nastavku u blizini Dobrinja, čak su ucrtane i pojave boksita. Nasuprot tome, u istoj zoni (između Grabove Drage i Dobrinja) promatran je kontinuitet između vapnenaca i klastita (Charvet 1978). Zato je potrebno razjasniti ovaj nesklad podataka, kako bi se prostor mogao valorizirati u pogledu mogućnosti očekivanja pojava boksita uzduž tog kontakta.

Paleogen započinje Liburnijskim naslagama, a nastavlja se vapnencima, unutar kojih je dokazan ilerd i kuiz (Charvet 1978) i to na lokalitetima Resnice. Gornji dio vapnenačkog slijeda predstavljen je tipičnim »alveolinsko-numulitnim« vapnencem i izrazitom dominacijom strukturalnog tipa packstone. Strukturne značajke, te karakteristična mikritizacija indiciraju razmjerno mirni plicak s povremenom uzburkanošću, koja je dovela do fragmentiranja i sortiranja čestica. Prema gore u slijedu dolazi do karakterističnih promjena facijesa: raste udio diskociklina, pojavljuje se glaukonit, nestaju alveoline, struktura se mijenja u tip wackestone, a kasnije i mudstone, uz pojavljivanje planktonskih foraminifera i mnogobrojnih makrofosila: brahiopodi, školjkaši, puževi, ježinci, crvi i rakovice. Zatim vapnenac postaje laporovit, te sadrži samo poneku skeletnu česticu i prelazi u vapnoviti lapor, a više u slijedu javljaju se karbonatni klastiti. Opisane promjene dokumentiraju postupnu mijenu karaktera okoliša, od plicæg u dublji, uz pojavu terigene komponente. Time je eliminirana mogućnost postojanja prekida na granici vapnenci-klastiti, što je utvrdio već Charvet (1978), a također sumnja o eventualnom pojavljivanju boksita na tom kontaktu. Ovaj bi zaključak trebalo vrednovati i u daljnjem protezanju ovog kontakta.

Lokalite I zbično pripada uskom paleogenskom pojasu veoma poremećenih i stisnutih stijena, čiji se slijed sastoji od Liburnijskih naslaga na boksitima i krednoj podlozi, foraminiferskih vapnenaca i slabo otkrivenog, ali najjače tektoniziranog fliša (Behlilović 1964, Geološki zavod Sarajevo 1971, Mojičević & Laušević 1973). Na jugozapadnoj strani strukture, mogu se promatrati krovina i podina boksita, no česta je tektonizacija ovih kontakata, pa je promjena debljina boksitnih tijela posljedica kako reljefa podine, tako i dvije vrste tektonizacije: paralelno kontaktima boksita (i unutar njega), te poprijeko, odnosno dijagonalno prema kontaktnoj plohi. Ovdje je proučena nepo-

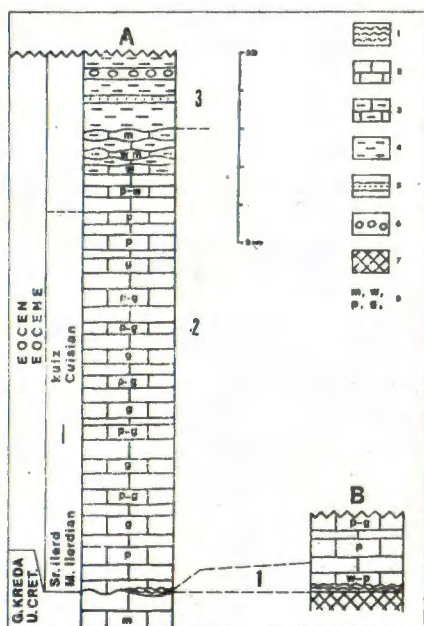
sredna krovina boksita i promjene idući prema gore u foraminiferski vapnenac, u debljini od oko 10 metara pouzdane superpozicije i potpunog slijeda. Neposredno na boksitu taloženi su algalni stromatoliti, koji s obzirom na mali udio skeletnih sastojaka vjerojatno održavaju okoliš nešto smanjenog saliniteta i donekle izoliranog prostora. Slijede vapnenci strukturnog tipa packstone do grainstone i wackestone, s puževima i foraminiferama, koji prema vrhu istraženog intervala sadrže sve manje mikrita, a sve više alveolina (»pravi« foraminiferski vapnenac). Na tom lokalitetu očita je promjena okoliša od izoliranog, preko zaštićenog do prilično otvorenog utjecajima energije mora. Promjena je karakteristična za stariji dio paleogena na nekoliko lokaliteta i vjerojatno predstavlja pravilo koje je potrebno testirati u širem prostoru Hercegovine. Na temelju vrsta alveolina (*A. rotundata*, *A. aragonensis*), sedimenti krovine boksita pripadaju srednjem ilerdru.

Visoko orudnjene paleoreljeve predjela Crnih Lokava, s najvećim ležištima boksita u okolici Lištice karakteriziran je specifičnom paleogenskom krovinom. Ona se može smatrati varijetatom Liburnijskih naslaga, a sastoji se pretežno od algalnih vapnenaca i vapnenačkih breča, kao što je slučaj i kod istražene krovine ležišta u Matkovića stajama. Tipičnih foraminiferskih vapnenaca i Fliša nema zbog tektonske redukcije slijeda u veoma složenoj, stisnutoj i ljuskanoj zoni Crnih Lokava (Živaljević & Burić 1964). Neki vapnenački sedimenti sadrže puževe haraceje i ostrakode, ali ne i pouzdane marinske fosile, dok se breče sastoje pretežno od klasta algalnog vapnenca i mikrita. Okoliš je morao biti izoliran od mora (laguna do litoral), što je eliminiralo marinske organizme. Pokazalo se da su algalni vapnenci u više slučajeva izravna krovina boksita, a također je to slučaj i u širem predjelu zapadne Hercegovine (Zupanić & Babić 1986, Zupanić et al., u tisku). Nešto dalje od ležišta, uz njih su ovdje vapnenačke breče, koje također mogu sadržavati tijela vapnenaca. Svi ovi podaci upućuju na pripadnost ne samo algalnih vapnenaca, nego i breča Liburnijskim naslagama što je zanimljivi novi stratigrafski element za rješavanje složenih tektonskih struktura orudnjenih zona.

#### *Klastični diskordantni paleogen*

Složeni kompleks klastičnih paleogenskih sedimenata, koji u široj okolici Lištice leži kao krovina mlađih paleogenskih boksita, različito je interpretiran, te većinom imenovan ili uspoređivan s Promina naslagama i flišem.

Još su Slišković et al. (1962) sve paleogenske klastite južne i sjeverozapadne Hercegovine uvrstili u Promina naslage ističući da su to fliški sedimenti složenog litološkog sastava s jakim bočnim izmjenama, te da leže transgresivno i diskordantno na različitim članovima jurskih, krednih i starijih paleogenskih naslaga. Raić (1974) navodi da donji fosilima bogati dio ovih naslaga u sjeverozapadnoj Hercegovini odgovara gornjem dijelu srednjeg eocena, što je u skladu s mišljenjem Oppenheim (1901) temeljenom na njegovoj odredbi makrofaune Sobača i Konjovca, dok bi mlađi dio naslaga s izrazitim razvojem klastita odgovarao gornjem eocenu. Živaljević (1977) razlikuje stariji dio na-



Sl. 1 Sintetički stup

A Dobrinj — Grabova draga

B Izbično

Stratigrafske jedinice: 1 Liburnijske naslage, 2 Foraminiferski vapnenac, 3 »Fliš«  
 Litologija: 1 algalni stromatolit, 2 vapnenac, 3 laporoviti vapnenac, 4 lapor, 5 kal-  
 karenit, 6 kalciirudit, 7 boksit, 8 m mudstone, w wackstone, p packstone, g grain-  
 stone.

Fig. 1 Synthetic column

A Dobrinj — Grabova draga

B Izbično

Stratigraphic units: 1 Liburnian Beds, 2 Foraminiferal Limestone, 3 »Fliš«  
 Lithology: 1 algal stromatolite, 2 limestone, 3 marly limestone, 4 marl, 5 calcarenite,  
 6 calciirudite, 7 bauxite, 8 m mudstone, w wackstone, p packstone, g grainstone

slaga, kojeg imenuje flišem, od mlađeg dijela kojeg uspoređuje s Promi-  
 na naslagama. Za veoma slične sedimente u susjednom području Imot-  
 skog u Dalmaciji Sakač et al. (1984) nalaze prema sastavu fosilnih  
 zajednica marinske makrofaune, te zajednica foraminifera i određenim  
 taksonima nanofosila (odredba posljednjih J. Benića) da odgovaraju  
 rasponu od gornjeg luteta do donjeg priabona. Srodno tome, klastiti  
 lokaliteta Oluja (sl. 5) leže na boksitu i foraminiferskom vapnencu, u  
 kojem smo utvrdili vrste *Alveolina levantina* i *A. axiample*, dakle forme  
 gornjeg kuiza (Hottinger 1960, Drobne 1977; Tab. 1 i 2), što  
 znači da su klastiti od njih mlađi. Međutim, za klastične paleogenske  
 sedimente Studenih vrila nedaleko Posušja, dotad uvrštavanih u Pro-  
 mina naslage, odnosno u gornji eocen, Dragičević et al. (1985 i  
 1986) navode u odnosu na dosadašnja mišljenja kontradiktoran poda-

tak da su prema zajednicama nanofosila donjocenske starosti, pa bi po tome bili lateralni facijes paleogenских karbonatnih sedimenata susjednih lokaliteta.

Navedeni klastični paleogeni sedimenti nisu razvijeni u užem boksitonosnom području Lištice, jer kako je navedeno »fliški« klastiti Dobrinja, Grabove drage i drugih lokaliteta drugačijih su obilježja. Za razliku od »fliških« sedimenata kod Lištice, klastiti paleogena različitih boksitonosnih područja Hercegovine leže diskordantno i transgresivno na krednim, odnosno paleogenским karbonatnim sedimentima. Taloženi su, dakle, poslije, a dijelom možda i za vrijeme jakih tektonskih pokreta, a svakako nakon kopnene faze tijekom koje je nastao izrazit kopneni reljef u kojem su formirana brojna ležišta boksita. S obzirom na veoma različite uvjete sedimentacije i izrazit paleoreljef moguće je da su početak transgresije i trajanje taloženja bili neujednačeni u boksitonosnim područjima Hercegovine. Velika debljina klastičnih sedimenata, koja prema R a j i ć u (1974) u području na sjever od Posušja oko 2 000 m, kao i raznolikost klasta koji potječe od različitih stijena mezozojske starosti, a dijelom i od naslaga starijeg paleogena, upućuje na susjedne velike kopnene površine razvedenog reljefa izvrnute jakoj i dugotrajnoj denudaciji. Pri tome je indikativna značajna prisutnost nekarbonatnog klasta, često prisutnog kao valutice ili slabozaobljenih fragmenata rožnjaka, pješčenjaka, pelita itd. koje nalazimo u sedimentu neposredne krovine, kao i u višim dijelovima krovinskih naslaga poviše ležišta boksita napr. u Oluji, u prostoru Rakitna, ali i u udaljenoj Blatnici i u Blizancima kod Čitluka. Takav detritus nije poznat unutar liburnijskih naslaga, npr. u brečama Crnih Lokava, a niti u slojevima foraminiferških vapnenaca. Upravo ta činjenica, uz ostale pojedinosti, govori o bitno drugačijim uvjetima postanka.

