

Boksiti područja Sinja u Srednjoj Dalmaciji

Ante ŠUŠNJARA¹, Krešimir SAKAČ², Anto GABRIĆ¹ i Boris ŠINKOVEC³

¹ Institut za geološka istraživanja, Sachsova 2, Yu-41000 Zagreb; ² Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1, YU-41000 Zagreb; ³ Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, YU-41000 Zagreb

Ključne riječi: Sinj, boksiti

Boksiti i produkti površinskog trošenja paleokopna pojavljuju se u području Sinja u više stratigrafskih nivoa, odnosno u bazi naslaga lijasa, donje krede, starijeg paleogena (Kozina naslaga), mlađeg paleogena (Promina naslaga) i miocenskih slatkovodnih sedimentata. Prema mineralnom sastavu i paleogeografskim prilikama boksiti i produkti površinskog trošenja nastali su u vrijeme kopnenih faza u gornjem trijasu, mlađem paleogenu i miocenu od heterogenih izvorišnih stijena, a oni u donjoj kredi i starijem paleogenu rastrožbom karbonatnih stijena.

Uvod

Boksiti u široj okolici Sinja poznati su još od početka stoljeća. Pogodan geografski položaj, mala udaljenost većine ležišta od komunikacija, odnosno mora, pogodovali su razvoju rudarske djelatnosti. Tako su između dva svjetska rata otvoreni rudnici boksita na brdu Visoka, s potkopima Edgar i Erika, i jama Marko, te duboko okno u Lučanima nedaleko Radošića. Poslije rata nastavilo se s istraživanjem i eksploatacijom rude, što se uz manje prekide vodi i danas. Ova poratna geološka istraživanja vodio je Institut za geološka istraživanja i u njima su sudjelovali geolozi Ante Ivanović, Krešimir Sakač, Ante Šušnjara, Anto Gabrić i Vili Pencinger. Osim toga, vođena su i višestruka studijska istraživanja boksita u području Sinja, u kojima su sudjelovali Ante Šušnjara, Krešimir Sakač i Boris Šinkovec.

Do jačeg zamaha eksploatacije boksita u sinjskom području nije nikada došlo, a to vjerojatno i neće biti moguće, jer su ležišta kvalitetne rude malih dimenzija, a ostala su s povišenim sadržajem kaolinata. Ipak tamošnji su boksiti zanimljivi jer je utvrđeno da je tu prisutan najveći broj stratigrafskih boksitonosnih horizonata u Dalmaciji, s veoma raznovrsnim tipovima boksita. Kako do sada nije objavljen cjelovit prikaz boksita područja Sinja, to se ovdje iznosi pregled rezultata novijih geoloških istraživanja.

O boksitima šire okolice Sinja objavljeno je relativno malo podataka. Nalazimo ih u radovima koje su objavili Schubert (1908), Kerner (1916, a, b), Mladinov (1958), Katavić (1979) i dr. Šušnjara (1974) prvi iznosi više podataka o neogenskim boksitima kod Sinja. Šinkovec, Šušnjara & Sakač (1975) opisuju produkte površinskog trošenja gornjeg trijasa, a Šinkovec, Sakač & Šušnjara (1976) donjokredne boksite

Key words: Sinj, bauxites

In the Sinj area, bauxites and paleoland weathering products can be found in several stratigraphic horizons, namely, in the base of Liassic, Lower Cretaceous, Late Paleogene. (Cosina deposits), Early Paleogene (Promina deposits) and Miocene lacustrine deposits, respectively. According to mineral composition and paleogeographic conditions, bauxites and surface weathering products were developed during the land phases in the Upper Triassic, Late Paleogene and Miocene originated from heterogeneous source rocks, while ones in the Lower Cretaceous and Late Paleogene were created due to the weathering of carbonate rocks.

područja Kijeva, a akcesorne minerale iz boksita sinjskog područja Šušnjara & Šćavničar (1976., 1978). Boksite paleogenske starosti kod Sinja spominju Šinkovec & Sakač (1982), a kratki pregled stratigrafskog položaja boksita daju u tumaču Osnovne geološke karte list Sinj, Raić et al. (1984).

Opća obilježja boksitonosnih područja Sinja

Ovdje razmatran prostor boksitonosnog područja Sinja nalazi se između mjesta Kijeva na sjeverozapadu i Dobranja na jugoistoku, a obuhvaća dio jugozapadnih padina planine Dinare, dio planine Svilaje, te krške zaravni i brdoviti predjel uokolo Sinjskog polja. Jugozapadni dio ovog prostora s tektonski jače dislociranim, boranim i rasjedima razlomljenim gornjokrednim i starijepaleogenskim vapnencima, te pretežno klastičnim Promina naslagama mlađeg paleogena, pripada Adriyatiku, a njegov sjeveroistočni dio s mezozojskim sedimentima Dinariku (Herak, 1986). Mezozojski sedimenti Svilaje i Dinare, odnosno Dinarika, navučeni su preko tektonskih struktura Adriyatika. U tektonskoj zoni kontakta makrotektonskih jedinica oko Sinja, kao i dalje odatle kod Vrlike, prodori su evaporita (anhidrit/gips) i klastita gornjeg perma, dok se u Sinjskom polju i dalje duž gornjeg toka Cetine nalaze slatkovodne miocenske naslage (Šušnjara & Sakač, 1988). U takvom okviru geološke građe za pojave produkata površinskog trošenja i boksite područja Sinja indikativna su razdoblja okopnjavanja u mezozoiku i tercijaru, odnosno intenzitet paleomorfoloških promjena, kao i litološki sastav paleokopna izvrnutog rastrožbi uz popratne pojave boksitogenih procesa. Takvi procesi u razmatranom prostoru zbivali su se u slijedećim vremenskim sekvencama.

Poslije taloženja klastičnih i karbonatnih naslaga skita došlo je početkom anizika do kratkotrajnog i

prostorno ograničenog okopnjavanja. Tragovi tada nastalih produkata površinskog trošenja mogu se zapaziti u Svilaji više Muća u bazi »Oltarnik« naslaga (Kerner, 1916 b) u obliku breča s crvenkastim i žućkastim feruginoznim vezivom.

Naslage gornjeg trijasa u ovom području nedostaju, pa su lijaski vapnenci transgresivni na srednjotrijaskim naslagama. Odgovarajućoj kopnenoj fazi pripadaju produkti površinskog trošenja zapaženi na više lokaliteta.

Za vrijeme kratkotrajne kopnene faze u najdonjoj kredi nastali su glinoviti boksiti u širem području Kijeve.

Uzdruž granice donjokrednih i gornjokrednih karbonatnih stijena ima pojava terigenih klastita. Na kratkotrajno okopnjavanje upućuje korodirana površina donjokrednih vapnenaca uz razvoj slabo izraženog paleoreljefa. U blizini ove granice u Ogorju na Svilaji nalazi se manja pojava boksita.

Početak paleogena, u paleocenu, a mjestimično možda i u najdonjem eocenu, za kopnene faze koja je uslijedila nakon tektonskih pokreta, nastala su na karbonatnoj podlozi paleoreljefa brojna manja ležišta boksita.

Glavna boksitogena faza u području Sinja odgovara dijelu srednjeg eocena i dijelu priabona. Brojna ležišta boksita mlađeg paleogena s krovinom Promina naslaga na mnogim su mjestima oko Sinja.

U bazi slatkovodnih miocenskih sedimenata više je većih ležišta glinovitih boksita, kao i niz manjih pojava, osobito uz južni obod Sinjskog polja, te kod Peruće u dolini Cetine (sl. 1).

Produkti površinskog trošenja u gornjem trijasu

O produktima površinskog trošenja u gornjem trijasu na području srednje Dalmacije detaljno su pisali Šinkovec et al. (1975).

Jedna od opisanih pojava nalazi se sjeveroistočno od Trilja kod sela Jabuka, gdje na anizičkim vapnencima leže sedimenti lijasa. Na kontaktu tih naslaga nađene su male pojave boksitičnog izgleda. Istražena je jedna pojava kod koje su u donjem dijelu zelene stijene, dijelom limonitizirane, a u gornjem dijelu crvene oolitne stijene.

Zelena stijena sastoji se skoro isključivo od Fe-klorita. Česte su nepravilne nakupine kriptokristalastog hematita i titanita. Struktura stijene je zrnata. Okrugla i eliptična zrna izgrađena su od klorita i nalaze se u kloritnom matriksu.

U crvenim oolitnim stijenama nalaze se kloritna i hematitna eliptična zrna, zatim kloritno-hematitni ooidi i zrna kalcita, koji su u matriksu kalcita, klorita i ilita. Niti u zelenoj, a niti u crvenoj stijeni nisu utvrđeni Al-hidroksidi.

Zelena stijena nastala je kristalizacijom u redukativnoj sredini iz mulja koji se sastojao od SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3 -gela. Nakon kristalizacije Fe-klorita ležište je razoreno i pretaloženo u sredinu gdje su u početku vladali identični uvjeti kao u primarnom ležištu. Neposredno prije transgresije u lijasu povećala se količina i učestalost tekućih površinskih voda. Zbog toga u gornjem dijelu pojave nalazimo heterogeni

detritični materijal, koji je taložen u oksidacijskim uvjetima.

