

## Opća obilježja geološke građe i ležišta boksita područja Imotskog

Krešimir SAKAČ<sup>1</sup>, Boris ŠINKOVEC<sup>2</sup>, Enio JUNGWIRTH<sup>3</sup> i Boris LUKŠIĆ<sup>4</sup>

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

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

<sup>3</sup>Energoinvest, RO Aluminij, OOUR Geološka istraživanja, Mostar, Vladimira Nazora 5a, 79000 Mostar

<sup>4</sup>Geološki zavod, Zagreb, Sachsova 2, 41000 Zagreb

U dosta složenim tektonskim strukturama s krednim i paleogenskim naslagama nalaze se ležišta boksita paleocenske i srednjoeocenske starosti, kao i pojave pretaloženih boksita u sastavu klastičnih naslaga mlađeg paleogena i u području s neogenskim naslagama. Opisan je način pojavljivanja, te mineralni i kemijski sastav ovih boksita.

### UVOD

Imotsko boksitonosno područje geološka je cjelina. Ono obuhvaća terene s ležištima paleogenskih boksita koja se nalaze u široj okolici Imotskog i to oko Sviba, Studenaca i Ričica u Dalmaciji, te Vira, Gornjih Vinjana i Zagorja u Hercegovini.

Podaci koji se ovdje iznose ishod su višegodišnjih istraživanja geološke građe te sastava i veličine ležišta boksita imotskog područja. U dalmatinskom dijelu područja ove radove vodili su B. Lukšić, K. Sakač, A. Gabrić, P. Raffaelli i drugi geolozi, a u hercegovačkom dijelu E. Jungwirth, T. Živaljević, E. Kulenović, J. Papeš, V. Orelj, Lj. Natević i drugi. Ovdje su nadalje navedeni podaci mikropaleontoloških odredbi koje su nam ljubazno ustupili L. Šikić i M. Grimani iz Geološkog zavoda u Zagrebu za foraminifere iz naslaga eocenskog fliša, odnosno paleogenskog foraminiferskog vapnenca, te J. Benića iz Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu za nanofosile eocenskih klastičnih sedimenata. I u ovoj prilici srdačno im zahvaljujemo.

### PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Objavljenih, odnosno dostupnih podataka o geološkoj građi boksitonosnog područja Imotski nema mnogo, premda su ovdje vršena raznovrsna istraživanja uključivši i izradu osnovne geološke karte list Imotski (Raić, Ahac & Papeš, 1977). Za čitavo područje, odnosno za pojedine dijelove imotskog područja takvi se podaci nalaze u radovima koje su objavili J. Roglić (1937), R. C. van Bellen (1941), D. G. Mon-

tagne (1941), K. Sakač (1965), I. Crnolatac & A. Milan (1960), J. Charvet (1970), V. Raić (1974), E. Jungwirth (1981), te L. Bojanić, D. Ivičić & V. Batić (1981). Uz to na ovo područje mogu se primijeniti rezultati širih regionalnih istraživanja stratigrafije mezozojskih i kenozojskih naslaga u susjednim područjima, koje su objavili B. Korolija & Ž. Majcen (1971) za jugoistočnu Kamešnicu, zatim T. Slišković, V. Raić, J. Papeš & P. Luburić (1962), T. Slišković (1981) i drugi za susjedna područja u Hercegovini, te M. Muftić & P. Luburić (1963) i B. Stojčić (1966) za neogenske naslage kod Posušja u Hercegovini.

Prvi iscrpniji prikaz značenja i vrijednosti boksitonoznog područja Imotski dao je R. Marušić (1954), a to je ujedno i jedini rad koji se isključivo odnosi na ležišta boksita u okolici Imotskog. Međutim podatke o tim boksitima nalazimo u nizu radova većeg broja autora. Uz ostale to su J. G. de Weisse (1948), F. Trubelja (1964), Z. Maksimović (1968), T. Živaljević & J. Papeš (1973), B. Šinkovec & K. Sakač (1982).

#### STRATIGRAFSKI PREGLED

Područje Imotski izgrađuju naslage krede i paleogena. Manje površine zauzimaju neogenski i kvartarni sedimenti.

#### Kreda

Veći dio boksitonoznog područja Imotski izgrađen je od naslaga gornje krede, dok su naslage za koje se pretpostavlja donjokredna starost otkrivene samo na manjoj površini u sjeverozapadnom dijelu područja, u okolici Dobranja i Cista Provo.

Ove vjerojatno donjokredne naslage sastoje se od dobro uslojenih vapnenaca, vapnenačkih breča i dolomita. Pojedini slojevi vapnenaca obiluju orbitolinama, no one su specifički teško odredive, pa se prema *Orbitolina cf. discoidea* Gras može tek pretpostavljati njihov stratigrafski položaj. U više dijelova imotskog područja najstarije otkrivene kredne naslage su vapnenci i dolomiti koji se nalaze u bazi naslaga s hondrodontama. One sadrže mikrofossilne zajednice s *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Aeolisaccus katori* Radoičić, *Nummoloculina heimi* Bonet, *Coscinolina sunnilandensis* Maync, *Nezzazata* sp. itd., pa bi mogle pripadati alb-cenomanu.

Cenomanu pripadaju dolomiti i dobro uslojeni vapnenci u kojima mjestimice ima mnoštvo rudista rodova *Ichthyosarcolithes*, *Caprina*, *Shiosia*, te hondrodonte s vrstama *Chondrodonta joannae* Choffat i *Ch. munsioni* Hill. Navise slijede turon-senonski rudistni vapnenci. U njihovom starijem dijelu je turonska fauna rudista s *Radiolites praesauvagesi* Toucas, *R. trigeri* (Coquand), *Durania arnaudi* (Choffat) i *Orbignya requieni* Matheron. U višem dijelu rudistnih vapnenaca su isključivo senonske vrste koje je s više nalazišta u užoj okolici Imotskog prema E. Jungwirthu (1981) odredio Trutin: *Gorjanovicia lipparini* Polšak, *G. cf. costata* Polšak; *G. cf. acusticostata* Polšak, te *Hippurites (Vaccinites) inaequicostatus* Münster, *H. (V.) sulcatus* De-

france i *H. (V.) atheniensis* Ktenas. U najmlađim slojevima gornjekrednih vapnenaca ima učestalih pojava foraminifere *Keramosphaerina tergestina* Stache, dok se za područje Nugla u Zagorju navodi (Jungwirth, 1981, odredba Trutin) nalaz pelagičke mikrofaune u gornjokrednim senonskim vapnencima s *Globotruncana lapparenti tricarinata* (Quereau), *G. conica* White i *G. cf. arca* (Cushman).

Donjokredne naslage u rasjednom su odnosu s okolnim stijinama, pa im nije moguće pobliže odrediti ukupnu debljinu. Debljina gornjokrednih naslaga iznosi oko 1500 m. Turon-senonski vapnenci podina su srednjoeocenskih ležišta boksita, a mlađi senonski dijelovi rudistnih vapnenaca podina su paleocenskih ležišta boksita.

### Paleogen

Paleogenske naslage imotskog područja ističu se facijelnom raznovršnošću, jer su tu prisutne liburnijske naslage i foraminiferski vapnenci starijeg paleogena, te raznovrsni pretežno klastični sedimenti mlađeg paleogena.

Liburnijske naslage taložene su mjestimice u nižim dijelovima paleoreljefa koji se razvio na površini senonskih vapnenaca za vrijeme kopnene faze u paleocenu. Pojavljuju se kao isprekidane zone u debljini koja samo ponegdje premašuje desetak metara. Razvoj im je istovjetan kao u drugim područjima unutrašnje Dalmacije. To su tankouslojeni crvenkasti, smeđasti i sivi alokemijski vapnenci s mikritskom ili mikrosparitskom osnovom. Alokemi su najčešće fosili, tj. oogonije hara, sitni gastropodi generički određeni kao *Hydrobia*, *Sphaerum*, *Kallomostoma*, no brojnije su foraminifere, koje su dijelom rotaloidni planktonski oblici, a dijelom su bentoske zajednice s foraminiferama kao *Peneroplis planulatus* Fichtel-Molet, *Lituonella liburnica* Schubert, *Alveolina (Glomalveolina) primaeva* Reichell i druge. To upućuje na raznovrsnost uvjeta taloženja koje je u mlađem dijelu paleocena i u dijelu donjeg eocena moglo biti slatkovodno, brakično i marinsko. Liburnijske naslage leže diskordantno na senonskim vapnencima, eroziju diskordanciju obilježavaju ležišta boksita, a transgresivni odnos mjestimične pojave bazalnih breča s fragmentima krednih i jurskih stijena, kao npr. na brdu Maglaj nedaleko Sviba.

Foraminiferski vapnenci ponajčešće su intraklastični biomikriti gdje su fragmenti dijelovi ili čitave foraminifere. To su brojne alveoline kao *Alveolina oblonga* d'Orbigny, *A. levantina* Hottinger, *A. elongata* d'Orbigny, *A. vicentina* Hottinger, zatim raznovrsne miliolide, a u višem dijelu naslaga i brojni numulitidi s *Nummulites atacicus* (Leymerie), *Assilina exponens* Sowerby, pa *Orbitolites complanatus* Lamarck i drugim oblicima donjeg i srednjeg eocena.

Foraminiferski vapnenci debljine su do 200 m. Konkordantno slijede na liburnijskim naslagama, a tamo gdje ove nisu taložene leže diskordantno na erodiranoj površini rudistnih vapnenaca gornje krede. Za srednjoeocenske kopnene faze intenzivno su denudirani, pa na čitavom prostoru imotskog područja nisu sačuvani u prvobitnoj debljini. Podina su većini mlađepaleogenskih, odn. eocenskih ležišta boksita.

Klastične naslage mlađeg paleogena taložene su poslije sred-njoeocenskih orogenetskih pokreta preko boranih i denudiranih gornjo-krednih naslaga i vapnenaca starijeg paleogena. Moguće je izdvojiti dva litološki različita superpozicijska stratigrafska člana ovih naslaga. Bazalni dio sastoji se od gruboklastičnih sedimenata, konglomerata i brečo-konglomerata, zatim različitih većinom organogenih vapnenaca te u ma-njoj mjeri vapnovitih lapora i lapora, dok je mlađi dio naslaga od lapora, pješčenjaka i konglomerata u fliškom razvoju.

