

ANALIZA EOCENSKOG PALEORELJEFA I TEKTONSKIH ZBIVANJA U PODRUČJU DRNIŠA U DALMACIJI S OBZIROM NA POSTANAK LEŽIŠTA BOKSITA

S 2 table (karta i profili) u prilogu

Prominske naslage mlađeg paleogena transgredirale su u području Drniša na paleoreljef različitog litološkog sastava. Taj se paleoreljef sastojao od karbonatnih naslaga gornje krede i starijeg paleogena, srednjoeocenskih lapora, te vjerojatno i od klastičnih stijena gornjeg permia i najdonjeg trijasa. Mineralni reziduum, od kojeg su postala eocenska ležišta boksita kod Drniša, mogao je nastati trošenjem svih navedenih stijena srednjoeocenskog paleoreljefa.

UVOD

Postoje različita stanovišta o porijeklu mineralnog materijala od kojeg su postala ležišta boksita. Najpoznatija je teorija »terra rosse« M. Kišpatića (1912) i F. Tućana (1912, 1934), o isključivoj genetskoj povezanosti boksita s vapnencima i dolomitima, odnosno o boksitu kao fosilnoj terra rossi. Ta donedavna najviše prihvaćena teorija i danas ima brojne pristalice ne samo kod nas (Pavlović & Protić 1964, Bešlić, Vuković & Čičović 1965 i dr.), već i u svijetu (Hill 1955, Weisse, de 1964 i dr.). Drugi su autori mišljenja da je količina Al_2O_3 u karbonatnim stijenama nedovoljna za takav postanak boksita, pa traže druge izvore ovog osnovnog sastojka boksita. Tako je još A. Lacroix (1901) pretpostavio da su boksiti južne Francuske nastali raspadanjem, odnosno lateritizacijom silikatnih stijena Centralnog Masiva.

O nekarbonatnom porijeklu mineralnog materijala boksita različite starosti u različitim dijelovima svijeta raspravlja se posljednjih godina u nizu radova. Tako E. Roch (1959) smatra da su francuski boksiti nastali lateritizacijom granita i glinenih škriljavaca Centralnog Masiva Francuske, V. A. Zans (1952) i L. J. Chubb (1963) povezuju lateritizaciju andezitskih tufova Jamaike s postankom tamošnjih boksita, dok G. I. Bushinsky (1964) navodi da je izvor mineralnog materijala geosinklinalnih boksita raznih stratigrafskih horizonata u Sovjeskom Savezu bila kora trošenja lateritskog tipa, koja se razvila na alumosilikatnim stijenama, većinom na bazični mi ultrabazičnim eruptivima.

Slične primjere tumačenja o nekarbonatnom porijeklu mineralnog reziduuma od kojeg su nastali boksiti nalazimo u mnogim djelima drugih autora, od kojih su za nas interesantna osobito ona s primjerima iz Dinarida. Tako je još F. Katzer (1910, 1917) bio mišljenja da su paleogenski boksiti Hercegovine nastali rastrošbom eruptivnih stijena. Teorija S. Miholića (1956) o postanku boksita u Dinaridima iz mineralnog reziduuma koji je nastao trošenjem lapora zapažena je u svijetu i često se

komentira. Najznačajniji je rad B. Šinkovca (1969) u kojem autor dokazuje da su trijaski boksiti Like nastali trošenjem klastičnih i piroklastičnih srednjotrijaskih stijena uz neznatno učešće mineralnog reziduuma koji potječe od karbonatnih naslaga.

Ovo posljednje tumačenje najbliže je teoriji o heterolitskom porijeklu boksita E. Vadasza (1951). Taj autor smatra da boksitni materijal može postati od većine stijena ukoliko postoje odgovarajući prirodni uvjeti, tj. povoljna klima, dovoljno dugo trajanje razdoblja rastrožbe stijena itd. Takvo tumačenje pridobija sve više pristalica (Bárdossy 1964, Jurković & Sakač 1964, Marić 1966. itd.), koji su mišljenja da je boksitni materijal mogao nastati podjednako trošenjem karbonatnih i alumosilikatnih stijena, što je ovisno o litološkom sastavu paleoreljefa.

Takvo tumačenje dosada se još nije pokušalo primijeniti na nekom određenom boksitnom području Dalmacije, gdje imamo boksite na raznovrsnom paleoreljefu. Stoga se za takvo razmatranje odabralo područje Drniša poznato po bogatstvu s boksitom i u svjetskoj naučnoj literaturi. Da bi se objasnile geološke okolnosti u vrijeme postanka boksita eocenske starosti oko Drniša izvršena je analiza stratigrafskih, tektonskih i paleogeografskih karakteristika tog područja. Na toj osnovici izveden je zaključak o tome koje su stijene izgrađivale eocenski paleoreljef, odnosno koje su od tih stijena mogle biti genetski povezane s boksitom.

U ovoj su analizi korišteni i noviji rezultati geoloških istraživanja, koji su dobiveni geološkim kartiranjem okolice Drniša. U tim sam radovima sudjelovao surađujući s geolozima i suradnicima Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu (A. Ivanović, S. Marković, J. Zupanič i drugi). Ovdje se nadalje navode još neobjavljene odredbe rudista A. Polšaka i P. Mamužića, kao i mikrofosila krednih naslaga M. Grimani, kojima se zahvaljujem na dozvoli objavljivanja podataka.

STRATIGRAFSKI PREGLED

Razmatrano područje izgrađuju karbonatne i klastične naslage perma, mezozoika i paleogena. One su podijeljene na slijedeće stratigrafske jedinice.

PERM

U Petrovom i Kosovom polju nalaze se crveni pješčenjaci, siltiti i šejli. Naslage su bezfosilne. F. Kerner (1901) bio je mišljenja da su dio sajskih naslaga. K. Sakač, I. Gušić & B. Šćavničar (1970) pridaju im gornjopermsku starost i stavljaju ih u bazu donjotrijaskih naslaga. Ove klastite prate anhidriti, odnosno gipsne naslage u kojima ima blokova crnih vapnenaca s *Favreina salevensis* (Paréjas). Kontakti anhidrita sa crnim vapnencima su vjerojatno rasjedni.

TRIJAS

Klastično-karbonatne naslage donjeg dijela skita

Na gonjopermskim crvenim klastitima leže bez oštre granice šareni pješčenjaci i pjeskoviti kalkareniti. Oni, osobito u svom višem dijelu imaju uloške crnih sitnozrnih i fino-zrnih vapnenaca. Vapnenci su laminirani, nemaju fosilne ostatke.

U sivim vapnenim pješčenjacima nedavno su u Kosovu polju prvi put pronađeni fosili (Sakač, Gušić & Ščavničar 1970). To su mikrofosilne zajednice karakteristične za najdonji trijas. Sastoje se od fišerina ili glomospira (*Agathammina*, *Glomospira* i dr.), *Ammodiscus incertus* (d'Orbigny) i prekrizaliziranih involutinida. Od makrofosila pronađene su ljuštore školjkaša *Gervillia* i *Pseudomonotis*, te kućice sitnih gastropoda.

Klastično-karbonatne naslage najdonjeg trijasa nalaze se zajedno sa crvenim gornjopermskim klastitima u veoma složenoj tektonskoj zoni, gdje se pojavljuju kao nepovezani izdanci u kvartaru. Na priloženoj geološkoj karti izdvojene su kao jedna stratigrafski jedinica s oznakom P_3T_1 .

Sajske naslage

Crvene tinjčaste šejle i pješčenjake s kamenim jezgrama i ljušturama *Anodontophora fassaensis* Wissm. i klarajama zapazio je u Petrovu polju nedaleko Drniša još F. Kerner (1901). Na priloženoj geološkoj karti izdvojen je taj lokalitet s oznakom T_1 .

