

Projekt »Boksiti i terra rossa Hrvatske i njihov odnos prema karbonatnoj platformi« financiran od Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske

BOKSITI I JELAR-NASLAGE

Krešimir SAKAČ¹, Boris ŠINKOVEC², Goran DURN² and Josip BENIĆ³

¹ Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1, 41000 Zagreb, Hrvatska; ² Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, 41000 Zagreb, Hrvatska; ³ Geološko-paleontološki zavod PMF, Zvonimirova 8, 41000 Zagreb, Hrvatska

Ključne riječi: Boksiti, Jelar-naslage

U tektonski nemirnom prostoru središnjeg dijela tektonske jedinice Adriatika u Dinaridima, uz klastične Jelar-naslage u gornjem lutetu nastala su manja ležišta i pojave boksita. Neujednačen kemijski sastav ovih eocenskih boksita, njihovo sporadično pojavljivanje u veoma razvedenom paleoreljefu, te petrografski sastav neposredne krovine odražavaju različite uvjete njihovog postanka.

Key-words: Bauxites, Jelar-beds

Minor bauxite deposits and occurrences were formed in tectonically disturbed environments in the middle part of the Adriatic geotectonic unit in Dinarides, contemporary with the clastic Jelar-beds in the Late Lutetian time. Uneven chemical composition of these Eocene bauxites, their sporadic occurrences in developed paleorelief as well as characteristic petrographic composition of the immediate overlying rocks point out at different genetical conditions.

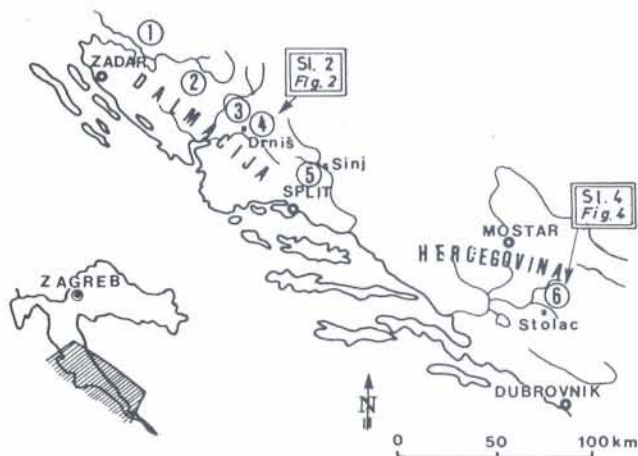
Uvod

Na dotada nezapažene i u mlade paleogenske Promina-naslage uvrštene vapnenačke eocenske breče jugozapadnih padina Promine kod Drniša u Dalmaciji prvi su upozorili Ivanović i Sakač (1971). Istakli su povezanost breča s boksitima drugačije superpozicije od ostalih daleko više rasprostranjenih paleogenskih boksita Dalmacije. Istovjetni klastični sedimenti praćeni boksitima zapaženi su potom u drugim dijelovima drniškog područja, npr. u Suknovcima kraj Oklaja, u Selinama pod Velebitom, u Erveniku (Sakač, 1972), pa uz istočni obod Sinjskog polja (Šušnjara et al., 1990), a nedavno i u predjelu Koritnik u Dabrici u Hercegovini (Sl. 1). Vapnenačke breče navedenih lokaliteta mogu se uvrstiti u Jelar-naslage, kao što je to već učinjeno u području Zrmanje uzvodno od Obrovca (Fritz et al., 1978).

U terenskim istraživanjima pojava i ležišta boksita povezanih s Jelar-naslagama sudjelovali su autori te geolozi Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu V. Pentzinger, A. Gabrić, B. Lukšić i S. Crnogaj.

Jelar-naslage

Jelar-naslage istraživanih područja su neuslojene do slabo uslojene karbonatne breče. Sastoje se od nesortiranih i nezaobljenih fragmenata vapnenaca gornje krede, eocenskih foraminiferskih vapnenaca i malobrojnih ulomaka drugih stijena. Zapažaju se također i sitni fragmenti i ooidi boksita. Veživo je većinom sparitsko s primjesama limonita i česticama boksita. Otud česta karakteristična njihova crvena boja. Na Promini tanko uslojeni crvenkasti kalkareniti debljine do 10 m bazalni su dio Jelar-naslaga. Pojavljuju se i kao tanje leće unutar breča. Debljina

