

Geol. vjesnik	29	277—285	3 tabele i 2 sl. u tekstu	Zagreb, 1976
---------------	----	---------	------------------------------	--------------

553.492:551.763(161.16/17.44)

BORIS ŠINKOVEC, KRESIMIR SAKAČ i ANTE SUŠNJARA

DONJOKREDNI BOKSITI PODRUČJA KIJEVA I DINARE U DALMACIJI

U razmatranom području nalaze se glinoviti boksiti nastali za vrijeme kratkotrajne kopnene faze u najdonjoj kredi. Glavni minerali boksita su bemit i kaolinit. Prisutnost pirita upućuje na to da su ovi boksiti taloženi u močvarnim uvjetima.

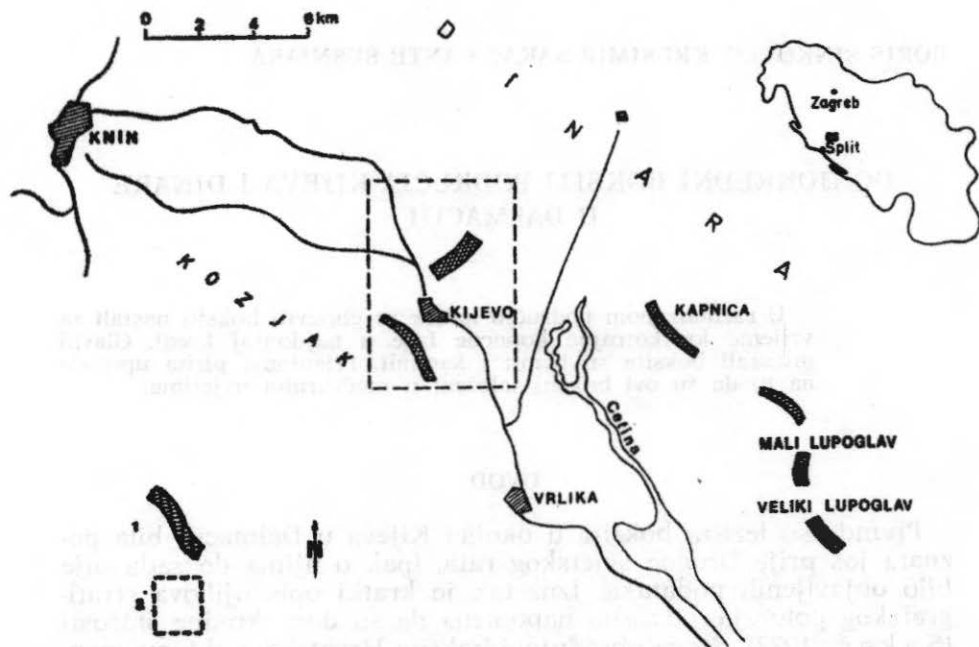
UVOD

Premda su ležišta boksita u okolici Kijeva u Dalmaciji bila poznata još prije Drugog svjetskog rata, ipak o njima do sada nije bilo objavljenih podataka. Izuzetak je kratki opis njihova stratigrafskog položaja, odnosno napomena da su donjokredne starosti (S a k a č, 1972). Stoga obrađujući boksite Hrvatske u sklopu znanstvene teme, koju vodi Institut za geološka istraživanja u Zagrebu, istraživani su i boksiti okolice Kijeva i planine Dinare, te im je utvrđena rasprostranjenost, geološki položaj i sastav.

RASPROSTRANJENOST DONJOKREDNIH BOKSITA

Donjokredni boksiti u Dalmaciji nalaze se u široj okolici izvorišta rijeke Cetine. Tu ih nalazimo sjeverno od Kijeva, zatim na dijelu sjeveroistočnih padina planine Kozjak, te na planini Dinari oko Malog i Velikog Lupoglava. Vjerojatno je rasprostranjenost donjokrednih boksita u Dalmaciji veća, ali o tome za sada nema pouzdanih podataka. Pretpostavljamo da se istovetni boksiti mogu nalaziti i u drugim područjima gdje donjokredne naslage leže transgresivno na karbonatnoj podlozi malma, primjerice na otoku Mljetu. Tome u prilog idu i brojna ležišta boksita donje krede na

planini Grmeč kod Bosanske Krupe (Sakač, 1969) sličnog mineralnog i kemijskog sastava (Sinkovec & Babić, 1973). Osim toga, donjokrednih boksita ima još u Crnoj Gori, a možda su iste starosti i pojave i ležišta u izvorišnom dijelu Rame (Grubić, 1975).