Ove napomene o klastičnim sedimentima paleogena u krovini ležišta boksita u zapadnoj Hercegovini upućuju na potrebu njihova daljnjeg proučavanja i uspoređivanja s detaljnije istraženim stratigrafskim odnosima i sličnim sedimentacijskim prilikama drugih područja, primjerice sjeverne Dalmacije (B a b i ć & Z u p a n i ć, 1983, I v a n o v i ć et al., 1969, S a k a ć, 1970 itd).

### Neogen

Neogenski slatkovodni sedimenti ostali su očuvani kao više manjih pojava, kao erozioni ostaci u Trnu zapadno od Lištice, te u Donjem Gradcu. Većinom su to različiti varijeteti lapora, kalcitni, pjeskovito-siltozni ili glinoviti, ima uložaka glina, od kojih se veća pojava u Donjem Gradcu sjeverno od Knešpolja koristi kao opekarska sirovina. U Trnu naslage su fosiliferne, uz brojne kućice slatkovodnih puževa (pretežno melanopsidi) tu su i ljuštore kongerija, od kojih je za vrstu *Congerina hercegoviensis* Kochansky-Devidé nalazište Trn locus typicus. Prema Kochansky-Devidé & Slišković (1978) ove naslage bile bi miocenske starosti i vjerojatno odgovaraju srednjem miocenu. Naslage u Trnu značajne su stoga što su krovina ležišta neogenskih boksita, pa leže na jako razvedenoj paleopovršini razvijenoj na različitim članovima krednih vapnenačkih naslaga.



## K v a r t a r

Kvartarni sedimenti su pleistocenske pjeskovite gline i druge jezerske taložine Kočerina, zatim morensko-fluvijoglacijalni materijali na padinama Čabulje planine u središnjem sjevernom dijelu istraživanog područja, te deluvijalne, proluvijalne i aluvijalne tvorevine u nižim dijelovima područja, oko Lištice, Kočerina i Knešpolja.

## TEKTONIKA

### Osnovna obilježja

Redovito se s razlogom ističe složena tektonika boksitonosnog područja Lištice jer su osnovne tektonske strukture — antiklinale krednih naslaga Mratnjača — Varda, Gradac — Virač, Britvica i Ljubotići, kao i sinklinale paleogenskih sedimenata Sutina — Britvički gozd, njezin nastavak Dobrinj — Grabova draga, te Korita — Izbično, kao i druge manje strukture, sekundarno poremećene brojnim rasjedima. Najznačajniji rasjedi pripadaju snopu podudarnom s ravninom hol deformacionog elipsoida. To su sistemi kliznih ploha rupturnih diskontinuiteta, statističkih paralelnih s osi B primarnih bora, te se pružaju smjerom sjeverozapad — jugoistok, usporedno s pružanjem navedenih antiklinala i sinklinala. Duž ovih ploha smicanja kretani su blokovi krutih karbonatnih stijena smjerom sjeveroistok — jugozapad, tako da su to pretežno reversni rasjedi s različito izraženom komponentom horizontalnog kretanja, s rasjednim plohama koje su ponegdje subhorizontalne, a češće jako ustremljene s vergencijom nagiba prema jugozapadu, a samo iznimno prema sjeveroistoku. Takvi rasjedi najčešći su duž kontakta gornjokrednih karbonatnih stijena s eocenskim sedimentima, te su dobro izraženi uzduž sinklinala s eocenskim fliškim sedimentima (Izbično, Grabova draga, Korito), ali su isto tako lako uočljivi i u zonama s rasjedno reduciranim paleogenskim naslagama, posebno uzduž pružanja Liburnijskih naslaga, kao u Tribošiću i u Crnim Lokvama. Oni imaju veliko značenje u području Lištice, jer su popratna pojava većine boksitonosnih tektonskih struktura. U takvim slučajevima paleogene su naslage pretrpjele snažne tektonske deformacije, uz to su reducirane i pojavljuju se u nizovima tektonskih ljustaka u kojima se između krednih i paleogenskih naslaga na različite načine uklještena ležišta boksita.

Opisivane boksitonosne tektonske strukture Lištice mogu biti u toj mjeri učestale da u pojedinim dijelovima terena penetriraju čak dekametarski ređ veličina. Utvrđivanje položaja rasjednih ploha i njihov odnos prema pružanju orunjenih ploha paleoreljefa, od velikog su značenja u geološkim istraživanjima u ovim terenima kojih je cilj utvrđivanje podpovršinskih rudnih tijela.

Drugi po značenju je sistem dijagonalnih rasjeda pružanja sjeveroistok — jugozapad, odn. sjeverozapad — jugoistok. Mlađi su od longitudinalnih rasjeda hol snopa, pa ih presijecaju, prekidaju i razmiču. To su relaksacijski gravitacioni rasjedi, većinom male dužine koje je moguće pratiti u dekametarskom prostoru. Podjednako su brojni u krednim kao i u paleogenskim naslagama, no najbolje su uočljivi duž granice krednih i paleogenskih naslaga, primjerice na krilima antiklinale Mratnjače i

Varde. Ovi rasjedi zahvaćaju i ležišta boksita, što dovodi do složenih podpovršinskih odnosa boksita s podinskim i krovinskim stijenama.

Osim navedenih postoje i drugi tipovi ruptura, primjerice relaksacijske pukotine u tjemenu, odn. jezgri antiklinala krednih naslaga, nadalje veoma su brojne pukotine poprečne na pružanje slojeva foraminiferskih vapnenaca koje se pojavljuju čak u razmacima manjim od metra, tvoreći u višim dijelovima terena neprohodan krš izbrzdan gustom mrežom dubokih otvorenih škrapa (Mratnjača, Varda, Izbično). Unatoč navedenom mogu se razlikovati dijelovi boksitonosnog terena nižeg stupnja tektonske poremećenosti, kao što je npr. jugozapadno krilo sinklinale paleogenskih naslaga Rakitno—Sutina, za razliku od veoma složenog tektonskog sustava u Izbičnom, Tribošiću i Crnim Lokvama. U dosadašnjim geološkim istraživanjima uglavnom je interpretirana osnovna tektonika područja Lištice. Na Osnovnoj geološkoj karti SFRJ, listovima Imotski i Mostar izdvojeni su najmarkantniji rasjedi i glavne tektonske strukture, dok se više pojedinosti nalazi u priloženim kartama radova Sliškovića et al. (1962), Raića (1974), Živaljevića (1977) i drugih, ali se tek na detaljnim kartama velikog mjerila može plastičnije prikazati složenost tektonike ovog boksitonosnog područja. Tim su putem registrirane brojne manje tektonske ljuste u nizu aliniranih reversnih rasjeda u planini Vardi, odn. složeni splet malih reversnih rasjeda i ljustkavih struktura u planini Mratnjači, zatim poznate boksitonosne ljustkave tektonske strukture Crnih Lokava i Tribošića, dok se u Grabovoj dragi može pratiti promjena položaja paleogenskih naslaga na jugozapadnom krilu sinklinale, od prvotno gotovo vertikalnog do inverznog s nagibom slojeva prema jugozapadu, pri čemu je mjestimično došlo do manjih horizontalnih pomaka duž ploha diskontinuiteta.

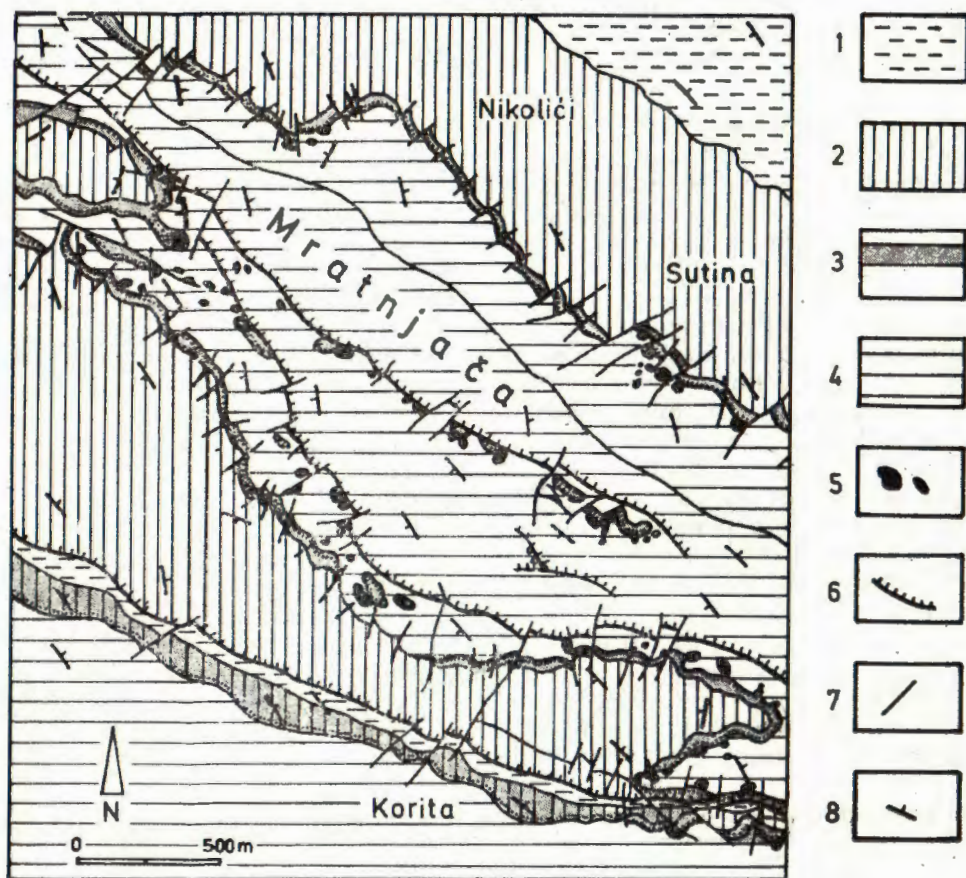
Unatoč navedenih detaljnih geoloških istraživanja u području Lištice ostalo je još uvijek nedovoljno razriješenih pojedinosti tektonskostrukturnih odnosa. U prvom redu misli se na dubinsko protezanje reversnih rasjeda, odn. tektonskih ljustaka paleogenskih naslaga praćenih ležištima boksita, jer se već tijekom dosadašnjih istraživanja utvrdilo da one nerijetko unatoč male debljine očuvanih paleogenskih naslaga mogu doseći dubinu i po više stotina metara, kao npr. u Crnim Lokvama.

### Glavne tektonske strukture s ležištima boksita

U području Lištice više je dijelova s različitim tektonskim strukturama u čijem su sastavu ležišta boksita. Najznačajnije su slijedeće:

Mratnjača je u osnovi velika antiklinala krednih karbonatnih stijena, koja na oba svoja krila prelazi u sinklinale paleogenskih naslaga (sl.2 i 4/1). Na jugozapadnom krilu to je stiješnjena i rasjedima djelomično reducirana sinklinala Korita, dok je na sjeveroistoku Mratnjače sinklinala Rakitno s potpunim razvojem paleogenskih naslaga ali s relativno nisko orudnjenom granicom krede i paleogena. Antiklinalu presijeca više uzdužnih reversnih rasjeda, duž kojih su unutar gornjokrednih naslaga uklopljene Liburnijske naslage i foraminiferski vapnenci praćeni ležištima boksita. Na taj način stvorene su brojne tektonske »zamke« koje kriju u različitoj mjeri tektonski deformirana le-

žišta boksita pri čemu je lokalno došlo do značajnih koncentracija boksita. Ove pojave dijelovi su ljasaka različitih dimenzija i položaja, koje su većinom maskirane unutar krednih naslaga. Osim takvih tektonskih odnosa postoje i »normalni« kontakti krednih i paleogenskih stijena sa sinformnim položajem krovina, pod kojim se nalaze rudna tijela u različitim dubinama. Takve su relacije u sinklinali sjeverno od Korita, te u strukturi Velika plana.