Gornjotrijaske kore trošenja nalaze se i na južnim padinama Svilaje kod Zelova, ali one nisu istraživane.

Donjokredni glinoviti boksiti

Donjokredni boksiti nalaze se u široj okolici izvorišnog dijela Cetine. Tu ih nalazimo sjeverno od Kijeve, zatim na dijelu sjeveroistočnih padina planine Kozjak te na planini Dinari oko Malog i Velikog Lupoglava. Ovi boksiti već su ranije istraživani (Šinkovec et al., 1976).

Boksiti leže na malmskim vapnencima, a u krovini su im vapnenci donje krede. Rudna tijela su mala, s površinom većih izdanaka od više desetaka m^2 . Debljina izdanaka na otvorenim izdancima iznosi od 1 do 2 m.

Boksiti su pretežno pelitne strukture. U nekim uzorcima pirit je toliko obilan da pelitna struktura prelazi u pseudoporfirnu.

Mineralni sastav boksita i boksitičnih stijena je sljedeći: kaolinit, bemit, hidrargilit, hematit, pirit, getit, anatas, hidrotinjac, turmalin. Kaolinit, a zatim bemit su glavni minerali, po zastupljenosti zatim slijede minerali željeza, a ostali minerali su podređeni (tabela I).

Tabela I. Mineralni sastav boksita područja Sinj (u %)

Table I. Mineral composition of bauxite from the Sinj area (in %)

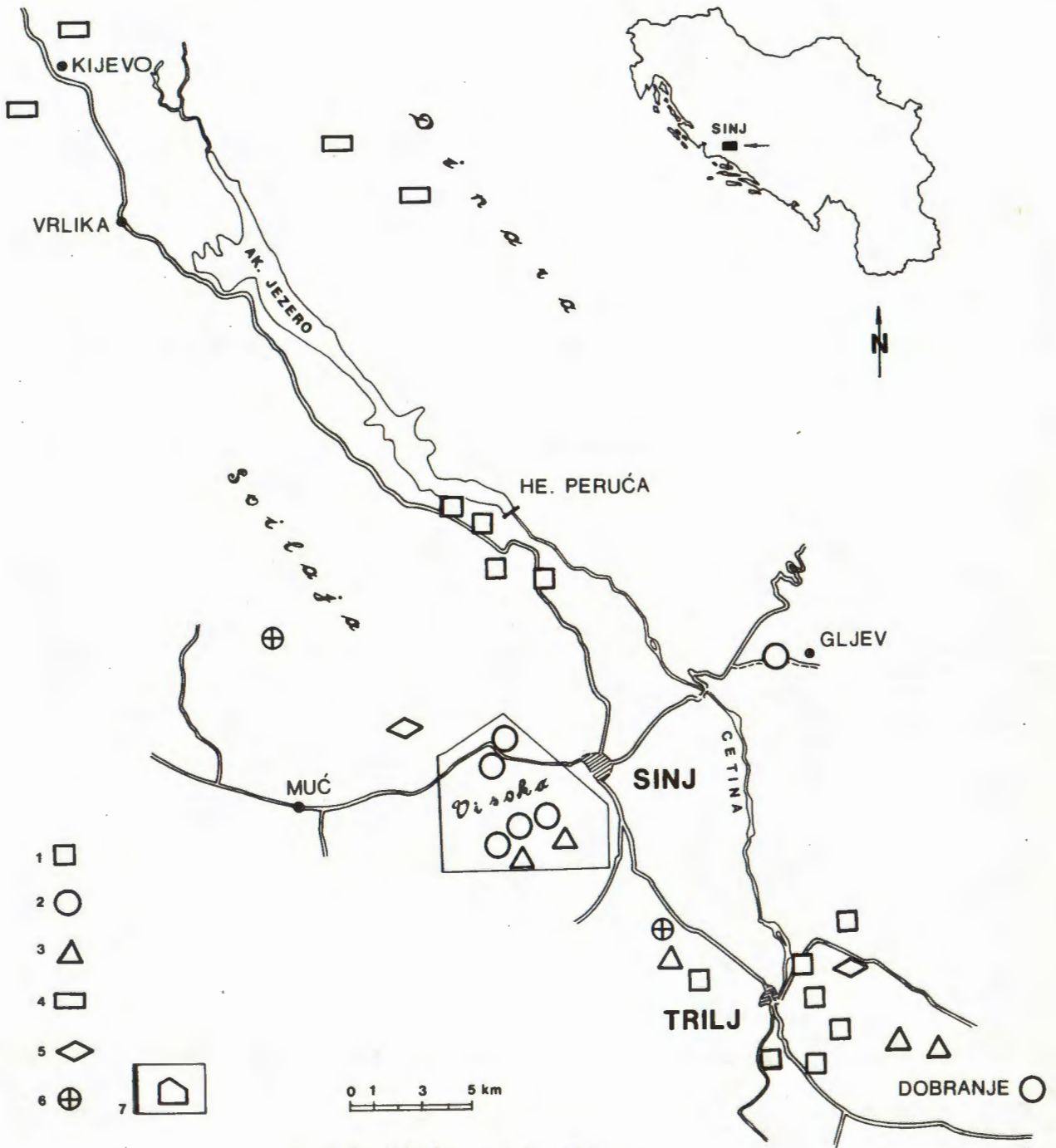
	1	2	3	4	5
Kaolinit - Kaolinite	50	3	11	45	14
Bemit - Boehmite	23	58			
Hidrargilit - Gibbsite		10	65	35	57
Hematit - Hematite	6	23	18	14	
Getit - Gethite	18				23
Ti min. - Ti min.	2	3	2	3	2
Kalcit - Calcite		2	2	1	3

1. Donjokredni boksit - Lower Cretaceous bauxite: Kijevo
2. Boksit starijeg paleogena - Early Paleogene bauxite: Trilj (Džaperove ograde)
3. Boksit mlađeg paleogena - Late Paleogene bauxite: Trilj (Šipića gaj)
4. Miocenski boksit - Miocene bauxite: Trilj (prosjeak od 10 uzoraka - average of 10 samples)
5. Boksit sa Svilaje - Bauxite from Svilaja

Kemijski sastav prosječnog uzorka uzetog s ležišta koje se nalazi sjeverno od Kijeve prikazan je u tabeli II, a sadržaj nekih mikroelemenata u tabeli III.

Budući da donjokredni boksiti imaju povišeni sadržaj kaolinita, oni pripadaju glinovitim boksitima. U nekim pojavama donjokredne stijene boksitičnog izgleda ne sadrže Al-hidrokside, nego samo kaolinit s promjenljivom količinom pirita, getita i hematita.

Donjokredni boksiti nastali su na slabo razvedenom paleoreljefu boksitizacijom kaolinitnih glina koje su mjestimično prekrivale malmske karbonatne stijene. Vrijeme boksitizacije kaolinitnih glina bilo je kratko, jer su povremene površinske vode prenosile djelomično boksitizirane gline u močvare, gdje je bio zaustavljen daljnji proces boksitizacije. U



Sl. 1. Pregledna karta nalazišta boksita
 Fig. 1. Survey map of bauxite findings

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Miocenski glinoviti boksiti
Miocene clayey bauxites 2. Mladopaleogeni boksiti
Late Paleogene bauxites 3. Starijepaleogeni boksiti
Early Paleogene bauxites 4. Donjokredni glinoviti boksiti
Lower Cretaceous clayey bauxites | <ul style="list-style-type: none"> 5. Produkti površinskog trošenja u gornjem trijasu
Surface weathering products in the Upper Triassic 6. Boksiti nesigurnog stratigrafskog položaja
Bauxites of a uncertain stratigraphic position 7. Položaj sl. 3
Position of a fig. 3 |
|--|---|

Tabela II. Kemijski sastav boksita područja Sinj (u %)

Table II. Chemical composition of bauxite from the Sinj area (in %)

	1	2	3	4	5
SiO ₂	23,08	1,44	5,26	20,72	6,62
Al ₂ O ₃	39,94	57,29	46,98	40,65	43,25
Fe ₂ O ₃	21,81	22,90	17,67	13,23	21,12
TiO ₂	2,01	2,79	2,20	2,17	2,35
CaO	0,06	1,39	1,30	0,55	1,34
G. ž. - L.O.I.	12,13	13,69	25,83	21,09	24,71
	99,03	99,50	99,24	98,41	99,39

Isti uzorci kao u tabeli I. - Samples the same as in Table I.

ovim močvarama vladali su reduktivni uvjeti, tako da je dio željeza iz primarnog hematita ili getita reduciran i obaran kao pirit.