Bazalni dio klastičnih naslaga mlađeg paleogena nalazi se u izdancima po obodima glavnih paleogenskih boksitonosnih tektonskih struktura, a kao izolirane pojave na nizu lokaliteta. Veoma često su u bazi naslaga gruboklastični sedimenti koji obilježavaju transgresivni odnos prema podlozi. Sastoje se od ulomaka, odn. valutica stijena neposredne podloge, tj. gornjokrednih karbonatnih naslaga i vapnenaca starijeg paleogena, koji su gusto pakovani s oskudnim vapnenačkim, rjeđe lapornim vezi-vom. Vapnenci su različitog petrografskog sastava. Pretežno su to bio-mikriti ili ruditski biomikriti, pa ruditski biomikspariti, sparruditi itd. Redovito je biogeni detritus veoma obilat, on potječe od marinske faune, od foraminifera, koralja, ježinaca i mekušaca. Vapnenci mogu sadržavati različitu količinu sitnozrne klastične komponente, pa se tada radi o pje-skovitom, siltoznom ili zaglinjenom vapnencu. Česti su također i kalklititi s fragmentima krednih i starijepaleogenskih vapnenaca, ali i s fragmen-tima intrabazenskog porijekla. Lapori se pojavljuju u bazalnom dijelu naslaga mlađeg paleogena kao nepravilne leće ili kao proslojci. Oni la-terlano prelaze u vapnence, odn. u konglomerate, tako da se svi navedeni litološki članovi međusobno izmjenjuju, pa proslojavanje i lateralne iz-mjene sitnozrnih klastita s gruboklastičnim sedimentima ili biogenim vapnencima dobro odražavaju dinamičnu sredinu taloženja u litoralu uz jaki utjecaj prinosa klastičnog materijala s obližnjih denudiranih kopne-nih površina. Ukupna debljina bazalnog dijela klastičnih naslaga mlađeg paleogena iznosi do 150 m. Ona je veća u središnjem dijelu područja, oko Vira i Ričica, a manja je i izrazitije zastupljena gruboklastičnim nasla-gama u perifernim dijelovima negdašnjeg sedimentacijskog prostora, kao u području Sviba i Studenaca.

Bitno obilježje bazalnog dijela naslaga mlađeg paleogena je njihova bogata fosilifernost. Od ranije su već poznata osnovna obilježja makro-faune ovih područja (Sakač, 1965. i Jungwirth, 1981). Ističe se mnoštvo ljuštura školjkaša, posebno lucina, a brojnošću primjeraka vrste *Miltha (Eomiltha) prominensis* (Oppenheim), *M. (E.) illyrica* (Oppenheim), *Phacoides (Lucinoma) dinarii* Kühn, zatim kardidi kao *Cardium bonelli* Bellardi, *C. (Trachycardium) dalmatinum* Dainelli, *C. (Divaricardium) polyptycum* Bayan, tu su nadalje česti *Amussium corneum* Sowerby, *Crassatella schaurothi* Oppenheim, kao i veliko mnoštvo raznovrsnih gastropoda od kojih su najčešći *Velates schmidelianus* (Chemnitz), a uz njega *Postalia stefanii* Dainelli, pa naticine kao *Natica cepacaea* Lamarck, *N. patulina* Munier-Chalmas, *N. vulcani* Brongniart, *N. incompleta* Zittel, česta je *Diastoma costellatum alpinum* (Tournouer) i raznovrsne ceritide kao *Cerithium coracinum* Oppenheim, *C. vivarii alpinum* Tournouer, *C. (Campanile) vicentinum* Bayan, *C. (C.) peronae* Bous-

s a c i drugi. Fosili koralja brojni su samo u nekim partijama fosilifernih naslaga, a ovdje navodimo one učestalije kao *Astraeopora mostarensis* Oppenheim, *A. decaphylla* Reuss, *Rhabdophyllia* cf. *falax* Oppenheim, *Pattalophyllia cyclolitoide* Bellardi, *P. dalmatina* Oppenheim i *Goniopora octopartita* Oppenheim.

Općenito za većinu fosila makrofaune vrijedi da je intrabazenski pretaložavana u litoralnom području utjecajem voda više energije. Nerijetko su stoga fosili zonarno akumulirani s vidljivim tragovima pretaložavanja. Pretaložavana je i mikrofauna, a pri tome treba istaći da je dio mikrofaune dospio u sedimente mlađeg paleogena uslijed ispiranja denudiranih zalaporenih foraminiferskih vapnenaca. Tako se u bazalnim slojevima mlađeg paleogena mogu naći alveoline tipične za donji i srednji eocen, npr. *Alveolina vicentina* Hottinger ili *A. elongata* d'Orbigny. Ipak u ovim naslagama dominiraju vrste koje su česte u lutetu. To su *Actinocyclus radians* (Archiac), *Discocyclus angustae* (Reuss), te veoma brojni *Nummulites perforatus* Monfort, *N. lucasani* Defrance i *Orbitolites complanatus minimus* Henson.

Viši dio naslaga mlađeg paleogena su fliški sedimenti. To su lapori u izmjeni s pješčenjacima, te u vršnom dijelu polimiktni konglomerati. U laporima većinom je jače izražena karbonatna komponenta, česte su lateralne izmjene sa zalaporenim vapnencima, dok pješčenjaci sastavom odgovaraju kalkilitnoj subgrauvaki, ruditsko-vapnenačkoj subgrauvaki i drugim varijetetima s jače izraženom karbonatnom komponentom. Fliški sedimenti taloženi su u turbiditnim uvjetima, pa su u njima prisutne sedimentne strukture nastale tečenjem, otiranjem, utiskivanjem i drugim utjecajima, kao i unutarlojne teksture npr. kosa i graduirana slojevitost, razni tipovi laminacija i sl. Ovi fliški sedimenti povezani su sa bazalnim dijelom naslaga mlađeg paleogena postupnim prijelazima odražavajući time promjene uvjeta sedimentacije. Do tih promjena moralo je doći uslijed produbljivanja sedimentacijskog prostora i njegovim jačim povezivanjem sa susjednim sličnim sedimentacijskim prostorima, tako da je iz udaljenijih područja unošen nekarbonatni pelitni i arenitni detritus u čijem su sastavu kvarc, feldspat, muskovit, klorit itd. U fliškim sedimentima bogate su mikrofosilne zajednice. Tako su izmuljivanjem izdvojeni iz lapora okolice Ričica slijedeće foraminifere koje je odredila L. Šikić: *Tritaxilina indentata* (Cushman & Jarvis), *Textularia agglutinans* d'Orbigny, *Uvigerina jacksonensis* Cushman, *Globigerina inflata* d'Orbigny, *G. eocenica* Terquem, *Globigerinoides rubriformis* Subbotina, *G. subconglobatus* Chalilov i mnoge druge. Ova mikrofosilna zajednica odgovara gornjem lutetu i donjem dijelu priabona.

Istovjetna starost fliških sedimenata imotskog područja određena je još i vapnenačkim nanoplanktonom. Iz ovih naslaga J. Benić determinirao je veliki broj vrsta od kojih navodimo samo neke: *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel, *D. ornatus* Stradner, *D. delicatus* Bramlette & Sullivan, zatim *Chiasmolithus oamaruensis* May, Mohler & Wade, *Ch. solitus* (Bramlette & Sullivan), *Coccolithus sarsiae* Black, *C. fortuosus* Levin & Joeger itd. Determinirane zajednice nanoplanktona pripadaju zonama Discoas-

ter saipanensis, tj. zoni NP — 17 i dijelu zone Chiasmolithus oamaruensis, odn. dijelu NP — 18, što odgovara završnom dijelu luteta i prijelazu u priabon.

Razvoj naslaga mlađeg paleogena, krovine ležišta boksita eocenske starosti, bitno se razlikuje od istovremenih naslaga boksitonosnih područja srednje i sjeverozapadne Dalmacije, ali ima sva bitna obilježja naslaga mlađeg paleogena sjeverozapadne i središnje Hercegovine koje su dijelom uspoređivane s Promina naslagama (T. Sliško vi ć et al., 1962), ali uz isticanje njihovih fliških obilježja (V. Rai ć, 1974). Tako se bazalni dio naslaga mlađeg paleogena imotskog područja, osobito fosiliferne vapnenci, mogu usporediti sa sličnim u okolici Drniša ranije uvrštavanih u »gornjonumulitne naslage« (F. Kerner, 1901). Međutim fliške naslage imaju drugačiji stratigrafski položaj od eocenskih fliških naslaga primorskog dijela Dalmacije, gdje se fliški sedimenti kontinuirano nastavljaju na foraminiferske vapnence srednjeg eocena s dosta raznovrsnim odnosima prema Promina naslagama (Lj. Babi ć & J. Župani ć, 1983). Općenito se klastični razvoj naslaga mlađeg paleogena okolice Imotskog može svrstati u područje izrazitih proksimalnih facijesa fliškog razvoja zbog jako naglašenih gruboklastičnih litočlanova, što je u skladu s analizom regionalnih razvoja klastičnih naslaga paleogena Dinarida koje je izvršio S. Marinčić (1981).

### Neogen

U Gornjim Vinjanima, odn. u Galićima, te u jugoistočnom dijelu polja kod Vira, nalaze se slatkovodne naslage neogena. U prvom slučaju to su laporoviti vapnenci i lapori s oskudnom faunom gastropoda rođova Melanopsis, Neritodonta, Fossarulus i dr., a u drugom slučaju to su gline, lapori pijesci i ugljevite gline. Ove naslage mogu se usporediti sa sličnim neogenskim, tj. miocenskim sedimentima Dalmacije i Hercegovine, kako to navode M. Muftić & P. Luburić (1963), V. Rai ć (1974) i drugi.

#### GLAVNE TEKTONSKE KARAKTERISTIKE IMOTSKOG PODRUČJA

Paleogenska ležišta boksita područja Imotski u sastavu su nekoliko tektonskih struktura s turon-senonskim naslagama i naslagama paleogena. Glavne takve tektonske strukture su asimetrične sinklinale dinarskog pružanja s normalnim slijedom kreda-paleogen na jugozapadnim krilima struktura, te uslijed rasjeda djelomično reduciranim naslagama na protukrilu sinklinala. Ovi rasjedni kontakti na sjeveroistočnim krilima sinklinala posljedica su reversnog rasjecanja s različito izraženim intenzitetom pomaka prema jugozapadu, tako da su često u izravnom a normalnom kontaktu rudistni vapnenci gornje krede s klastičnim, obično fliškim sedimentima eocena. Na taj način ležišta boksita nižu se u dva usporedna niza duž jugozapadnih krila sinklinala, uz dvije usporedne eroziono-diskordantne granice, gdje su vapnenci starijeg paleogena krovina starijih (paleocenskih) ležišta boksita, dok su u krovini mlađih (eocenskih) ležišta naslage mlađeg paleogena.

Mogu se izdvojiti tri veće boksitonosne sinklinale navedenih obilježja. One se nalaze u području Vira, te Ričica i Studenaca, a ima i nekoliko

manjih, i to nedaleko Imotskog i Sviba, te u Zavelimu i u Zagorju. Ove manje tektonske strukture imaju i neke posebnosti. Ona kod Imotskog je s reversnim rasjedom duž jugozapadnog krila s vergencijom rasjedne plohe prema sjeveroistoku. Kod Sviba radi se o plitkoj tektonskoj strukturi s gruboklastičnim sedimentima mlađeg paleogena. U Zagorju manjkaju foraminiferski vapnenci i liburnijske naslage, pa je podina ležišta boksita rudistni vapnenac gornje krede.

U svim navedenim tektonskim strukturama veoma su česti poprečni i dijagonalni gravitacijski rasjedi s vertikalnim ili jako ustrmljenim plohamo dislociranja. Stoga su kredne i paleogenske naslage s ležištima boksita razbijene u različito velike tektonske blokove koji su razmicani najviše smjerom sjeveroistok—jugozapad. Uslijed toga eroziono-diskordantne granice na krilima sinklinala pružaju se diskontinuirano, što se posebno ističe u području između Ričica i Studenaca. Navedeni primjer pokazuje ujedno jednu općenitu karakteristiku tektonskih odnosa gornjokrednih, većinom senonskih vapnenaca i naslaga starijeg paleogena. Te su naslage redovito jače tektonski poremećene od naslaga mlađeg paleogena, jer su kao i u drugim područjima s ležištima paleogenih boksita u Dalmaciji i Hercegovini ispresijecane nizom malih poprečnih gravitacijskih rasjeda, koji s manje učestalim uzdužnim reversnim rasjedima tvore mozaičnu sliku tektonskih odnosa.