Sl. 2 Tektonske strukture boksitonosnog područja planine Mratnjače (Lištica — Hercegovina)

1 — Fliški sedimenti eocena. 2 — Foraminiferski vapnenci donjeg eocena i dijela srednjeg eocena. 3 — Liburnijske naslage. Donji eocen. 4 — Vapnenci s lećama dolomita. Gornja kreda. 5 — Izdanci ležišta boksita. 6 — Reversni rasjed. 7 — Normalni rasjed. 8 — Položaj sloja.

Fig. 2 Tectonic structures of the bauxite-bearing area Mratnjača Mountain (Lištica — Hercegovina)

1 — Flysch sediments. Eocene. 2 — Foraminiferal limestones. Lower Eocene and part of Middle Eocene. 3 — Liburnian beds. Lower Eocene. 4 — Limestones with dolomite lens. Upper Cretaceous. 5 — Outcrops of the bauxite deposit. 6 — Reversed fault. 7 — Normal fault. 8 — Dip of bed.

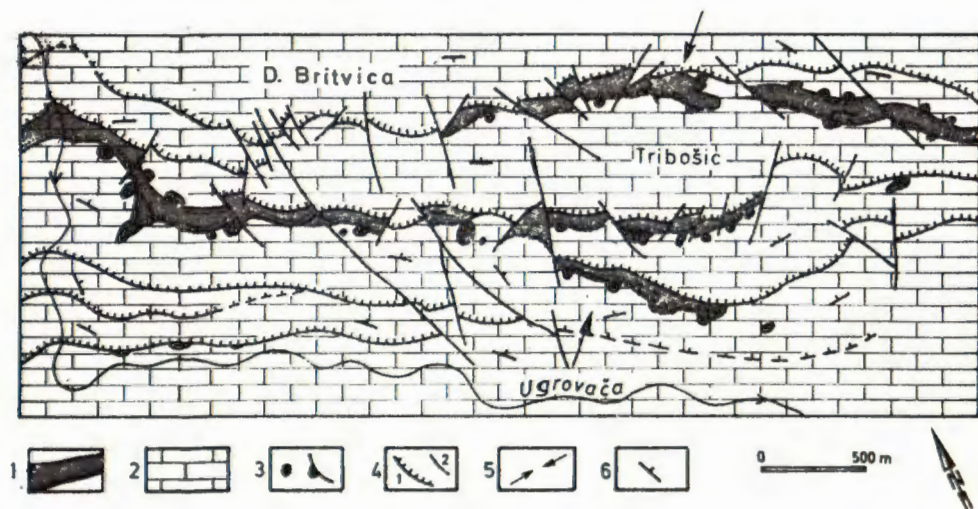
Varda je jugoistočni geološki nastavak Mratnjače. Oba područja razdvojena su kraćim međuprostorom, gdje se duž Sutine iz kanjona Ugrovače prema Vardi uzdiže široka sinklinala paleogenskih naslaga. U prostoru Varde ove paleogenske naslage naglo se sužavaju i nizom reversnih rasjeda prelaze zajedno s krednim vapnencima u izrazitu lju-skavu strukturu. U relativno uskom pojasu širokom svega 1 km registrirane su 4 rudonosne zone s ležištima boksita, koje se pružaju u dužini od nekih 5 km. Glavnina ležišta je u Crnačkom gvozdu, gdje su foraminiferski vapnenci reversnim rasjedima usjeli u rudistne vapnence. Dalje prema jugoistoku najsjevernija rudonosna zona otvara se u paleogensku sinklinalu Dobirnske drage s fliškim sedimentima u jezgri strukture.

U Vardi orudnjenost paleoreljefnih ploha nije ujednačena, pa uz izrazito bogate partije s ležištima, izdancima i pojavama boksita ima i dijelova terena u kojima se boksit pojavljuje tek u tragovima.

Grabova draga jugoistočno je produženje struktura Varde, a dijeli ih suženi prostor paleogenskih naslaga u Resnici. Paleogenske naslage u Grabovoj dragi formiraju asimetričnu, dijelom izoklinalnu sinklinalu s nagibom slojeva prema jugozapadu. Sjeveroistočno je krilo s normalnom sukcesijom paleogenskih naslaga, ali s gotovo neorudnijem paleoreljefom, dok su na jugozapadnom krilu kredne i paleogenske naslage brda Virač i Grabove drage i inverznom položaju. Unutar fliških sedimenata i foraminiferskih vapnenaca došlo je do diferencijalnog longitudinalnog rasjednog kretanja, tako da su ove naslage uzduž jugozapadnog krila sinklinalne mjestimično reducirane, ili se paketi istovjetnih slojeva u poprečnom profilu ponavljaju. Uslijed takvih dijelom subhorizontalnih pomaka mnoga su ležišta boksita drobljena, deformirana, pa i uništena, a uz to mnoga su s inverznim položajem podinskih gornjokrednih vapnenaca i krovinskih paleogenskih naslaga.

Prostor Izbično—Gornja Britvica komplicirane je tektonske građe, jer je praćen uzdužnim reversnim i gravitacionim rasjedima te ispresijecan brojnim poprečnim lomovima, tako da je primarna sinklinala paleogenskih naslaga tektonski drobljena i stješnjena. U samom Izbičnom naglašena je tangencijalna (a možda i navlačna ?) tektonska komponenta kretanja krednih karbonatnih stijena preko paleogenskih naslaga. Većina je ležišta boksita u ovoj zoni bila zahvaćena rasjednom tektonikom, te se nalaze u različitim pozicijama u odnosu na stijene podine i krovine.

Čelopek—Crne Lokve—Tribošić—Šudurova glava. Premda su gore navedeni lokaliteti međusobno znatno udaljeni, jer čitava ova boksitonosna zona ima dužinu od gotovo 12 km, ipak svi oni pripadaju istoj tektonskoj cjelini. Ovo područje sastoji se od brojnih tektonskih struktura, većinom lju-saka, u kojima su paleogenske Liburnijske naslage, a djelomično i foraminiferski vapnenci (bez fliša) zajedno s ležištima boksita uključeni reversnim rasjedima pretežno strmih nagiba prema sjeveroistoku u vapnenačke i dolomitne stijene gornje krede. Dijelom se radi o jednoj lju-sci, odn. jednostrukom nizu ležišta i izdanaka boksita, kao u Kidačkim njivama, no češće su to udvojene ili multiplicirane alinirane pojave. Tako je u Crnim Lokvama pet uzastopnih orudnjenih nizova, dok su najbrojnije tektonske lju-ske s ležištima boksita u Tribošiću. Ovo



Sl. 3. Detalj boksitonosnog područja Lištice (Hercegovina) s tektonskim strukturama u predjelu Tribošić

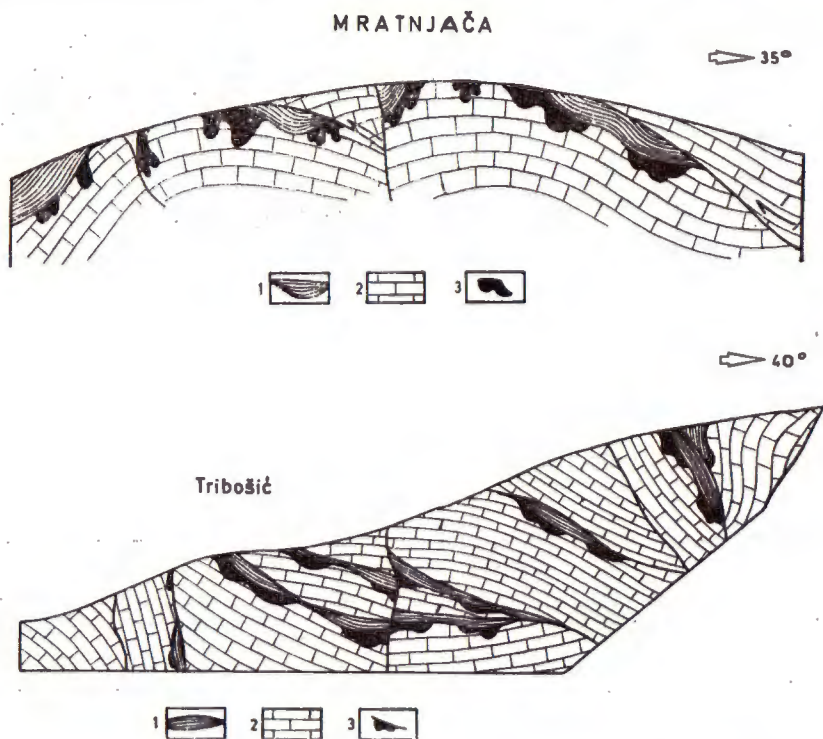
1. — Liburnijske naslage, mjestimično i foraminiferski vapnenci. Donji eocen. 2. — Vapnenci s lećama dolomita. Gornja kreda. 3. — Ležišta boksita. 4. — Rasjed: 1. — reversni, 2. — normalni. 5. — Geološki profil. 6. — Položaj sloja.

Fig. 3. Detail of bauxite-bearing area Lištice (Hercegovina) with the tectonic structures in Tribošić region

1 — Liburnian beds, partly Foraminiferal limestones. Lower Eocene. 2 — Limestones with dolomite lens. Upper Cretaceous. 3 — Bauxite deposits. 4 — Fault: 1 — Reversed, 2 — Normal. 5 — Geological cross-section. 6 — Dip of bed.

multipliciranje orudnjenih ploha u ovoj dugačkoj rudnoj zoni jedan je od razloga njezine visoke orudnjenosti (sl. 3 i 4/2).

Oluja — Sobrač je krajnji sjeverozapadni dio razmatranog područja. Ovdje se uz boksitna ležišta starijeg paleogena nalaze i ležišta boksita mlađeg paleogena s krovinom paleogenskih klastičnih naslaga. Stoga se poviše starijih tektonski složenijih struktura s krednim i starijim paleogenskim naslagama nalazi manje dislociran transgresivni pokrov paleogenskih klastita u čijoj su bazi ležišta boksita mlađeg paleogena. Čitavo područje ima složenu mozaičnu tektonsku građu s brojnim ležištima boksita različitog položaja u odnosu na kredne i paleogenske naslage. Osnovna tektonska struktura je antiklinala krednih naslaga Oluje — nastavak strukture Mratnjače, uokolo koje se nastavljaju različite manje tektonske boksitonosne strukture s krednim i paleogenskim naslagama. Stratigrafski položaj boksita u ovom području prikazan je pojednostavljenim geološkim profilom (sl. 5), koji presijeca gornjokredne vapnence — podinu starijepaleogenskih boksita, zatim Liburnijske naslage i foraminiferske vapnence, čiji najmlađi ovdje očuvani dio odgovara gornjem kuizu, kao i jedno ležište mlađepaleogenskih boksita s krovinom paleogenskih klastita karakterističnog raznovrsnog litološkog sastava.



Sl. 4/1, 2. Idealizirani geološki profili kroz tektonske strukture s ležištima boksita planine Mratnjače (4/1) i područja Tribošić (4/2) (Lištica — Hercegovina)

1 — Liburnijske naslage, djelomično i foraminiferski vapnenci. Donji eocen i dio srednjeg eocena. 2 — Vapnenci s lećama dolornita. Gornja kreda. 3 — boksit.