Sl. 1. Položaj donjokrednih boksita u području Kijevo i na planini Dinari u Dalmaciji

Text-fig. 1. The position of the Lower Cretaceous bauxite-bearing area of Kijevo and Mountain Dinara in Dalmatia

Legenda: 1. Boksitonosna područja, 2. Položaj priloga 1.

Legend: 1. The bauxite-bearing area, 2. The position of the annex 1.

STRATIGRAFSKI POLOŽAJ DONJOKREDNIH BOKSITA

Donjokredni boksiti u okolici Kijevo i na Dinari imaju u podini vapnence malma, a u krovini vapnence donje krede. Prema podacima neobjavljenog tumača OGK list Drniš (Ivanović & al., 1972), ove naslage imaju slijedeća obilježja:

Podinski vapnenci malma, kalcilutiti i biokalkareniti, imaju dobro izraženu laminarnu strukturu. Bijeli su, dijelom smeđasti, od-

likuju se znatnom čistoćom, jer sadrže od 95—97% CaCO_3 . Pripadnost malmu dokazan je brojnim nalazima mikrofosila od kojih se brojnošću ističu: *Clypeina jurassica* Favre, *Salpingoporella annulata* Carozzi, te razni oblici aberantnih tintinida koji pripadaju rodovima *Campbelliella*, *Tintinnopsella* itd. Debljina malmskih vapnenaca iznosi oko 100 m. U podlozi su im dolomiti i vapnenci starijeg dijela malma, s kojima su povezani postepenim prijelazom.

Neposredno na boksitu transgresivno leže uslojeni vapnenci koji se sastoje od kalcilutita, litokalkarenita i nešto kalcirudita. Mjestimično u ovim naslagama ima i leća dolomita. Značajno je obilježje kalcilutita i kalkarenita promjenljivi sadržaj CaCO_3 (93—97%), koji je nešto smanjen zbog sadržaja glinovite komponente. Kalcilutiti su izgrađeni od biogenog i litogenog detritusa intrabazenskog porijekla, dok su sastojci kalkarenita pseudooliti i dijelovi ljuštura organizama. U donjem dijelu ovih naslaga česti su nalazi mikrofosila koji upućuju na valendis-otrivsku starost slojeva. Mikrofosilna zajednica sastoji se od ovih oblika: *Cuneolina camposaurii* Sartoni & Crescenti, *Salpingoporella annulata* Carozzi, *Favreina salevensis* (Paréjas), *Orbitolinopsis capuensis* (De Castro), *Clypeina? solkani* Conrad & Radoičić itd. Navise slijede slojevi vapnenaca sa barem-aptskom mikrofosilnom zajednicom. Debljina donjokrednih vapnenaca u istraživanom području iznosi više stotina metara.