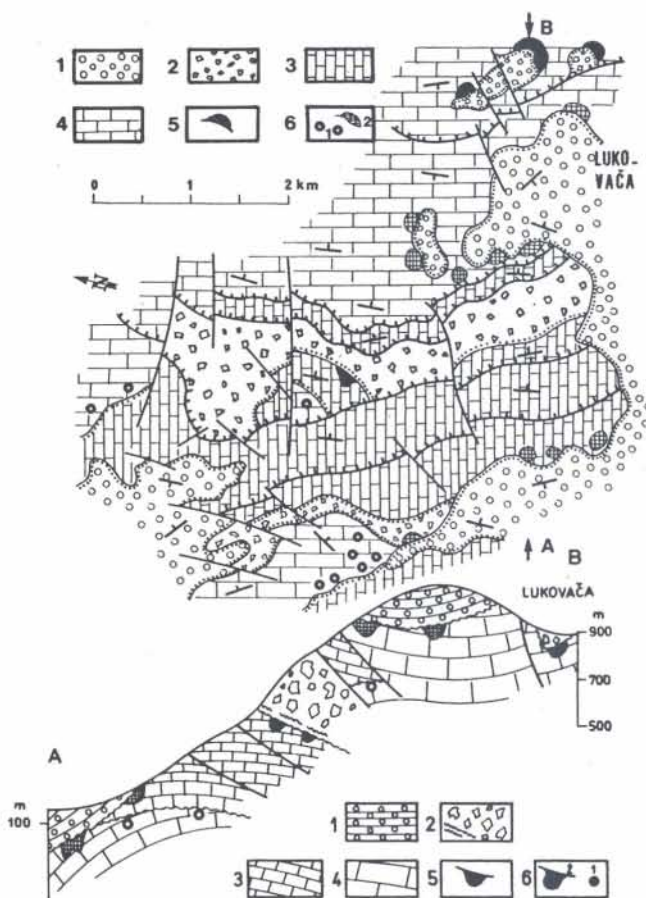


Sl. 1 Rasprostranjenost boksita povezanih s Jelar naslagama
Fig. 1 Distribution of the bauxites associated with Jelar formation
1 – Selina, 2 – Ervenik, 3 – Suknovci, 4 – Promina, 5 – Sinj, 6 – Dabrica

Jelar-naslaga na Promini je približno 100 m, a u Dabrici 30 m. Na ostalim je lokalitetima različita, jer su to tek njihovi erozioni ostaci rasjedima razbijeni u odvojene blokove.

Točniju starost Jelar-naslaga u područjima njihovog glavnog rasprostiranja u Velebitu i Lici nije bilo moguće utvrditi jer u njima nisu nađeni fosili, a leže diskordantno na podlozi različito starih naslaga bez krovine. Kao najmlađem superpozicijskom članu označavana im je općenita tercijarna starost. Međutim, u ovdje navedenim područjima određena im je eocenska pripadnost i to prema naslagama s kojima su u dodiru. Leže diskordantno na foraminiferskim eocenskim vapnencima, mjestimice i na vapnencima gornje krede (kod Ervenika i na Lukovači).

Kontakti su dijelom rasjedni, no češće praćeni pojavama boksita. Promina-naslage starosti gornji eocen – donji oligocen, odn. u Dabrci gornji lutet – barton, leže na Jelar-naslagama s jako izraženom diskordancijom koja je obilježena brojnim pojavama i ležištima boksita. Uz to, Jelar-naslage su zajedno s krednim i starijim paleogenskim naslagama daleko jače dislocirane od Promina-naslaga. Tako su u dijelu Promine uz lagano borane sedimente prominskih naslaga otkrivene veoma složene tektonske ljuskave strukture (sl. 2) s krednim i starije paleogenskim naslagama. To upućuje na veoma snažne pokrete koji su se prema Bahunu (1974) odvijali za vrijeme nastanka Jelar-naslaga, odn. prije taloženja Promina-naslaga.



Sl. 2 Pregledna geološka karta i profil dijela Promine u Dalmaciji (južna Hrvatska)

1 – Promina-naslage: konglomerati, lapori, biogeni vapnenici, ugljen. (Gornji eocen – donji oligocen). 2 – Jelar-naslage: vapnenačke breče s lećama kalkarenita. (Gornji dio srednjeg eocena). 3 – Foraminiferski vapnenici i Kozina naslage. (Donji eocen i dio srednjeg eocena). 4 – Vapnenici s rudistima. (Turon i senon). 5 – Boksiti srednjeg eocena. 6 – Boksiti: 1 – starijeg paleogena, 2 – mladeg paleogena.