Uz opisane permske i donjotrijaske naslage nalaze se u Petrovom i Kosovom polju i druge stijene kojima tačna starost još nije utvrđena. To su šarene, mjestimično i crne šupljikave breče, crni vapnenci itd. Ove stijene nisu izdvojene na geološkoj karti.

JURA

U bližoj okolini Drniša, na istraživanom području, jurske naslage nisu otkrivene. Izuzetak bi mogli biti jedino dolomiti koji se u Uzdolju nalaze u bazi donjokrednih naslaga. Za te dolomite mogla bi se eventualno pretpostaviti malmska starost.

Na sjeveroistočnim padinama Kozjaka u sastavu istraživanih terena nalaze se malmske naslage. One se sastoje od dolomita ($1J_3$ i $3J_3$), lemeških slojeva ($2J_3$) i bijelih jedrih vapnenaca s kojima završavaju malmske naslage ($4J_3$).

Uz granicu s donjokrednim naslagama razvijen je na malmskim bijelim vapnencima paleoreljef s tragovima boksita. Lateralno se bijeli vapnenci malma isklinjuju, pa donjokredne naslage leže na Kozjaku diskordantno i na malmskim dolomitima.

KREDA

Kredne naslage drniškog područja imaju malo fosila podesnih za paleontološku odredbu, pa im je zbog njihove litološke jednodolnosti otežano određivanje tačne starosti. Zato je dosadašnja stratigrafska podjela krednih naslaga bila slabo paleontološki dokumentirana (npr. Kerner

1901). Stoga ovdje navodimo podatke o novim odredbama krednih fosila pomoću kojih je utvrđena ova starost i rasprostranjenost krednih naslaga oko Drniša.

Donja kreda

Fosilima je utvrđena barrême-aptska i albska starost donjokrednih naslaga planine Promine. Da li ovdje postoje i ekvivalenti najdonje krede, ili barrême-aptski vapnenci leže transgresivno na svojoj podlozi kao na susjednom Kozjaku, nije bilo moguće utvrditi zbog brojnih rasjeda i pokrivenosti terena.

Dobro uslojeni i pločasti vapnenci barrême-apta mjestimično su bogati mikrofosilima. Najčešći su: *Salpingoporella dinarica* Radoičić, *Bacinella irregularis* Radoičić, *Favreina salevensis* (Paréjas), orbitoline i primitivne kuneoline. Viši, albski nivo donjokrednih naslaga, sastoji se od vapnenaca, vapnenačkih breča, kao i dolomita u prijelaznom dijelu prema gornjoj kredi. U vapnencima su mikrofosili: *Coskinoloides texanus* Keijzer, *Cuneolina pavonia parva* Henson, *Nummoloculina heimi* Bonet itd.

Barrême-aptske naslage nije bilo moguće odijeliti od albskih, zbog komplicirane tektonske građe i još nedovoljnog broja paleontoloških analiza. Prikazali smo ih na karti kao jednu cjelinu (K_1). Također još nije tačno utvrđeno da li je prijelaz u gornju kredu kontinuiran, ili je i ovdje kao i na obližnjoj Svilaji došlo do prekida u sedimentaciji.

Gornja kreda

Gornjokredne naslage drniškog područja mogu se podijeliti na dva dijela, na cenomansko-donjoturanske vapnenačke breče, dolomite i vapnence (K_2^{1-2}) i rudistne vapnence turonsko-senonske starosti (K_2^{2-3}).

Gornjokredne naslage započinju vapnenačkim brečama u kojima ima uložaka dolomita. Naviše slijede tipične Chondrodonta-naslage, tj. dolomiti u izmjeni s vapnencima. U vapnencima su brojni radiolitidi, hondrodonte, kao i ovi mikrofosili: *Nezzazata simplex* Omara, *Nummoloculina heimi* Bonet, *Cyclolina cretacea* d'Orbigny, *Vidalina hispanica* Schlumberger, *Chrysalidina conica* Henson, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) itd. Potpun razvoj cenomansko-donjoturanskih naslaga je na istočnim padinama planine Promine, gdje se vjerojatno kontinuirano nastavljaju na albske naslage. U kanjonu Čikole, južno od Drniša, otkrivene su Chondrodonta-naslage.

Rudistni vapnenci prema novim istraživanjima imaju stratigrafski raspon od gornjeg dijela turona do santon-campana. Na to upućuju slijedeći rudisti – turon: *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny), *Radiolites praesauvagesi* Toucas, *Distefanella raricostata* Slišković; coniac: *Praeradiolites anatolicus* Kühn, *Radiolites* cf. *douvillei gracilis* Polšak, *R. trigeri* (Coquand), *Durania spadai* Parona;

santon-campan: *Hippurites (Orbignya) cf. praecessor* Douvillé, H. (O.) *cornuvaccinum gaudryi* Kühn. Toj listi makrofosila dodajemo i najčešće mikrofosile rudistnih vapnenaca: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Aeolisaccus kotori* Radoičić, *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas, *Pseudolituonella reicheli* Marie, *Nezzazata simplex* Omara.

Hipuritne faune nađene su ne samo na južnim padinama planine Promine, već i u Ramljanima. To upućuje na istovjetnost razvoja gornje krede na čitavom drniškom području. To ujedno znači da ovdje nije došlo do prekida u sedimentaciji potkraj turona, odnosno na početku senona, kako se to dosad općenito smatralo.

Na planini Kozjaku donjokredni vapnenci leže transgresivno na malmskim dolomitima i malmskim vapnencima. Na južnim i sjevernim padinama ove planine ima i rudistnih vapnenaca. Međutim, za to područje nedostaju detaljniji biostratigrafski podaci, pa su kredne naslage podijeljene na donjokredne (K_1) i gornjokredne (K_2).

PALEOGEN

Paleogenu drniškog područja odgovaraju dva sedimentacijska ciklusa. Starijem pripadaju kozinske naslage (E_1), foraminiferski vapnenci (E_{1-2}), te srednjoeocenski vapnoviti lapori i lapori (E_2), a mlađem prominske naslage (Kerner 1901, Quitzow 1941a, Ivanović i suradn. 1969, itd.).

Naslage starijeg paleogena najpotpunije su razvijene južno od Širitovaca, oko Drninovaca i Konjevrata (tab. I, profil 1). One potpuno nedostaju sjeverno od Promine i na planini Kozjaku.

Kod prominskih naslaga razlikuje se stariji dio, koji odgovara gornjem dijelu srednjeg eocena i donjem dijelu gornjeg eocena ($E_{2,3}$), i mlađi dio gornjoeocenske starosti (E_3) (Quitzow 1941a i 1941b, Ivanović i suradn. 1969). Starije se prominske naslage nalaze južno od Širitovaca, a mlađe oko Drniša i na planini Promini. Kod obih postoje različiti litološki elementi (Zupanić 1969a), od kojih je rasprostranjenost dominantnih stijena – konglomerata, brečokonglomerata, lapora i biokalkarenita prikazana na geološkoj karti.

Tačna starost prominskih naslaga planine Kozjaka sjeverno od Drniša nije još određena. Za te gruboklastične sedimente, konglomerate, brečokonglomerate i kalkarenite s tankim lećama vapnovitih lapora, pretpostavljamo da su taloženi u gornjem eocenu, a dijelom možda i u donjem oligocenu, stoga što je dokazano da su slojevi prominskih naslaga sve mlađi idući od jugozapada prema sjeveroistoku (Quitzow 1941a, Ivanović i suradn. 1969).