STRUKTURNO-TEKTONSKE KARAKTERISTIKE BOKSITONOSNOG PODRUČJA

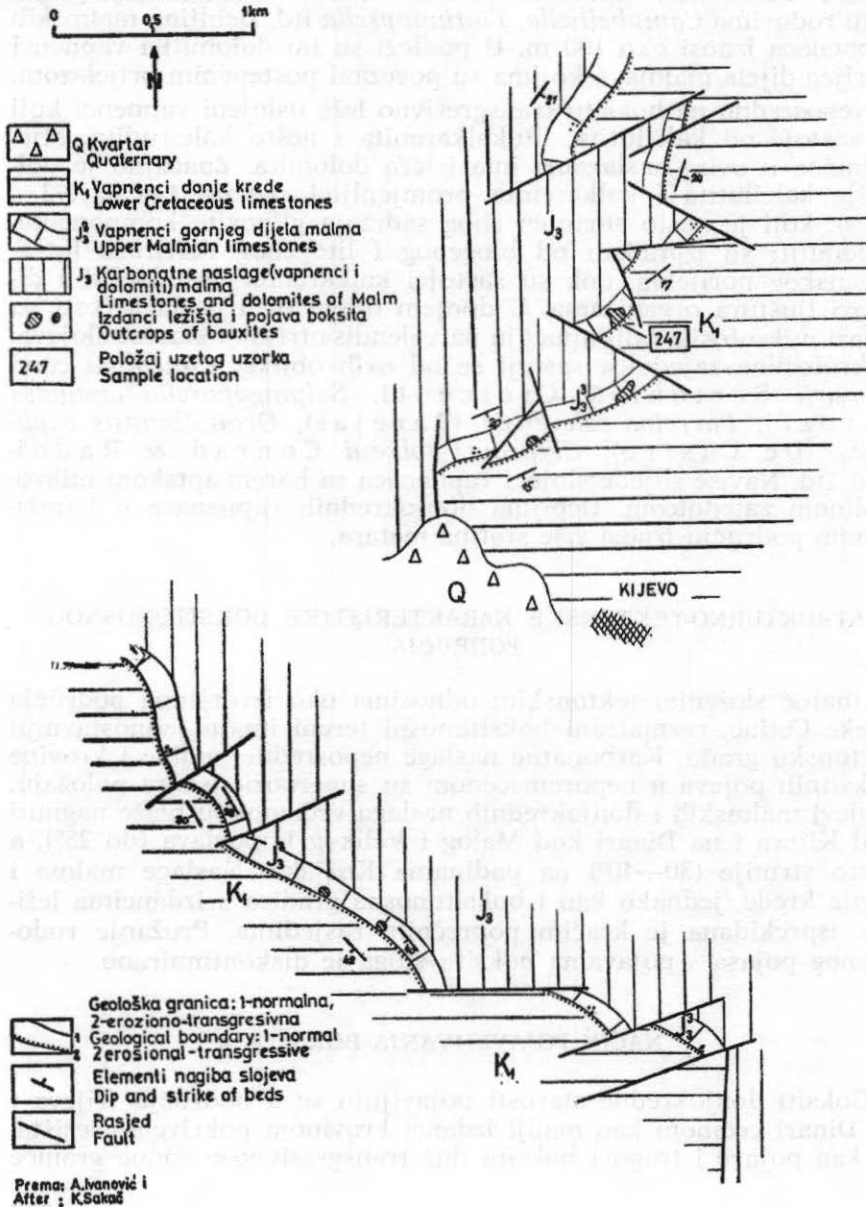
Unatoč složenim tektonskim odnosima oko izvorišnog područja rijeke Cetine, razmatrani boksitonosni tereni imaju jednostavniju tektonsku građu. Karbonatne naslage neposredne podine i krovine boksitnih pojava u neporemećenom su superpozicijskom položaju. Slojevi malmskih i donjokrednih naslaga većinom su blaže nagnuti kod Kijeva i na Dinari kod Malog i Velikog Lupoglava (do 25°), a nešto strmije (30—40°) na padinama Kozjaka. Naslage malma i donje krede, jednako kao i boksitonosna granica s izdancima ležišta, isprekidana je kraćim poprečnim rasjedima. Pružanje rudonosnog pojasa s pojavama boksita stoga je diskontinuirano.

NAČIN POJAVLJIVANJA BOKSITA

Boksiti donjokredne starosti pojavljuju se u području Kijeva i na Dinari većinom kao manji izdanci krovinom pokrivenih ležišta, ili kao pojave i tragovi boksita duž transgresivno-erozione granice

Geološka karta područja
Kijevo, Dalmacija s donjo-
krednim boksitima

Geological map of Lower
Cretaceous bauxite-bearing area
Kijevo in Dalmatia



Prema: A. Ivanović i
After: K. Sakadž

karbonatnih stijena malma i donje krede. Nešto većih izdanaka boksita s površinom od više desetaka m² ima u području sjeverno od Kijeve, te oko Lupoglava na Dinari. Debljina boksita na otvorenim izdancima navedenih lokaliteta iznosi od 1 do 2 m. U podinskim vapnencima zapaža se slabo izražen podrudni reljef.