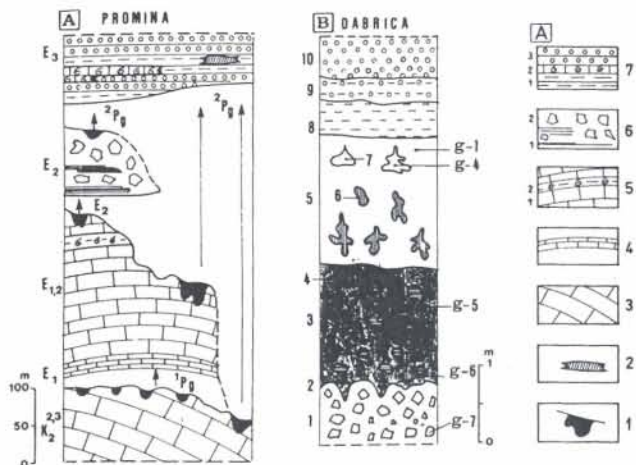
Fig. 2 General geological map and cross-section of the part of Promina in Dalmatia (Southern Croatia).

1 – Promina-beds: conglomerates, marls, biogenic limestones, coal. (Upper Eocene – Lower Oligocene). 2 – Jelar-beds: limestone breccias with lenses of the calcarenites. (Upper part of Middle Eocene). 3 – Foraminiferal limestones and Kozina-beds. (Lower Eocene and part of Middle Eocene). 4 – Limestones with rudists. (Turonian and Senonian). 5 – Bauxites of Middle Eocene. 6 – Bauxites of: 1 Early Paleogene, 2 Late Paleogene

Pozicija Jelar-naslaga najbolje je vidljiva uzduž jugozapadnih padina Promine. Tu foraminiferski vapnenici u podlozi Jelar-naslaga sadrže u svom donjem dijelu brojne alveoline donjeg eocena, kao što su *Alveolina oblonga* d'ORBIGNY, *A. rutimeyeri* HOTTINGER i drugi oblici, zatim slijede slojevi sa srednjoeocenskim foraminiferama: *A. frumentiformis* SCHWAGER, *A. ex. gr. levantina* HOTTINGER, pa *Nummulites millicaput* BOUBLEE, *N. atacicus* LEYMERIE, *Orbitolites complanatus* LMK, *Assilina spira* de ROISSY itd. U najmlađem dijelu unutar foraminiferskih vapnenaca su leće glinovitih vapnenaca i lapora s *Assilina exponens* SOW. i makrofosilima npr. *Chama granulosa* d'ARCH., *Ch. latecostata* BELLARDI, *Chlamys influmetus* LMK. i drugim oblicima. Završno se pojavljuju smeđasti glinoviti vapnenici i lapori s ostacima kopnene flore, što bi upućivalo na izdizanje sedimentacijskog prostora.

Promina-naslage na locus typicus označene su na osnovi poznate bogate makrofaune, foraminiferskih zajednica te paleoflore kao gornjoeocenske (Ivanović et al., 1978). Postoji mišljenje da bazalni dio tih naslaga možda odgovara gornjem dijelu srednjeg eocena, dok bi najmlađi njihov dio mogao odgovarati donjem oligocenu. Takve pretpostavke dosada nisu bile dokazane. Sada je međutim utvrđeno da mladi dio Promina-naslaga poviše Siverića, određeno slojevi donjeg dijela treće zone konglomerata, sadrži relativno bogat vapnenački nanoplankton. Uz brojne pretaložene kredne te donjoeocenske i srednjoeocenske vrste određene su i slijedeće autohtone vrste: *Isthmolithus rhenanus* MARTINI, *I. recurvus* DEFLANDRE, *Ericsonia formosa* (KAMPTNER), *Blackites spinosus* (DEFLANDRE & FERT), *Coronocyclus nitescens* (KAMPTNER) i drugi oblici. Najznačajnije su dvije vrste od kojih prema Perch-Nielsen (1986) *Isthmolithus rhenanus* MARTINI odgovara isključivo donjem oligocenu, odn. cenozoni NP-22, te *I. recurvus* DEFLANDRE (cenozoni NP 19-22), koja se prvi put pojavljuje sredinom gornjeg eocena (Martini, 1971). Time se prvi put dokazuje da je mladi dio Promina-naslaga u drniškom području zasigurno donjoooligocenske starosti. Prema tome Jelar-naslage tog područja, kao starije od prominskih sedimentata, mogle su tu nastati tijekom gornjeg luteta, dakle unutar srednjeg eocena. To ujedno određuje i razdoblje postanka boksita povezanih s Jelar-naslagama tog područja.