Tangencijalna kretanja, odn. reversno dislociranje naslaga na poremećenim sjeveroistočnim krilima sinklinala u području Imotskog najjača su u zoni sučeljavanja mezozojskih naslaga tektonske zone Visokog krša s kredno-paleogenim naslagama užeg boksitonosnog prostora. To je jasno izraženo u perifernom dijelu ovog područja u okolici Aržana, a nešto manje dalje prema jugoistoku oko Vira, Zavelima i u Zagorju.

Same kredne naslage tvore nekoliko većih antiklinala. Ima ih na sjever od Imotskog, zatim jugoistočno od Studenaca, kod Ričica i drugdje. Općenito kredne naslage veoma su intenzivno dislocirane, odn. borane i rasjedane, tako da je u tom smislu priložena geološka karta veoma pojednostavljena.

Nasuprot složenih tektonskih odnosa u krednim i paleogenim naslagama neogenske naslage u sjeveroistočnom dijelu imotskog područja slabo su poremećene. To znači da su se glavna tektonska zbivanja odvijala u paleogenu, odn. na prijelazu iz krede u paleocen, zatim u srednjem eocenu, te u gornjem eocenu, a vjerojatno i u oligocenu.

## BOKSITI

Više je tipova boksita u imotskom području. To su boksiti dvaju paleogenih stratigrafskih horizontala, stariji paleocenske i mlađi eocenske starosti, tu su nadalje pretaloženi boksiti u sastavu klastičnih naslaga paleogena tzv. »interprominska« ležišta, kao i ležišta s pretaloženim paleogenim boksitima u području s neogenim naslagama.

Boksiti starijeg i mlađeg paleogena, odn. boksiti paleocenske i eocenske starosti mineralnim i kemijskim sastavom odgovaraju boksitima iste starosti ostalih područja Dalmacije (B. Šinkovec & K. Sakač, 1982), ali ležišta pretaloženih boksita u području s neogenim naslagama razlikuju se od neogenih ležišta susjednih područja Dalmacije (npr.

Sinjskog polja) i Hercegovine (npr. Trna kod Lištice) koja su opisana u više radova (S. Šćavničar et al., 1968, A. Sušnjara & B. Šćavničar, 1978, itd.). Tzv. »interprominska« ležišta česta su i u drugim područjima Dalmacije i Hercegovine, gdje ih nalazimo u bazalnom dijelu Promina naslaga, odn. klastičnih naslaga mlađeg paleogena.

### Boksiti starijeg paleogena (paleocena)

Boksiti starijeg paleogena, odn. paleocena povezani su s paleoreljefom koji se nakon laramijskih pokreta razvio na površini senonskih rudistnih vapnenaca. Izdanci ležišta nalaze se duž granice senonskih vapnenaca i naslaga starijeg paleogena, većinom liburnijskih naslaga. Većinom se radi o malim ležištima, ili tek pojavama boksita, dok je većih ležišta mali broj. Kao primjer područja s učestalijim pojavama ovih boksita ističemo jedan segment jugozapadnog krila sinklinale Ričice (sl. 1). Primjer pojave nešto većih pojedinačnih ležišta je manja tektonska struktura nedaleko Lovreča, lokalitet Mrnjavci, dok su u Jovićima u Gornjim Vinjanima sjeverno od Imotskog otkrivena ležišta bez krovinskih naslaga. Izdanci ležišta paleocenskih boksita dužine su od nekoliko metara do više desetaka metara, dok debljina ležišta u prosjeku ne premašuje 3 m. Većina rudnih tijela povezana je s jače ustrmljenim orudnjenim ploham paleoreljefa, odn. strmije nagnutim krovinskim naslagama.

U boksitima starijeg paleogena rendgenskom, termičkom i mikroskopskom analizom utvrđeni su slijedeći minerali: bemit koji je najobilniji mineral, zatim hidrargilit, hematit, kaolinit, getit, pirit i anatas. Boksiti sadrže veoma malo akcesornih minerala i to pretežno sitna zrna cirkona, dok su granat, rutil, disten, amfibol, turmalin i kvarc vrlo rijetki.

Bemit, hematit, kaolinit, getit i anatas redovno su kriptokristalasti. Hidrargilit je također pretežno kriptokristalast, ali ga često nalazimo i mikrokristalastog, nastalog prekrizalizacijom kriptokristalastog hidrargilita ili kristalizacijom iz otopina, pri čemu on ispunjava pukotine i šupljine u boksitu. Također su česta detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita. Detaljno o različitim tipovima hidrargilita u boksitima Hrvatske pisali su B. Sinkovec & D. Šiftar (1979). U boksitima, i to pretežno u onima koji su dijelom deferificirani čest je pirit koji je u površinskom dijelu hematiziran ili getitiziran.

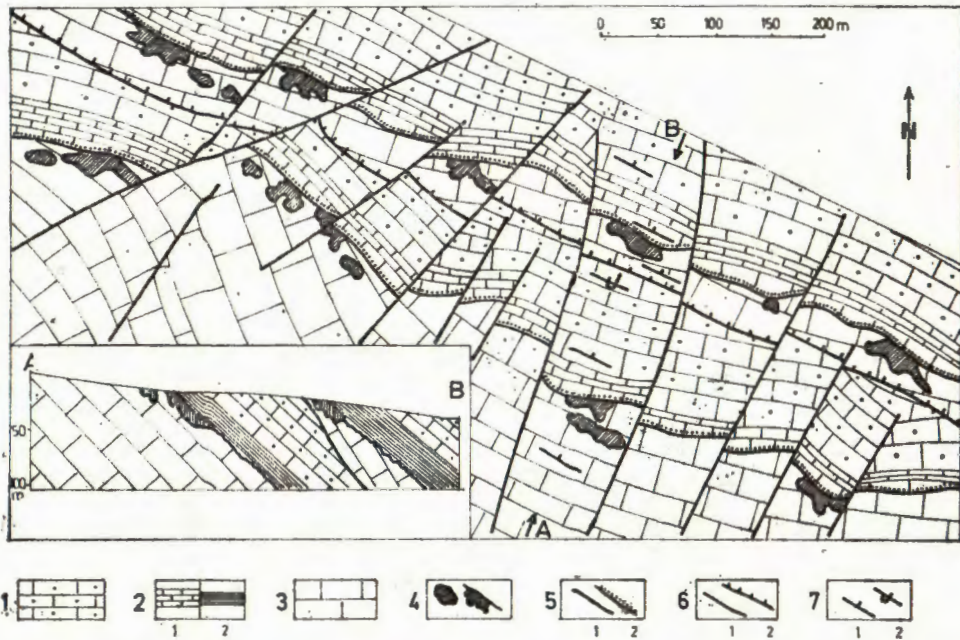
Na osnovu kemijskih i rendgenskih analiza utvrđen je približan mineralni sastav nekoliko karakterističnih uzoraka boksita (tabela 1.).

Tabela 1. Mineralni sastav boksita starijeg paleogena (paleocena) (u %/o)  
Table 1. Mineral composition of Early Paleogene (Paleocene) bauxites (in %/o)

	1	2	3	4
Bemit	52,9	50,9	43,0	54,6
Hidrargilit	17,5	11,2	2,9	14,7
Kaolinit	10,1	14,7	34,8	4,2
Hematit	7,7	7,4	8,3	15,0
Getit	7,7	10,9	6,1	7,6
Anatas, rutil	1,7	1,8	1,5	2,4
Kalcit	1,8	2,4	2,6	1,2

1. Lovreč, Mrnjavci, 2. Studenci, Jova, 3. Studenci, Ričice 4. Imotski, Župići





Sl. 1. Područje s ležištima boksita starijeg paleogena (paleocena).  
Okolica Ričice, Dalmacija

1 — Foraminiferski vapnenci. Donji eocen i dio srednjeg eocena. 2 — Liburnijske naslage. Paleocen i dio donjeg eocena: 1 — na geološkoj karti, 2 — na geološkom profilu. 3 — Rudistni vapnenci. Gornja kreda (senon). 4 — Boksit. 5 — Geološka granica: 1 — normalna, 2 — eroziono-diskordantra. 6 — Rasjed: 1 — normalni, 2 — reversni. 7 — Položaj sloja: 1 — nagnut, 2 — prevrnut.

Fig. 1. The area with Early Paleogene (Paleocene) bauxite. The vicinity of Ričice, Dalmatia

1 — Foraminiferal limestones. Lower Eocene and a part of the Middle Eocene. 2 — Liburnian beds. Paleocene and a part of the Lower Eocene: 1 — on the geological map, 2 — on the cross section. 3 — Rudistid limestones. Upper Cretaceous (Senonian). 4 — Bauxite. 5 — Geological boundary: 1 — Normal, 2 — Erosional-Unconformity. 6 — Fault: 1 — Normal, 2 — Reversed. 7 — Dip of bed: 1 — tilted, 2 — overturned.

Kemijski sastav istih uzoraka dat je na tabeli 2.

Tabela 2. Kemijski sastav boksita starijeg paleogena (paleocena) (u %)  
Table 2. Chemical composition of Early Paleogene (Paleocene) bauxites (in %)

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	4,70	6,86	16,18	1,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60,23	56,31	52,12	57,50
TiO <sub>2</sub>	1,70	1,72	1,50	2,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,56	17,22	13,74	21,84
MnO	0,27	0,24	0,29	
CaO	0,98	1,32	1,48	0,69
MgO	0,09	0,10	0,10	
Na <sub>2</sub> O	0,40	0,45	0,42	
G. ž.	16,90	15,68	14,07	15,14

Sadržaj nekih mikroelemenata određen je analizom 7 uzoraka boksita, a njihova srednja vrijednost i granične vrijednosti date su u tabeli 3.

Tabela 3. Sadržaj mikroelemenata u boksitu starijeg paleogena (paleocena) (u ppm)  
Table 3. Content of trace elements in Early Paleogene (Paleocene) bauxites (in ppm)

Cu	53 ( 25 ÷ 91)	Cr	1250 (780 ÷ 2030)
Ni	315 (230 ÷ 500)	V	1135 (550 ÷ 1400)
Co	30 ( 26 ÷ 36)	Zr	330 (240 ÷ 420)

Boksiti starijeg paleogena su oolitne i pseudoolitne strukture, rijetko pelitne strukture.