Prominske naslage leže transgresivno i diskordantno na podlozi, odn. na naslagama starijeg paleogena, krede, malma, a vjerojatno i donjeg trijasa i gornjeg perma. Stratigrafski hijatus između prominskih naslaga

i podloge povećava se u smjeru od jugozapada prema sjeveroistoku. U tom su smislu utvrđene nove pojedinosti. Tako se pokazalo, da gotovo na čitavom prostoru južno od Širitovaca između Drinovaca i Konjevratu (tab. I, profil 1), prominske naslage leže transgresivno na srednjoeocenskim laporima – E₂ (Sakač 1969). Ekvivalentnih naslaga srednjeg eocena ima i na užem drniškom području, na južnim padinama planine Promine. Tu na njima leže transgresivno gruboklastične bazalne prominske naslage (tab. I, profil 2). Srednjoeocenski lapori planine Promine ranije su uvrštavani u tzv. »gornjonomulitne slojeve« prominskih naslaga (Kerner 1901. i drugi). Osim toga, veoma je vjerojatno da su prominske naslage izravno transgredirale na naslage donjeg trijasa i gornjeg perma. Na to upućuju valutice i ulomci klastičnih stijena navedene starosti u bazalnim slojevima prominskih slojeva duž zapadnog oboda Petrova polja, kao i vjerojatno neporemećen transgresivni položaj prominskih brečokonglomerata prema donjotrijaskim klastitima u Kričkama, istočno od Drniša, također u Petrovom polju.

Razmatranje odnosa prominskih naslaga prema transgrediranoj podlozi u raznim dijelovima drniškog područja došlo se do određenih zaključaka o razvoju i izgledu paleoreljefa u eocenu, što se u odgovarajućem poglavlju dovelo u vezu s uvjetima postanka ležišta boksita.

TEKTONSKI DIO

Tektonske strukture drniškog područja posljedica su najmanje četiriju orogenetskih faza, laramijskih pokreta s prijelaza krede u paleogen, eocenskih ilirskih, odnosno predpirenejskih boranja, te najmanje dviju tektonskih faza mlađeg kenozoika. Podatke o tome nalazimo u djelima F. Kernerera (1901), O. Kühna (1946), H. W. Quitzowa (1941a, 1941b), D. Šikića (1963) i drugih autora. Istovjetne tektonogenetske odnose opisali su u obrovačkom području R. Schubert (1909), K. Sakač (1961) F. Fritz & A. Šušnjara (1968) i dr. Ovdje se zato ne ulazi u detaljniju analizu ovih pokreta, već se iznose bitni elementi vezani uz postanak ležišta boksita i tektonskih struktura s ležištima boksita.

Poznato je da su laramijski pokreti bili na ovom području slabog intenziteta. Zato je kutna diskordancija između naslaga starijeg paleogena i rudistnih vapnenaca slabo izražena, nasuprot erozionoj diskordanciji jasno obilježenoj mnogobrojnim malim ležištima boksita duž svih granica navedenih naslaga.

Srednjoeocenski pokreti bili su u ovom području veoma intenzivni. Na to upućuju ne samo specifične izoklinalne i druge tektonske strukture pod transgresivnim pokrovom prominskih naslaga, već i pojava valutica-ulomaka klastičnih stijena gornjeg perma i donjeg trijasa u bazalnim slojevima prominskih naslaga.

Strukturne razlike između tektonskih jedinica s krednim i starijim paleogenskim naslagama i onih izgrađenih od prominskih sedimenata poslužili su O. Kühn (1934, 1946) i H. W. Quitzow (1941a) kod utvrđivanja srednjoeocenske orogenetske faze u Dalmaciji. Te strukturne razlike nisu jednakomjerno izražene na čitavom drniškom području. Tako se u području s nešto jednostavnijom tekotnikom na krškoj zaravni podno planine Promine, između Drniša, Oklaja i Širitovaca, genetski diskontinuitet između navedenih struktura zapaža uglavnom po tome, što osi sinklinala prominskih naslaga presijecaju pružanje osi antiklinala kredno-starijepaleogenskih naslaga. Primjeri za to su strukture kod Kumanova, Jukića i Kaluna. Izrazite razlike u vrstama struktura nalaze se na jugozapadnim padinama planine Promine i u njezinom središnjem dijelu. Tu se nalazi nekoliko struktura koje su još za srednjoeocenskih pokreta došle u izoklinalni i prevrnuti položaj (tab. I, profil 2 i profil uz geol. kartu). To su stisnute bore, odn. antiklinale rudistnih vapnenaca i sinklinala starijepaleogenskih naslaga. Slojevi su im nagnuti prema sjeveroistoku, većinom pod strmim kutom, dok su osne ravnine prevrnutih bora nagnute prema jugozapadu.

Nasuprot tome, prominske naslage leže na ovim starijim strukturama kao tipičan transgresivni pokrov s posve drugačijim strukturnim karakteristikama. To su jednostavne sinklinalne s malom amplitudom boranja i s velikim rasponom gotovo simetričnih krila. Najbolji primjer opisanih strukturnih razlika nalazimo u Lukaru, gdje jedna jednostavna sinklinala prominskih naslaga leži na izoklinalnim strukturama s rudistnim vapnencima i naslagama starijeg paleogena.

Prominske naslage borane su prema tome zajedno sa svojom podlogom, ali to je boranje bilo slabije u odnosu na srednjoeocensku orogenetsku fazu. Još jednu potvrdu u prilog tome možemo naći i na planini Kozjaku, gdje jedna jednostavna sinforma prominskih naslaga leži na jako dislociranim mezozojskim naslagama.

Premda je već time dovoljno istaknuta jačina srednjoeocenskih pokreta ne treba zapostaviti jednu pojavu koja dosad nije bila dovoljno naglašena. Radi se o valuticama i ulomcima klastičnih stijena donjeg trijasa i gornjeg perma u bazalnim slojevima prominskih naslaga duž zapadnog oboda Petrovog polja. Tu pojavu između Drniša i Siverića zapaža i J. Zupanić (1969b) tačno navodeći da ih nema u višim dijelovima prominskih naslaga. Ovu pojavu može se tumačiti tako, da su klastične stijene gornjeg perma i donjeg trijasa izbile na površinu već u srednjem eocenu uslijed jakog boranja, a potom denudiranja debelog kompleksa mezozojskih naslaga. Ograničena rasprostranjenost valutica-ulomaka navedenih klastičnih stijena u prominskim slojevima upućuje na to, da su izdanci klastičnih stijena imali u srednjem eocenu malu površinu, te da su već početkom mlade paleogenske transgresije bile prekrivene bazalnim prominskim slojevima. Tektonska zbivanja kojima su ove klastične stijene i prateće evaporitne naslage izbile na tako

velikom prostoru u Kosovu i Petrovu polju morala su se zbiti kasnije, vjerojatno u neogenu, a svakako prije taloženja neznatno poremećenih slatkovodnih mladokenozojskih sedimenata.

Zbog tih mladih tektonskih pokreta prominske su naslage pretrpjele uz obod Kosova polja, i u zoni s reversnim rasjedima na sjeverozapadnom dijelu planine Promine, znatno jače tektonske poremećaje nego u ostalim dijelovima drniškog područja. Uz obod Kosova polja prominske su naslage snažno drobljene i razlomljene rasjedima jednako kao i okolne kredne naslage, dok na planini Promini reversni rasjedi jednako tako presijecaju slojeve i bore krednih, odnosno starijih paleogenskih naslaga, kao i prominskih sedimenata.

Prema tome koji tipovi struktura prevladavaju, drniško se područje može podijeliti na četiri dijela. To su – 1. struktura Kozjak s jursko-krednim naslagama i erozionim ostatkom transgresivnog pokrova prominskih naslaga, 2. tektonski prodor klastičnih stijena gornjeg perma i donjeg trijasa s pratećim evaporitnim naslagama Kosova i Petrova polja, 3. snažno dislocirano područje sjeveroistočnih padina planine Promine i Ramljana izgrađeno pretežno od krednih naslaga, 4. jugozapadni dio područja s linearnim borama gornjokrednih i paleogenskih naslaga.