U Dabrci klastiti Jelar-naslaga leže isključivo na foraminiferskim vapnencima, koji prema Sliško-viću et al. (1962) također odgovaraju donjem eocenu i dijelu srednjeg eocena. Bazalni slojevi Promina-naslaga na lokalitetu Koritnik (sl. 4), kao i u širem području Dabrce sadrže također vapnenačke nanofosile. Dio je pretaložen i odgovara senonu i nižem eocenu. Autohtoni dio dijelom odgovara gornjem lutetu, tj. cenozoni NP-16 s vrstama *Discoaster bifax* BUKY, *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN), *Calcidiscus protoannulatus* (GARTNER) itd, dok vrste *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL), *Coronocyclus nitescens* (KAMPTNER) i *Dictyococcites bisectus* (HAY, MOHLER & WADE) odgovaraju bartonu, odn.



Sl. 3 Stratigrafski položaj boksita i Jelar-naslaga na Promini i u Dabrici.

A Promina

E₃ (7) – Promina-naslaga: lapori (7.1.), biogeni vapnenci (7.2.) i konglomerati (7.3.). (Gornji eocen – donji oligocen). E₂ (6) – Jelar-naslaga: vapnenačke breče (6.2.) i leće kalkarenita (6.1.). (Gornji dio srednjeg eocena). E_{1,2} (5) – Foraminiferski vapnenci (5.1.) s lećama lapora i glinovitih vapnenaca s fosilima (5.2.). (Donji eocen i dio srednjeg eocena). E₁ (4) – Kozina-naslaga: vapnenci. (Donji eocen). K_{2,3} (3) – Vapnenci s rudistima. (Turon i senon). 2 – Ugljen, 1 – Boksiti: ¹Pg – starijeg paleogena, E₂ – srednjeg eocena, ²Pg – mladeg paleogena

B Dabrica

1 – Jelar-naslaga: vapnenačke breče. 2 – Valutice boksita u pukotinama podine ležišta. 3 – Crveni boksit. 4 – Valutice žutog boksita. 5 – Žuta glina. 6 – Crvena glina. 7 – Bijela glina s kalcitom. 8 – 10 = Krovina. Promina-naslaga: 8 – lapor, 9 – lapor s valuticama, 10 – polimiktni konglomerat. g₁...g₇ pozicije uzetih uzoraka za analize

Fig. 3 Stratigraphic position of bauxites and Jelar-beds on Promina and at Dabrica

A Promina

E₃ (7) – Promina-beds: marls (7.1.), biostromal limestones (7.2.) and conglomerate (7.3.). (Upper Eocene – Lower Oligocene). E₂ (6) – Jelar-beds: limestone breccias and calcarenite lens (6.1.). (Upper part of Middle Eocene). E_{1,2} (5) – Foraminiferous limestones (5.1.) with marl lens and clayey fossiliferous limestones (5.2.). (Lower Eocene and part of Middle Eocene). E₁ (4) – Kozina-beds: limestones (Lower Eocene). K_{2,3} (3) – Limestones with rudists. (Turonian and Senonian). 2 – Coal. 1 – Bauxites: ¹Pg – Early Paleogene, E₂ – Middle Eocene, ²Pg – Late Paleogene.

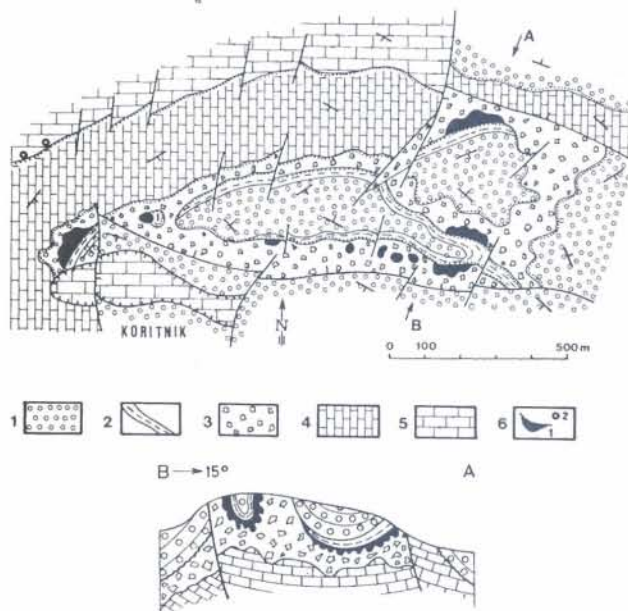
B Dabrica

1 – Jelar-beds: limestone breccias. 2 – Bauxite pebbles in the cleft of the footwall. 3 – Red bauxite. 4 – Yellow clay pebbles in the bauxite. 5 – Yellow clay. 6 – Red clay. 7 – White clay with calcite. 8–10 Hangingwall. Promina-beds: 8 – Marl. 9 – Marl with pebbles. 10 – Polymict conglomerate. g₁...g₇ Position of analyzed samples.

cenozoni NP-17. Po tome bi Jelar-naslaga u području Dabrice odgovarale srednjem eocenu, odn. dijelu luteta.