Na osnovu proučavanja paleogeografskih i geoloških prilika koje su bile za vrijeme boksitogeneze na širem području Dalmacije, te studijom makroelemenata, mikroelemenata i akcesornih minerala u boksitima i mogućim ishodišnim stijenama, zaključeno je da ishodišni materijal boksita starijeg paleogena najvjerojatnije potječe pretežno od podinskih krednih vapnenaca (Šinkovec & Sakač, 1982). Boksit je akumuliran u ležišta u nižim dijelovima slabo razvedenog paleoreljeva, gdje se krajem boksitogene faze započelo taloženje slatkovodno-brakičnim, a potom i marinskih sedimenata Liburnijskih naslaga. Tada je dio boksita pretaložen u prostor slatkovodno-brakične sedimentacije, kako to pokazuje nalaz fosila *Kallomostoma* sp. u boksitu ležišta Mrnjavci kod Lovreča. Fosil prikazan na tabli 1 slika 1 našao je i ljubazno nam ustupio Ante Šušnjara, geolog Geološkog zavoda, Zagreb, na čemu mu zahvaljujemo.

### Boksiti mlađeg paleogena (eocena)

Boksiti mlađeg paleogena akumulirani su u paleoreljevu koji se razvio na turon-senonskim vapnencima i vapnencima starijeg paleogena, tj. foraminiferskim vapnencima i liburnijskim naslagama, u srednjem eocenu nakon ilirskih pokreta. Krovina ovih boksita su različiti litološki članovi mlađih paleogenskih naslaga (gornji lutet — donji dio priabona) kao što

su konglomerati, rjeđe lapori, a najčešće fosiliferne vapnenci. Paleoreljef je bio izrazit s naglašenim hipsometrijskim razlikama, što dobro ilustrira veoma razvedena granica krovinskih naslaga i podinskih vapnenaca prućena ležištima boksita na zapadnoj padini brda Volujak kod Ričica (sl. 2). Morfologija boksitnih ležišta ove starosti je raznolika, to su različite ispune udubina paleoreljefa, čija su dna i bokovi postgenetski preoblikovana hiperogenetskim procesima, tako da je podina ležišta poprimila izrazite pseudopaleoreljefne forme, osobito u onih ležišta koja su u horizontalnom ili blago nagnutom položaju. Ležišta boksita mlađeg paleogena (eocena) su lečasta, džepolika ili koritasta. Dužina rudnih tijela je od samo nekoliko metara do više stotina metara, dok im je debljina jako promjenjiva, većinom zbog podinskih neravnina. Mnoga su ležišta pretrpjela različite tektonske deformacije, osobito ona u područjima s reverznom rasjedanjem, gdje su najviše izražena tektonska razlamanja većih rudnih tijela (sl. 3).

U boksitima mlađeg paleogena utvrđeni su slijedeći minerali: hidrargilit, bemit, hematit, kaolinit, getit, anatas i pirit. Po mineralnom i kemijskom stavu, te načinu pojavljivanja minerala boksiti mlađeg paleogena slični su boksitima starijeg paleogena, no razlikuju se po tome što u njima pretežno prevladava hidrargilit nad bemitom, deferifikacija boksita kao i prekrystalizacija hidrargilita je rjeđa, pirit je također rjeđi, dok su detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita češća. Nadalje, sadržaj kaolinita, odn.  $\text{SiO}_2$ , je u prosjeku u boksitima mlađeg paleogena viši nego u boksitima starijeg paleogena.

Sadržaj akcesornih detritičnih minerala također je znatno obilniji u boksitima mlađeg paleogena, kako količinom tako i po vrstama minerala. Najčešći su ilmenit i cirkon, kojega među prozirnim mineralima ima 70—90%. Sporedni su turmalin, rutil, granat, disten, staurolit, anatas i epidot (A. Šušnjara & B. Šćavničar, 1978).

Struktura boksita pretežno je pelitna, a rjeđe pseudoolitna.

Mineralni sastav triju karakterističnih uzoraka dat je na tabeli 4.

Tabela 4. Mineralni sastav boksita mlađeg paleogena (eocena) (u %)  
Table 4. Mineral composition of Late Paleogene (Eocene) bauxites (in %)

	1	2	3
Hidrargilit	22,9	44,2	53,5
Bemit	30,0	23,6	—
Kaolinit	28,3	13,1	18,6
Hematit	7,8	—	10,3
Getit	6,7	15,4	12,2
Anatas, rutil	1,5	1,3	1,5
Kalcit	2,3	2,1	2,1

1 Studenci, Ričice, 2 Studenci, Udovičići, 3 Imotski, Rebići

Na tabeli 5 dati su rezultati analiza nekoliko tipičnih uzoraka boksita s istraživanog područja.

Sadržaj mikroelemenata u boksitu mlađeg paleogena (eocena) određen je analizom 6 uzoraka boksita (tabela 6).

Tabela 5. Kemijski sastav boksita mlađeg paleogena (eocena) (u ‰)  
Table 5. Chemical composition of Late Paleogene (Eocene) bauxites (in ‰)

	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	0,84	13,16	6,10	1,42	8,67	14,89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48,26	51,62	54,01	40,49	42,48	39,02
TiO <sub>2</sub>	3,94	1,52	1,30	4,61	1,50	2,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,50	13,79	13,80	24,65	21,28	20,35
MnO		0,16	0,25			
CaO		1,29	1,20		1,20	1,46
Na <sub>2</sub> O		0,40	0,40			
H <sub>2</sub> O <sup>1050</sup>	0,62			0,70		
H <sub>2</sub> O <sup>1800</sup>	0,54			0,74		
G. ž.	23,52	18,03	23,02	25,00	24,14	21,40

1 Studenci, Mamutovac; 2 Studenci, Ričice; 3 Studenci, Udovičići; 4 Imotski, Rebići; 5 Imotski, Borak; 6 Imotski, Knezovići

Tabela 6. Sadržaj mikroelemenata u boksitu mlađeg paleogena (eocena) (u ppm)  
Table 6. Content of trace elements in Late Paleogene (Eocene) bauxites (in ppm)

Cu	76 ( 50 ÷ 102)	Cr	1143 ( 660 ÷ 1980)
Ni	558 (355 ÷ 800)	V	1337 (1000 ÷ 1800)
Co	35 ( 20 ÷ 68)	Zr	440 ( 270 ÷ 600)

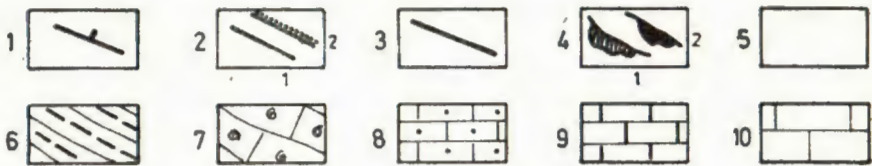
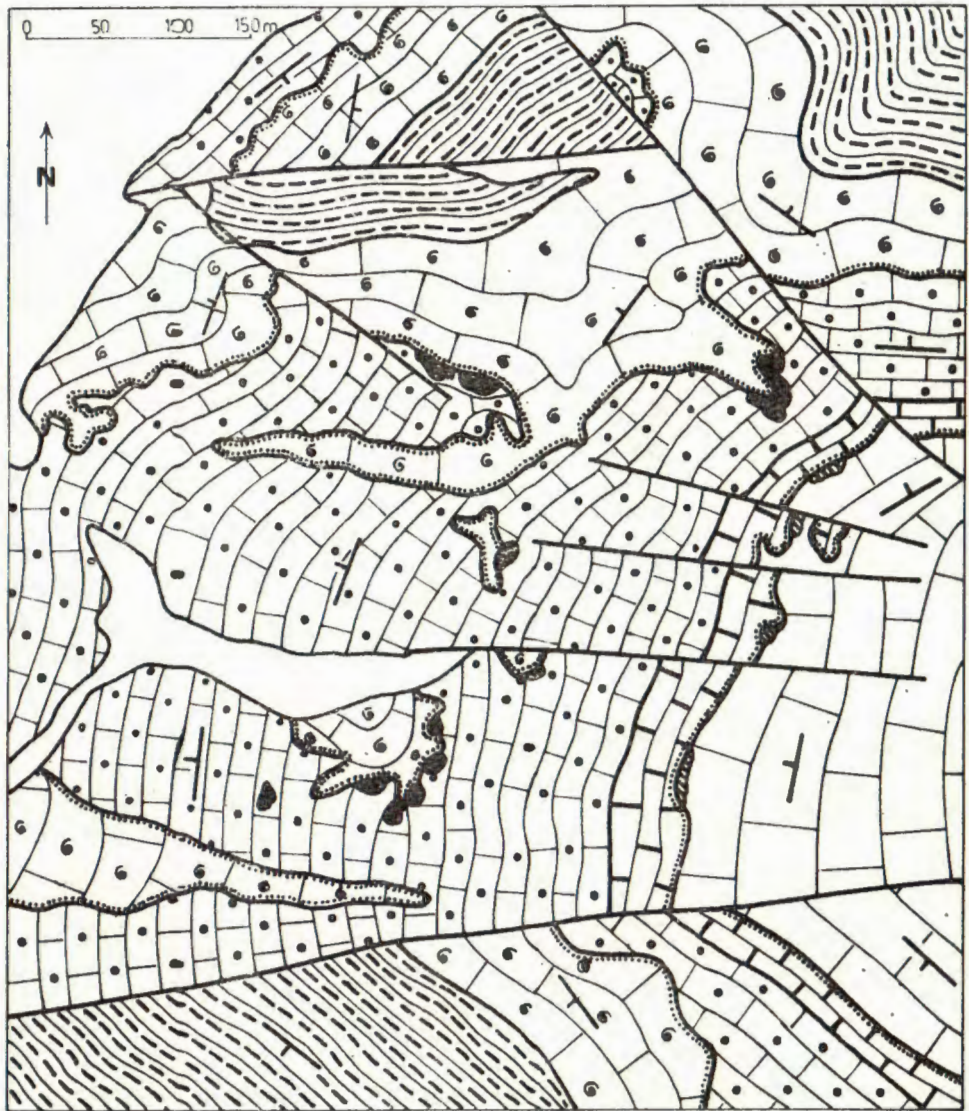
Geneza boksita mlađeg paleogena istraživanog područja istovjetna je s genezom boksita iste starosti šireg područja Dalmacije (B. Š i n k o v e c & K. S a k a č, 1982). Boksiti su nastali boksitizacijom na karbonatnoj podlozi ishodišnog materijala koji pretežno potječe od podinskih karbonatnih stijena i eolskog materijala vulkanskog i terigenog porijekla.

Sl. 2. Detalj boksitonosnog područja s ležištima boksita starijeg paleogena (paleocena) i mlađeg paleogena (eocena). Brdo Volujak, Ričice, Dalmacija

1 — Položaj sloja. 2 — Geološka granica: 1 — normalna, 2 — eroziono-diskordantna. 3 — Rasjed. 4 — Boksiti: 1 — starijeg paleogena, 2 — mlađeg paleogena. 5 — Kvartar. 6 — Klastične naslage eocena. 7 — Fosiliferni vapnenci eocena. 8 — Foraminiferski vapnenci donjeg i srednjeg eocena. 9 — Liburnijske naslage. Paleocen i dio donjeg eocena. 10 — Rudistni vapnenci gornje krede.

Fig. 2. Detail of the bauxite-bearing area with the Early Paleogene (Paleocene) bauxite and Late Paleogene (Eocene) bauxite. Volujak hill, Ričice, Dalmatia.