Struktura Kozjak

Od ove strukture prikazan je na geološkoj karti samo onaj dio koji dobro ilustrira transgresivni položaj prominskih naslaga na malmsko-krednoj podlozi. Tu se ujedno vidi da su prije taloženja prominskih naslaga malmske i kredne naslage intenzivno borane i rasjedane. Zato prominske naslage u obliku jednostavne sinforme leže na starijim strukturama u kojima se na sjevernim padinama planine Kozjaka ističu poprečni rasjedi velikog vektora ukupnog kretanja.

U strukturi Kozjaka ležišta boksita u bazi prominskih naslaga ima samo na južnim padinama ove planine, uz granicu prominskih konglomerata i rudistnih vapnenaca. Na čitavom preostalom prostranom području nema pojava boksita, premda se uglavnom radi o neporemećenim transgresivno-diskordantnim granicama prominskih naslaga i podloge.

Tektonski sklop Kosova i Petrova polja

Klastično-evaporitne naslage gornjeg perma i donjeg trijasa u Petrovom i Kosovom polju tvore tektonski sklop duž kojeg su vršena snažna orogenetska kretanja tokom nekoliko uzastopnih faza (Šikić 1964 i dr.). Po tome što se strukture s krednim i paleogenkim naslagama naglo prekidaju na obodima Petrovog i Kosovog polja duž prekrivenih granica sa klastično-evaporatnim naslagama, očito se radi o rasjednim granicama, odnosno rasjedima s velikim vektorom ukupnog kretanja. U tom bi smislu mogli izuzeti jedino područje između Drniša i Siverića za

koje pretpostavljamo izravnu transgresiju prominskih naslaga na klasične stijene gornjeg perma, odnosno donjeg trijasa. Ta granica nije trebala pretrpjeti veće promjene u kasnijim pokretima, jer su prominske naslage ovdje ostale gotovo neporemećene. Sličan je položaj prominskih naslaga u Petrovu polju kod Kričaka.

Unutar tektonskog sklopa Kosovog i Petrovog polja nema pojava boksita.

Područje Ramljana i sjeveroistočnih padina Promine

U ovom tektonskom sklopu nedostaju pravilne bore i odgovarajući sistemi h01 ruptura koji karakteriziraju tektoniku jugozapadnog dijela drniškog područja. Ovdje prevladavaju kredne naslage, nedostaju naslage starijeg paleogena, dok su prominski sedimenti svedeni na male pojave konglomerata i brečokonglomerata. Čitavo je ovo područje ispresijecano mnogobrojnim rupturama, odnosno rasjedima. Ovi složeni tektonski odnosi na priloženoj su geološkoj karti pojednostavnjeni prikazom najistaknutijih ruptura. Dominantna su dva rasjeda. Jedan u Ramljanima presijeca jugozapadno krilo veće asimetrične sinklinale krednih naslaga, a drugi je uzrokovao reversno prebacivanje gornjokrednih naslaga na rudistne vapnence i naslage paleogena. Taj reversni rasjed ima regionalno značenje, jer se od hrpta planine Promine nastavlja prema sjeverozapadu u Bukovicu. On ujedno dijeli opisivani tektonski sklop od jugozapadnog dijela drniškog područja s drugačijim strukturnim karakteristikama.

Na sjeveroistočnim padinama Promine nisu registrirane pojave boksita. Malobrojna ležišta boksita postoje oko Ramljana, gdje su vezana uz neporemećene kontakte prominskih naslaga i rudistnih vapnenaca.

Jugozapadni dio drniškog područja

Ovo se područje sastoji od niza antiklinala s gornjokrednim i starije-paleogenskim naslagama i lagano boranog transgresivnog pokrova prominskih naslaga. Intenzitet dislociranosti naslaga povećava se od juga prema sjeveru. Tako kod Drinovaca i još južnije oko Konjevrate (tab. I, profil 1) nalazimo uspravne simetrične bore s rudistnim vapnencima u tjemenu antiklinala i paleogenskim naslagama na njihovim krilima. Prominske naslage leže na ovim borama kao blago borani sinformni pokrov. Kutna diskordancija između prominskih naslaga i podloge tu nije jako izražena, pa tamo gdje one leže na srednjoeocenskim laporima, većinom se i ne zapaža. Erozijska i kutna diskordancija jače je izražena oko Drniša, na Kalunu, kod Kumanova, a jako naglašena na južnim padinama planine Promine i oko Oklaja. U tom su smislu, tj. u smjeru sjevero-

istoka, sve izrazitije tektogenetske razlike struktura nastalih u srednjoeocenskoj orogenetskoj fazi i onih izgrađenih od prominskih naslaga (profil uz geol. kartu).

Ležišta se boksita u ovom dijelu drniškog područja nalaze u dva stratigrafska horizonta (F. Kerner, 1916, H. W. Quitzow, 1944). Starija su u bazi naslaga starijeg paleogena. Takva nemaju ekonomskog značenja. Mlađi boksiti su u bazi prominskih naslaga. Kako su se ležišta boksita formirala na karbonatnoj podlozi srednjoeocenskog paleoreljefa to ih nalazimo na gornjokrednim rudistnim vapnencima i eocenskim foraminiferskim vapnencima, dok potpuno nedostaju tamo, gdje se u podlozi prominskih naslaga nalaze srednjoeocenski lapori, kao npr. kod Konjevrata, Drinovaca i na južnim padinama planine Promine.

Najpoznatije strukture s ležištima boksita nalaze se zapadno i sjeverozapadno od Drniša, kao i na području Moseć planine izvan istraživanog područja. Između Kaluna, Bogatića i Oklaja ima nekoliko takvih tektonskih struktura. To su dosta jednostavne sinklinale, ili erozioni ostaci većih sinklinala prominskih naslaga, čije se osi pružaju od sjeverozapada prema jugoistoku. Ležišta boksita u ovim strukturama nisu samo na površini, uz granicu prominskih naslaga s rudistnim vapnencima ili foraminiferskim vapnencima, već se nalaze pod krovinskim naslagama na različitim dubinama. Tako se otkopavanjem boksita doprlo u rudniku Kalun do dubine od 350 m ispod površine, što je dosada najveća dubina u rudnicima boksita u svijetu.

Najizrazitija struktura prominskih naslaga drniškog područja nalazi se na klasičnom lokalitetu razvoja ovih sedimenata, na jugoistočnom dijelu planine Promine, između Drniša, Siverića i Razvođa. To je brahisinklinala, s blago nagnutim krilima. Sastoji se od četiriju zona konglomerata i triju zona lapora (Kerner, 1901, Zupanić, 1969). Položaj prominskih naslaga, odnosno bazalnih brečokonglomerata prema podlozi, tj. klastičnih stijena gornjeg perma i donjeg trijasa duž zapadnog oboda Petrovog polja nije vidljiv jer su ovi kontakti prekriveni. Međutim, od Razvođa do Tepljuha duž sjeverozapadnog i sjevernog obodnog dijela strukture može se pratiti izvrsno izražena kutna i eroziona diskordancija, lateralna izmjena facijesa u prominskim naslagama, kao i napredovanje transgresije u gornjeg eocena u smjeru sjevera. Dobro otkriven paleoreljef pokazuje velike hipsometrijske razlike, dok je niz manjih udubljenja ispunjen boksitom.

Rasjedi jugozapadnog dijela drniškog područja su dvovrsni, jedni su reversni a drugi poprečni ili dijagonalni na osi bora.

Reversni su rasjedi malobrojni. Nalaze se u okolici Oklaja u prijelaznoj zoni prema jače poremećenom sjevernom dijelu područja. Rasjedne su im plohe nagnute prema sjeveroistoku. Brojniji su poprečni i dijagonalni rasjedi koji presijecajući strukture s ležištima boksita naglo sužuju ili prekidaju kredno-paleogenske sinklinale i antiklinale, kao npr. u zapadnom dijelu Kaluna.