Ležišta boksita

Pojave i manja ležišta boksita koje je registrirao još Schubert (1909) u Selinama pod Velebitom na lokalitetu Dolac vjerojatno pripadaju razmatranim boksitima. Do sada nisu istraživana. U Erveniku boksita povezanih s Jelar-naslagama ima u predjelu Kučanska glava, u kanjonu rijeke Zrmanje. Ovdje na gornjokrednim rudistnim vapnencima uz jaku eroziju diskordanciju leže oko 30 m debele vap-



Sl. 4 Pregledna geološka karta i profil boksitonosnog područja Koritnik u Dabrici

1 – Konglomerati, lapori i kalkareniti. Promina-naslaga. (Gornji dio srednjeg eocena i gornji eocen). 2 – Lapori i gline, baza Promina-naslaga. (Gornji lutet – barton). 3 – Vapnenačke breče. Jelar-naslaga. (Mladi dio luteta). 4 – Vapnenci starijeg paleogena. Kozina-naslaga i foraminiferski vapnenci. (Donji eocen i dio srednjeg eocena). 5 – Vapnenci s rudistima. (Turon i senon). 6 – Boksiti: 1 – srednjeg eocena, 2 – starijeg paleogena.

Fig. 4 General geological map and cross-section of the bauxite bearing area of Koritnik at Dabrica.

1 – Conglomerates, marls and calcarenites. Promina-beds. (Upper part of Middle Eocene and Upper Eocene). 2 – Marls and clays at the base of the Promina-beds. (Upper Lutetian – Bartonian). 3 – Limestone breccias. Jelar-beds (Upper part of Lutetian). 4 – Limestones of the Early Paleogene. Kozina-beds and Foraminiferous limestones. (Lower Eocene and part of Middle Eocene). 5 – Limestones with rudists. (Turonian and Senonian). 6 – Bauxites of: 1 – Middle Eocene, 2 – Early Paleogene.

načke breče. U krovini su im Promina-naslaga. Vapnenačke breče ispunjavaju relativno duboku paleokršku uvalu u kojoj se mjestimično nalaze pojave boksita. Boksita ima duž 200 metara otvorene granice krednih vapnenaca i Jelar-breča. Glavno ležište ima dužinu izdanka 30 m, širinu do 15 m i debljinu do 2,5 m. Vapnenačke breče Jelar-naslaga krovina su boksita.

U široj okolici Drniša uz Jelar-naslaga boksiti se nalaze u Suknovcima, te na Promini pod Crvenim gredama i u predjelu Lukovača. U Suknovcima dva su glavna ležišta površine 300 i 500 m². Boksit leži na vapnenačkim brečama s crvenkastim vezivom, dok su konglomerati Promina-naslaga krovina. Istog stratigrafskog položaja su i male pojave boksita pod Crvenim gredama. Glavna ležišta srednjoeocenskih boksita na Promini su u Lukovači (sl. 2). Ondje su rudistni vapnenci podina boksita. Neposredna krovina tanko su uslojeni kalkareniti, poviše kojih su vapnenačke breče Jelar-naslaga. Veličina rudnih tijela vidljiva je u otkopima starih rudarskih radova. Dužina najvećeg izdanka je 55 m, a najveća debljina boksita iznosi 4 m.

U Dabrci kod Stoca u Hercegovini više je ležišta boksita u predjelu Korita (sl. 4). U podini boksita su vapnenačke breče Jelar-naslaga. Neposredna krovina su im gline i lapori koji navise postupno prelaze u konglomerate s tankim lećama lapora. Ove krovinske sedimente možemo poistovjetiti s Promina-naslaga. Ležišta su lećasta, nepravilna s izrazitom podrudnom morfologijom. Različito veliki izdanci boksita površine i do 500 m² nižu se u dužini od 1,5 km. Debljina boksita je do 5 m.