Fig. 4/1, 2. Idealized Geological Cross-sections of the tectonic structures and bauxite deposits Mratnjača Mountains (4/1) and Tribošić area (4/2) (Lištica — Hercegovina)

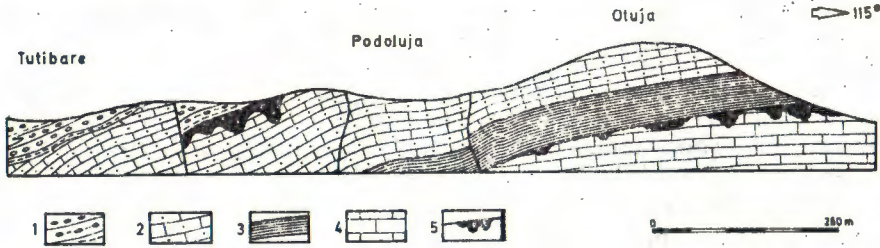
1 — Liburnian beds, partly Foraminiferal limestones. Lower Eocene and part of of the Middle Eocene. 2 — Limestones and dolomite lens. Upper Cretaceous. 3 — Bauxite.

## BOKSITI

U području Lištice glavna ležišta boksita je starije paleogenske, odn. paleocenske starosti, mlađem paleogenu pripadaju ležišta obodnih područja jer im je glavna rasprostranjenost u susjednim i udaljenijim dijelovima Hercegovine, dok se neogenska ležišta boksita nalaze u blizini same Lištice.

### Boksiti starijeg paleogena

Ležišta ovih boksita imaju u podini vapnenice, odn. vapnenice s ulošcima dolornita cenoman-turonske starosti ili rudistne vapnenice turonsenona. Krovina su im Liburnijske naslage, a ponegdje i foraminiferski



Sl. 5. Pojednostavljen geološki profil kroz kredne i paleogenske naslage i ležišta boksita brda Oluja (Lištica — Hercegovina)

1 — Klastični sedimenti paleogena. 2 — Foraminiferski vapnenci donjeg i srednjeg eocena. 3 — Liburnijske naslage donjeg eocena. 4 — Vapnenci gornje krede. 5 — Boksiti (povećano).

Fig. 5. Simplified geological cross-section across the Cretaceous and Paleogene beds and bauxite deposits. Oluja hill (Lištica — Hercegovina)

1 — Clastic sediments. Paleogene. 2 — Foraminiferal limestones. Lower and Middle Eocene. 3 — Liburnian beds. Lower Eocene. 4 — Limestones of the Upper Cretaceous. 5 — Bauxite deposits (enlarged).

vapnenci eocena. Zapaža se da je veličina rudnih tijela i njihova učestalost povezana s razvojem Liburnijskih naslaga. Tako se najveća ležišta ovih boksita nalaze u Crnim Lokvama i Tribošiću, gdje su Liburnijske naslage najpotpunije razvijene, brojna su, ali manjih dimenzija u Mratnjači, Vardi i Izbičnom, gdje Liburnijske naslage nisu kontinuirano razvijene, dok su ležišta malobrojna, ili posve nedostaju u područjima gdje nema Liburnijskih naslaga, odn. gdje su ove tek sporadično razvijene, kao npr. duž sjeveroistočnog krila sinklinale Rakitno—Dobrinj—Grabova draga.

Dosada najveće poznato ležište boksita starijeg paleogena je Orašnica u Crnim Lokvama, koje je imalo površinu od 5600 m<sup>2</sup> u svom središnjem dijelu, dok je dubina protezanja boksita duž plohe reversnog rasjeda bila do 120 m. Nasuprot tome većina ležišta boksita u perifernim dijelovima područja Lištice su površine izdanaka od svega nekoliko desetaka m<sup>2</sup>, dok je prosječna debljina boksita ispod 5 metara. Mnoga ležišta tektonski su deformirana, a općenito pojavljuju se u zonama visoke tektonske poremećenosti krednih i starijih paleogenskih naslaga. Područni reljef općenito je razvijen, ali morfologija paleoreljefa nije bila jače izražena, pa su i rudna tijela većinom jednostavnijih oblika.

Boksiti starijeg paleogena pretežno su crvene boje, ali su česti i boksiti žuto-smeđe boje, a nalaze se i šareni boksiti s različitim nijansama crveno-smeđih i žutih boja.

Struktura boksita najčešće je oolitna. Ooliti su većinom sitni, promjera od 0,1 do 0,5 mm, rijetko do 1,2 mm. Većinom su kod oolita jasno razvijene lupine, ali kod nekih su one slabo izražene. Uglavnom su ooliti pretaloženi tako da su dijelom oštećeni, a nalazimo i krhotine oolita. Znatno rjeđi su ooliti koji su nastali »in situ«. Pretežno su ooliti drugačije boje od matriksa u kojem se nalaze. Češće su svjetlije boje tako da se u tamnocrvenom, gotovo neprozirnom matriksu nalaze svjetlo-

žuti ili bezbojni ooliti, ali nalazimo i crvene oolite u žutom matriksu. U većini analiziranih uzoraka zapažena je deferifikacija boksita koja je razvijena u različitom stupnju; od manjih obezbojenih nepravilnih mrlja, preko uzoraka u kojima je sav matriks obezbojen, do uzoraka u kojima su i ooliti u većoj ili manjoj mjeri deferificirani. Često se u deferificiranim boksitima nalazi pirit i tanke žilice limonita ili hematita. Zapaža se i naknadno obogaćenje željezom deferificiranih boksita pri čemu pretežno nastaje getit, rjeđe hematit.

Rendgenskom i mikroskopskom analizom utvrđeni su slijedeći minerali u boksitu: bemit, hematit, getit, kaolinit, hidrargilit, anatas, pirit, a od akcesornih minerala kvarc, cirkon i turmalin. Bemit je najobilnije prisutan mineral, zatim slijedi hematit, dok su ostali podređeni. U smeđim i žutim uzorcima obilniji je getit, ali zato izostaje hematit ili je podređen. Većina minerala je kriptokristalasta i intimno izmiješana u masu čija boja zavisi od vrste i količine minerala željeza.

Pored kriptokristalastog kaolinita zapaža se i vrlo sitnozrni kaolinit koji ispunjava šupljine u boksitu. Rijetko se nalaze detritični prizmatični kristali kaolinita dugi do 150  $\mu\text{m}$ . Česta su detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita duga do 120  $\mu\text{m}$ . Pirit je u nepravilnim nakupinama ili kao sitni kristali. Pirit je redovno limonitiziran.

Na tabeli I dat je približan mineralni sastav 2 tipična uzorka boksita (uzorci br. 9 i 18).

Tabela I. Mineralni sastav boksita područja Lištice (u %)  
Table I. Mineral composition of bauxite of the Lištica region (in %)

	9	18	20	89	96	36	82
Kaolinit — Kaolinite	2	5	10	8	8	23	34
Bemit — Boehmite	56	65	53	43	30	23	7
Hidrargilit — Gibbsite	7	—	10	15	34	27	36
Hematit — Hematite	26	20	20	16	15	17	—
Getit — Goethite	—	5	4	12	10	7	19
Ti min. — Ti min.	3	2	3	3	2	2	2
Kalcit — Calcite	1	1	1	2	1	1	2

Boksiti starijeg paleogena — Early Paleogene bauxites : 9 Mratnjača, 18 Crne Lolkve  
Boksiti mlađeg paleogena — Late Paleogene bauxites : 20 Konjovac (Sobač), 89  
Čitluk-Blatnica, 96 Čitluk-Blizanci

Neogenski boksiti — Neogene bauxites : 36 Trn-Dubrava, 82 Trn-Ugrovača

Kemijski sastav boksita starijeg paleogena utvrđen je analiziranjem 20 uzoraka uzetih iz različitih ležišta šireg područja Lištice. Boksiti se odlikuju niskim sadržajem  $\text{SiO}_2$  (0,7 % do 7,22 %). Gubitak žarenja je ujednačen i iznosi 11,57 % do 13,68 %, što pokazuje da je bemit glavni, a često i jedini Al hidroksid u boksitu. Prosječan kemijski sastav boksita prikazan je na tabeli II.



Tabela II. Prosječan kemijski sastav boksita područja Lištice (u %)  
 Table II. Average chemical composition of bauxite of the Lištica region (in %)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	G. ž. L. O. I.	n
A	2,18	54,00	23,85	2,98	12,83	20
B	4,30	49,50	23,55	2,05	17,70	9
C	11,42	44,40	22,40	2,20	18,37	11

A = boksit starijeg paleogena,  
Early Paleogene bauxite,

B = boksit mlađeg paleogena,  
Late Paleogene bauxite,

C = neogenski boksit  
Neogene bauxite

n = broj uzoraka  
number of samples

### Boksiti mlađeg paleogena

Boksitna ležišta ove starosti dio su veoma razvedenog paleoreljefa u kojem se ističu znatne hipsometrijske razlike, nastale jakom denudacijom stijena koja je prethodila stvaranju ležišta, a dijelom je trajala i za vrijeme formiranja rudnih tijela. U podlozi boksita stoga se nalaze različiti stratigrafski članovi gornjokrednih karbonatnih stijena, te foraminiferski vapnenci i Liburnijske naslage. Krovina ovih boksita su različiti litološki članovi klastičnih paleogenskih sedimenata. Dijelom su to pjeskoviti ili laporoviti fosiliferni vapnenci i fosiliferni lapori, a dijelom lapori i konglomerati. Opća je karakteristika krovinskih naslaga manji stupanj tektonske dislociranosti u odnosu na krovinu boksita starijeg paleogena, pa su i tektonske strukture u kojima se nalaze ovi boksiti znatno jednostavnije. Boksiti mlađeg paleogena u razmatranom prostoru nalaze se u sjeverozapadnom dijelu područja Lištice, u predjelu brda Oluja, Sobaču i Konjovcu. Analiziran je i boksit iste starosti ležišta Blizanci i Blatnica u području Čitluka s istovjetnim geološkim položajem.

Ležišta boksita mlađeg paleogena su veličinom i oblikom veoma različita, to mogu biti lećasta, gnjezdolika i drugačija ispunjenja u podini u kojoj su izrazito razvijeni fenomeni podrudnog reljefa. Ova ležišta po takvim obilježjima u potpunosti odgovaraju ležištima iste starosti u susjednim područjima Posušja i Imotskog (Sakač et al., 1984), odn. u drugim područjima središnje i istočne Hercegovine (Živaljević, 1977).

Mlađi paleogeni boksiti gotovo redovno su crvene boje. Struktura im je pretežno zrnata, ali nalaze se i boksiti oolitne, pseudooolitne i pelitne strukture.

U boksitima sa zrnatom strukturom detritična zrna različitog su sastava, veličine i oblika. Većinom su to krupnija zaobljena i poluzaobljena zrna boksita različitih struktura i boja. Veličina im jako varira, čak i u istom uzorku, a dužina im doseže do nekoliko milimetara, mjestimično i preko 1 cm. Kod nekih uzoraka izdužena zrna paralelno su orijentirana. Neka zrna su potpuno neprozirna dok druga potječu od dijelom deferificiranog boksita. Količinski odnos zrna i matriksa jako varira. Ponegdje su u boksitu obilnije prisutna detritična zrna mikro-

kristalastog hidrargilita. Uz zrna boksita mjestimično se nalaze ooliti i pseudooliti, te ako oni količinski prevladavaju boksiti su oolitne, odnosno pseudoolitne strukture. Kod boksita pelitne strukture u pelitnoj masi nalaze se rijetka pojedinačna zrna boksita.