Starijepaleogeni boksiti

Nekoliko usporednih nizova mnogobrojnih pojava i ležišta boksita ove starosti nalazi se uzduž transgresivne granice gornjokrednih vapnenaca i Kozina naslaga na brdu Visoka, i to u istom prostoru, odnosno u istim tektonskim strukturama s boksitima mlađeg paleogena. Starijepaleogeni boksiti ima zatim uz jugozapadni obod Sinjskog polja zapadno od Košuta, gdje su borane kredne i paleogene naslage mozaično rasjedima razbijene u manje tektonske blokove. Pojave ovih boksita prisutne su i u području Gljeva pod planinom Kamešnicom, a

manja ležišta i pojave su u tektonski složenijem terenu na istok i jugoistok od Trilja.

Podina starijepaleogenih boksita su rudistni vapnenci turon-senona, pretežno biomikriti i biosparruditi sa slabo očuvanom faunom rudista i mikrofosilnom zajednicom tipičnom za navedenu stratigrafsku pripadnost (Raić et al., 1984, Marinčić et al., 1977). Krovina boksita su Kozina naslage. One ponegdje započinju bazalnim brečama debljine do 2 m, a zatim slijede tankoslojeni smeđasti ili crvenkasti vapnenci, biopelmikriti i biopelmikrosparriti, s fosilnim zajednicama koje upućuju na slatkovodnubračičnu ili morskou sredinu, te moguću gornjopaleocensku i najdonje eocensku pripadnost. Najčešći oblici fosila su *Idalina sinjanica* Grimsdale, *Peneroplis planatus* Fichtel-Möll, zatim brojni oblici rodova *Spirolina*, *Pyrgo*, *Bolivina*, *Valvulina*, te oogoniji haraceja i kućice puževa. Navise Kozina naslage, debljine do 30 m, postupno prelaze u foraminiferske vapnence donjeg i dijela srednjeg eocena.

Za vrijeme kopnene faze početkom paleogena razvio se na površini gornjokrednih vapnenaca slabo razveden paleorelief u uvjetima koji nisu, za razliku od nedalekog područja Lištice (Šak et al., 1987), pogodovali formiranju većih ležišta boksita. U sinjskom području većinom se radi tek o pojavama i malim ležištima nepravilnog ljevkastog oblika, površine od svega nekoliko desetaka kvadratnih metara i debljine nekoliko metara. Zbog nepodudarnih ležišnih uvjeta, unatoč pretežno povoljnog sastava, ovi boksiti u području Sinja nisu detaljnije istraživani, pa je tek mali broj ležišta starijepaleogenih boksita otkopavan.

Tabela III. Srednji sadržaj mikroelemenata u boksitima područja Sinj (u ppm)

Table III. Average trace elements content of bauxite from the Sinj area (in ppm)

	Cu	Ni	Co	Cr	V	Zn	n
1.	87 (72-120)	260 (230-330)	16 (15-20)	100 (100)	480 (390-670)	250 (200-310)	3
2.	63 (53-70)	170 (130-200)	20 (14-27)	1300 (1050-1500)	630 (130-700)	590 (430-790)	4
3.	75 (22-118)	225 (200-250)	25 (24-27)	710 (380-1050)	1080 (770-1400)	480 (420-540)	2
4.	66 (18-110)	192 (120-260)	18 (12-32)	269 (180-400)	730 (470-950)	607 (410-780)	10
5.	120	370	22	1000	1600	1120	1

1. Donjokredni boksit - Lower Cretaceous bauxite
2. Boksit starijeg paleogena - Early Paleogene bauxite
3. Boksit mlađeg paleogena - Late Paleogene bauxite
4. Miocenski boksit - Miocene bauxite

5. Boksit sa Svilaje - Bauxite from Svilaja
- n Broj analiziranih uzoraka - Number of analysed samples
(-) u zagradama krajnje vrijednosti

Tabela IV. Sadržaj prozirnih teških minerala u boksitima područja Sinj (u %)

Table IV. Content of transparent heavy minerals in bauxites of the Sinj area (in %)

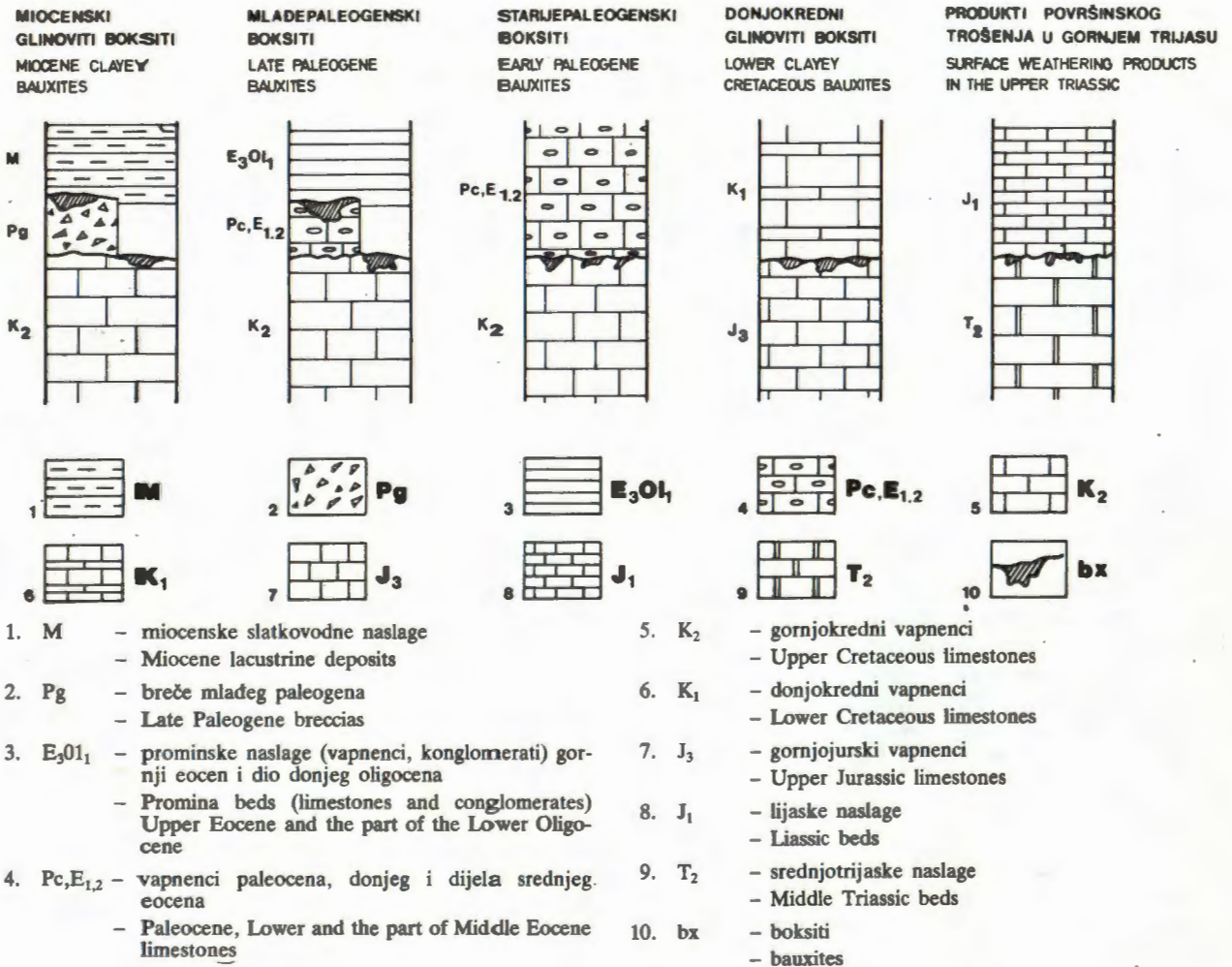
	Zr	Tu	Ru	G	Di	St	And	C	Ep	Zt	Co	Amf	Ti	Br	An	Ap	n
1.	62	12	7,71	2,71	0,43	2	4,29	4,71	2,14	0,43	0,14	0,14	0,14	0,29	0,57	0,29	8
2.	64,12	14,77	8,42	0,61	3,14	1,53	3,52	0,31	1,22	0,15	0,23	0,23	0,92	0,15	0,23	0,46	14

1. Boksit mlađeg paleogena - Late Paleogene bauxite
 2. Miocenski boksit - Miocene bauxite
- n Broj analiziranih uzoraka - Number of analysed samples

Zr	Cirkon - Zircon	Di	Disten - Kyanite	Ep	Epidot - Epidote	Ti	Titanit - Sphene
Tu	Turmalin - Tourmaline	St	Staurolit - Staurolite	Zt	Coisit - Zoisite	Br	Brukit - Brookite
Ru	Rutil - Rutile	And	Andaluzit - Andalusite	Co	Klorit - Chlorite	An	Anatase - Anatase
G	Granat - Garnet	C	Korund - Corundum	Amf	Amfibol - Amphibole	Ap	Apatit - Apatite

STRATIGRAFSKI POLOŽAJ BOKSITONOSNIH HORIZONATA U PODRUČJU SINJA

STRATIGRAPHIC POSITION OF BAUXITE-BEARING HORIZONS IN THE SINJ AREA



Ovi čvrsti boksiti ističu se izrazito oolitičnom strukturom, te svijetlocrvenom, žučkastom i ljubičastom bojom. Po mineralnom sastavu boksiti starijeg paleogena sinjskog područja identični su s drugim istovjetnim boksitima Vanjskih Dinarida. Bemit je najbrojnije zastupljeni mineral, zatim hematit, hidrargilit, kaolinit, getit, pirit i anatas (tabela I). Ovi minerali su kriptokristalasti, s izuzetkom manjeg dijela hidrargilita koji je mikrokristalast a nastao je prekrystalizacijom deferificiranih dijelova matriksa, zapunjavanjem pukotina autigenim hidrargilitom, ili se nalazi kao detritična zrna. Pirit je često prisutan kao sitni kristali koji su redovno limonitizirani. Rijetko se zapažaju sitni listići hematita. Ove boksite karakterizira oskudnost akcesornih prozirnih minerala. Nalaze se rijetka zrna cirkona, ponekad praćena turmalinom i rutilom.