Većina navedenih ležišta boksita istražena je bušenjem. Pojedina su otkopana. Opsežniji rudarski radovi bili su na Promini. U Lukovači boksit povoljnog kvaliteta dijelom je otkopavan jamski. Za odvoz boksita od rudnika do pristupnog puta poviše zaseoka Tepljuh bila je postavljena svoznica. U Koritniku kod Dabrice u Hercegovini otkopana su tri veća ležišta, dok su ostala zbog povišenog sadržaja SiO₂ ostala nedirnuta. Red veličina istraženih ležišta je od svega nekoliko tisuća do više desetaka tisuća tona rude.

U selu Košuta, južno od Sinja, nalaze se manje pojave boksita na granici između foraminiferskih eocenskih vapnenaca i vapnenačkih breča za koje se pretpostavlja da su srednjoeocenske starosti (Šušnjara et al, 1990). Ovi boksiti nisu istraživani.

Po strukturi i mineralnom sastavu boksiti koji se nalaze uz Jelar-naslage slični su gornjopaleogenkim boksitima Dalmacije i Hercegovine, a razlikuju se od starije paleogenkih boksita s krovinom Kozina-naslaga. Struktura boksita pretežno je detritična, rjede oolitnodetritična. Zaobljeni i poluzaobljeni fragmenti boksita različitih veličina nalaze se u boksitnom matriksu. Krupnije čestice često su tamnije crvene (bogatije mineralima željeza), a sitnije svjetlije od matriksa. Nalaze se i uzorci u kojima su detritični fragmenti i matriks iste strukture i boje, pa se međusobno teško razlučuju. Ooidi su sitni i pretežno svjetliji od matriksa. Većinom se nalaze u krupnijim fragmentima, ali i pojedinačno u matriksu. Redovito su i često obilna detritična zrna mikrokristalastog hidrargilita duga do 1 mm. U nekim uzorcima boksita nalaze se uglasta i zaobljena zrna vapnenca i kalcita, a šupljine su ispunjene autigenim kalcitom.

U slučaju kada su Jelar-naslage krovina boksita, njihova granica je jasna i oštra. Ako su ove naslage podina boksita, boksiti navise prelaze u crvene gline na kojima leže prominski lapori i konglomerati (sl. 3).

U istraživanim boksitima utvrđeni su minerali: hidrargilit, bemit, kaolinit, hematit, getit, anatas i kalcit. Svi su minerali osim kalcita i manjeg dijela hidrargilita kriptokristalasti. Mikrokristalasti hidrargilit nalazi se u boksitu kao detritične krhotine kristala i zaobljena zrna kristaliziranog agregata. U pojedinim zrnima hidrargilit je vrlo sitnozrn i kolomorfne je strukture. U hidrargilitu se rijetko zapašaju vrlo sitna zrna kalcita.

Rendgenski su analizirani uzorci iz ležišta Ervenik, Lukovača i nekoliko uzoraka iz ležišta Dabrica uzetih po profilu ležišta (sl. 3). Rezultati su prikazani u tabeli 1.

U uzorku G-5 analizirana su i detritična zrna boksita iz boksita i pokazala su isti mineralni sastav

Tabela – Table I

Uzorak Sample	Bemit Boehmite	Hidrargilit Gibbsite	Kaolinit Kaolinite	Getit Goethite	Hematit Hematite	Anatas Anatase	Kalcit Calcite	Montmorilonit Montmorillonite
G-1			d	c*				m
G-4			d				p	
G-5	p	p	m	c	m	a		
G-6	p	p	m	c	m	a		
G-7**			d	c	m	a		
Ervenik		d	c	c	a	a		
Lukovača 1	p	p	a	c	c	a		
Lukovača 2	p	p	a	c	c	a		
Lukovača 3	p	c	a	m	c	a		

Legenda – Legend:

> 50 ≤ 100% (d) – prevladavajući – dominant

> 25 ≤ 50% (p) – obilan – plentiful

> 10 ≤ 25% (c) – čest – common

> 5 ≤ 10% (m) – sporedan – minor

> 1 ≤ 5% (a) – neznatan – accessory

c* – getit + amorfna komponenta – goethite + amorphous component

G-7** – netopivi ostatak fragmenta breče (7,8 tež. %) – insoluble residue of the breccia fragment (7.8 wt. %)

Lukovača 1 – boksit – bauxite (bulk sample)

Lukovača 2 – boksitni matriks – bauxite matrix

Lukovača 3 – boksitni pseudooolit – bauxite roundgrain

kao boksit. Uzorak G-6 su valutice boksita iz pukotina podinskih breča, a uzorak G-7 je netopivi ostatak fragmenta podinskih breča.