OSVRT NA PALEOGEOGRAFSKE ODNOSU U SREDNJEM EOCENU

Prostorni raspored stratigrafskih članova prominskih naslaga, vrste stijena u njihovoj podlozi, kao i tipovi tektonskih dislokacija, elementi su koji upućuju na one dijelove srednjoeocenskog paleoreljefa koji su u okolici Drniša bili najpodjedniji za stvaranje ležišta boksita.

Na drniškom području, kao i u susjednoj Bukovici, postoje očiti dokazi o napredovanju transgresije u gornjem dijelu srednjeg eocena i u gornjem eocenu (Quitow, 1941a i 1941b, Ivanović i suradn. 1969). Zbog toga se u jugozapadnom dijelu drniškog područja nalaze stariji slojevi prominskih naslaga (E_2, s), a sve mlađi slojevi prema sjeveru, odnosno sjeveroistoku (E_3 i eventualno E_301_1). Time je ujedno označeno i trajanje kopnene faze u eocenu. Ona je bila kratkotrajna u južnom dijelu područja, odnosno sve duža idući prema sjeveru.

Radi ovih razlika u trajanju kopnene faze naslage koje se nalaze u podlozi prominskih naslaga, odnosno stijene eocenskog paleoreljefa, bile su u uvjetima subtropske vlažne i tople klime (Kerner 1921) različito denudirane, slabije na jugu, a sve intenzivnije idući prema sjeveru. Dokaze o tome nalazimo usporedbom stratigrafskih članova naslaga koje se nalaze u podini prominskih naslaga u pojedinim dijelovima drniškog područja, odnosno analizom paleoreljefa i stratigrafskih hijatusa.

Tako se u okolici Konjevratu (tab. I, profil 1) u podlozi prominskih naslaga nalaze srednjoeocenski lapori i vapneni lapori (E_2), nešto sjevernije, kao i kod Drinovaca, pojavljuju se uz granicu s prominskim naslagama isti lapori, a uz njih i foraminiferski srednjoeocenski vapnenici. U okolici Drniša i na planini Promini prominske su naslage transgresivne i diskordantne na gornjokrednim naslagama, kao i na različitim sedimentima starijeg paleogena (tab. I, profil 2). Na planini Kozjaku stratigrafski su hijatusi najjače izraženi, jer prominske naslage leže na različitim stratigrafskim članovima malma, donje krede i gornje krede (tab. I, profil 3).

Do tako velikih stratigrafskih i litoloških razlika, koje pokazuje srednjoeocenski paleoreljef južnih i sjevernih dijelova drniškog područja, ne bi moglo doći isključivo uslijed egzogenih faktora, premda su oni morali biti značajni zbog tople i vlažne subtropske klime. Značajan uzročnik formiranja paleoreljefa bili su i orogenetski eocenski pokreti, koji su sudeći prema opisanim tipovima starijih struktura na drniškom području bili intenzivniji u sjevernom dijelu razmatranog terena. Snažno borajući mezozojske i starijepaleogenske naslage ti su pokreti morali stvoriti već u gornjem dijelu srednjeg eocena veoma istaknut reljef sjeverno od Drniša. Osim toga, smatra se da su se tektonska kretanja nastavila i u gornjem eocenu, uslijed čega su ishodišna područja klastičnog materijala mlađih slojeva prominskih naslaga Bosne, Like i unutrašnje Dalmacije, izdizana i u mlađem dijelu paleogena (Schubert, 1909, Kühn 1934, Zupanić 1969b).

Usljed takvih zbivanja mogao je nastati u krajnjem južnom dijelu drniškog područja u vrijeme kratkotrajne kopnene faze, u tektonski relativno mirnijem terenu, morfološki jednostavniji paleoreljef. Površina se tog paleoreljefa sastojala pretežno od srednjoeocenskih lapora i vapnenih lapora. Trošenjem takvih stijena morali su se na površini paleoreljefa razviti fenomeni normalne fluvijalne erozije. Takav paleoreljef nije imao uvjete za postanak, odnosno, tačnije rečeno, za depoziciju ležišta boksita.

U užoj okolici Drniša, oko Oklaja i na planini Promini, nastao je u srednjem eocenu izrazit paleoreljef. Podloga je ovog paleoreljefa bila pretežno od karbonatnih stijena, s foraminiferskim eocenskim vapnencima i rudistnim gornjokrednim vapnencima na površini. Mali dio paleoreljefa tvorili su srednjoeocenski lapori i klastične stijene gornjeg perma, odnosno donjeg trijasa. Na tom dijelu paleoreljefa, oko Drniša i na planini Promini, uslijed navedenih činioca, tj. produžene kopnene faze i jačeg intenziteta srednjoeocenskih tektonskih pokreta, nastale su značajne hipsometrijske razlike, s brojnim depresijama u karbonatnoj podlozi. Realni izgled ovog paleoreljefa može se promatrati na otvorenim graničnim plohama između prominskih naslaga i rudistnih vapnenaca, odnosno foraminiferskih vapnenaca, na potezu od Razvođa preko planine Promine do Tepljuha kod Petrovog polja. Dijelovi su paleoreljefa otvoreni također i u otkopanim ležištima koja se nalaze uz istovjetne granične plohe u bazi prominskih naslaga u rudnicima Kalun, Kumanovo itd. No, u ovom drugom slučaju potrebno je uzeti u obzir i fenomene pseudopaleoreljefa, koji su hipergenetskim procesima preoblikovali površinske dijelove paleoreljefa ispod samih boksitnih rudnih tijela (S a k a č 1966). Na navedenim profilima i u dijelovima otkrivenog paleoreljefa u okolici Drniša i na planini Promini, evidentno je da su ti tereni imali povoljne uvjete za akumulaciju mineralnog materijala od kojeg su nastala ležišta boksita.

Idući dalje na sjever od planine Promine, orografija je paleogenskog kopna morala biti sve izrazitija, a uslijed toga denudacija sve intenzivnija. Tu su još u mlađem dijelu paleogena za vrijeme produžene kopnene faze razorene starije paleogenske naslage, a mjestimično, djelomično ili potpuno, i sedimenti krede. Usljed toga staro se kopno u gornjem dijelu srednjeg eocena i u gornjem eocenu sastojalo isključivo od mezozojskih naslaga. Te, pretežno karbonatne naslage, u veoma razvedenom reljefu morale su biti snažno okršene, pa je vertikalna drenaža u karbonatnim stijenama mogla biti dobro razvijena. Dijelovi paleoreljefa podesni za akumulaciju ležišta boksita na takvom paleokršu morali su biti malobrojni i prostorno ograničeni. Potvrdu za to nalazimo u strukturi Kozjak, gdje samo neznatni dio neporemećene transgresivne granice u bazi prominskih naslaga ima ležišta boksita, a i ta su malih dimenzija.

Prema tome, u srednjem i gornjem eocenu na razmatranim terenima oko Drniša najpovoljniji uvjeti za postanak ležišta boksita postojali su u središnjem dijelu područja, tj. između Petrova polja i kanjona Krke. To je područje ujedno i najbogatije pojavama i ležištima eocenskih boksita u drniškoj okolici, i jedno od najbogatijih boksitom u Dalmaciji. Istovjetne geološke odnose nalazimo u okolici Obrovca, Ervenika, na Moseću i dalje prema Hercegovini.