Boksiti starijeg paleogena odlikuju se niskim sadržajem SiO₂, a analiza jednog tipičnog uzorka data je na tabeli II. Sadržaj nekih mikroelemenata dat je na tabeli III.

Boksiti su najčešće oolitne strukture, rjeđe zrnate ili pelitne. Ooidi su pretežno sitni, promjera do 1 mm, tamnije ili svjetlije boje od matriksa. Matriks

je nejednoliko obojen kriptokristalastim hematitom ili getitom, a mjestimično se zapaža deferifikacija. Uz ooidne česta su zaobljena neprozirna zrna, kao i zaobljena i izdužena zrna boksita različite veličine.

Starijepaleogenski boksiti Vanjskih Dinarida već su ranije detaljno proučavani (Šinkovec & Sakač, 1982., Sakač et al., 1987., Šinkovec et al., 1989), te su utvrđeni uvjeti postanka tih boksita i njihov ishodišni materijal. Sudeći po mineralnim, kemijskim i drugim svojstvima sinjskih boksita starijeg paleogena, koja su identična sa svojstvima boksita iste starosti drugih područja, možemo zaključiti da i ovi boksiti vjerojatno pretežno potječu od netopivog ostatka podinskih krednih vapnenaca.

Mladepaleogenski boksiti

Glavnina mladepaleogenskih boksita je na brdu Visoka kod Sinja, gdje je više nizova ležišta na hrptu brijega, te na istočnim, sjevernim i jugozapadnim padinama. Ovdje je otkopano više ležišta, a između dva svjetska rata na istočnoj padini brijega otvoren je veći rudnik s tri potkopa: Edgar, Erika i Georg, dužina 380 m, 625 m i 70 m, s natkopnim

visinama od 125 m, odnosno 83 m (sl. 4). Istodobno na sjevernoj padini Visoke u maloj jami »Marko« izrađen je kraći potkop i smjerni hodnik duž kontakta podine i krovine u ukupnoj dužini od gotovo 350 m. Nešto sjevernije, u podnožju brijega Visočice otkopavano je veće potpovršinsko ležište »Lučani« pomoću okna dubokog 125 m. Mladepaleogenih boksita ima još u području Gljeva sjeveroistočno od Sinja, gdje se ističe veliko, većim dijelom otkopano ležište Jagnjića staje, kao i u krajnjem jugoistočnom dijelu sinjskog područja kod sela Dobranje.

Podina boksita mladeg paleogena većinom su foraminiferski vapnenci eocena, a dijelom gornjokredni rudistni vapnenci. Foraminiferski vapnenci pretežno su intrabiomikriti, slabije su uslojeni, a obiluju foraminiferama stratigrafskog raspona donji eocen-dio srednjeg eocena, s najčešćim oblicima *Alveolina distefanoi* Chechia Rispoli, *A. rütimeyeri* Hottinger, *A. levantina* Hottinger, *A. vicentina* Hottinger, itd., te različitim oblicima numulitida u mladem dijelu naslaga.

Krovinske Promina naslage litološki su veoma različite. Sastoje se od brečokonglomerata, konglomerata, kalkarenita, vapnenaca i rijetko lapora koji se međusobno lateralno i vertikalno izmjenjuju, tako da su neposredna krovina boksita različiti litočlanovi ovih naslaga. Starost Promina naslaga, gornji eocen i eventualno donji oligocen moguće je odrediti prema superpozicijskim odnosima paleogenih naslaga u sinjskom području, te usporedbom s istovjetnim naslagama u susjednom području Moseća (Sakač, et al., 1978).

Paleoreljef nastao za kopnene faze u srednjem eocenu je izrazito razveden, a na tadašnju snažnu površinsku eroziju upućuje mjestimična potpuna denudacija foraminiferskih vapnenaca, Kozina naslaga i dijela rudistnih vapnenaca. Rudna tijela mladepaleogenih boksita oblikom i veličinom veoma su različita. Većinom su to nepravilna lečasta ispunjena udubljenja u paleoreljefu podinskih vapnenaca, često izrazito izdužena, promjenljive debljine zbog neravnina u podini, sa srednjom debljinom ležišta od samo nekoliko metara, rijetko većom od 5 m. Ovi oblici rudnih tijela dobro su vidljivi u otkopanim prostorima napuštenog rudnika na brdu Visoka, gdje su rudna tijela imala površinu od 20 do 300 m². Ipak većinom se radi o malim ležištima, pojavama pa i tragovima boksita uzduž granice podinskih i krovinskih naslaga. Iznimka je veliko ležište Jagnjića staje u Gljevu, koritastog oblika dužine gotovo 1,5 km, pretežno širine do 30 m, strmih bokova i debljine koja doseže i do 25 m. U području Gljeva na malom prostoru utvrđena su još tri značajna ležišta i nekoliko pojava.

Brdo Visoka dobar je primjer načina pojavljivanja paleogenih boksita ne samo u sinjskom području, već i u srednjoj Dalmaciji. Na brdu Visoka rudistni vapnenci gornje krede i paleogenske naslage jače su borane i presječene s više rasjeda različitog položaja. Tako je u južnom dijelu Visoke reversnim rasjedom reducirano sjeverno krilo jedne sinklinale s jezgrom Promina naslaga. Na neporemećenom krilu usporedno se pružaju dvije eroziono-diskordantne granice s pojavama i ležištima paleogenih boksita

dvaju stratigrafskih horizonata. Na strmim istočnim padinama Visoke erozijom su otvorene intenzivno borane kredne i paleogenske naslage s nizom otkopanih ležišta boksita, dok se dalje prema zapadu nalaze rasjedima reducirane, dijelom i u inverznom položaju sinklinalne strukture s Promina naslagama u jezgrama (sl. 3).

U Dobranju sjeverozapadni je završetak sinklinale s paleogenim naslagama. Ova tektonska struktura praćena boksitima pruža se na jugoistok izvan sinjskog područja prema Svibu i Studencima.

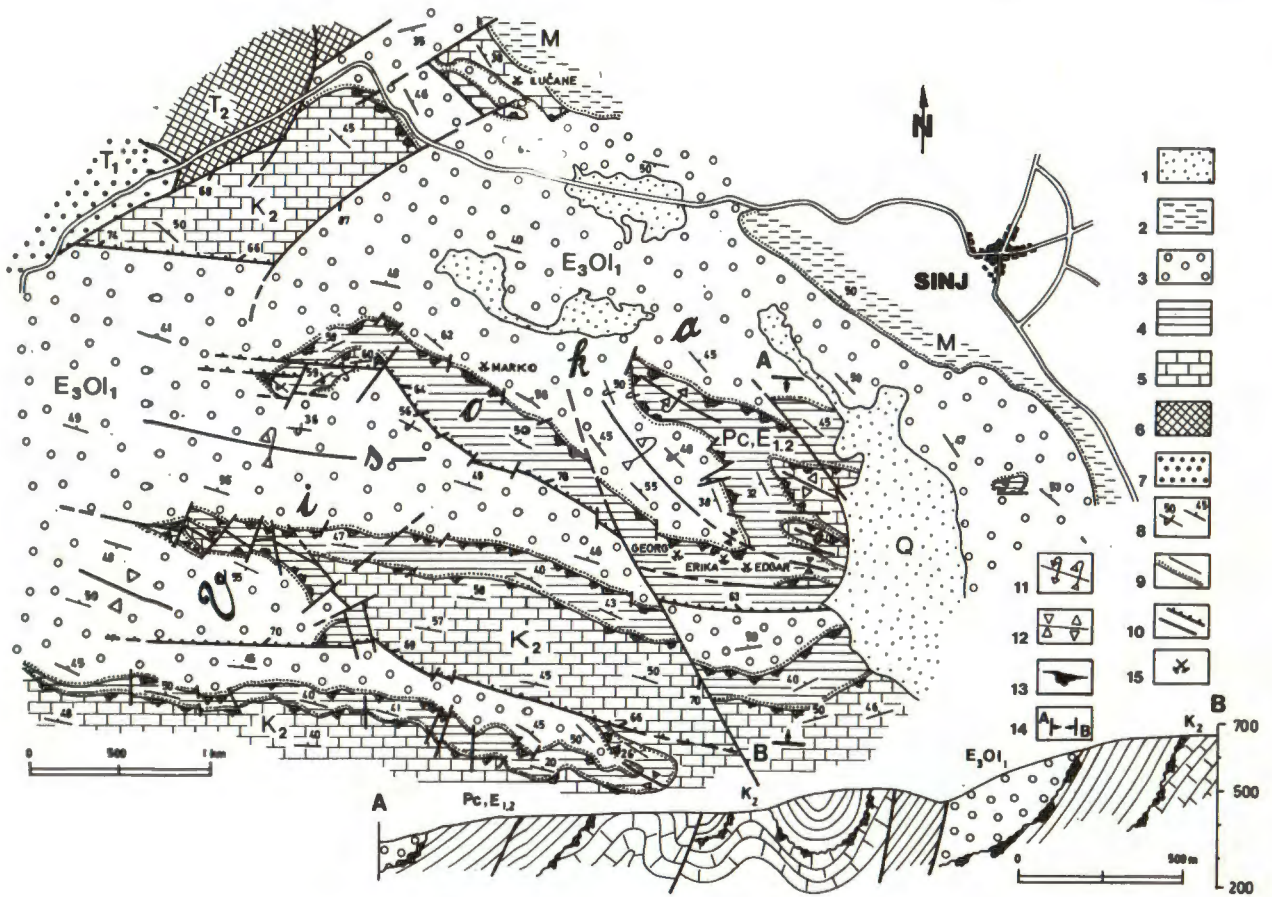
U Gljevu kredne i paleogenske naslage brojnim su rasjedima podvojene u više tektonskih blokova u kojima su ostala očuvana ležišta i pojave paleogenih boksita. Krovinske Promina naslage mladepaleogenih boksita ovdje su jakom erozijom sve dene na više erozionih ostataka koji su djelomično maskirani kvartarnim sedimentima. Treba napomenuti da krovinske naslage područja Gljeva nisu u tipičnom razvoju Promina naslaga. Uglavnom su to glinoviti tankouslojeni vapnenci i glinoviti lapori. Starost ovih naslaga paleontološki nije dokazana pa postoji mogućnost da se radi o mlađim boksitima.