PALEOGEOGRAFSKI ODNOSI

Donjokredni boksiti u razmatranom području nastali su na kopnu koje je bilo izdignuto mladokimerijskim pokretima pod kraj malma. Izdignuto kopno bilo je prostorno ograničeno i bilo je već u nekomu ponovno preplavljeno morem. Paleoreljef je bio na donjokrednom kopnu slabo razveden. Hipsometrijske razlike nisu mogle biti znatne, tako da su i procesi površinske denudacije u vrijeme kopnene faze mogli biti samo umjereni. Posljedica toga je slabije izražena eroziona diskordancija između malmskih i donjokrednih naslaga. Vjerojatno i pokreti koji su prethodili kopnenoj fazi nisu bili jačeg zamašaja, jer se kutna diskordancija između podinskih i krovinskih naslaga boksitnih pojava oko izvorišnog područja Cetine gotovo ne zapaža. Zbog navedenog slijeda zbivanja boksitogeni procesi mogli su biti slabijeg intenziteta, pa su se na paleoreljefu u toku kratkotrajne kopnene faze mogla formirati samo manja ležišta i pojave boksita.

KEMIJSKI I MINERALNI SASTAV BOKSITA

Kemijski sastav boksita ispitan je na prosječnom uzorku br. 247 uzetom s ležišta koje se nalazi sjeverno od Kijeve (tabela I):

Tabela I — Table I

Kemijski sastav boksita (u %)
Chemical Composition of Bauxite (in %)

SiO ₂	23,08 ⁰
Al ₂ O ₃	38,94
Fe ₂ O ₃	21,81
TiO ₂	2,01
MnO	tr.
CaO	0,06
MgO	0,04
H ₂ O ^{105°}	1,28
H ₂ O ^{180°}	0,47
Gub. žar.	12,13
	99,82

Analitičar: D. Šiftar

Sadržaj nekih mikroelemenata utvrđen je na uzorcima s istog ležišta (tabela II). Uzorak br. 242 je od podinskog dijela ležišta, br. 243 iz srednjeg dijela, a br. 246 iz krovinskog dijela ležišta.

Tabela II — Tabla II
Sadržaj mikroelemenata u boksitu (u ppm)
Content of Microelements in Bauxite (in ppm)

Uzorak Sample	Cu	Ni	Co	Cr	V	Zr
242	72	230	15	100	390	240
243	75	240	15	100	390	310
246	120	330	20	<100	670	<200

Termičkom, rendgenskom i mikroskopskom analizom utvrđen je slijedeći mineralni sastav donjokrednih boksita i boksitičnih stijena: bemit, kaolinit, hidrargilit, hematit, pirit, getit, anatas, hidroliskun, turmalin. Kaolinit i bemit su glavni minerali, zatim po zastupljenosti slijede minerali željeza, a ostali minerali su podređeni.

Termički su analizirana dva uzorka. Analizom je utvrđeno da su u uzorku br. 247 glavni minerali bemit i kaolinit, a getit je podređen. U uzorku br. 8936, koji potječe s ležišta na Dinari, utvrđeno je da je kaolinit glavni mineral, dok je getit podređen.

Rendgenski su analizirana tri uzorka. Dva uzorka su uzeta s dvije boksitične pojave na Dinari. U uzorku br. 8936 A utvrđen je kaolinit i getit. Mineralni sastav uzorka br. 7915 je slijedeći: bemit, kaolinit > getit > hematit > anatas. U uzorku br. 247 utvrđeni su: bemit, kaolinit > getit, hematit > anatas.

Mikroskopskim pregledom ustanovljeno je da su minerali boksita najvećim dijelom kriptokristalasti.

Bemit je kriptokristalast. Boja mu ovisi o količini kriptokristalastog hematita, odnosno getita, s kojima je često intimno vezan.

Kaolinit je većinom kriptokristalast. U dijelovima boksita i boksitičnih stijena s malim sadržajem minerala željeza kaolinit je mikrokristalast, a zrna mozaično srastaju. Zrna kaolinita su vrlo sitna, promjera 2–5 μ , rijetko do 10 μ . Zapaženo je da su zrna veća ukoliko je sadržaj željeza manji, što znači da je prekrizacijom kriptokristalastog kaolinita pogodovala čišća sredina.