1 — Dip of bed. 2 — Geological boundary: 1 — Normal, 2 — Erosional-uncorformity. 3 — Fault. 4 — Outcrops of bauxites: 1 — Early Paleogene deposits, 2 — Late Paleogene deposits. 5 — Quaternary. 6 — Clastic sediments of Eocene. 7 — Fossiliferous limestones of Eocene. 8 — Foraminiferous limestones. Lower Eocene and the Middle Eocene. 9 — Liburnian beds. Paleocene and part of the Lower Eocene. 10 — Rudistid limestones. Upper Cretaceous.



## »Interprominski« boksiti

U Studencima na brdu Mamutovac, u dolini Ričine nedaleko Ričica i drugim lokalitetima u bazalnom dijelu naslaga mlađeg paleogena nalaze se boksiti specifičnih karakteristika. Označeni su kao »interprominski«, jer se na istovjetni način pojavljuju na više lokaliteta unutar Promina naslaga u području Drniša, npr. na ležištu Dujići. U području Irnotski najbolje su otkriveni na brdu Mamutovac, gdje se javljaju s prekičima u dužini od 1,5 km. Dijelom je to boksit koji se pojavljuje u debljini od 0,5 m do 1 m oko 5 m poviše ležišta boksita mlađeg paleogena, odn. podinskih foraminiferskih vapnenaca, a dijelom su to crveni vapnenci s boksitičnom tvari, zbog čega je kalcit tih vapnenaca ružičast, crven ili neproziran. U tim vapnencima sitna zrna boksita su rijetka. Debljina ovih vapnenaca iznosi i po nekoliko metara, nalaze se u samom bazalnom dijelu naslaga mlađeg paleogena.

»Interprominski« boksit je šupljikav, a šupljine su nastale otapanjem zrnaca vapnenaca koja su se nalazila u boksitu. Boksit je pelitne strukture. Česta su detritična zrna boksita različitiog oblika i boje, kao i sitne krhotine mikrokristalastog hidrargilita.

Sadržaj detritičnih akcesornih minerala u boksitu identičan je sadržaju tih minerala u boksitima mlađeg paleogena.

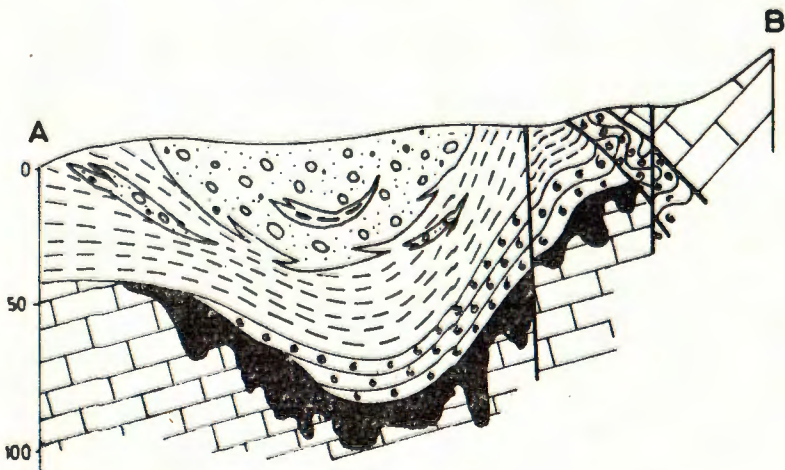
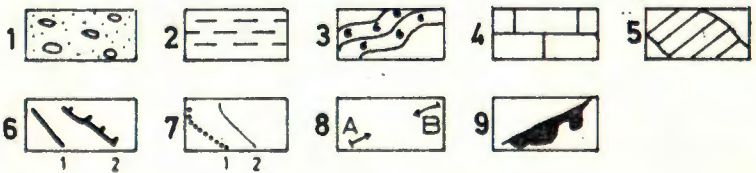
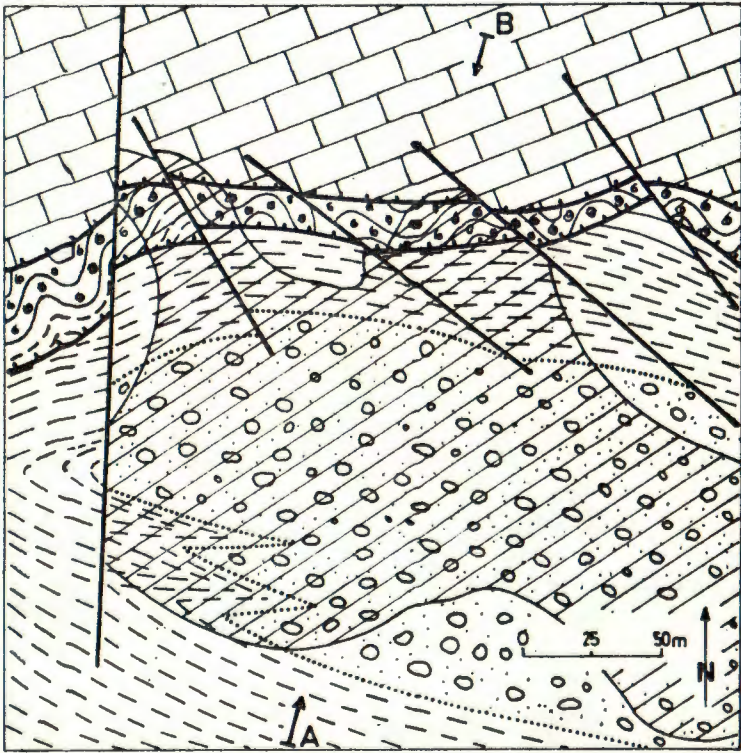
Kemijski sastav interprominskih boksita određen je na uzorku OB-152, a sadržaj mikroelemenata na uzorcima OB-152 i OB-154. Radi usporedbe dati su i podaci o interprominskom boksitu ležišta Dujići kod Drniša (uzorak OB-111) na tabeli 7.

Tabela 7. Kemijski sastav »interprominskih« boksita  
Table 7. Chemical composition of »interpromina« bauxites

	OB-152	OB-111 (%)		OB-152	OB-154	OB-111 (ppm)
SiO <sub>2</sub>	6,10	7,12	Cu	70	65	100
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43,39	47,30	Ni	445	320	450
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,44	19,40	Co	45	21	30
TiO <sub>2</sub>	3,57	1,69	Cr	1300	1630	1710
CaO	0,18	0,45	V	1860	740	1740
MgO	0,08	0,05	Zr	770	330	480
G. ž.	21,22	21,54				

Sl. 3. Detalj dijela boksitonosne tektonske strukture područja Zagorje, Hercegovina  
1, 2 i 3 — Klastične naslage mlađeg paleogena; 1 — breče i konglomerati, 2 — lapori i pješčenjaci, 3 — fosiliferi vapnenci. 4 — Rudistni vapnenci. Gornja kreda. 5 — Konture ležišta boksita pod krovinskim naslagama. 6 — Rasjed: 1 — normalni, 2 — reversni. 7 — Geološka granica: 1 — postupan prijelaz, 2 — normalna. 8 — geološki profil. 9 — Boksit na geološkom profilu.

Fig. 3. Detail of the bauxitebearing tectonic structure Zagorje area, Hercegovina  
1, 2 and 3 — Clastic beds of the Late Paleogene: 1 — breccias and conglomerates, 2 — marls and sandstones, 3 — fossiliferous limestones. — 4 Rudisted limestones. Upper Cretaceous. 5 — Boundary of the bauxite deposit beneath the hanging-wall. 6 — Fault, 1 — normal, 2 — overturned. 7 — Geological boundary: 1 — graded, 2 — normal. 8 — Geological cross-section. 9 — Bauxite on the geological cross-section.



Sličnost »interprominskih« boksita s boksitima mlađeg paleogena (eocena) dokazuje da su oni nastali razaranjem ležišta boksita početkom transgresije koja je uslijedila u gornjem dijelu luteta, odn. početkom priabona. Tada je dio boksita erodiranih ležišta pretaložen u litoralni dio sedimentacijskog prostora i tako ušao u sastav krovinskih naslaga.

### Boksiti u području s neogenskim naslagama

U Gornjim Vinjanima, u Galićima i dalje na jugoistok duž oboda krškog polja Posušja nalaze se na korodiranoj površini krednih vapnenaca i foraminiferskih paleogenskih vapnenaca ležišta glinovitih boksita. Ovi se boksiti pojavljuju u izdancima duž granice neogenskih slatkovodnih naslaga i podinskih karbonatnih krednih i paleogenskih stijena i to tako da je dio ležišta boksita pod krovinom a dijelom se radi o otkrivenim ležištima. U jednom takvom otkrivenom otkopavanju ležišta u Galićima (sl. 4) vidljivo je da je ležište plitka ovalna udubina u rudistnom vapnencu ispunjena heterogenim materijalom. U pukotinama korodirane podine nalaze se ispune željezovitog boksita. Glavni »sloj« ležišta debljine oko 5 m je od crvenkastih i zelenkastih glinovitih boksita u kojima su fragmenti pretaloženog paleogenskog boksita. Srednji dio ležišta debljine oko 4 m su šarene crvenkaste i sive gline, dok se u vršnom dijelu nalazi deluvijalni materijal. Čitavo ležište bilo je prekriveno tankom kvartarnom karbonatnom korom.

U glinovitom boksitu nalaze se mnogobrojna zaobljena i poluzaobljena zrna i valutice boksita različite boje (crne, tamnosmeđe do svjetložute), kao i različite veličine i strukture. Dužina im je do 2 cm, strukture su pretežno pelitne, rjeđe oolitne. Uz pretežno kriptokristalastu veličinu minerala boksita česte su žilice autigenog mikrokristalastog hidrargilita i detritične krhotine i zaobljena zrna hidrargilita dužine do 0,2 mm. U nekim mikrokristalastim hidrargilitima nalaze se sitna zrna kalcita duga 2 do 20  $\mu\text{m}$ . Rijetko se zapaža i prekristalizirani mikrokrystalasti hidrargilit.

Zrna i valutice boksita su u kriptokristalastom matriksu u kojem se zapažaju i pojedinačni ooliti te detritična zrna hidrargilita i kalcita. Mjestimično su valutice boksita vezane autigenim kalcitom.

Strukture valutica boksita identične su strukturama obližnjih paleogenskih boksita.

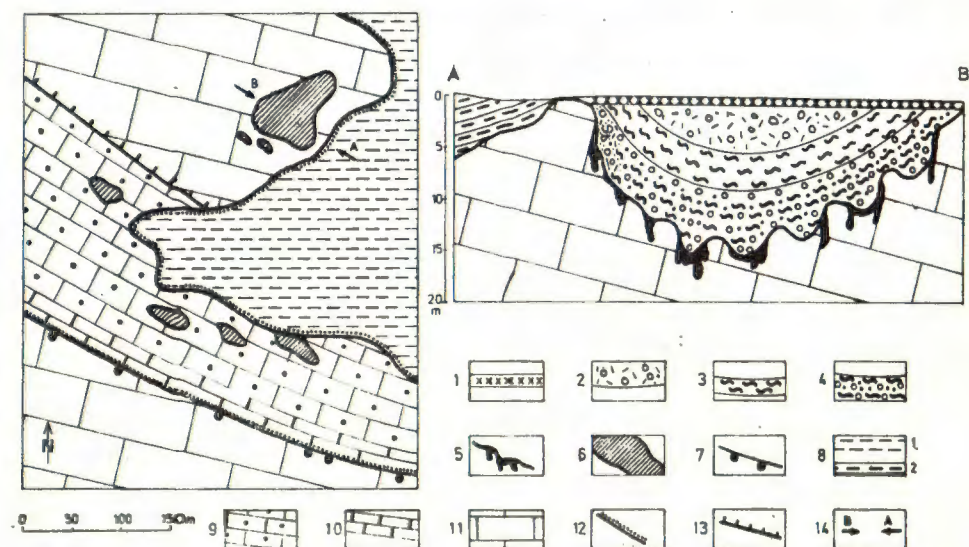
Kemijskim, rendgenskim i termičkim analizama podvrgnut je glinoviti boksit, kao i valutice boksita koje se u njemu nalaze.