Mladepaleogeni boksiti većinom su masivni, jednolični, crvenkastosmeđe boje. U njima su utvrđeni slijedeći minerali: hidrargilit, bemit, hematit, kaolin, getit i anatas (tabela I). Glavni minerali boksita su hidrargilit i bemit, a njihov količinski međusobni odnos znatno varira. Način pojavljivanja minerala boksita sličan je onome u boksitima starijeg paleogena. Za razliku od boksita starijeg paleogena, boksiti mladeg paleogena nemaju pirita, deferifikacija je rijetka, a akcesorni detritični minerali daleko više su zastupljeni kako količinom tako i po vrstama minerala. Među prozirnim teškim mineralima redovito je u svim uzorcima najobilnije zastupljena grupa rezistentnih minerala u kojoj je dominantan cirkon praćen turmalinom i rutilom. Uglavnom je prisutna, iako u manjoj mjeri, grupa metamorfnih minerala: granat, disten, staurolit, andaluzit, coisit i epidot. Ostali minerali se javljaju sporadično (Tabela IV). Od opakih teških minerala obilniji su hematit i ilmenit, rjeđi getit, a sporadični limonit i magnetit. Akcesorni minerali gornjopaleogenih boksita iz područja Dalmacije detaljno su opisani u radovima Šušnjara & Šćavničar (1976., 1978).

Boksiti mladeg paleogena imaju povišeni sadržaj SiO₂ i gubitak žarenja. Analiza jednog uzorka data je u tabeli II, a sadržaj mikroelemenata u tabeli III.

Struktura mladepaleogenih boksita je pelitna, pseudoolitna ili zrnata. Najčešće se u pelitoidnom matriksu nalaze zaobljena zrna boksita različite veličine. Zrna boksita su iste, pelitne strukture kao i matriks u kojemu se nalaze i od kojega se razlikuju svjetlijom ili tamnijom bojom. U nekim uzorcima pukotine i šupljine, kako u zrnima tako i u matriksu, ispunjene su autigenim mikrokristalastim hidrargilitom, a česta su i detritična zrna hidrargilita.

Geneza boksita mladeg paleogena sinjskog područja istovjetna je s genezom boksita iste starosti šireg područja Dalmacije (Šinkovec & Sakač, 1982.; Šušnjara & Šćavničar, 1976., 1978). Boksiti su nastali boksitizacijom, na karbonatnoj



Sl. 3. Geološka karta područja Visoke

Fig. 3. Geologic map of the Visoka area

- | | |
|---|---|
| <p>1. Q – Kvartarne tvorevine
– Quaternary sediments</p> <p>2. M – Miocenske slatkovodne naslage
– Miocene lacustrine deposits</p> <p>3. E₃O₁ – Priminske naslage (vapnenci, konglomerati)
– Promina beds (limestones and conglomerates)</p> <p>4. Pc,E_{1,2} – Vapnenci paleocena, donjeg i dijela srednjeg eocena
– Paleocene, lower Eocene, and the part of Middle Eocene</p> <p>5. K₂ – Vapnenci gornje krede
– Upper Cretaceous limestones</p> <p>6. T₂ – Srednjotrijaske naslage
– Middle Triassic deposits</p> <p>7. T₁ – Donjotrijaske naslage
– Lower Triassic deposits</p> | <p>8. Elementi nagiba sloja
Dip-strike symbols</p> <p>9. Geološka granica (normalna, transgresivna i prevrnuta)
Geologic boundary (normal, transgressive and inverted)</p> <p>10. Rasjedi (normalni, reversni)
Faults (normal, reverse)</p> <p>11. Osi bora, prebačenih
Axis of a everted fold</p> <p>12. Osi bora, normalnih
Axis of a normal fold</p> <p>13. Boksiti
Bauxites</p> <p>14. Oznaka profilne linije
The mark of profile line</p> <p>15. Rudnik boksita, jamski rad
Bauxite subsurface ore</p> |
|---|---|

podlozi, ishodnišnog materijala koji pretežno potječe od podinski h karbonatnih stijena i eolskog materijala vulkanskog i terigenog porijekla.

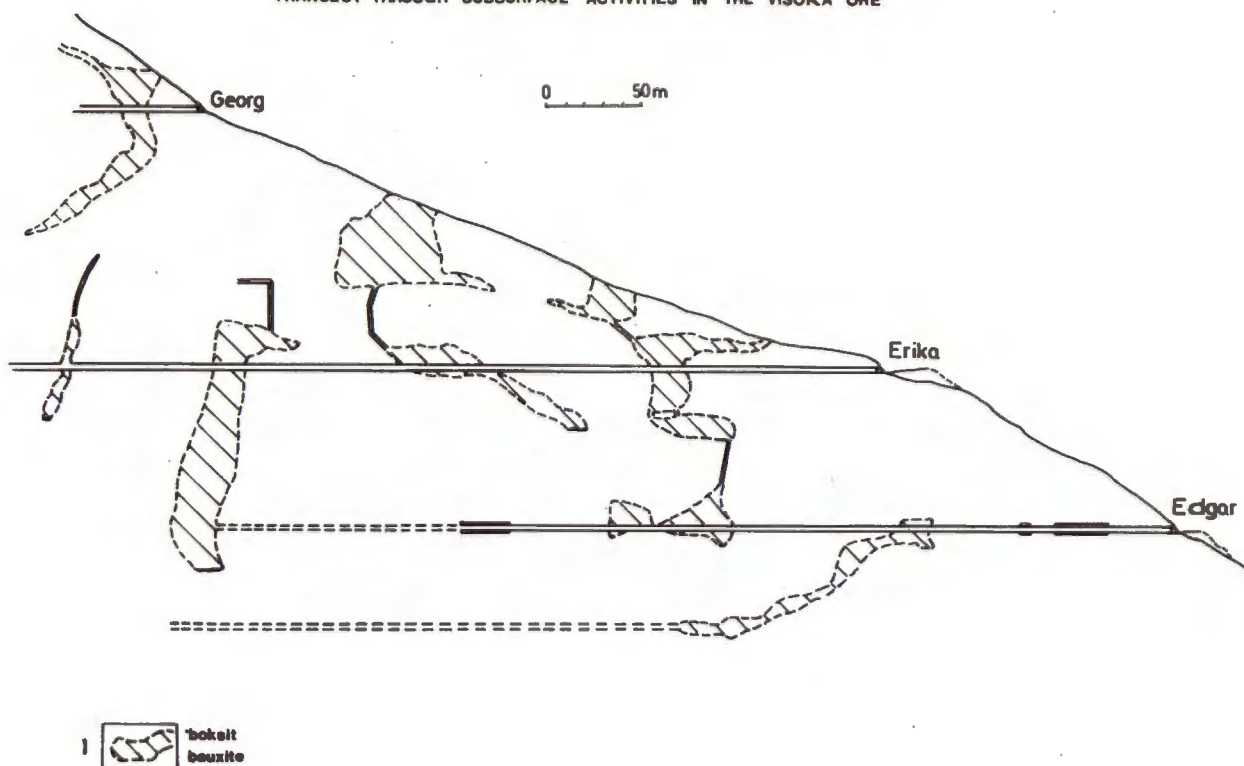
Miocenski glinoviti boksiti

U sinjskom području nalaze se brojne pojave i ležišta miocenskih glinovitih boksita. Zastupljeni su pretežno uz južni rub miocenskog slatkovodnog bazena u okolici Trilja i uz dolinu rijeke Cetine kod hidroelektrane Peruća. U okolici Trilja nalazi se

desetak ležišta i mnogobrojne pojave glinovitih boksita i to u području sela Košute, Čaporica, Strmendolac, Vedrine, Jabuka i Grab. U području HE Peruća registrirano je šest ležišta.