Kemijski sastav istraženih boksita prikazan je u tabeli 2.

Tabela – Table II

Lokalitet Locality	Ervenik	Suknovci 1	Suknovci 2	Dabrica 1	Dabrica 2
SiO ₂	10,24%	9,22%	8,00%	11,75%	16,60%
Al ₂ O ₃	43,25%	44,37%	43,95%	48,31%	45,26%
Fe ₂ O ₃	19,16%	26,16%	26,40%	17,00%	17,44%
TiO ₂	2,00%	2,65%	2,70%	2,45%	2,15%
G.Ž.–LOI	23,04%	19,15%	18,40%	19,29%	17,56%
Ni	160 ppm				
Co	26 ppm				
Cu	20 ppm				
Cr	335 ppm				
V	630 ppm				
Zn	540 ppm				

Uzorak Dabrica – 1 je s najmanjim sadržajem SiO₂ s toga lokaliteta.

Zaključak

Jelar-naslage i s njima povezani boksiti u razmatranim područjima Adrijatika nastali su za vrijeme gornjeg luteta. Prije i za vrijeme taloženja Jelar-naslaga odvijali su se snažni tektonski pokreti, što je bilo praćeno izdizanjem kopnenih površina iz

sedimentacijskog eocenskog prostora, te razvojem paleokrša na površini karbonatnih krednih i starijih paleogenskih naslaga. To okršivanje zahvatilo je i karbonatne klastite Jelar-naslaga za kopnene faze koja je prethodila taloženju Promina-naslaga u mladem dijelu eocena. Jelar-naslage nisu taložene suvislo u čitavom području sadašnje unutrašnje Dalmacije i u Hercegovini. Stoga su to nepovezane pojave različitih debljina i rasprostiranja. Jelar-naslage ukazuju na osobito naglašeni intenzitet tektonskih pokreta. Promina-naslage na locus typicus znatno su manje dislocirane od Jelar-naslaga i sedimenata starijeg paleogena i krede (sl. 2, 3 i 4). To znači da je intenzitet tektonskih pokreta ovdje bio osobito naglašen prije taloženja Promina-naslaga.

U vrijeme kopnenih faza prije i poslije nastanka Jelar-naslaga, na okršenom paleoreljefu mjestimično su akumulirani produkti površinskog trošenja uz popratne boksitogene procese. Stoga su pojedinim ležištima boksita Jelar-naslage krovina, kao u Lukovači na Promini i Kučanskoj glavi u Erveniku, a drugdje su im podina, npr. u Dabrici kod Stoca i u Suknovcima kod Drniša. Breče Jelar-naslaga u krovini boksita ukazuju na nagli prekid boksitogenih procesa tektonskom aktivnošću. Suprotno tome prekid boksitogenih procesa kod ležišta boksita koji leže na Jelar-naslagama bio je postupan; spuštanjem kopna u nižim dijelovima (gdje su prethodno depozirani boksiti) mjestimično su prvo u slatkovodnoj sredini taložene gline, a zatim lapori i konglomerati Promina-naslaga.

Primljeno: 10. II. 1993.

Prihvaćeno: 27. V. 1993.

LITERATURA

- Bahun, S., (1974): Tektogeneza Velebita i postanak Jelar-naslaga. *Geol. vjesnik*, 27, 49–52, Zagreb
- Fritz, F., Bahun, S., & Pavičić, A. (1978): Tektonski okvir karbonatnih klastita u području Zrmanje uzvodno od Obrovca. *Krš Jugosl.*, 9/6, 273–282, Zagreb
- Ivanović, A., Sikirica, V. & Sakač, K. (1978): Tumač osnovne geološke karte SFRJ, 1:100.000, list Drniš, (K. 33–9). 1–59., Inst. geol. istraž., Zagreb, Savez geol. zavod, Beograd
- Ivanović, A. & Sakač, K. (1971): Stratigraphic position of Eocene limestone breccias of the Promina mountain Dalmatia. *Bull. sci. Cons. Acad. Yugoslav.*, A, 16/9–10, 268, Zagreb
- Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary nannoplankton zonation. (U: Farinacci, A.: Proceedings II, Planktonic Conference, Roma), 739–785. Roma
- Perch-Nielsen, K. (1985): Cenozoic calcareous nannofossils. (U: Bolli, H. M. Saunders J. B. & Perch, K: Plankton stratigraphy), 427–554. Cambridge University Press, London
- Sakač, K. (1972): A new survey of stratigraphic position of bauxite-bearing horizons in Croatia (Yugoslavia). *Bull. sci. Cons. Acad. Yugoslav.*, A, 17/7–8, 221–223. Zagreb
- Sakač, K. & Šinkovec, B. (1991): The bauxites of the Dinarides. *Travaux ICSOBA*, 20–21(23), 1–12. Zagreb
- Schubert, R. (1909): Geologische Spezialkarte Osterreich-Ungar. Monarchie, Medak und Sv. Rok, M=1 75000. Izd. Geol. Reichsant. Wien.
- Šinkovec, B. & Sakač, K. (1982): The Paleogene bauxite of Dalmatia. *Travaux, ICSOBA*, 12/17, p. 293–331, Zagreb
- Slišković, T., Papeš, J., Raić, V., Luburić, P. (1962): O stratigrafiji i tektonici južne Hercegovine. *Geol. glasnik*, 6, 11–140, Sarajevo
- Šušnjara, A., Sakač, K., Gabrić, A. & Šinkovec, B. (1990): Boksiti područja Sinja u srednjoj Dalmaciji. *Geol. vjesnik*, 43, 169–179. Zagreb