Rendgenskom analizom utvrđen je u glinovitom boksitu slijedeći mineralni sastav: kaolinit, hidrargilit > hematit, bemit > anatas, a u valuticama: bemit > hidrargilit > hematit > anatas.

Termičkom analizom utvrđen je u valuticama bemit i hidrargilit, a u glinovitom boksitu i njegovom matriksu kaolinit, hidrargilit i bemit, pri čemu matriks sadrži više kaolinita nego boksit.

Kemijski sastav glinovitog boksita (1) i valutica boksita (2) dat je u tabeli 8.





Sl. 4. Detalj područja s ležištima boksita u terenu s neogenskim naslagama. Galići, Gornji Vinjani, Hercegovina

1 — Kvarterni karbonatna kora. 2 — Deluvij. 3 — Gline. 4 — Glinovit boksit s fragmentima pretaloženog paleogenskog boksita. 5 — Zeljezovit boksit. 6 — Izdanci ležišta neogenskog boksita. 7 — Ležišta boksita starijeg paleogena. 8 — Lapanje. Neogen. 1 — na geološkoj karti, 2 — na geološkom profilu. 9 — Foraminiferski vapnenci. Donji eocen i dio srednjeg eocena. 10 — Liburnijske naslage. Paleocen i dio donjeg eocena. 11 — Rudistni vapnenci. Turon i senon. 12 — Eroziono-diskordantna granica. 13 — Reversni rasjed. 14 — Geološki profil.

Sl. 4. Detail of the area with bauxite deposits in the terrain with the Neogene sediments

1 — Quaternary carbonate cover. 2 — Deluvium. 3 — Clay. 4 — Clayey bauxite with the fragments of the redeposited bauxite. 5 — Ferruginous bauxite. 6 — Outcrops of the Neogene bauxite. 7 — Early Paleogene bauxite. 8 — Marls. Neogene. 1 — on the geological map, 2 — on the cross-section. 9 — Foraminiferal limestones. Lower Eocene and part of the Middle Eocene. 10 — Liburnian beds. Paleocene and part of Lower Eocene. 11 — Rudistid limestones. Turonian and Senonian. 12 — Erosional-unconformity boundary. 13 — Reversal fault. 14 — Geological cross-section.

Tabela 8. Kemijski sastav pretaloženog boksita (u %)

Table 8. Chemical composition of redeposited bauxites (in %)

	1	2
SiO <sub>2</sub>	13,01	2,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45,01	52,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,04	22,63
TiO <sub>2</sub>	2,60	2,88
CaO	1,02	1,35
G. ž.	17,08	17,89

Mineralni sastav istih uzoraka prikazan je u tabeli 9.

Tabela 9. Mineralni sastav pretaloženog boksita (u %)  
Table 9. Mineral composition of redeposited bauxites (in %)

	1	2
Kaolinit	30,0	6,2
Bemit	18,7	34,5
Hidrargilit	27,7	31,3
Hematit	21,0	22,6
Anatas, rutil	2,6	2,9
Kalcit	1,8	2,4

Struktura, mineralni i kemijski sastav glinovitog boksita ležišta Galići nedvojbeno upućuju na to da je ovo ležište nastalo pretaložavanjem boksita koji potječe iz erodiranih obližnjih paleogenskih ležišta. Čvršći dijelovi boksita ostali su neizmijenjeni i od njih su nastale valutice i zrna koja sada nalazimo u boksitu, dok su mekši dijelovi transportirani kao mulj, pri čemu su se miješali sa zemljom crvenicom, tako da ti boksiti a posebno njihov matriks imaju povećani sadržaj kaolinita.

Detaljno su ispitivani i boksiti ležišta koja se nalaze duž granice neogenskih naslaga i podinskih karbonatnih stijena. Uzorci su uzeti iz ležišta koje se nalazi nedaleko od opisanog ležišta u Galićima te iz ležišta kod Posušja.

Rendgenom i termičkom analizom utvrđeno je da su to glinoviti boksiti s promjenljivim sadržajem hidrargilita i bemita. Tako u uzorku iz Galića sadržaj bemita prevladava nad sadržajem hidrargilita, dok je u boksitu iz Posušja obrnuto. Struktura boksita je detritična. Zrna su od boksita različite strukture (oolitne, pelitne), boje, oblika i veličine (dužine do 5 mm). Česti su pojedinačni ooliti, a zapažaju se i detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita. Matriks je koloidalne ili pelitne strukture. U nekim uzorcima nalaze se detritična zrna kvarca i feldspata (pretežno kiselih plagioklasa) duga do 0,1 mm, a rijetko i zrna kalcita. Uslijed postgenetskog migriranja željeza neki dijelovi boksita su dijelom deferificirani, dok je na drugim mjestima, naročito u pukotinama željezo koncentrirano kao getit. U šuplinama i pukotinama čest je autigeni kalcit.

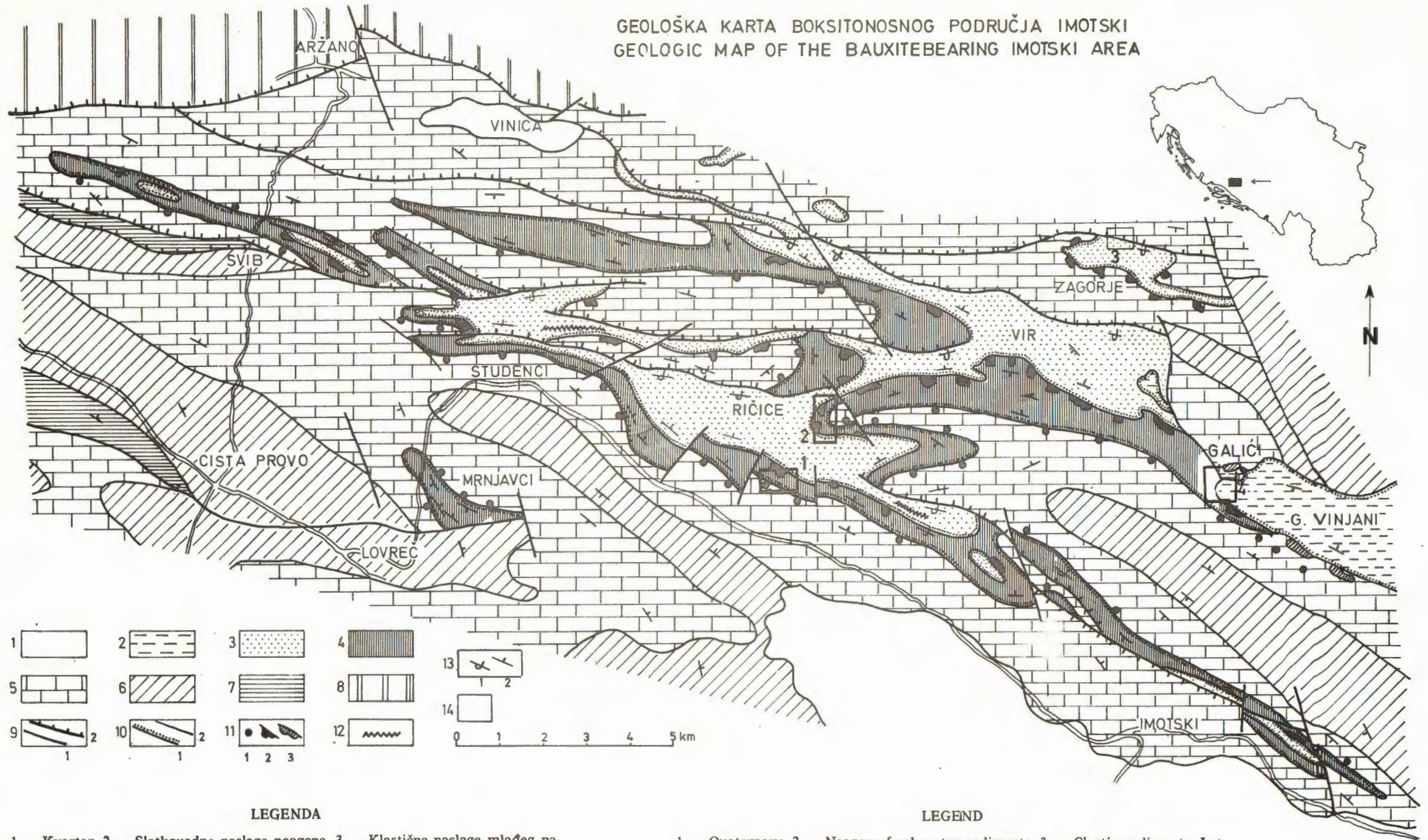
Strukture ovih boksita i prisustvo bemita u njima ukazuje da su i ležišta boksita koja se nalaze u podinskom dijelu neogenskih naslaga nastala pretaložavanjem paleogenskih boksita. Pretaložavanje istraživanih ležišta u području neogenskih naslaga zbilo se u neogenu.

Primljeno: 15. 9. 1983

#### LITERATURA

- Babić, Lj. & Zupanić, J. (1983): Paleogene clastic formation in northern Dalmatia. 4th I. A. S. Regional Meeting. Guidebook, 37–61. Split.
- Bellen, R. C. van (1941): Some Eocene Foraminifera from neighbourhood of Ričice near Imotski, E. Dalmatia. *Proc. Ned. An. Wetensch.*, 44/8, 996–1005. Amsterdam.

GEOLOŠKA KARTA BOKSITONOSNOG PODRUČJA IMOTSKI  
GEOLOGIC MAP OF THE BAUXITE-BEARING IMOTSKI AREA



LEGENDA

1 — Kvarter. 2 — Slatkovodne naslage neogena. 3 — Klastične naslage mlađeg paleogena. 4 — Foraminiferski vapnenci i Liburnijske naslage starijeg paleogena. 5 — Rudistni vapnenci i turona i senon. 6 — Karbonatne naslage alba i cenomena. 7 — Dolomiti, vapnenci i karbonatne breče (donje ?) krede. 8 — Kompleks mezozojskih stijena područja Aržano-Vinica. 9 — Rasjed: 1 — normalni, 2 — reversni. 10 — Geološka granica: 1 — eroziono-diskordantna, 2 — normalna. 11 — Boksiti: 1 — starijeg paleogena, 2 — mlađeg paleogena, 3 — neogena. 12 — Pretaloženi boksiti. 13 — Položaj sloja: 1 — prevrnut, 2 — nagnut. 14 — Položaj priloga.