Boksiti većinom leže na gornjokrednim vapnencima, a samo u Vedrinama, Jabuci i Grabu na gornjopaleogenskim brečama, dok u Grabu dio ležišta je i na Cladocoropsis vapnencima gornje jure. Krovinske naslage boksita redovito su miocenski laporoviti sedimenti s izuzetkom nekih ležišta i pojava boksita u Košutama, gdje na boksitima leže gruboklastični

PRESJEK KROZ JAMSKE RADOVE RUDNIKA VISOKA
 TRANSECT THROUGH SUBSURFACE ACTIVITIES IN THE VISOKA ORE



sedimenti – vapnenačke breče koje vjerojatno pripadaju bazi srednjemiocenskih laporovitih naslaga. Neka ležišta i pojave boksita su »podinska«, gdje su krovinske naslage potpuno erodirane kao i dio samih ležišta.

Najmlađe podinske naslage na kojima leže glinoviti boksiti su gornjopaleogene breče čija starost nije dokazana. Stariji autori (Kerner, 1916 b) uvrštavaju ih u prominske naslage, dok Marinčić (1970) na osnovu superpozicijskog položaja i strukturno-tektonskih karakteristika smatra da su najvjerojatnije oligocenske starosti.

Krovinske naslage boksita detaljno su opisane u radu Šušnjare & Sakača (1988) i na osnovu bogatih nalaza fosilne faune i flore utvrđeno je da pripadaju srednjem miocenu. Dakle, postanak miocenskih boksita vezan je za razdoblje oligocen-srednji miocen.

Veće akumulacije boksita redovito se nalaze u okršenim predmiocenskim paleodepresijama, koje su nastale uslijed kombiniranog djelovanja tektonike i erozije. Ove paleodepresije imaju oblik manjih izduženih dolina i obično je u najnižem dijelu akumuliran boksit. Zbog toga ova ležišta imaju najčešće oblik nepravilnih izduženih leća. Rjeđa su rudna tijela konusnog oblika nastala ispunjavanjem vrtača ili nepravilnih udubina u paleoreljefu. Ležišta uz kontakt redovito se protežu i pod krovinske naslage, pa nije moguće bez istražnog bušenja odrediti njihovu pravu veličinu. Međutim, na osnovu izdanaka kao i manjih istražnih radova može se utvrditi da neka ležišta spadaju među veća boksitna ležišta na području Dalmacije. Tako je izdanak ležišta »Crveni

Klanac« u Strmendolcu veličine cca 200×150 m, a utvrđena debljina boksita do 30 m. Ležište se produžuje pod krovinske naslage. Ipak većina otkrivenih nalazišta pripada ležištima srednje i male veličine.

Miocenski boksiti su najčešće crveni, rjeđe žućkasti do sivi. Boja im se mijenja kako od ležišta do ležišta, tako i unutar samog ležišta. U donjim (bazalnim) dijelovima ležišta boksit je najčešće tamnocrvene boje, rjeđe crvenosmedaste, s nepravilnim prijelazima u žućkastu ili se žućkaste i svijetlocrvene partije boksita izmjenjuju u vidu proslojaka debljine 0,5–3 cm. U višim dijelovima ležišta obično prevladava žućkasta boja, a neposredno uz krovinu boksit je najčešće smedesiv. Boksit je naročito u krovinskim dijelovima ležišta redovito ispresijecan mnogobrojnim tankim korama (žilicama) rdastosmede željezovite supstance (getit ili limonit). Neposredno uz ove žice boksit je često jače izbijeljen. U bazi ležišta podinske karbonatne stijene redovito su obljepljene limonitno-hematitnim prevlakama i korama. Na nekim ležištima izlučene su i do 15 cm debele kore hematita tamnocrvene boje, visokog sjaja.

Boksiti su mekani i lako se drobe. Zbog povišenog sadržaja glinovite komponente, spadaju u glinovite boksite. Prema krovini najčešće se povećava postotak gline, pa prelaze u boksitične gline, a mjestimično i u čiste gline ili kalcitne gline. Na nekim ležištima u boksitu ima uložaka čistih gline ili se glina i boksit nepravilno izmjenjuju. Dio manjih ležišta pripada boksitičnim glinama. Gline u boksitu su crvenkaste, sive, bjeličaste ili sivosmede.

Tekstura boksita uglavnom je masivna. Na nekim ležištima uz podinu pojavljuje se »trakasti« boksit,

gdje se višestruko izmjenjuju tanki prosljoci blijedožutog i svijetlocrvenog boksita.

Struktura je redovito pelitna. Boksit se sastoji uglavnom od jednolične kriptokristalaste mase. Vrlo rijetko se zapažaju bezbojni mikrokristalasti autigeni hidrargiliti i detritična zrna hidrargilita. Rijetko se zapažaju pseudobrečaste strukture.

Osnovni minerali u miocenskim glinovitim boksitima su hidrargilit, kaolinit, hematit i getit (tabela I). Ovi minerali u boksitu se nalaze u različitim međusobnim odnosima, od čega i ovisi kvaliteta boksita. Redovito u krovinskim dijelovima ležišta povećava se količina kaolinita a smanjuje količina hidrargilita, pa glinoviti boksiti prelaze u boksitične gline, a mjestimično i u čiste gline s vrlo malim sadržajem ili bez hidrargilita. Navedeni glavni minerali boksita su submikroskopskih dimenzija i intimno izmiješani, dajući kriptokristalastu masu ujednačenog izgleda. Jedino se po različitom stupnju obojenosti vidi da su minerali željeza nejednoliko raspoređeni. Najčešće u krovinskom dijelu ležišta od minerala željeza prevladava getit, a u podinskom hematit. U miocenskim boksitima i boksitičnim glinama bogato su zastupljeni akcesorni minerali koji su detaljno istraženi i opisani (Šušnjara & Šćavničar, 1976. i 1978.). Utvrđeni su: kalcit, kvarc, klorit, anatas, ilmenit, cirkon, turmalin, rutil, disten, staurolit, andaluzit, granat, korund, epidot, coisit, amfibol, titanit, brukit, apatit, kromspinel i feldspati, te visokotemperaturne modifikacije SiO_2 tridimit i kristobalit. Asocijacija akcesornih minerala vrlo je slična onima iz mlađih paleogenih boksita (tabela IV). Znatnije se razlikuju po vrsti cirkona. U miocenskim boksitima nalaze se kristalici ružičastog cirkona s cjevastim staklastim inkluzijama koji nedostaju u gornjopaleogenim boksitima.

Kalcit se nalazi isključivo u krovinskim dijelovima ležišta kao sekundarni mineral, nastao u postdijagenetskoj fazi. Kvarc je vezan uglavnom uz boksitične gline. Pojavljuje se kao angularna prozirna bezbojna detritična zrna, defektni kristali ili agregirana kristalna zrna. Vjerojatno je magmatskog porijekla.

Od teških akcesornih minerala najobilnije su zastupljeni ilmenit i cirkon. Ova dva minerala su vrlo značajna jer svojim karakteristikama upućuju na genetsku vezu s tufovima. Isto tako, redovito zastupljena grupa metamornih akcesornih minerala, disten, andaluzit i staurolit, ukazuje na eolsko porijeklo barem dijela ishodišnog boksitnog materijala.

Po kemijskom sastavu (tabela II) pripadaju visokosilicijskim boksitima, s relativno niskim sadržajima Fe_2O_3 . Neka manja ležišta pripadaju boksitičnim glinama, a mjestimično u pojedinim ležištima nalaze se i gline bez hidrargilita. Sadržaj nekih mikroelemenata u glinovitim boksitima prikazan je u tabeli III.

O genezi miocenskih boksita pisano je u nekoliko radova. Tako Trubelja (1971) za neogenske boksite kod Barača smatra da su nastali pretaložavanjem starijih boksita, a Sakač et al., (1984. i 1987) i Šinkovec et al. (1989) za miocenske boksite kod Lištice i Posušja, utvrdili su da potječu od pretaloženih starijih boksita i djelomično boksitizirane terra rosse.

Šušnjara & Šćavničar (1976. i 1978.) za miocenske boksite iz šireg područja Sinja, te Šinkovec et al. (1985) za miocenske boksite iz šireg područja Tounja, smatraju da su nastali in situ boksitogenim procesima ishodišnog materijala koji je kompleksnog porijekla; magmatskog, sedimentnog i metamornog. Dio ishodišnog materijala nastao je trošenjem karbonatne podloge, a drugi dio eolski materijali koji su porijeklom iz metamornih kompleksa i tufova.