O PORIJEKLU MINERALNOG REZIDUUMA OD KOJEG SU POSTALA LEŽIŠTA BOKSITA KOD DRNIŠA

Analiza litološkog sastava eocenskog paleoreljefa u području Drniša dovodi do slijedećeg zaključka o porijeklu mineralnog reziduuma od kojeg su postala ležišta eocenskih boksita kod Drniša. Na području koje je danas bogato ležištima boksita, na prostoru između kanjona Krke i Petrovog polja, nalazi se u podlozi promirskih naslaga iste one stijene koje su bile na površini paleoreljefa krajem srednjeg eocena i početkom gornjeg eocena. To su ne samo vapnenačke stijene – tj. rudistni vapnenci i eocenski foraminiferski vapnenci, već i lapori, odnosno vapneni lapori srednjeg eocena, kao i klastične stijene gornjeg perma i donjeg trijasa. Sve te stijene bile su u uvjetima tople i vlažne suptropske klime intenzivno trošene, pa su njihovim kemijskim trošenjem mogle nastati akumulacije mineralnog reziduuma od kojeg su postala ležišta boksita.

O udjelu klastičnih stijena gornjeg perma i donjeg trijasa u ovim procesima, odnosno o njihovoj genetskoj povezanosti s postankom boksita, ima najmanje podataka, jer je još nedovoljno ispitan položaj ovih stijena u kopnenoj fazi srednjeg eocena.

Današnja mala rasprostranjenost srednjoeocenskih lapora na razmatranom dijelu paleoreljefa, koji su svedeni na samo jednu suvislu zonu na južnim padinama planine Promine, ne znači da je njihov udio u postanku mineralnog reziduuma bio neznatan. Njihova prisutnost dokazuje da su i na tom području bile te naslage taložene, što znači da su morale imati daleko veću rasprostranjenost i veću debljinu nego li što imaju danas. Te laporne naslage budući su isprva prekrivale najveći dio srednjoeocenskog paleoreljefa, morale su biti za vrijeme eocenske kopnene faze najviše denudirane i trošene. S pravom se može pretpostaviti da su one morale dati znatan dio mineralnog reziduuma od kojeg su nastala ležišta boksita. Genetsku povezanost između lapora i boksita u Dinaridima pretpostavio je već ranije M i h o l i ć (1956, 1960), ali ta se pretpostavka osnivala na teoretskom povezivanju geokemijskih komponenata, bez uvjerljivih odgovarajućih geoloških primjera i dokaza. Naša analiza paleoreljefa u okolici Drniša pokazuje da je genetska po-

vezanost lapora s boksitom moguća, ali u tom smislu, da lapori u našem slučaju nisu mogli biti jedina stijerna koja je trošenjem dala mineralni materijal od kojeg su postali eocenski boksiti.

Vapnenačke, odnosno karbonatne stijene krede starijeg paleogena morale su također biti značajan izvor mineralnog materijala eocenskih ležišta boksita. Na takav zaključak navodi nas to, što su upravo ove karbonatne naslage izgrađivale glavniru eocenskog paleoreljefa.

U našem tumačenju o porijeklu mineralnog reziduuma od kojeg su postala eocenska ležišta kod Drniša, ne pretpostavljamo transport mineralnog reziduuma. Sve stijene za koje navodimo da mogu biti genetski povezane s eocenskim ležištima boksita, dio su paleoreljefa na kojem se danas nalaze ležišta eocenskih boksita. U tome je razlika između našeg tumačenja i većeg broja novijih postavki o genezi boksita, kod kojih se pretpostavlja transport mineralnog materijala i na veće udaljenosti (L. J. Chubb, 1963, G. I. Bushinsky, 1964. i dr.).

ZAKLJUČAK

U okolici Drniša u Dalmaciji postoje evidentni geološki dokazi o mogućem heterolitskom porijeklu eocenskih boksita. Mineralni reziduum od kojeg su nastala eocenska ležišta boksita, nije mogao postati isključivo rastrožbom vapnenaca, već razaranjem svih onih stijena koje su izgrađivale srednjoeocenski paleoreljef. Te su stijene bile: srednjoeocenski lapori, karbonatne, pretežno vapnenačke naslage krede i starijeg paleogena, a vjerojatno i klastične naslage (pješčenjaci, siliti šejl, pjeskoviti kalkareniti) najgornjeg perma i donjeg trijasa.

Sve ove stijene, osim permsko-trijaskih klastita, dio su paleoreljefa na kojem se nalaze eocenska ležišta boksita. Stoga se ne pretpostavlja transport mineralnog reziduuma, već njihov postanak in situ.

Primljeno 7. II 1970.

*Geološko-paleontološki muzej
Zagreb, Demetrova 1*

LITERATURA

- Bárdossy, G. (1964): Die Entwicklung der Bauxitgeologie seit 1950. Symposium sur les bauxites etc., 1, 31-50. Zagreb.
- Bešlić, Z., Vuković, V. & Cicović, B. (1965): Boksiti Crne Gore. I dio, 1-164. Nikšić.
- Bushinsky, G. I. (1964): Types of karst bauxite deposits and their genesis. Symposium sur les bauxites etc., 1, 93-105. Zagreb.
- Chubb, L. J. (1963): Bauxite genesis in Jamaica. Econ. Geol., 58/2, 286-289.

- Fritz, F. & Šušnjara, A. (1969): New tectonical data in the region Maslenica-Obrovac-Zegar in north-western Dalmatia. Bull. sci. Cons. Acad. Youg. (A), 14:9-10, 293-294. Zagreb.
- Hill, W. G. (1955): The mineralogy and genesis of the bauxite deposits of Jamaica. Amer. Min., 40, 676-688.
- Ivanović, A., Muldini-Mamužić, S., Sakač, K., Vrsalović-Carević, I. & Zupanić, J. (1969): Razvoj paleogenskih naslaga na širem području Benkovca i Drniša u sjeverozapadnoj Dalmaciji. III Simpozij Dinarske Asocijacije, 51-72. Zagreb.
- Jurković, I. & Sakač, K. (1964): Stratigraphical, paragenetical and genetical characteristic of bauxites in Yugoslavia. Symposium sur les bauxites etc. 1, 253-263. Zagreb.
- Katzer, F. (1910): Die Eisenerzvorräte Bosniens und Hercegovina. Berg-Hüttenm. Jb., 58, 331. Wien.
- Katzer, F. (1917): Das Bauxitvorkommen von Domanović in der Hercegovina. Ztschr. prakt. Geol., 8, 133-138. Halle (Saale).
- Kerner, F. (1894): Ueber die geologischen Verhältnisse der Gegend von Dernis in Dalmatien. Verh. geol. R. A., 2, 75-81. Wien.
- Kerner, F. (1901): Erläuterungen zur geologischen Karte Kistanje-Drniš, s. geol. kartom M = 1:75.000, Geol. R. A. Wien.
- Kerner, F. (1916): Geologie der Bauxitlagerstätten des S-Teiles der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Berg-Hüttenm. Jb., 64, 139-170. Wien.
- Kerner, F. (1921): Bauxite und Braunkohle als Wertmesser der Tertiärklimate in Dalmatien. Sitz. ber. Akad. Wiss. etc., I, 130/1-3. Wien.
- Kišpatic, M. (1912): Bauxite des kroatischen Karstes und ihre Entstehung. N. Jb. Min., Geol. Pal., Beil. 34, 513-552. Stuttgart.
- Kühn, O. (1934): Ein Eozänvorkommen auf Chalkidike. Zbl. Min. Geol. Pal., 3, 125-136; 4, 165-177. Stuttgart.
- Kühn, O. (1946): Das Alter der Prominaschichten und der innereozänen Gebirgsbildung. Jb. geol. Bundesanst., 91/1, 2, 49-90. Wien.
- Lacroix, A. (1901): Minéralogie de la France et de ses colonies. T. 3. Paris.
- Marić, L. (1966): Untersuchungen zur Genesis der Karstbauxite in den Dinariden Jugoslawiens, Mitt. Inst. Lagerst. Rohst. Tech. Univ. Berlin, 2, 1-49. Berlin.
- Miholić, S. (1956): Die Entstehung der Bauxite auf Kalk. Berg.-Hüttenm. Mnth., 101/2, 38-40. Wien.
- Miholić, S. (1960): The Genesis of the Mediterranean Bauxites. Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl., 5/2, 46. Zagreb.
- Pavlović, S. & Protić, M. (1964): Varijacije u sastavu boksita Crne Gore u zavisnosti od uslova stvaranja. Symposium sur les bauxites etc., 1, 81-92. Zagreb.
- Quitow, H. W. (1941a): Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen im nord-dalmatinischen Alttertiär. Jb. Reichsst. Bodenforsch., 62, 422-437. Wien.
- Quitow, H. W. (1941b): Das Alttertiär des Promina-Berges und eine mitteleozäne Gebirgsbildung in Dalmatien. Ber. Reichsst. Bodenforsch., 10-12, 180-187. Wien.
- Quitow, H. W. (1944): Die geologische Stellung der ostadriatischen Bauxitvorkommen. Ztschr. prakt. Geol., 52, 11-19. Halle (Saale).
- Roch, E. (1959): La gènesis der bauxites de Provence et du Bas-Languedoc. An. Hébert et Haug, Lab. Geol., 9, 11-69. Paris.
- Sakač, K. (1961): Geološka građa i boksitne pojave područja Novigrad-Obrovac u sjeverozapadnoj Dalmaciji. Geol. vjesn., 14, 323-344. Zagreb.