LEGEND

1 — Quaternary. 2 — Neogene fresh-water sediments. 3 — Clastic sediments. Late Paleogene. 4 — Foraminiferal limestones and Liburnian beds. Early Paleogene. 5 — Rudistid limestones. Turonian and Senonian. 6 — Carbonate beds. Albian and Cenomanian. 7 — Dolomites, limestones and carbonate breccias. (Lower ?) Cretaceous. 8 — Complex of Mesozoic rocks in the region of Aržano-Vinica. 9 — Fault: Normal, 2 — Reversed. 10 — Geological boundary: 1 — Normal, 2 — Erosional-unconformity. 11 — Bauxites of: 1 — Early Paleogene, 2 — Late Paleogene, 3 — Neogene. 12 — Redeposited bauxites. 13 — Dip of bed: 1 — overturned, 2 — tilted. 14 — The position of the appendix.

- Bojanić, I., Ivičić, D. & Batić, V. (1981): Hidrogeologija Imotskog polja s osvrtom na značaj u regionalnom smislu. *Geol. vjesnik*, 34, 127—135. Zagreb.
- Charvet, J. (1970): Aperçu géologique des Dinarides aux environs du méridien de Sarajevo. *Bull. Soc. géol. de France*, 7/12, 6, 986—1102. Paris.
- Crnolatac, I. & Milan, A. (1960): Beitrag zur Kenntnis des Mesozoikum im Gebiet von Vinica SO von Buško Blato in Südbosnien. *Bull. Sci. Cons. Acad. Yougosl.*, 5/2, 44. Zagreb.
- Jungwirth, E. (1981): O stratigrafiji i fosilnim nalazima u eocenskom klastičnom kompleksu na području Zagorja (zapadna Hercegovina). *Geol. glasnik*, 26, 81—92. Sarajevo.
- Kerner, F. von (1901): Erläuterungen zur geologischen Karte Kistanje — Dernis. *Verh. geol. Reichsanst.*, 1—40. Wien.
- Korolija, B. & Majcen, Ž. (1971): Geologija područja jugoistočne Kamešnice u srednjoj Dalmaciji. *Geol. vjesnik*, 24, 35—46. Zagreb.
- Maksimović, Z. (1968): Distribution of trace elements in bauxite deposits of Hercegovina, Yugoslavia. *Travaux ICSOBA*, 5, 63—70. Zagreb.
- Marušić, R. (1954): Imotsko boksitno područje. *Rud.-metalur. Zbornik*, 1, 53—76. Ljubljana.
- Marinčić, S. (1981): Eocenski fliš Jadranskog pojasa. *Geol. vjesnik*, 34, 27—38. Zagreb.
- Montagne, D. G. (1941): Geologie und Paläontologie der Umgebung von Sestonovac (Dalmatien). V. V. Druck, V/H Bosh & Zoon, 1—90. Utrecht.
- Muftić, M. & Luburić, P. (1963): Prilog poznavanju litostratigrafskih i tektonskih odnosa jezerskog neogena u Bosni i Hercegovini. *Geol. glasnik*, 7, Sarajevo.
- Raić, V. (1974): Stratigrafsko-tektonski odnosi područja Posušja, Rakitna i Svinjače (Hercegovina). *Geol. glasnik*, 18/19, 89—119. Sarajevo.
- Raić, V., Ahač, A. & Papeš, J. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ, list Imotski, M = 1: 100 000. Izd. Savezni geol. zavod. Beograd.
- Roglić, J. (1937): Imotsko polje, fizičko-geografske osobine. Poseb. izd. Srp. geograf. društ., 21, 1—118. Beograd.
- Sakač, K. (1956): O naslagama krede i mlađeg paleogena na području Imotskog u srednjoj Dalmaciji. *Acta geologica*, V, 331—339. Zagreb.
- Slišković, T. (1981): O stratigrafiji i paleogeografskim odnosima mlađeg senona i paleocena u Bosni i Hercegovini. Simp. o problemima danija v Jugoslaviji. Zborn. refer., 47—60. Ljubljana.
- Slišković, T., Raić, V., Papeš, J. & 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 Hercegovina und in SW-Bosnien. *Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl.*, 9, 1/2, 6—7. Zagreb.
- Stojčić, B. (1966): Pregled razvoja tercijarnih naslaga u spoljašnjim Dinaridima u Bosni i Hercegovini. Prvi kolok. Dinaridov, 1, 149—154. Ljubljana.
- Šinkovec, B. & Sakač, K. (1982): The paleogene bauxites of Dalmatia. *Travaux ICSOBA*, 12/17, 293—331. Zagreb.
- Šinkovec, B. & Šiftar, D. (1979): Types and origin of gibbsite in bauxite deposits of Croatia, Yugoslavia. *Travaux ICSOBA*, 15, 91—98. Zagreb.
- Šćavničar, S., Trubelja, F. & Sijarić-Pleho, G. (1968): Mineralogical and chemical properties of Herzegovinian bauxites. *Travaux ICSOBA*, 5, 45—62. Zagreb.
- Šušnjara, A. & Šćavničar, B. (1978): Heavy minerals provenance indices of Tertiary bauxites in Dalmatia (Yugoslavia). 4th Intern. Congres ICSOBA, 2, 822—837. Athens.
- Trubelja, F. (1964): Kemizam hercegovačkih boksita. Symp. ICSOBA, II, 189—196. Zagreb.
- Weisse, J. G. (1948): Les bauxites de l'Europe centrale. (Provenance dinarique et Hongarie). *Mém. Soc. Vaudoise, Sci. nat.* 58/9, 1—162. Lausanne.
- Zivaljević, T. & Papeš, J. (1973): Geološki pregled boksita Bosne i Hercegovine. II Jugosl. simp. istr. ekspl. boksita, A—XIV, 1—17. Tuzla.

## Common Features of Geological Structure and Bauxite Deposits in the Imotski Region (Dalmatia-Hercegovina, Yugoslavia)

K. Sakač, B. Sinkovec, E. Jungwirth and B. Lukšić

The Cretaceous and Paleogene sediments build up the Imotski bauxite region, while the freshwater Neogene and Quaternary sediments occupy a lesser area. The oldest beds, limestones with orbitolinas, breccias and dolomites are probably Lower Cretaceous in age. Albian-Cenomanian dolomites and limestones, and Cenomanian Chondrodonta beds with *Ch. joannae*, *Ch. munsoni* and rudist fauna have larger distribution. Turonian and Senonian rudistid limestones are most significant Cretaceous beds. They possess rather scarce rudist fauna of different genera such as *Radiolites*, *Durania*, *Orbignya*, *Gorjanovicia*, *Hippurites* etc., as well as numerous benthonic and planctonic foraminiferas.

Paleogene deposits consist of the Liburnian beds (Paleocene-Lowermost Eocene), foraminiferal limestones (Lower Eocene and partly of the Middle Eocene), and diversified, predominantly clastic deposits of the Late Paleogene. The latest one are of special importance, since they overlie the majority of the bauxite deposits. It is possible to distinguish two lithologically different superpositional stratigraphic members. A basal part of the Late Paleogene deposits consists of coarse grained sediments, i.e. conglomerates and breccias, marls and biohermal limestones. The upper part of the sediments is in a typical flysch deposition with marls, sandstones and conglomerates.

The main feature of the basal part of the Late Paleogene sediments is their abundance in fossils. These are coarse pelecypod valves as *Miltha* (*Eomiltha*) *prominensis*, *M. (E.) illyrica*, *Phacoides* (*Lucinoma*) *dinarica*, numerous species of genera *Cardium*, *Ammusium*, *Crassatella* as well as many different species of gastropods i. e. *Velates schmidelianus*, *Postalia stefanii*, *Natica cepacea*, *N. patulina*, *N. vulcani* and other typical Eocene forms. Sporadically there is a rich coral fauna with frequent *Astraeopora mostarensis*, *A. decaphylla*, *Pattalophyllia cyclolitoide*, *P. dalmatina* etc. A precise age of Late Paleogene sediments was determined by microfossils. A microfossil foraminiferal association with *Tritaxilina identata*, *Textularia aglutinans*, *Uvigerina jacksonensis*, *Globigerina inflata*, *G. eocenica* etc., related to the Late Lutetian and Early Priabonian, were found in marls of the flysch sediments (determination by L. Šikić). The same age was obtained by calcareous nanoplankton which consists of numerous species of the zona *Discoaster saipanensis* (NP-17) and partly *Chiasmolithus oamaruensis* (NP-18) which corresponds to the uppermost part of Lutetian and transition to the Priabonian (determination by J. Benić).

Late Paleogene deposits is different from the contemporaneous sediments in the Northwestern Dalmatia region (Dmiš and Bukovica) but exhibit all main features of the Late Paleogene sediments in the Northeastern and Central part of Hercegovina. These sediments may be ascribed to the environment of proximal flysch facies, according to their coarse grained constituents.

The Imotski Paleogene bauxite deposits belong to several tectonic structures, which consist of Turonian-Senonian carbonate rocks and Paleogene beds as well. The main structures of those types are asymmetrical synclines of Dinaric extension, i. e. NW-SE. Cretaceous and Paleogene beds are in simple tectonic position on the south-western flanks of structures. Due to faulting the tectonic units have reduced the Cretaceous and a part of Paleogene beds on the north-eastern flanks of the synclines. The fault contacts between the Cretaceous and Paleogene beds are most often reversal fault with different intensity of movement to the south-west. Therefore there is a contact between the Senonian rudistid limestones and Eocene flysch very often.

In this way bauxite deposits strike like two parallel rows, usually along the southwestern, tectonically less disturbed syncline flanks, along erosional discordant boundaries. These boundaries are between the Senonian rudistid limestones and Liburnian beds, and Cretaceous carbonate and Early Paleogene rocks with clastic sediments of the Late Paleogene.

There are several types of bauxites in the Imotski region. These are the bauxite of two stratigraphic Paleogene horizons; the Early Paleogene (Paleocene) ones, and younger of the Middle Eocene age, followed by redeposited bauxites as member of

the clastic sediments of the Late Paleogene, so called »Interpromina deposits« as well as deposits with redeposited Paleogene bauxites in a region of the Neogene sediments.

The Early Paleogene bauxites (The Paleocene) are related to paleorelief which was developed on the surface of the Senonian rudistid limestones after the tectonic movements. These bauxites contain following minerals: boehmite, which is the most abundant, as well as hydrargillite, hematite, kaolinite, goethite, pyrite and anatase. The bauxites have some accessory minerals, mainly tiny zircon grains, while garnet, rutile, disthene, amphibole, turmaline and quartz are very rare.

Mineral and chemical composition of characteristic bauxite samples is given in the tables 1 and 2, and content of bauxite trace elements in the table 3.

On the basis of investigation of paleogeographical and geological conditions which dominated in the course of bauxite genesis in a wider region of Dalmatia, and on the basis of a study of trace elements, macroelements and accompanying minerals in the bauxite and possible parent rocks, it was concluded that the parent material of the Early Paleogene bauxites probably originated mainly from underlying Cretaceous carbonate rocks (Šinkovec & Sakač, 1982).