U širem području Sinja kod Peruće i Trilja, gdje se nalaze uglavnom sva otkrivena miocenska ležišta boksita, od starijih boksita zastupljeni su kod Trilja uglavnom samo starijepaleogeni boksiti, dok u širem području Peruće nema pojava starijih boksita. Ležišta starijepaleogenih boksita u području Trilja su vrlo mala, pa njihovim pretaložavanjem ne bi se mogla dobiti tolika masa boksita koliko je sadržje miocenska ležišta. Osim toga za razliku od miocenskih boksita Lištice i Posušja, sinjski miocenski boksiti ne sadrže fragmente starijepaleogenih boksita. Nadalje, teško je za očekivati da bi se sav bemit koji je bitan boksitni mineral u sastavu starijepaleogenih boksita transformirao u hidrargilit, koji je jedini rudni mineral u miocenskim boksitima. Zatim, akcesorni minerali koji su vrlo bogato zastupljeni u miocenskim boksitima, praktički nedostaju u starijepaleogenim boksitima. Navedene činjenice, kao i strukturno-tektonski odnosi, paleomorfologija terena i drugo, praktički isključuju mogućnost da se radi o pretaloženim starijim ležištima. Miocenski boksiti sinjskog područja su autohtoni, nastali boksitogenim procesima in situ, s vrlo kratkim prenosom materijala iz viših dijelova terena u niže i to za vrijeme boksitizacije ishodišnog materijala.

Boksiti nesigurnog stratigrafskog položaja

Boksiti kojima zasad nije pouzdano određena stratigrafska pripadnost nalaze se uz granicu donjokrednih i gornjokrednih naslaga na planini Svilaji kod sela Ogorja, te unutar eocenskih naslaga uz jugozapadni rub Sinjskog polja kod sela Košute.

Kredni boksiti (?)

Poviše sela Ogorja, na jugozapadnim padinama planine Svilaje, više je manjih povezanih izdanaka boksita na površini 40×20 m. Boksiti leže na donjokrednim vapnencima u neposrednoj blizini granice s vapnenačko-dolomitnim brečama koje su u bazi cenoman-turonskih karbonatnih naslaga. Kako se ova granica označava kao eroziono-diskordantna (Raić et al., 1984), pretpostavilo se da bi tamošnji boksiti odgovarali kratkotrajnoj kopenoj fazi prijelaza donje u gornju kredu (Ivanović et al., 1978).

To su crveni boksiti znate strukture. Zaobljena i eliptična zrna pelitne su strukture i ujednačene veličine, promjera do 0,3 mm. Ona su gusto pakirana, a nalaze se u matriksu kriptokristalastog hidrargilita i getita. Mineralni sastav zrna i matriksa je isti. Primjećuju se i pretežno zaobljena detritična zrna krupnokristalastog hidrargilita. Od akcesornih minerala prisutni su turmalin i cirkon. Rendgenskom

analizom utvrđeno je da je glavni mineral hidrargilit, slijede zatim getit, kaolinit i anatas. Podaci o mineralnom i kemijskom sastavu dati su na tabelama I, II i III.

Premda se po položaju boksita Ogorja zaključuje na njihovu krednu starost, mineralni sastav kao i sadržaj mikroelemenata s tim nije u skladu. Za mezozojske boksite Dinarida općenito jedno od bitnih obilježja je bemit, a ne hidrargilit, kao osnovni mineralni sastojak. Prisutnost hidrargilita, sastav mikroelemenata, kao i relativno niski sadržaj kaolinita, odnosno postotak SiO_2 , obilježja su eocenskih boksita u području Sinja. Međutim, Promina naslage uz koje su boksiti mlađeg paleogena vezani, ne dolaze u tektonskoj strukturi Svilaje, pa mogućnost eocenske starosti ovih boksita ne dolazi u obzir. Iz istih razloga ne mogu se vezati niti uz miocenske boksite s kojima postoje sličnosti, osim u prosječnom sadržaju kaolinita, odnosno postotku SiO_2 komponente. Pitanje starosti boksita Ogorja ostaje stoga otvoreno.

Boksiti srednjeg eocena (?)

Nedaleko sela Košuta na jug od Sinja nalaze se manje pojave boksita uzduž granice foraminiferskih vapnenaca donjeg, odnosno dijela srednjeg eocena i vapnenačkih breča za koje se pretpostavlja da su srednjoeocenske starosti, odnosno da su starije od Promina naslaga sinjskog područja. Nema pouzdanih dokaza o starosti ovih breča, pa se tek uspoređuju s vjerojatno istovjetnim srednjoeocenskim sedimentima planine Promine, gdje su krovina nekolicine ležišta boksita (Sakač, 1972). Pojave boksita moguće srednjoeocenske starosti Košuta nisu ispitivane.

Pregled rezultata

U sinjskom području, na relativno malom prostoru od trijasa do miocena, utvrđeni su brojni prekidi sedimentacije praćeni boksitima i produktima kore trošenja. Radi cjelovitosti prikaza svih pojava ukratko se rezimiraju rezultati naših ranijih istraživanja gornjotrijaskih i donjokrednih pojava. Iznose se rezultati novijih svestranih istraživanja, koji do sada još nisu objavljeni, boksita starijeg paleogena, mlađeg paleogena i miocena. Istražen je njihov mineralni i kemijski sastav, sadržaj nekih elemenata u tragovima, teksture i strukture boksita, kao i njihovo rasprostranjenje, način pojavljivanja i stratigrafski položaj te strukturno-tektonske karakteristike najznačajnijeg boksitonosnog područja Visoke. Date su pretpostavke o genezi te usporedba s boksitima iste starosti drugih područja Vanjskih Dinarida.

Primljeno: 11. I. 1990.

Prihvaćeno: 7. V. 1990.

LITERATURA

Herak, M. (1986): A new concept of geotectonics of the Dinarids. Prirodoslovna istraž., 53, Acta geol., 16/1, 1-42, Zagreb.

- Ivanović, A., Sikirica, V. & Sakač, K. (1978): Tumač za list Drniš, OGK, M 1:100.000, p. 59, Izd. Savezni geol. zavod, Beograd.
- Katavić, V. (1979): Mineralna osnova na području općine Sinja. Privreda Dalmacije, 16/1-2, 13-16, Split.
- Kerner, F. (1916 a): Die Bauxitlagerstätten des südlichen Teiles der Österr.-Ungar. Monarchie. Berg-und Hüttenmänn. Jahrb., 64, 139-170. Wien-Leoben.
- Kerner, F. (1916 b): Erläuterungen zur Geologischen Karte Österr.-Ungar. Monarchie, Sinj und Spalato, M 1:75.000, p. 116, Verl. Geol. Reichsanst, Wien.
- Marinčić, S. (1970): Paleogenske breče šireg područja Mosora. Geol. vjesnik, 23, 113-119, Zagreb.
- Marinčić, S., Korolija, B., Mamužić, P., Magaš, N., Majcen, Ž., Brkić, M. & Benček, Đ. (1977): Tumač za list Omiš, OGK M 1:100.000, p. 51. Izd. Savezni geol. zavod, Beograd.
- Mladinović, D. (1958): Splitsko gravitaciono područje razmatrano s geološko-rudarskog stajališta. Zbornik društ. inž. tehn., 419-436, Split.
- Raić, V., Papeš, J., Sikirica, V. & Magaš, N. (1984): Tumač za list Sinj, OGK M 1:100.000, p. 52. Izd. Svezni geol. zavod, Beograd.
- Sakač, K. (1972): A new survey of stratigraphic bauxite-bearing horizons in Croatia (Yugoslavia). Bull. Sci. Acad. Yugosl. sci. et arts. 17/7-8, 221-223, Zagreb.
- Sakač, K., Šinkovec, B. & Gabrić, A. (1978): Geološka građa i boksiti Moseć planine, Dalmacija (južna Hrvatska). Geol. vjesnik, 30/1, 199-219, Zagreb.
- Sakač, K., Šinkovec, B., Jungwirth, E. & Lukšić, B. (1984): Opća obilježja geološke građe i ležišta boksita područja Imotski. Geol. vjesnik, 37, 153-174, Zagreb.
- Sakač, K., Šinkovec, B., Babić, Lj., Sesar, T., Drobne, K. & Zupanić, J. (1987): O tektonici, sedimentima paleogena i ležištima boksita područja Lištice u Hercegovini. Geol. vjesnik, 40, 351-378, Zagreb.
- Schubert, R. (1908): Die nutzbaren Minerallagerstätten Dalmatiens. Zeitschr. prakt. Geol., 16/2, 49-56, Berlin.
- Šinkovec, B. & Sakač, K. (1982): The Paleogene bauxites of Dalmatia. Travaux, ICSOBA, 12/17, 283-331, Zagreb.
- Šinkovec, B., Sakač, K., Palinkaš, L. & Miko, S. (1989): Geology of bauxite deposits in the Lištica (Herzegovina) and Imotski (Dalmatia) regions, Yugoslavia. Travaux ICSOBA, 19, 459-477, Zagreb.
- Šinkovec, B., Sakač, K. & Šušnjara, A. (1976): Donjokredni boksiti područja Kijeva i Dinare u Dalmaciji. Geol. vjesnik, 29, 277-285, Zagreb.
- Šinkovec, B., Šušnjara, A. & Sakač, K. (1975): Produkti površinskog trošenja u gornjem trijasu dijela srednje Dalmacije. Geol. vjesnik, 28, 311-319, Zagreb.
- Šinkovec, B., Šušnjara, A. & Sakač, K. (1985): Boksiti Korduna i susjednih područja. Geol. vjesnik, 38, 215-233, Zagreb.
- Šušnjara, A. (1974): Neogene clayey bauxites in central Dalmatia. Bull. sci. Conseil. Acad. RSF Yougosl., A, 19/7-8, 184-185, Zagreb.
- Šušnjara, A. & Sakač, K. (1988): Miocenski slatkovodni sedimenti područja Sinja u sredjoj Dalmaciji. Geol. vjesnik, 41, 51-74, Zagreb.
- Šušnjara, A. & Šćavničar, B. (1974): Tufovi u neogenim naslagama srednje Dalmacije (južna Hrvatska). Geol. vjesnik, 27, 239-253, Zagreb.
- Šušnjara, A. & Šćavničar, B. (1976): Akcesorni teški minerali u boksitima i karbonatnim stijenama podine boksita. IV jugosl. simp. istraž. eksploat. boksita, 53-66, Hercegovina.
- Šušnjara, A. & Šćavničar, B. (1978): Heavy minerals as provenance indices of tertiary bauxites in Dalmatia (Yugoslavia). 4th Intern. Congress for the Study of Bauxites, Alumina and Aluminium ICSOBA, 2, 822-837. Athens.
- Trubelja, F. (1971): Two different byuxite types in the area of Jajce, Bosnia. Proceed. Second Intern. sympos. ICSOBA, 2, 53-62, Budapest.