- Sakač, K. (1966): O paleoreljefu i pseudopaleoreljefu boksitnih područja krša. Geol. vjesn., 19, 123-129. Zagreb.
- Sakač, K. (1969): Fotogeološka studija krškog područja Drniša. Acta geol., 4, Prir. istr., 36, 235-250. Zagreb.
- Sakač, K., Gušić, I. & Šćavničar, B. (1970): Age of clastic and evaporite deposits in the environs of Drniš (Dalmatia). Bull. scient. Cons. Acad. Y.ougosl., (A), 15/9-10, 312-313. Zagreb.
- Schubert, R. (1909): Erläuterungen zur geologischen Karte Novigrad-Berlkovac. s geol. kartom M = 1:75.000. Geol. R. A. Wien.
- Šikić, D. (1963): Eine Vergleichende Darstellung der Entwicklung des jüngeren klastischen Paläogens in Istrien, dem Kroatischen Küstenland und Dalmatien. Geol. vjesn., 15/2, 329-336. Zagreb.
- Šikić, D. (1964): Horizontalna kretanja u Dinaridima. Zborn. radova, Rudar. odj. Tehn. fak. Zgb., 129-141. Zagreb.
- Šinkovec, B. (1969): Geologija trijaskih boksita Like u Hrvatskoj. Disertacija. Manuskript. Zagreb.
- Tučan, F. (1912): Terra rossa, deren Natur und Entstehung. N. Jb. Min., Geol. Pal., 34, 401-430.
- Tučan, F. (1934): Prilog mineralnome i kemijskome poznavanju boksita Like. Rad Jugosl. akad., 249, Razr. Matem.-prir., 77, 40-79. Zagreb.
- Vadasz, E. (1951): Bauxitföldtan. Akadémiai Kiado. Budapest.
- Weisse, G. de (1964): Bauxite latéritique et bauxite karstique. Symposium sur les bauxites etc., 1, 7-29. Zagreb.
- Zans, V. A. (1952): Bauxite Resources of Jamaica and their Development. Col. Geol. & Min. Res., 3, 407-333.
- Zupanič, J. (1969a): Cikličnost sedimentacije promina naslaga planine Promine. III Simpozij Dinarske Asocijacije. Zagreb.
- Zupanič, J. (1969b): Promina naslage planine Promine. Geol. vjesn., 22, 477-498. Zagreb.

K. SAKAČ

AN ANALYSIS OF THE EOCENE PALEORELIEF AND TECTONIC EVENTS
IN THE AREA OF DRNIŠ, DALMATIA, WITH REGARDS TO THE
FORMATION OF BAUXITE DEPOSITS

Considered are two problems associated with Middle Eocene bauxites in the area of Drniš in Dalmatia. One is concerned with the connection between the present spatial arrangement of bauxite deposits and the stratigraphic, tectonic, and paleogeographic features of this area, the other being related to the origin of mineral residuum of which the present bauxite deposits might have been formed.

Middle Eocene bauxite deposits in the surroundings of Drniš are found overlying the Upper Cretaceous or Lower Paleogene limestones. The top is made up of Upper Paleogene Promina beds. The bauxite deposits are not uniformly distributed over the paleorelief. They are missing in the southernmost part of the area, around Drinovci and Konjevrate, where the Promina beds occur in a gentle unconformity over Middle Eocene marls (Cross-section 1). The deposits are scarce in the area north of the Promina Mountain where the Middle Eocene paleorelief was well developed and the

denudation processes very intensive, e. g., on Kozjak Mountain (Cross-sections 3 and 4). The most favourable conditions for the accumulation of bauxite deposits existed in the surroundings of Drniš and the Promina Mountain. At those places, in the Middle Eocene, a morphologically diversified paleorelief with conspicuous hypsometric differences was formed. The paleorelief largely consisted of carbonate rocks with numerous karst depressions suitable for the formation of bauxite deposits. The paleorelief also comprised the non-carbonate rocks: Middle Eocene marls and, probably, also the Upper Permian and Lower Triassic clastic rocks – shales, sandy calcarenites, and sandstones. No bauxite deposits have been found to occur in these noncarbonate rocks. Middle Eocene marls must have been much more widespread over the Middle Eocene paleorelief. Under the conditions of the warm and humid subtropic climate, these rocks were being subjected to the most intensive weathering during the continental bauxitogene phase.

The mineral residuum from which the Eocene bauxite deposits near Drniš were formed must have been the result of the weathering of all paleorelief rocks. As shown by our analysis of the Eocene paleorelief, these rocks were composed not only of carbonate materials but also of non-carbonate clastic deposits. The mineral residuum from which the Eocene bauxite deposits were derived might have been formed in situ.

Received 7th February 1970

*Museum of Geology and Paleontology
Zagreb, Demetrova 1*

TABLA - PLATE I

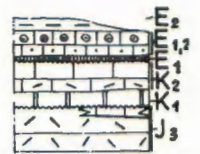
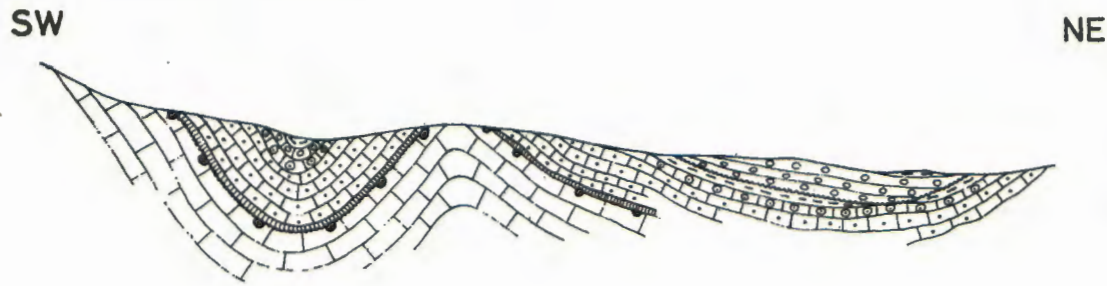
Geološki profili kroz južni, središnji i sjeverni dio drniškog područja pokazuju razlike u položaju prominskih naslaga prema transgrediranoj podlozi.