U mladepaleogenkim boksitima utvrđeni su slijedeći minerali: hidrargilit, bemit, hematit, kaolinit, getit i anatas. Glavni minerali boksita su bemit i hidrargilit, a njihov međusobni odnos varira. Bemit, hematit, getit, kaolinit i anatas redovno su kriptokristalasti. Hidrargilit se pojavljuje na više načina. Najčešće je kriptokristalast i nalazi se zajedno s drugim kriptokristalastim mineralima. Rijetko se hidrargilit nađe kao sitni kristali nastali prekrizacijom kriptokristalastog hidrargilita. Nadalje, u nekim uzorcima opaža se hidrargilit koji je nastao kristalizacijom iz otopina, pri čemu on ispunjava pukotine i šupljine. Ovaj hidrargilit je mikrokristalast. Gotovo redovno se u boksitu nalaze i detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita od kojih su najveća duga do 2 mm. Krupnija zrna većinom su zaobljena i sastoje se od agregata sitnijih zrna hidrargilita, dok su sitnija zrna nezaobljena i predstavljaju krhotine kristala hidrargilita. Neka zrna su izgrađena od vrlo sitnozrnog hidrargilita.

Rendgenskom analizom utvrđeno je da getit sadrži 10 % do 25 % ALOOH komponente.

Na tabeli I dat je približan mineralni sastav tri uzorka boksita mlađeg paleogena (uzorci br. 20, 89 i 96).

Kemijski sastav mladepaleogenkih boksita utvrđen je na 9 uzoraka s područja Čitluka i 5 uzoraka s Konjavca. Sadržaj  $\text{SiO}_2$  je viši nego u boksitima starijeg paleogena i varira od 1,13 % do 14,87 %. Sadržaj gubitka žarenja također je povišen uslijed prisustva hidrargilita, kojega u nekim uzorcima ima više od bemita. Srednji kemijski sastav boksita mlađeg paleogena iz okolice Čitluka dat je na tabeli II. Uzorci boksita s Konjavca sličnog su kemijskog sastava osim što im je gubitak žarenja niži, što znači da je odnos hidrargilit : bemit u boksitima područja Čitluk viši nego u boksitima s Konjavca.

Sadržaj teških akcesornih minerala u boksitima sa šireg područja Lištice dat je na tabeli III. Po sadržaju teških minerala boksiti starijeg paleogena bitno se razlikuju od mlađih boksita, jer gotovo ne sadrže teških minerala. U uzorku II nije nađeno ni jedno zrno, a u uzorku I nađeno je samo 5 zrna cirkona. Boksiti mlađeg paleogena i neogena znatno su bogatiji s teškim mineralima i u tome se ne zapaža bitnija razlika između njih. Znatno pravladava cirkon koji je pretežno kratko prizmatskog oblika, a pojedina zrna su zaobljena. Pored minerala magmatskog porijekla nalazimo i metamorfne minerale, što upućuje na raznoliko porijeklo ishodišnog materijala mlađih boksita.

U lakoj frakciji boksita prevladavaju krupnokristalasti hidrargilit, kvarc i kalцит, a nije zapažena razlika u sadržaju lake frakcije iz boksita različite starosti.

Po sadržaju teških minerala boksiti sa šireg područja Lištice slični su istovjetnim boksitima Dalmacije (Šušnjara & Šćavničar, 1978, Šinkovec & Sakač, 1982) što, pored drugih elemenata, dokazuje da su uvjeti postanka tih boksita bili slični.

Tabela III. Teški minerali iz boksita (broj zrna)  
 Table III. Heavy minerals from bauxites (number of grains)

Uzorak Samples	zr	ky	tu	ep	an	ru	and	gr	py (?)	ap (?)
I	5									
II										
III	23	4	1	3		1			1	
IV	17	1		1	1		1			
V	79	6	2		2	4	1	1		1
VI	20	3		3	2	2				

zr = cirkon (zircon), ky = disten (kyanit), tu = turmalin (tourmaline), ep = epidot (epidote), an = anatas (anatase), ru = rutil (rutile), and = andaluzit (andalusite), gr = granat (garnet), py = piroksen (pyroxene), ap = apatit (apatite).

Boksiti starijeg paleogena — Early Paleogene bauxites: I Lištica, II Kidačke njive. Boksiti mlađeg paleogena — Late Paleogene bauxites: III Čitluk-Blatnica, IV Čitluk-Blizanci, V Oluja.

Neogenski boksit — Neogene bauxite: VI Trn-Ugrovača.

Analize je izradio A. Sušnjara na čemu mu zahvaljujemo.

### Neogenski boksiti

Ležišta boksita neogenske, odn. miocenske starosti koncentrirana su na relativno maloj površini bogatije orudnjenog i jako razvedenog paleoreljeva. Za ove boksite karakteristična su dva ležišta u Trnu (Dubrava i Ugrovača) s podinom jako korodiranih vapnenaca gornje krede i slabo dislociranim naslagama lapora, vapnenih lapora i laporovitih vapnenaca u krovini. Površina izdanaka ležišta su relativno velike, a debljina im iznosi do 20 m.

Neogenski boksiti pretežno su crvene boje a samo mjestimično, gdje je došlo do sekundarne limonitizacije hematita, žute boje. Struktura boksita je pelitna i zrnata.

Boksiti s pelitnom strukturom pretežno su u mikroskopu ujednačeno obojeni i slabo prozirni. Limonitizirani i djelomično deferificirani boksiti nejednoliko su obojeni u crvenim i svjetlosmeđim tonovima uslijed nejednolike deferifikacije, tako da su zaostale nepravilne crvene pjege u svjetlijoj masi. Česte su limonitne žilice koje ukazuju na migraciju željeza u postgenetskoj fazi.

Boksiti sa zrnatom strukturom prevladavaju. U osnovi koja je neujednačeno crveno obojena kriptokristalastim hematitom nalaze se mnogobrojna poluzaobljena i zaobljena zrna pretežno neprozirnog i slabo prozirnog boksita, a samo rijetka zrna su smeđa i prozirna. Veličina zrna varira od desetak mikrometara do 1 cm. U tim zrnima rijetko se zapažaju ooliti, a rijetki su i pojedinačni pretaloženi ooliti u matriksu. U osnovi su česti sitni listići hidrotinjca, a nalaze se i sitna detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita.

Glavni minerali boksita su hidrargilit, bemit, kaolinit i hematit, a sporedni su getit i anatas. Svi ovi minerali su kriptokristalasti osim neznatnog dijela hidrargilita koji je mikrokristalast i nalazi se kao detri-

tična zrna i vrlo rijetko u autigenim žilicama. Getit sadrži 5 % do 10 %  $AlOOH$  komponente. Od detritičnih minerala osim hidrotinca koji je stalno prisutan, rijetko se nalaze sitna zrna turmalina, apatita i cirkona.

Približan mineralni sastav neogenskih boksita dat je na tabeli I (uzorci 36 i 82), a prosječni kemijski sastav na tabeli II.

Za razliku od starijih boksita ovog područja, kemijski sastav neogenskih boksita jako je promjenljiv. Povećan je sadržaj  $SiO_2$  koji varira od 3,67 % do 20,05 %, tako da ovi boksiti pripadaju glinovitim boksitima. Gubitak žarenja sličan je ili veći od onoga u mlađepaleogenkim boksitima (15,04 % do 22,76 %).

### OSVRT NA UVJETE POSTANKA BOKSITA

Na temelju proučavanja ležišta boksita šireg područja Lištice, naročito struktura boksita, može se zaključiti da su boksiti koji pripadaju različitim boksitonosnim horizontima nastali u različitim uvjetima.

Boksiti starijeg paleogena najčešće su oolitne strukture. Gotovo su redovno djelomično deferificirani. Naročito je značajno da su česti boksiti sa svjetlim, deferificiranim oolitima koji se nalaze u crvenom nedeferificiranom ili samo djelomično deferificiranom matriksu. Ove činjenice ukazuju na slijedeće uvjete postanka ležišta starijeg paleogena.

Za vrijeme kopnene faze koja je trajala od gornje krede do pred kraj paleocena, odnosno donjeg eocena, boksiti su nastajali na relativno zavravnom kopnu i uz vrlo slabe tektonske pokrete. Zato je znatno prevladavalo kemijsko nad fizičkim trošenjem karbonatne kredne podloge, a u udubljenjima paleokopna nanošen je ishodišni materijal boksita. U uvjetima tektonskog mira i spore erozije, ishodišni materijal imao je velik sedimentacijski volumen, što je pogodovalo nastajanju oolita prilikom njegove boksitizacije. U drugom dijelu boksitogene faze započelo je postupno spuštanje kopna što je uvjetovalo podizanju razine talnih voda, radi čega su nad ležištima boksita nastale močvare i reduktivni uvjeti, što je izazvalo deferifikaciju boksita. Pri tome je prvo deferificiran porozniji matriks, a zatim ooliti. Pored udaljavanja željeza iz boksita, deferifikacija je praćena piritizacijom boksita.

Pojava deferificiranih oolita u nedeferificiranom matriksu može se objasniti na dva načina:

I — za vrijeme nastajanja boksita povremeno su se mijenjali klimatski uvjeti, radi čega se je mijenjala razina talnih voda. Nakon prekrivanja ležišta boksita močvarama i njegove deferifikacije, razina talnih voda za duže vrijeme se je spustila, napredovanjem erozije ležište je erodirano, a boksit je pretalozhen u novonastale depresije paleoreljefa. Pri tome su deferificirani ooliti, kao čvršći, ostali neizmjenjeni u pelitnom materijalu pretalozhenog boksita i novog ishodišnog materijala, a boksitizacija je nastavljena u oksidacijskim uvjetima. Ovakav proces mogao se ponavljati više puta,

II — spuštanje kopna pri kraju emerzione faze nije bilo jednolično, nego je prekidano manjim povremenim izdizanjima kopna, što je dovelo

do povremenog spuštanja razine talnih voda, a u vezi toga i do erozije i pretaložavanja ležišta boksita, kao što je opisano u prethodnoj pretpostavci.

Budući da je većina oolita u boksitu pretaložena, a vrlo rijetko nalazimo oolite nastale »in situ«, možemo zaključiti da je razaranje ležišta boksita i pretaložavanje boksitičnog materijala bio čest proces za cijelo vrijeme boksitogeneze. Pri tome povremeno površinske vode snašale su boksitični materijal u niže dijelove paleoreljefa, tako da su ležišta boksita najbrojnija i najveća tamo gdje su Liburnijske naslage, kao prvi član transgresivnih sedimenata, najdeblje. Napredujući transgresija je vjerojatno preplavila čitavo područje taložeci foraminiferske vapnenice kao suvisli pokrov.

Za razliku od boksita starijeg paleogena, boksiti mlađeg paleogena rijetko su oolitne, a pretežno su detritične strukture, što upućuje na drugačije uvjete koji su vladali za vrijeme boksitogeneze. Detritična struktura ukazuje na vrlo često pretaložavanje ishodišnog materijala i boksita pri povišenoj energiji erozije, koja je vjerojatno uzrokovana jače izraženim tektonskim pokretima za vrijeme boksitogeneze. Uslijed toga je i reljef paleokopna bio izraženiji, a pored kemijskog bilo je prisutno i fizičko trošenje. Ishodišni materijal i boksiti bili su cijelo vrijeme ili najvećim dijelom u oksidacijskim uvjetima. Obilnije prisustvo detritičnog hidrargilita također dokazuje intenzivno pretaložavanje boksita.

Boksiti starijeg paleogena boksitizirani su u mirnijim tektonsko-erozionim uvjetima, a ishodišni materijal pristizao je sporije za vrijeme boksitogeneze, pa je zato jače boksitiziran, radi čega je ovaj boksit kvalitetniji.

Iako su boksiti mlađeg paleogena boksitizirani u jače izraženim tektonsko-erozionim uvjetima nego boksiti starijeg paleogena, uz češće pretaložavanje što pogoduje boksitizaciji, ovaj boksit je slabije boksitiziran i to vjerojatno zato što je prinos ishodišnog materijala tokom boksitizacije bio brži, a možda i obilniji.