Bauxites of the Sinj area in Middle Dalmatia

A. Šušnjara, K. Sakač, A. Gabrić and B. Šinkovec

Surface weathering products in the Upper Triassic

They occur near the village of Jabuka, in the vicinity of Trilj. It is the place where the Anizian limestones are overlain by the Liassic sediments. Transgressive geologic boundary are traced by small occurrences of the bauxite appearance. In their lower part, Fe-chlorites are to be found almost exclusively, while, in the upper part, oolitic rock contains grains of chlorite, hematite and calcite, together with ooides of the chlorite-hematite composition in the matrix of calcite, chlorite and illite. Al-hydroxides were not detected.

Lower Cretaceous clayey bauxites

Appearances and small deposits of clayey bauxites were found near Kijevo and on the northern slopes of the Kozjak mountain and Mt Dinara in the vicinity of Veliki and Mali Lupoglav laying at the erosional-transgressive boundary of Malm and Lower Cretaceous limestones. Their mineralogical and chemical composition are shown in tables I and II.

Lower Cretaceous clayey bauxites were developed on the moderately shaped paleorelief due to the bauxitization of kaolinitic clays.

Late Paleogene bauxites

The extension of Late Paleogene bauxites are in the vicinity of Sinj, on the Visoka hill, and in several localities along the rim of Sinjsko polje, and southeast from Trilj. Upper Cretaceous rudistic limestones are footwall and lacustrine - brakish and marine limestones belonging to Cosina deposits of the Upper Paleocene to lowest part of Eocene are hanging wall of these bauxite. Erosional-transgressive contact is marked with numerous occurrences and small bauxite deposits of the irregular conus-like shape. Bauxite is a hard having an oolitic texture and lightred, yellow and violet colour. Boehmites is the main mineral. The silica content is usually low. Bauxite is characterized by the indigent content of accessory minerals. As previously reported (Šinkovec and Sakač, 1982) the later originated from the insoluble residuum of Cretaceous carbonate rocks.

Early Paleogene bauxites

Bauxites of this age are mostly located on the Visoka hill, near Sinj, in Gljeve, while small deposits and appearances are found near the village of Dobranja. Foraminiferal limestones of the Lower and the part of Middle Eocene, and partly Upper Cretaceous rudistic limestones are the bauxite footwall. The hanging wall is Promina formation of a different lithological composition; these are breccia-conglomerates, conglomerates, limestones and marls. Hanging-wall sediments are sedimented in the Upper Eocene, and, maybe, in the Lower Oligocene. The paleorelief, created during the land phase is well-marked, shaped. A sound denudation of that time is shown by the almost complete erosion of foraminiferal limestones, Liburnian strata and the part of rudistic limestones. Bauxite ore bodies vary in shape and size. Mostly they are irregular, usually lens-like fillings of paleorelief depressions, frequently they are elongated with variable thickness due to the roughness in the footwall limestones and having the average thickness of few meters. The shape of ore bodies are very well seen in the dug up spaces of the Visoka mine (fig. 4). A deposit Jagrija staja, near Gljeve is extremely big with approximately 1,5 km in size, 30 m in width and with a thickness of 25 meters.

Early Paleogene bauxites deposits are integral part of various tectonic frameworks, within folded and by faults dislocated Upper Cretaceous and Late Paleogene carbonate rocks and strata of Promina formation. Example for that can be found in the Sinj area, namely on the Visoka hill (fig. 3). These bauxites are mostly massive, uniform and red to brown in colour. Its texture is pelitic, pseudoolitic or granular. Hydrargillite and boehmite are main minerals of Early Paleogene bauxites (table I.) Contrary to Late Paleogene bauxites the silic content is usually higher, moreover some deposits show increased silica value, as well as,

loss of ignition (table II). Accessory heavy minerals are also more abundant (table IV). They are created due to the bauxitization, at the carbonate base, of materials coming from the footwall Cretaceous and Paleogene carbonate rocks and eolic materials of volcanic and terrigenous origin. The favourable chemical composition and a relative proximity of main communications and sea are reasons for the early investigations and exploitation which have been lasting, with short breaks, from the time after the First World War.

Miocene clayey bauxites

They are situated along the edge of the Sinj Miocene lacustrine basin in the vicinity of Trilj and HE power plant »Peruća«, where more than twenty larger and small deposits and numerous occurrences were discovered. They are laying above the karstified Upper Cretaceous limestones or Upper Paleogene breccias. Immediate hanging wall of bauxites are mostly Middle Miocene marl-like sediments, and only in few places the hanging wall is represented by calcareous breccias which belong to the base of Middle Miocene. Bauxite is accumulated in the pre-Miocene karstified paleodepressions so ore bodies have a shape of irregular elongated lenses. However they can be conical developed by filling up sinkholes and irregular recesses in the paleorelief. Miocene bauxite are mostly red, rarely yellow or brown to grey. Especially in the hanging wall part of the deposit, bauxite is criss-crossed by numerous fine veins, filled up with rust-coloured iron substances (goethite or limonite). In the deposit bases footwall carbonate rocks are usually covered by the limonite-hematite coating. Bauxites are soft and easily crushable. With respect to higher clay content they belong to clayey bauxites. Approaching the hanging wall most frequently the clay content is increasing and they are gradually passing to bauxitic clays, and sometimes even to pure clays or calcitic clays. The bauxite structure is mainly massive while the texture is pelitic. Bauxite mainly consists of uniform cryptocrystalline mass. Only sporadically colourless microcrystalline authigenic hydrargillite or its detrital grain can be observed. Main minerals in Miocene clayey bauxites are: hydrargillite, kaolinite, hematite and goethite (table I). Accessory minerals are very abundant in these bauxites (table IV). According to its chemical composition they pertain to high-silica bauxites (table II). The content of some microelements in clayey bauxites are shown in the table III. These Miocene bauxites are autochthonous developed by the bauxitization in situ. During the bauxitization, short-length transport of materials from upper to lower places could occur. The source material is of a very complex origin: sedimentary, magmatic and metamorphic. The part of source materials originated from the weathering of carbonate base, and the remain part is eolic material having an origin in metamorphic complexes and tuffs.

Bauxites of an uncertain stratigraphic position

Along the boundary between the Lower Cretaceous and Upper Cretaceous carbonate rocks near the village of Ogorje in Mt Svilaja, and within Eocene beds along the southwest edge of the Sinj polje near Košute village, bauxites for which the stratigraphic position was not reliably determined can be found.

Cretaceous bauxites (?)

One bigger occurrences at the marked locality consists of a red bauxite with a granular texture. Hydrargillite is a main mineral, which is not characteristic feature of Dinaric Mesozoic bauxites but of the nearby Miocene bauxites with a lower kaolinite and silice content (tables I, II and III).

Bauxites of the Middle Eocene

Unexplored bauxite appearances for which it has been assumed the age of Middle Eocene, more exactly that they are older than Promina sediments, were observed along the boundary between foraminiferal limestones and calcareous breccias. Bauxites of this stratigraphic position are found in the Drniš area (Ivanović and Sakač, 1974).