Hidrargilit se nalazi kao nakupine mikrokristalastog hidrargilita koji je kristalizirao iz otopina u šuplinama.

Hematit je kriptokristalast, samo rijetko se nađu sitni listići veličine 1 do 2 μ . Neravnomjerno je raspoređen u boksitu, a izgrađuje i nakupine nepravilnog oblika.

Pirit je redovito obilno zastupljen u boksitu. To su sitni heksaedarski kristali dimenzija 10 do 50 μ , rijetko do 250 μ . Pirit je limonitiziran, a limonit je dijelom izlužen, tako da su preostale šupljine pravilnih kontura. U nekim od tih šupljina iskristalizirao je hidrargilit.

Getit je sekundaran mineral nastao limonitizacijom pirita, a izgrađuje i žilice.

Listići *hidroliskuna* su rijetki, a veličina im je do 20 μ .

Od detritičnih minerala zapažen je *turmalin*.

Proračunom kemijske analize utvrđen je slijedeći mineralni sastav uzorka br. 247 (tabela III):

Tabela III — Table III

Mineralni sastav boksita (u %)
Mineral Composition of Bauxite (in %)

kaolinit	50,6%
bemit	23,3
getit	18,1
hematit	6,0
anatas	2,0

Pri proračunu kemijske analize, gubitak žarenja je tretiran kao voda, jer se iz kemijske i mikroskopske analize razabire da nema karbonata u boksitu.

Budući da istraživani donjokredni boksiti imaju povišen sadržaj kaolinita, oni pripadaju grupi *glinovitih boksita*. Termičkom i rendgenskom analizom utvrđeno je da se na području Kijeva i na Dinari pored glinovitih boksita nalaze i donjokredne stijene boksitičnog izgleda. Ove stijene ne sadrže Al-hidrokside, nego samo kaolinit s promjenjivom količinom pirita, getita i hematita.

Istraživani boksiti pretežno su pelitne strukture. U kritokristalnoj masi mjestimično se nalaze sitni pseudooliti i ooliti koji se od osnove razlikuju većim ili manjim sadržajem minerala željeza. U nekim uzorcima prisutnost pirita je toliko obilna da pelitna struktura prelazi u pseudoporfirnu strukturu.

UVJETI POSTANKA POJAVA BOKSITA

Prema iznesenim podacima može se zaključiti da se formiranje boksitnih pojava vršilo na slabo razvedenom paleoreljefu na površini karbonatnih stijena. Za sada ne raspoložemo podacima o porijeklu ishodišnog materijala od kojeg je nastao boksit, ali se po mineralno-kemijskom sastavu i litološkim tipovima boksita mogu izvesti neki zaključci o uvjetima taloženja istraživanih donjokrednih boksita.

Boksiti područja Kijeve i Dinare nastali su boksitizacijom kaolinitnih glina koje su mjestimično prekrivale kopno izgrađeno od malmških karbonatnih stijena. Količina tih glina morala je biti mala, zbog čega broj pojava boksita, kao ni njihova veličina, nije znatna. Sudeći prema stalnoj prisutnosti pirita u boksitu, na malmškom vapnenačkom paleoreljefu prevladavali su močvarni uvjeti. 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 ovim močvarama vladali su reduktivni uvjeti, tako da je zbog produkata truljenja prisutne organske materije dio željeza iz primarnog hematita ili getita reduciran i obaran kao pirit.

Jedan od razloga nepotpune boksitizacije glina mogli su biti još i nepovoljni klimatski uvjeti. Na takav zaključak upućuje sličnost mineralnog i kemijskog sastava boksita istraživanog područja te donjokrednih boksita Grmeča kod Bosanske Krupe.

Primljeno 29. 3. 1976.