Ova razmatranja su u skladu s ranijim zaključcima o porijeklu ishodišnog materijala boksita starijeg i mlađeg paleogena Dalmacije (Šinkovec & Sakač, 1982), a koja se mogu primijeniti i na istraživane boksite radi geološke sličnosti i geografske blizine. Za boksite starijeg paleogena utvrđeno je da pretežno potječu od netopivog ostatka podinskih krednih vapnenaca. Budući da je erozija tih vapnenaca, kao što je već rečeno, za vrijeme donjopaleogene kopnene faze bila spora i prinos netopivog ostatka bio je spor. Ishodišni materijal boksita mlađeg paleogena potječe dijelom od karbonatne podloge, a dijelom od eolskog materijala vulkanskog i terigenskog porijekla, te je stoga, uslijed jače erozije i uz eolski donos materijala, prinos ishodišnog materijala bio brži. Može se pretpostaviti da je uslijed jače erozije gubitak ishodišnog materijala i boksita za vrijeme boksitogeneze bio veći kod boksita mlađeg paleogena nego kod starije paleogenskih boksita.

Kod mlađepaleogenskih boksita područja Lištice vjerojatno su u njihovoj građi učestvovali osim netopivog materijala podinskih stijena i eolskog materijala, i pretaloženi boksiti starijeg paleogena. Na takav zaključak ukazuje nekoliko činjenica:

1. za razliku od dalmatinskog područja gdje boksiti starijeg paleogena nedostaju ili su rijetki, na području Lištice ovi boksiti su česti, a ležišta su im velika. Logično je pretpostaviti da je za vrijeme eocenske kopnene faze u dijelu eocenskog kopna istraživanog i susjednih područja, nakon erozije krovinskih naslaga razoren i dio tih ležišta, a boksiti dijelom pretaloženi u ležišta nastala u mlađem paleogenu,

2. boksiti mlađeg paleogena lištičkog područja sadrže više bemita od istovjetnih dalmatinskih boksita, koji su bogatiji hidrargilitom. Dio tog bemita možda potječe od pretaloženog boksita starijeg paleogena,

3. u boksitima mlađeg paleogena česta su zaobljena zrna boksita kojima je struktura identična strukturi starije paleogenskih boksita. Rendgenskom analizom utvrđeno je da ova zrna sadrže znatno više bemita nego hidrargilita, dok je kod matriksa suprotno.

Istraživanje neogenskih boksita kod Galića i Gornjih Vinjana kod Posušja (Sakač et al., 1984), utvrđeno je da ishodišni materijal ovih boksita dobrim dijelom potječe od pretaloženih paleogenskih boksita. Na to upućuje struktura boksita, veoma promjenljiv sastav boksita i značajno prisustvo bemita u tim boksitima. Naime, tipični neogenski boksiti koji su nastali u neogenu od minerala Al hidroksida sadrže samo hidrargilit. Neogenski boksiti kod Lištice imaju slična svojstva kao i neogenski boksiti kod Posušja, pa stoga možemo pretpostaviti da oni potječu od pretaloženih paleogenskih boksita i djelomično boksitizirane terra rosse koja je u neogenu prekrivala karbonatne površine.

#### ZAKLJUČAK

Boksitonosno područje Lištice izgrađeno je od donjokrednih i gornjokrednih karbonatnih sedimenata, te paleogenskih karbonatnih i klastičnih tvorevina. Manji prostor zauzimaju neogenski slatkovodni sedimenti i kvartarni sedimenti.

Mogu se raspoznati dva tipa paleogenskog slijeda sedimenata. Jedan leži na erodiranim krednim karbonatima i lokalno boksitima, a predstavljen je kontinuiranim slijedom starijih paleogenskih Liburnijskih slojeva, eocenskih foraminiferskih vapnenaca i »fliša«. Drugi se sastoji pretežno od klastita, koji leže na krednim ili paleogenskim karbonatima s izrazitom kutnom i erozionom diskordancijom, koja također može biti obilježena boksitima.

Liburnijske naslage, samo lokalno potpunije razvijene, sastoje se od vapnenaca tipa packstone i wackstone, zatim algalnih stromatolita, a lokalno i vapnenačkih breča. Ove naslage taložene su u izoliranim zaštićenim plićacima pretežno brakičnog okoliša.

Foraminiferski vapnenci tipa grainstone i packstone sadrže u svom donjem dijelu alveoline srednjeg ilerda (*A. aragonensis* i druge), a u mlađem dijelu srednjeg i gornjeg kuiza (*A. aff. canavari*, *A. cremae*, *A. rakoveci* i dr.). Taložni okoliši obuhvaćaju manje ili više uzburkane plitke morske prostore.

Navise slijedi postupna promjena sedimenata u wackstone do mudstone uz krijelaz u »fliške« sedimente s pojavom planktonskih foraminifera.

Tektonika područja Lištice je veoma složena. Ljuskave tektonske strukture, te alinirani reversni rasjedi s vergencijom prema jugozapadu, duž kojih su se unutar krednih naslaga djelomično očuvale Liburnijske naslage kao krovina boksita, glavni su nosioci ležišta boksita, primjerice u Crnim Lokvama, Tribošiću, planini Vardi. U sjeverozapadnom dijelu područja (Sobač, Oluja) slabije dislocirane pretežno klastične naslage paleogena leže diskordantno na krednim i starijim paleogenskim naslagama, odnosno preko složenih starijih tektonskih struktura koje su fragmentarno erozijom otkrivane.

Boksiti su trovrtni. Boksiti starijeg paleogena oolitne su strukture, bemitno-hematitnog sastava, pretežno visokog sadržaja  $Al_2O_3$ . Pojavljuju se kao veća rudna tijela u dijelovima terena s potpunijim razvojem Liburnijskih naslaga, zatim kao manja ležišta na bogatije orudnjenom slabo razvijenom paleoreljefu, ili kao sporadične pojave gdje Liburnijske naslage nisu razvijene.

Boksiti mlađeg paleogena pretežno su zrnate strukture i bemitno-hidrargilitno-hematitnog sastava. Različito velika ležišta na površini su veoma razvedenog paleoreljefa koji je nastao za jake denudacije u eocenu.

Neogenski boksiti pelitne i zrnate strukture imaju kao glavne mineralne hidrargilit, bemit, kaolinit i hematit, promjenljivog su kemijskog sastava. Pojavljuju se mjestimično u jako razvedenom paleoreljefu nastalom za kopnene faze u miocenu.

Boksiti triju stratigrafskih horizonata nastali su u različitim uvjetima. Boksiti su u starijem paleogenu (paleocenu, dijelom i u najdonjem eocenu) stvarani na morfološki slabo razvedenom kopnu uz opetovane promjene nivoa podzemnih voda što je uvjetovalo djelomičnu eroziju ležišta i stvaranje novih s djelomično izmijenjenom strukturom boksita.

Boksiti mlađeg paleogena nastali su u razdoblju jačih tektonskih nemira praćenih izraženijim erozionim procesima, te su ishodišni materijali i boksiti trpjeli česta pretaložavanja. Neogenski boksiti s promjenljivim sastavom upućuju na neujednačene uvjete njihove geneze.

Utvrđeno je da se boksiti starijeg i mlađeg paleogena po svojim svojstvima razlikuju između sebe. Boksiti starijeg paleogena gotovo redovno su oolitne strukture, ne sadrže hidrargilit ili ga imaju u tragovima i vrlo su oskudni s akcesornim teškim mineralima. Boksiti mlađeg paleogena pretežno su detritične strukture, hidrargilit je pored bemita bitni mineral boksita i bogati su s akcesornim teškim mineralima. Ova saznanja mogu pomoći pri određivanju starosti boksita u slučaju kada im je krovina erodirana ili kada je starost krovine dvojbena.

Primijeno: 20. 12. 1986.

#### LITERATURA

- Babić, Lj. & Zupanić, J. (1983): Paleogene clastic formations in northern Dalmatia. U: Babić, Lj. & Jelaska, V. (ur.): Contributions to Sedimentology of Some Carbonate and Clastic Units of the Coastal Dinarides. Excursion Guidebook. 4. IAS Regional Meeting, 37—61, Split.
- Behlilović, S. (1964): Geologija Cabulja planine u Hercegovini. — *Geol. glasnik posebno izd.*, 4, 5—79, Sarajevo.
- Charvet, J. (1978): Essai sur un orogène alpin Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie). — *Soc. geol. Nord.*, Publ. 2, 1—554, Villeneuve d'Ascq.

- Dragičević, I., Benić, J. & Blašković, I. (1985): Novi stratigrafski podaci o paleogenskim klastitima Studenih vrila — Zapadna Hercegovina. — *Geol. vjesnik*, 38, 31—34, Zagreb.
- Dragičević, I., Tišljarić, J., Blašković, I. & Benić, J. (1986): Mehaniizam taloženja krovinskih naslaga ležišta boksita kao odraz paleoreljefa podine. — Naučne komunikacije I, Odjeljenje tehničkih nauka I, Akad. nauka i umjet. BiH, 5—37, Sarajevo.
- Drobne, K. (1977): Alvéolines paléogènes de la Sloveenie et de l'Istrie. — *Schweiz. Palaéont. Abhandl.*, 99, 1—134, Basel.
- Drobne, K., Babić, Lj., Jugwirth, E., Pavlovec, R., Pavšić, J., Sikić, L. & Zupanić, J. (1986): Koordinirana istraživanja paleogena u boksitosnim terenima Hercegovine. — 11. Kongr. Geol. Jugosl. Tara 1986, 2, 275—284, Tara.
- Geološki zavod Sarajevo (M. Mojićević, M. & Laušević, M.) (1971): Osnovna geološka karta SFRJ, list Mostar, 1:100 000, Izd. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Glavaš, M. (1961): Spektrofotometrijsko određivanje titana, kroma, vanadija, mangana, fosfora u nekim hercegovačkim boksitima. — *Glasn. društ. kemičara NR BiH*, 10, Sarajevo.
- Hottinger, L. (1960): Recherches sur les Alvéolines Paléocènes et Éocènes. *Mém. suisses Paléont.*, 75—76, 1—236, Bâle.
- Ivanović, A., Muldini-Mamužić, S., Sakač, K., Vrsalović-Carević, I. & Zupanić, J. (1969): Razvoj paleogenskih naslaga na širem području Benkova i Drniša u sjeverozapadnoj Dalmaciji. III Simpozij Dinarske asocijacije, 1, 51—71, Zagreb.
- Jakšić, D., Glavaš, M. & Trubelja, F. (1967): Istraživanje hercegovačkih boksita uz primjenu termogravimetrijske i diferencijalno-termičke analize. — *Glasn. Zem. Muzeja (Prirod. nauke)*, NS VI, 15—22, Sarajevo.
- Kochansky-Devidé, V. & Slišković, T. (1978): Miocenske kongerije Hrvatske, Bosne i Hercegovine. — *Palaeontologia jugoslavica*, 19, 1—98, Zagreb.
- Lovrić, Lj. (1984): Historijat eksploatacije boksita u Hercegovini. — Izd. »Energoinvest« RO »Aluminij«, 1—148, Mostar.
- Maksimović, Z. (1968): Distribution of trace elements in bauxite deposits of Herzegovina, Yugoslavia. — *Travaux du ICSOBA*, 5, 63—70, Zagreb.
- Mojićević, M. & Laušević, M. (1973): Osnovna geološka karta 1:100 000. Tumač za list Mostar. — Savezni geološki zavod, Beograd.
- Oppenheim, P. (1901): Über einige alttertiäre Faunen der österreichisch-ungarischen Monarchie. — *Beitr. Paläont. Geol. Osterr.-Ungar. M. Orient.*, 13, 145—277, Wien.
- Papeš, J., Trubelja, F. & Slišković, T. (1973): Effet de la répartition terre/mer sur la formation des gisements de bauxite en Bosnie-Herzégovine, Yougoslavie. — *ICSOBA 3<sup>e</sup> Congrès International*, 175—183, Nice.
- Raić, V. (1974): Stratigrafsko-tektonski odnosi područja Posušja, Rakitna i Svinjače (Hercegovina). — *Geol. glasnik*, 18—19, 89—120, Sarajevo.
- Raić, V., Ahac, A. & Papeš, J. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ, Imotski, 1:100 000. — Savezni geološki zavod, Beograd.
- Raić, V. & Papeš, J. (1978): Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Imotski. — Savezni geološki zavod, Beograd.
- Raić, V., Papeš, J., Behlilović, S., Crnolatac, I., Mojićević, M., Ranković, M., Slišković, T., Đorđević, B., Golo, B., Ahac, A., Luburić, P. & Marić, Lj. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ, Metković, 1:100 000. — Savezni geološki zavod, Beograd.
- Sakač, K. (1970): Analiza eocenskog paleoreljefa i tektonskih zbivanja u području Drniša u Dalmaciji s obzirom na postanak ležišta boksita. — *Geol. vjesnik*, 23 (1969), 163—179, Zagreb.
- Sakač, K., Sinkovec, B., Jungwirth, E. & Lukšić, B. (1984): Opća obilježja geološke građe i ležišta boksita područja Imotskog. — *Geol. vjesnik*, 37, 153—174, Zagreb.
- Slišković, T., Papeš, J., Raić, V. & Luburić, P. (1962): O stratigrafiji i tektonici južne Hercegovine. — *Geol. glasnik*, 6, 111—140, Sarajevo.