The Bauxites and Jelar-Beds

K. Sakač, B. Šinkovec, G. Durn and J. Benić

The bauxite deposits and the Jelar-beds investigated are associated with the Adriatic geotectonic unit of the Dinarides, and are located in Dalmatia and Herzegovina (Fig. 1). Jelar-beds developed during intensive Middle Eocene tectonic movements in the Late Lutetian time. These mainly calcareous breccias rest unconformably on the Upper Cretaceous carbonate rocks and the Lower Paleogene limestones. Various lithological sequences of Promina-strata overly the Jelar-beds. While within the Promina mountain, the Promina-deposits accumulated during Upper Eocene and Lower Oligocene in the Dabrica region (Herzegovina) the deposition occurred through the Upper Lutetian, Bartonian and Priabonian time. The Jelar-deposits together with Cretaceous and older Paleogene carbonate sediments are a part of very complicated tectonic structures. These are partly imbrication structures, parts of minor napes, etc. These basal rocks are transgressively overlain by slightly less tectonically deformed Promina-deposits. (Fig. 2).

The bauxites related to the Jelar-beds belong to two stratigraphic positions. The first, older group is overlain by the Jelar-beds, while the other one stretch as footwall rocks of theirs.

In the case of the Jelar-beds as hanging wall rocks the boundary between them is clear and sharp. If the Jelar-beds form the footwall rocks of the bauxites, there is a gradual transition from the bauxites to the red clays, followed by the Promina-marls and conglomerates (Fig. 3).

The bauxites related to the Jelar-beds are similar to the Upper Paleogene bauxites in Dalmatia and Herzegovina by textural features and mineral composition. The bauxite texture is detrital predominantly, less often oolitic-detrital. Rounded or semirounded bauxite fragments of different size are surrounded by bauxite matrix. Coarser fragments are often darker (enriched in iron minerals), while finer fragments are lighter than matrix, but

samples without contrast colour hues between matrix and fragments are present as well. Ooids are fine and predominantly lighter than matrix. They are mostly in coarser fragments but also as separate ooids in matrix. Microcrystalline hydrargillite grains, long up to 1 mm, of detrital origin are regularly and often abundantly present. In some bauxite samples angular and rounded limestone and calcite grains have been observed as well, while interstices are filled with authigenic calcite.

The investigated bauxites contain following minerals: hydrargillite, boehmite, kaolinite, hematite, goethite, anatase and calcite. X-ray analysis of samples from Ervenik and Lukovača deposits and few samples from Dabrica deposit along a profile (Fig. 3) have been performed. The results are presented on the Table I (Sample G-7 is insoluble residue of matrix from the footwall breccias). Chemical composition of the bauxites is given in the Table 2.

The bauxite fragments in calcareous breccia cement of the Jelar-beds as well as the bauxites of the two different stratigraphic horizons prove continuous bauxite formation in the Lutetian time. Formation of the bauxite deposits, but also their simultaneous destruction and re-sedimentation happened in a wider Eocene dry land area and outside of the Jelar sediments formation sites. Different chemical composition of the immediate hanging wall rocks reflect unequal genetic conditions (Fig. 3).

Jelar-breccias in the bauxite hanging wall rocks point out on a sharp interruption of bauxitogenic processes caused by tectonics. On the contrary, interruption of bauxitogenic processes in the case of the bauxite deposits situated on the Jelar-beds was gradual, caused by subsidence of the terrain with already deposited bauxites, then follows sedimentation of clays and Promina-marls and conglomerates.