The Late Paleogene bauxites were accumulated over the paleorelief which was developed on the Turonian-Senonian limestones and the Paleogene foraminiferal limestones after Middle Eocene tectonic movements. The following minerals were determined in these bauxites: hydrargillite, boehmite, hematite, kaolinite, goethite, anatase and pyrite. The Late Paleogene bauxites are similar to the Early Paleogene bauxites by mineral and chemical composition, and the way of mineral appearances. They differ by the predominance of hydrargillite over boehmite, by rarer deferification and recrystallization of hydrargillite, and rarer pyrite in the former ones.

On the contrary detrital grains of microcrystalline hydrargillite are more common in the later, the kaoline content i. e.  $\text{SiO}_2$  is on the average higher in the Late Paleogene bauxite than it is in the Early Paleogene ones. There is also a greater abundance of accessory detrital minerals in the Late Paleogene bauxites both as regard the quantity and the number of species. The commonest are ilmenite and zircon, which is present among translucent minerals between 70 and 90%.

Genesis of Late Paleogene bauxites coincides with genesis of the bauxites in the wider region of Dalmatia (Šinkovec & Sakač, 1982). The bauxites were formed by bauxitization on the carbonate substratum of the parent material which predominantly originates from the footwall carbonate rocks and eolian material of volcanic and terrigenous origin.

A layer of bauxites, appearing with interruption in a zone 1,5 km long is situated in the basal part of the Late Paleogene beds in Mamutovac by Studenci. The bauxite is considered as »Interpromina« bauxite since it appears in the same way at several localities inside the Promina deposits in the Drniš region. The bauxites are porous, which were created by dissolution of limestone grains in the bauxite. According to content of detrital accessory minerals, mineral and chemical composition (Table 7) »Interpromina« bauxite resembles the Late Paleogene bauxites. It proves their origin by means of disruption of the Late Paleogene bauxites at the beginning of the Middle and Upper Eocene transgression respectively, and by redeposition of bauxite material in the basal parts of the overlying sediments.

In Galići, Gornji Vinjani region, and further southeastward along the edges of the Posušje karst polje, there are deposits of clayey bauxites on corroded surface of the Cretaceous limestones and foraminiferal Paleogene limestones. The clayey bauxites occur as outcrops along boundary between the Neogene freshwater deposits and Cretaceous and Paleogene carbonate rocks. One bauxite deposits in Galići is shallow, oval depression in the rudistid limestones, filled with clayey bauxites with fragments of redeposited bauxite. The fragments of redeposited bauxite are rounded and semirounded grains of different colour and size, and by structure, chemical and mineral composition (Table 8 and 9, No 2) identical to the nearby Paleogene bauxites. Matrix, surrounding fragments is significantly enriches by kaolinite, so they belong to clayey bauxites (Table 8 and 9, No 1).

Structure, chemical and mineral composition of the clayey bauxite from Galići point out that the deposit was formed by erosion of nearby Paleogene bauxites

deposits and redeposition of bauxites into a karst depression in the Neogene. More resistant bauxite parts remained unchanged and represent grains and pebbles in the present day bauxites. Softer parts were transported as mud, mixing at the same time with terra rosa causing a higher kaolinite content, especially in their matrix.

The clayey bauxites situated in the fottwall part of the Neogene sediments are also investigated. Their detrital structure and presence of boehmite also point out their origin from the Paleogene bauxites.

TABLA — TABLE I

1. *Kalomostoma* sp. u donjopaleogenskom boksitu. Mrnjavci.  
*Kalomostoma* sp. in the Early Paleogene bauxite. Mrnjavci.



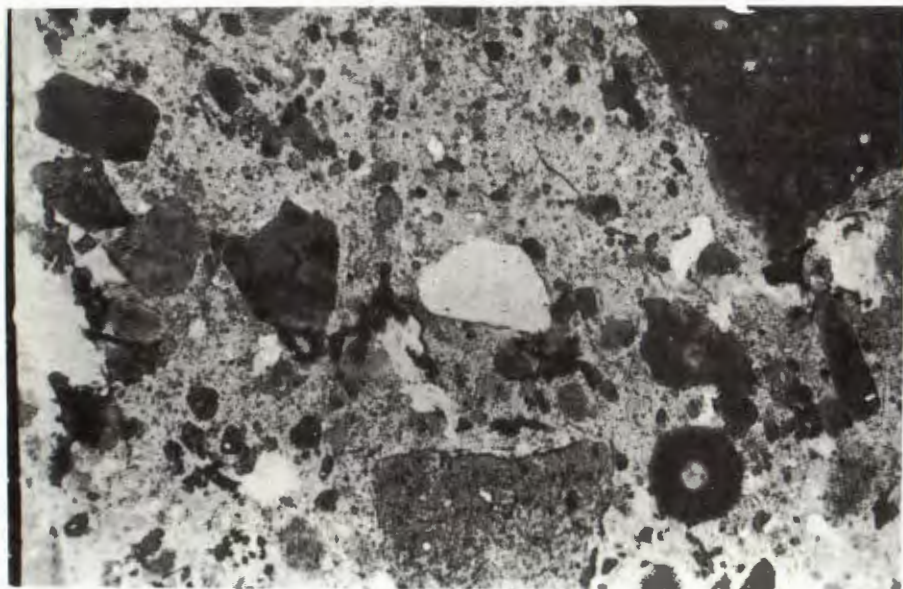
1

1 cm



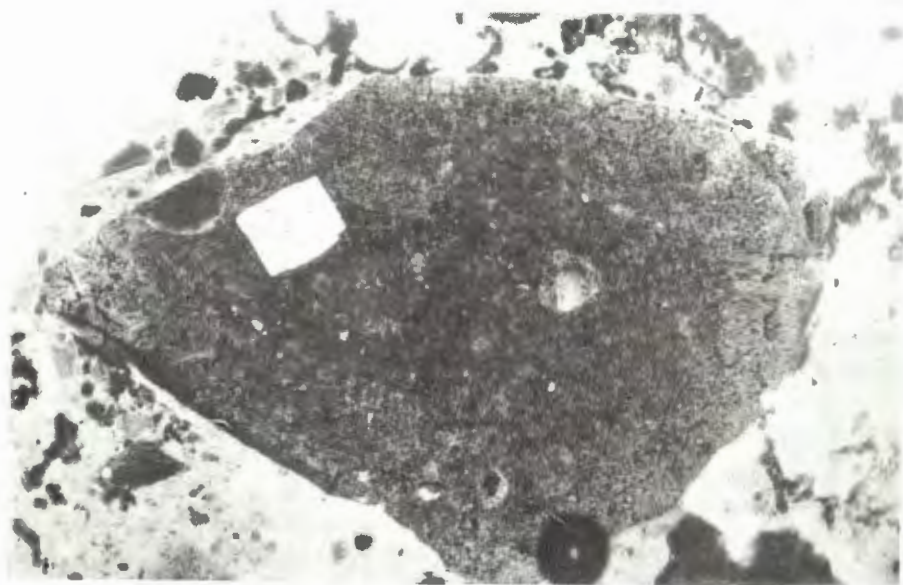
TABLA — TABLE II

2. Detritična struktura neogenskog boksita. U centru (bijelo) detritično zrna krupnokristalastog hidrargilita. Galići.  
Detritic texture of Neogene bauxite. In the centre (white) detrital grain of coarse-crystalline gibbsite. Galići.
3. Fragment paleogenskog boksita s makrokristalom hidrargilita (bijelo) u neogenskom boksitu. Galići.  
Fragment of Paleogene bauxite with macrocrystal of gibbsite (white) in the Neogene bauxite. Galići.



2

0,1mm

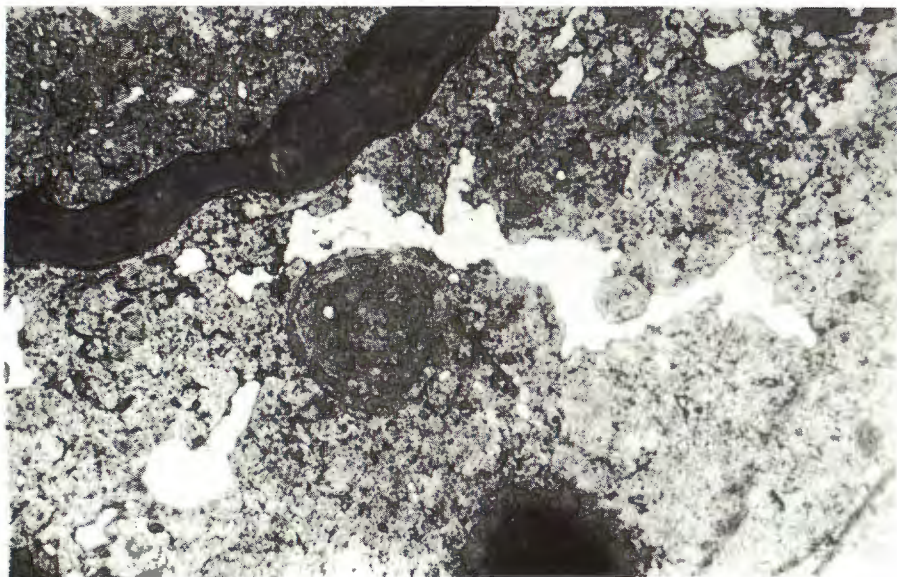


3

0,1mm

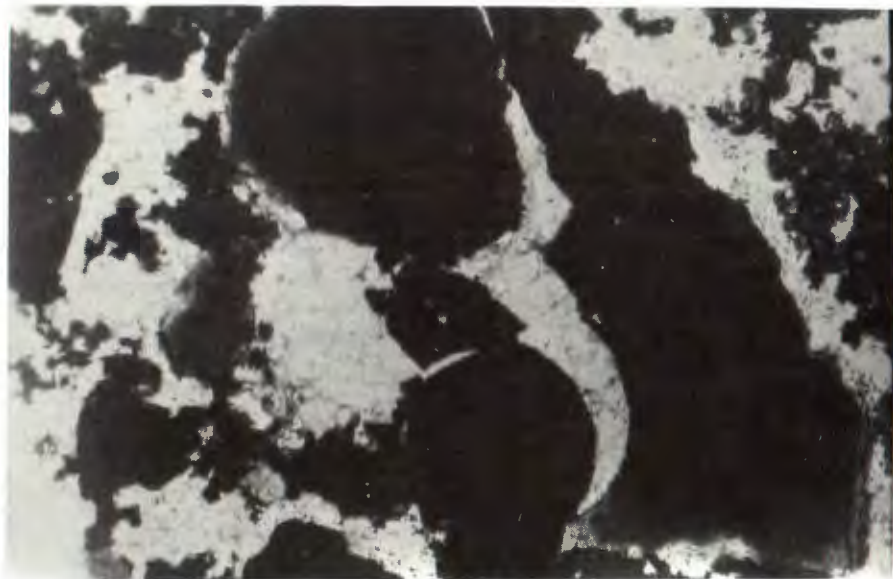
TABLA — TABLE III

4. Detalj fragmenta paleogenskog boksita iz neogenskog boksita. Bijelo su žilice autigenog hidrargilita. Galići.  
Detail of fragment of Paleogene bauxite in the Neogene bauxite. White-authigene gibbsite veinlet. Galići.
5. Oooliti i fragmenti boksita u kalcitnom matriksu, neogenski boksit. Galići.  
Oolites and fragments of bauxites in the calcite matrix, Neogene bauxite. Galići.



4

0,1 m



5

0,1 m