- Slišković, T. & Luburić, P. (1964): Stratigraphische Lage des Bauxites in der Herzegovina und in SW Bosnien. — *Bull. Sci. Scons. Acad. Yougosl.*, 9, 1/2, 6—7, Zagreb.
- Šćavničar, S., Trubelja, F. & Sijarić-Pleho, G. (1968): Mineralogical and chemical properties of Herzegovinian Bauxites. — *Travaux du ICSOBA*, 5, 45—62, Zagreb.
- Sinkovec, B. & Sakač, K. (1982): The paleogene bauxites of Dalmatia. — *Travaux ICSOBA*, 12/17, 293—331, Zagreb.
- Sušnjara, A. & Šćavničar, B. (1978): Heavy minerals as Provenance indices of Tertiary Bauxites in Dalmatia (Yugoslavia). IV Intern. Congr. ICSOBA, Vol. 2, 822—837, Athens.
- Trubelja, F. (1973a): Infracrveni spektri hercegovačkih boksita. — II jugosl. simp. o istraž. i eksploat. boksita, C-V, 1—7, Tuzla.
- Trubelja, F. (1973b): Mineralogija bosansko-hercegovačkih boksita kao funkcija geološke starosti. — II jugosl. simp. o istraž. i eksploat. boksita, A-II, 1—11, Tuzla.
- Zupanić, J. & Babić, Lj. (1986): Algal limestone overlying bauxite (Paleogene, Herzegovina). — 5. Skup sedimentologa Jugosl., Brioni, 1986, p. 27, Zagreb.
- Zivaljević, T. (1977): Geologija ležišta boksita Hercegovine. — *Geol. glasnik*, 22, 79—147, Sarajevo.
- Zivaljević, T. & Burić, P. (1964): Geološki sastav i tektonska građa boksitonošnih terena Crnih Lokava u Hercegovini. — *Geol. glasnik*, 10, 109—118, Sarajevo.

### On Tectonics, Paleogene Sediments and Bauxite of the Lištica region in Herzegovina

K. Sakač, B. Sinkovec, Lj. Babić, T. Sesar, K. Drobne, J. Zupanić

The bauxite region of Lištica is built up of the Lower and Upper Cretaceous carbonate sediments (limestones, dolomites and limestone breccias) and Paleogene carbonate and clastic sediments as well. The Neogene freshwater sediments and Quaternary rocks are less frequent.

Two different Paleogene sequences have been recognized. The first one overlies erosionally truncated Cretaceous carbonates, locally with bauxite deposits inbetween, and comprises Early Paleogene Liburnia Beds, and Eocene Foraminifera Limestone and »Flysch«. The second sequence is represented by a complex unit consisting of fossiliferous limestone and marly limestone, marl, calcarenite, and limestone conglomerate. This unit is overlying unconformably different Cretaceous and Paleogene carbonate deposits, and locally bauxite deposits.

The Liburnia Beds, as was determined at some places, are well represented locally only, as in Crne Lokve and Tribošić. In turn they appeared as discontinuous unit up to 10 m thick, (e. c. in Varda mountain), while other regions lack them completely. The Liburnia Beds include different varieties of limestones, like packstone, and wackestone, algal stromatolite, and locally, in Crne Lokve, limestone breccia. The sediments were deposited in isolated brackish environment, protected from the open sea. The Foraminiferal Limestone is represented by graistones and packstones, containing benthic forams, mostly *Alveolina*, and *Nummulitinae*. The lower part contains the Middle Ilerdian taxa (*Alveolina aragonensis* and others), and the upper portion is of a Middle and Upper Cuisian age (*A. aff. canarrai*, *A. cremae*, *A. rakoveci*) (Hottinger 1960, Drobne 1977). Depositional environments include more or less agitated shallow marine settings. Toward the top of Foraminiferal Limestone the facies changes gradually into »flysch« sediments. *Alveolina* disappears, *Discocyclina* becomes more frequent, glauconite appears, texture changes into wackestone and mudstone types with planktonic forams; limestone is replaced by marly limestone and marl. These changes indicate deepening and the appearance of terrigenous component.

Tectonics of Lištica region is complex. Tilted fault-block tectonic structures with the Cretaceous and the Early Paleogene deposits, as well as aligned reverse thrusts

with longitudinal strike, verging southwesternly, incorporate still preserved Liburnian deposits (which are the bauxite hanging-walls) and represent the main bauxite deposits bearers. These structures predominate in Crne Lokve and Tribušić (Fig. 4) and the Varda mountain as ell. Another bauxite bearing structure with the Early Paleogene bauxites are anticlines with the Cretaceous sediments covered by mosaicly situated overthrusts and reverse structures like in the Mratnjača mountain. Not less important are compressed synclines where Liburnia Beds, Foraminifera Limestone and »flysch« sediments may be partly, and at places totally reduced by gravitational and reverse faults, like in Korita, Izbično or Grabova draga.

In the northwestern part of the region in surroundings of the Oluja mountain and in Sobač, clastic Paleogene sediments were dislocated by lesser intensity. They overlay the Cretaceous and the Early Paleogene sediments, i.e. the foregoing described complex tectonic structures, which are here fragmentarily uncovered by erosion.

The bauxites, according to their stratigraphic position, composition and textures, may be subdivided into the Early Paleogene, the Late Paleogene and the Neogene ones, i.e. the Miocene bauxites. The Early Paleogene bauxites in Lištica region are the most frequent. They appear like bigger ore bodies in the terrain with more complete development of the Liburnian sediments (Crne Lokve), than as numerous smaller deposits on rich, bauxite-bearing and morphologically poor paleorelief developed on the Upper Cretaceous limestones (Mratnjača, Varda) or as sporadic occurrences where the Liburnian sediments are missing (Grabova draga). The structure of the bauxites is oolitic (oolithes of 0.1–0.5 mm) with variable proportion of matrix. Partly damaged oolithes are common indicating redeposition. Deferrification of the bauxite matrix as well as the very oolithes is common process. The main minerals are boehmite and hematite with sporadic minerals presented in the Table I, samples 9 and 18. Mean chemical composition of the bauxite is given in the Table II with mark A.

The Late Paleogene bauxites appear as deposits of different size on a surface of highly developed paleorelief formed by intensive denudation in the Eocene time. Their footwall is carbonate rocks of Cretaceous and Early Paleogene age, and hanging-wall different lithological members of the Paleogene clastic sediments. These bauxites are situated in the northwesternmost part of Lištica region (Oluja, Sobač). The same bauxite in the Čitluk region (Blizanci, Blatnica) has been analyzed as well.

The Late Paleogene bauxites possess granular texture, but oolitic, pseudo-oolitic and pelitic texture are present too. The bauxite grains are from mm, to more than 1 cm in size, incorporated in the matrix. The main minerals are boehmite and hydrargillite in variable proportions. Boehmite, kaolinite, goethite and anatase are cryptocrystalline, while hydrargillite occurs in several ways, like cryptocrystalline, like tiny crystals formed by recrystallization in small cavities, when grown up from solutions and like detrital grains long as much as 2 mm. Mineral composition of these bauxites is given in Table I, samples 20, 89 and 96 and mean chemical composition in the Table II.

The Neogene bauxites are concentrated in the vicinity of Lištica in relatively small area, rich in bauxite, representing highly developed paleorelief, whose substratum are corroded Cretaceous limestones. The hanging-wall is freshwater Neogene (Miocene) deposits. The bauxite texture is pelitic and granular. The main minerals are hydrargillite, boehmite, kaolinite and hematite. Mineral composition is given in the Table I, sample 36 and 86, and mean chemical composition in the Table II. There is a significant variability in chemical composition of the Neogene bauxites even in the same deposit, and they differ from the Paleogene bauxites by participation of particular components.

On the basis of the Lištica bauxite studies, especially bauxite textures, one may conclude that bauxites belonging to different horizons became in different conditions.

The Early Paleogene bauxites became on relatively flattened dry-land by the time of tectonic quiescence. The bauxite deposits were covered by marshes in the proceeding time when reducing conditions facilitated deferrification. Occurrence of deferrificated oolithes in undeferrificated matrix may be explained by lowering

of the terrain, erosion of the deposits and redeposition of deferrificated bauxites into newly developed terrestrial paleodepressions, with oxidizing conditions, while redeposited boulders, because of their resistance, remained unchanged.

The Late Paleogene bauxite were formed on a dry-land, effected by more intensive tectonic movements, and consequently to more intensive erosion. The parent material and bauxites were frequently redeposited, what is manifested in granular texture.

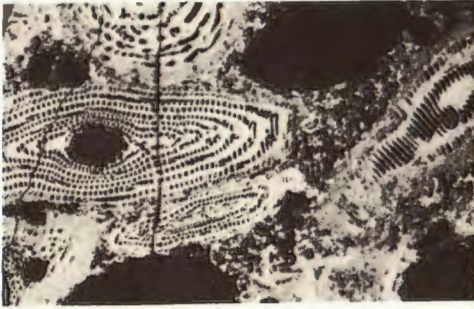
Highly variable chemical composition of the Neogene bauxites and presence of boehmite point out their origin as redeposited Paleogene bauxites and partly bauxitized terra-rossa, which was covering carbonate terrestrial areas during Neogene time.