Zavod za mineralogiju, petrologiju
i ekonomsku geologiju,
Rudarsko-geološko-naftni fakultet,
Pierottijeva 6, 41000 Zagreb

Geološko-paleontološki muzej,
Demetrova 1, 41000 Zagreb

Institut za geološka istraživanja,
Sachsova 2, 41000 Zagreb

LITERATURA

- Grubić, A. (1975): Geologija jugoslavenskih boksita. — Poseb. izd. SANU, knj. 483, Odjelj. priir.-matem. nauka knj. 44, 181 str, Beograd.
- Ivanović, A., Sikirica, V. & Sakač, K. (1972): Tumač Osnovne geološke karte SFRJ — list Drniš. U štampi.
- Sakač, K. (1969): O stratigrafiji, tektonici i boksitima planine Grmeč u zapadnoj Bosni. — Geol. vjesnik, 22, 269—301, Zagreb.
- Sakač, K. (1972): A new survey of stratigraphic bauxite-bearing horizons in Croatia (Yugoslavia). — Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl., 17/7—8, 221—223, Zagreb.
- Šinkovec, B. & Babić, V. (1973): Kemijski i mineralni sastav donjokrednih glinovitih boksita u planini Grmeč. — Geol. vjesnik, 26, 245—253, Zagreb.

B. SINKOVEC, K. SAKAČ and A. SUŠNJARA

LOWER CRETACEOUS BAUXITES OF THE KIJEVO AREA AND MT. DINARA, DALMATIA (SOUTHERN CROATIA)

The Lower Cretaceous bauxites and bauxitic rocks occur in Dalmatia in the vicinity of Kijevo and on Mt. Dinara. To date there has been no data published about these rocks. The bauxites lie on Malmian limestones which

are of high CaCO_3 content (95—97%). They occur as outcrop deposits or as traces along the erosional-transgressive line between Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments. The bauxites originated in the terrestrial environment by the end of the Malm, but, already in the Lower Cretaceous, this region was again flooded by sea. During this short emergence phase a palaeorelief was developed with slight morphology on the surface of Malmian limestones.

The chemical and mineral composition of the investigated Lower Cretaceous bauxites is given in Tables I, II and III. These data show the following determined mineral content: boehmite, kaolinite, hydrargilite, hematite, pyrite, goethite, anatase, hydromica and tourmaline. Kaolinite and boehmite are the main minerals, and next come Fe-minerals. The other minerals are sporadic.

Since the investigated minerals contain a higher amount of kaolinite they belong to a group of clayey bauxites. Beside clayey bauxites, in the investigated area, the rocks of bauxitic habitus with no Al-Hydroxide are also found. These rocks contain only kaolinite with variable pyrite, goethite and hematite content.

The formation of bauxites occurred on a relief with slight morphology and on the surface of carbonate rocks. We have no data concerning a derivation of bauxite source material. It could be assumed that the Lower Cretaceous bauxites of Kijevo and Dinara were formed by the bauxitization of kaolinitic clays. These clays covered the carbonate base in the Lowermost Cretaceous. The amount of these palaeokarst clays was small since the occurrence of bauxites and their outcrops are not large. Due to the presence of pyrite in these bauxites we can conclude that a swamp environment was dominant in the palaeorelief. The process of kaolinitic clays bauxitization was short since the sporadic running waters transported partially bauxitized clays into the swamps. In this environment the bauxitization process was interrupted. In the swamps there were reductive conditions. Products of organic decay caused reduction of iron from the primary hematite or goethite and its deposition as pyrite. Unfavourable climatic conditions could also cause incomplete bauxitization of the palaeokarst clays. This is indicated by the similarity of the mineral and chemical composition of the investigated Lower Cretaceous bauxites with the bauxites of Mt. Grmeč in Bosnia. The Grmeč bauxites are also Lower Cretaceous in age. Similar bauxitogenic processes are found in the Dinarides region in Crna Gora (Montenegro), parts of Herzegovina, and probably in the eastern parts of Bosnia as well.

Our opinion is that the Lower Cretaceous bauxites in the Dinarides have not been investigated completely. There is therefore, a possibility of finding more such localities with similar geological relationships, i. e. on the locations where Lower Cretaceous sediments are transgressive on the carbonate base.

Received 26 March 1976

*Department of Mineralogy,
Petrology and Economic Geology,
Faculty of Mining, Geology
and Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, 41000 Zagreb*

*Museum of Geology and Paleontology,
Demetrova 1, 41000 Zagreb*

*Institute of Geology,
Sachsova 2, 41000 Zagreb*