TABLA — PLATE I

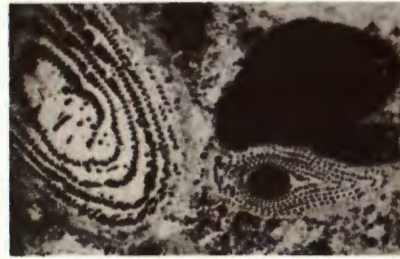
- Sl. — Fig. 1. *Alveolina (Alveolina) levantina* Hottinger, fA, dk/6536  
Sl. — Fig. 2. *A. (A.) levantina* Hottinger, fA, dk/6541  
Sl. — Fig. 3. *A. (A.) pinguis* Hottinger, fA, dk/6533  
Sl. — Fig. 4. *A. (A.) pinguis* Hottinger, fA, dk/6532  
Sl. — Fig. 5. *A. (A.) axiampia* Drobne, fA, (*Glomalveolina*) sp., dk/6537  
Sl. — Fig. 6. *A. (A.) axiampia* Drobne, fA, dk/6541  
Sl. — Fig. 7. *Alveolina* sp., fA, dk/6539

10 ×

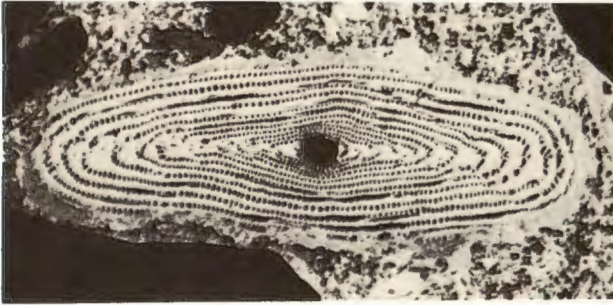
Starost: eocen, gornji kuiz, biozona A. (A.) violae  
Age: Eocene, Upper Cusian, biozone A. (A.) violae



1



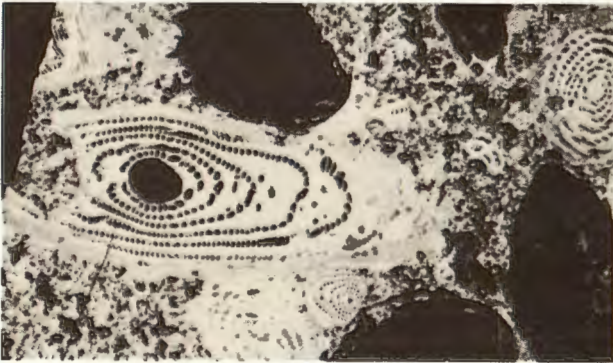
2



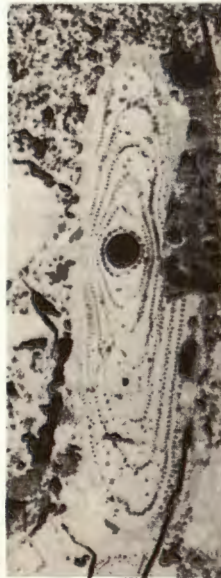
3



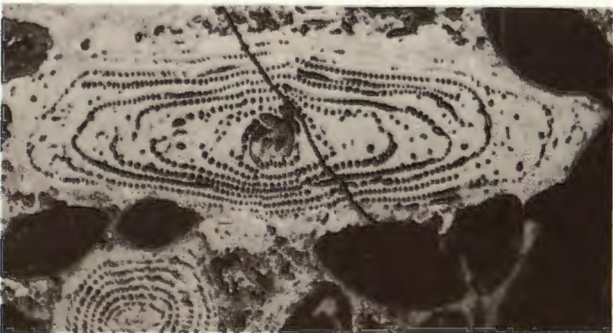
4



5



7



6

TABLA — PLATE II

Sl. — Fig. 1. *Alveolina (Alveolina) pinguis* Hottinger, fA, dk/6542

Sl. — Fig. 2. *A. (A.) pinguis* Hottinger, fA, A. (*Glomalveolina*) sp. (dolje — below), dk/6540

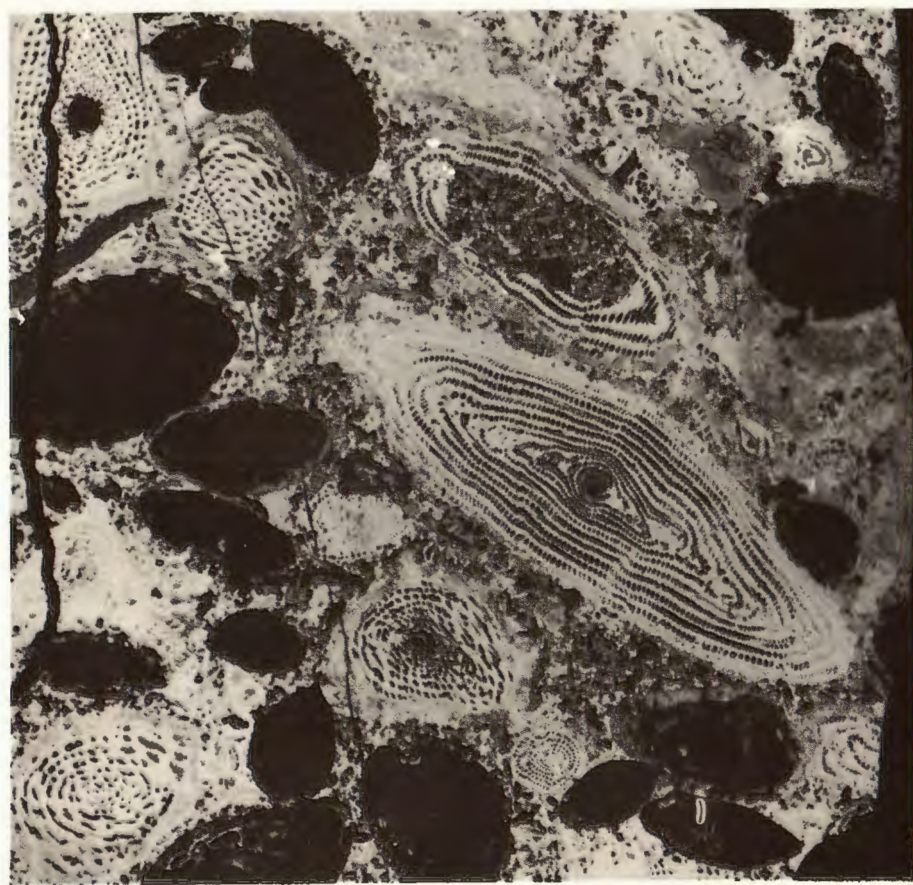
10 ×

Starost: eocen, gornji kuiz, biozona A. (A.) violae

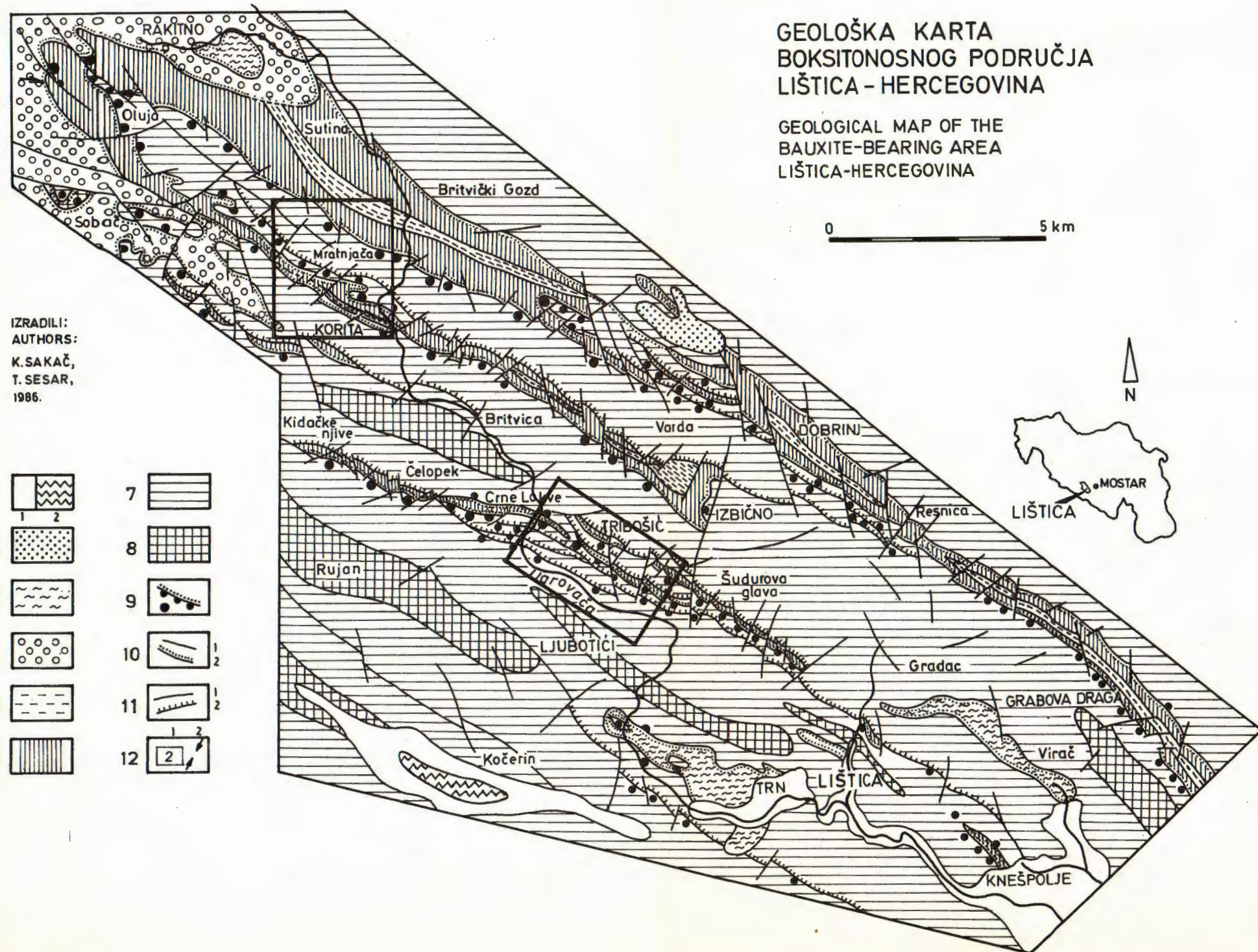
Age: eocene, Upper Cuisian, biozone A. (A.) violae



1



2



GEOLOŠKA KARTA  
BOKSITONOSNOG PODRUČJA  
LIŠTICA - HERCEGOVINA

GEOLOGICAL MAP OF THE  
BAUXITE-BEARING AREA  
LIŠTICA-HERCEGOVINA

0 5 km

IZRADILI:  
AUTHORS:  
K. SAKAČ,  
T. SESAR,  
1986.

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 |  | 7  |  |
| 2 |  | 8  |  |
| 3 |  | 9  |  |
| 4 |  | 10 |  |
| 5 |  | 11 |  |
| 6 |  | 12 |  |

LEGENDA

1: 1 — aluvij, 2 — pleistocenske gline. — 2 — Morenski i fluvioglacialni materijali. 3 — Slatkovodni sedimenti neogena. 4 — Klastiti paleogena. 5 — Fliški sedimenti eocena. 6 — Liburnijske naslage donjeg eocena i foraminiferski vapnenci donjeg eocena i dijela srednjeg eocena. 7 — Vapnenci, dolomiti te dijelom karbonatne breče gornje krede. 8 — Karbonatne stijene donje krede. 9 — Izdanci ležišta boksita. 10 — Geološka granica: 1 — eroziono-diskordantna, 2 — normalna. 11 — Rasjed: 1 — reversni, 2 — normalni. 12: 1 — položaj detaljnih karata, 2 — geološki profil.

LEGEND

1: 1 — Alluvium, 2 — Pleistocene clay. 2 — Fluvioglacial and morenal material. 3 — Freshwater sediments. Neogene. 4 — Clastic sediments of Paleogene. 5 — Flysch. Eocene. 6 — Liburnian beds — Lower Eocene and Foraminiferal limestone — Lower Eocene, partly Middle Eocene. 7 — Limestones, dolomites and partly carbonaceous breccias. Upper Cretaceous. 8 — Carbonate beds. Lower Cretaceous. 9 — Outcrops of the bauxite deposits. 10 — Geological boundary: 1 — Erosional-unconformity, 2 — Normal. 11 — Fault: 1 — Reversed, 2 — Normal. 12: 1 — Position of the detail geological map, 2 — Geological cross-section.