1. Prominske naslage mlađeg paleogena: lapori, konglomerati i breče. 2. Lapori srednjeg eocena. 3. Foraminiferski vapnenci s numulitima i alveolinama. 4. Kozina-naslage, dobro uslojeni vapnenci. 5. Rudistni vapnenci gornje krede. 6. Dolomiti, vapnenci i vapnenačke breče - Cenoman i donji turon. 7. Vapnenci donje krede. 8. Dolomiti malma. 9. Vapnenci najvišeg dijela malma. 10. Ležišta boksita. 11. Transgresivna granica. 12. Rasjedi.

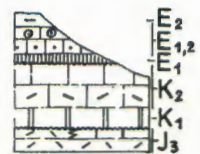
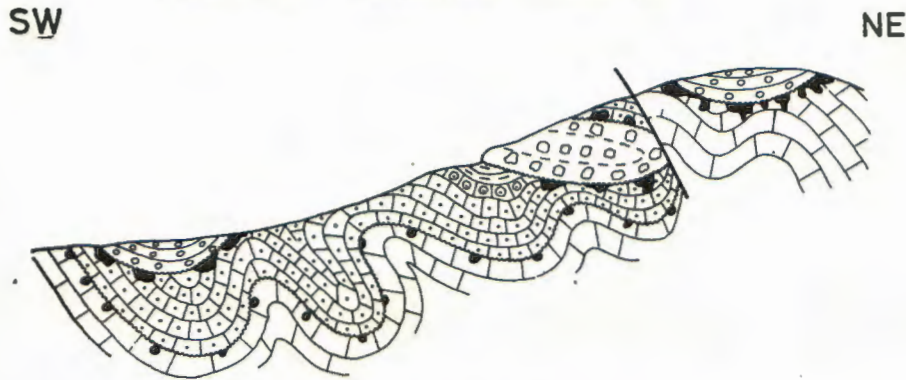
Geological cross-sections through the southern, middle, and northern part of the Drniš area showing differences in arrangement of Promina beds with respect to the transgressed base.

1. Promina beds of Upper Paleogene: marls, conglomerates, and breccias. 2. Middle Eocene marls. 3. Foraminiferous limestones with nummulites and alveolines. 4. Kozina-beds, well stratified limestones. 5. Rudist limestones of Upper Cretaceous. 6. Dolomites, limestones, and limy breccias - Cenomanian and Lower Turonian. 7. Lower Cretaceous limestones. 8. Malm dolomites. 9. Limestones of Uppermost Malm. 10. Bauxite deposits. 11. Transgressive boundary. 12. Faults.

PROFIL 1 - KONJEVRATE

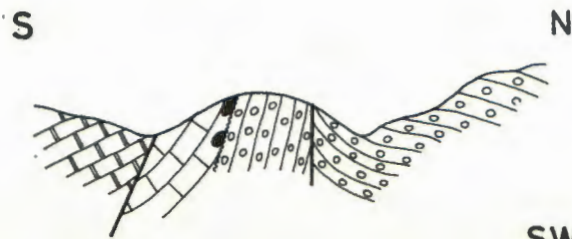


PROFIL 2 - PROMINA PLANINA

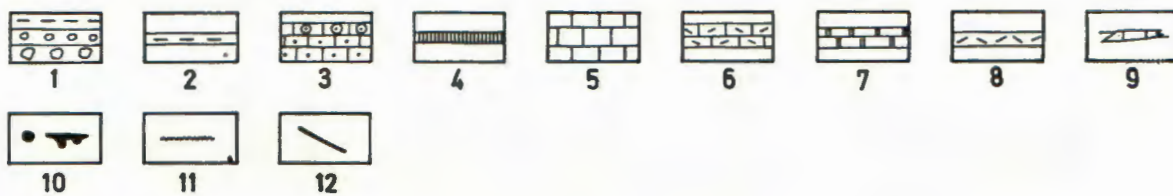
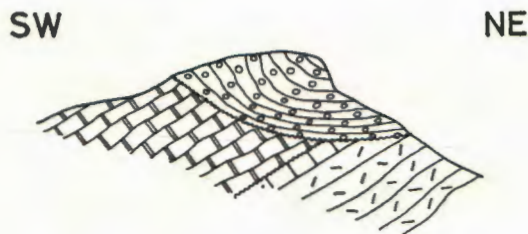


PROFIL 3

KOZJAK PLANINA

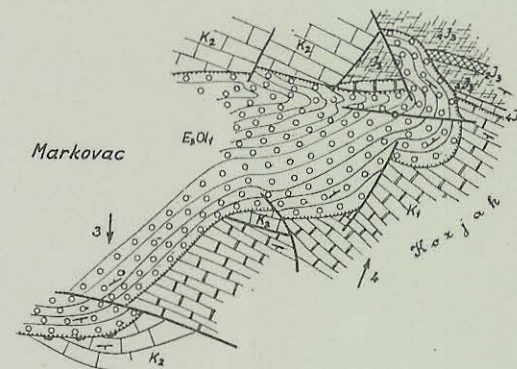


PROFIL 4

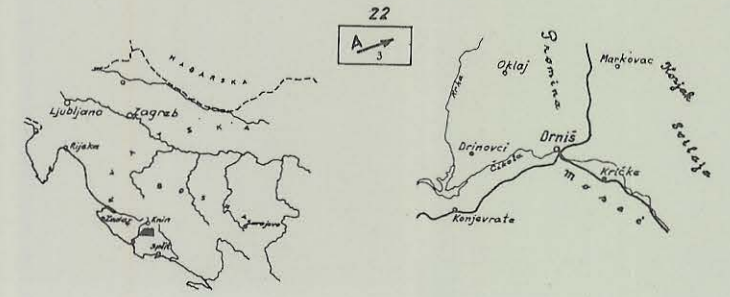




Geološka karta
boksitnog područja Drniša
Geologic map of the bauxite
area of Drniš in Dalmatia



1	2	3	4	5	6	7
Q	L	kg	B	bn	E ₂	E _{1,2}
8	9	10	11	12	13	14
E ₁	K ₂₋₃	K ₂₋₂	K ₁	J ₃	₁ J ₃	₂ J ₃
15	16	17	18	19	20	21
T ₁	P ₃ T ₁	G	B	Geological boundary	Geological boundary	Geological boundary



1. Kvartar (Q). 2-5. Prominske naslage mladeg paleocena (E_{2,3}, E₃, E₃O₁). 2. Lapori i vapneni lapori (L). 3. Konglomerati (kg). 4. Breče, 5. Biokalkareniti (bn). 6. Lapori i vapneni lapori srednjeg eocena (E₂). 7. Foraminiferski vapnenci donjeg i srednjeg eocena (E_{1,2}). 8. Kozina naslage (E₁). 9. Rudistni vapnenci gornjeg turona i senona (K₂₋₃). 10. Vapnenci, dolomiti i vapnenačke breče cenomana i donjeg turona (K₂₋₂). 11. Vapnenci donje krede (K₁). 12. Dolomiti malma (J_{3,1}J₃, ₃J₃). 13. Vapnenci gornjeg dijela malma (₄J₃). 14. Lemeš-naslage: pločasti vapnenci s interkalacijama čerta (₂J₃). 15. Šejlovi i pješčenjaci donjeg trijasa (T₁). 16. Klastične naslage najgornjeg perma i donjeg trijasa (P₃T₁). 17. Gips (G). 18. Ležišta boksita. 19. Geološke granice: 1. postepeni prijelaz, 2. transgresivna, eroziono-diskordantna, 3. normalna litološka. 20. 1. Reversni rasjed, 2. Rasjed. 21. 1. Nagib sloja, 2. Prevrnuti sloj. 22. Geološki profili.

1. Quaternary (Q). 2-5. Promina beds - Upper Paleogene (E_{2,3}, E₃, E₃O₁). 2. Marls and limy marls (L). 3. Conglomerates (kg). 4. Breccias. 5. Biocalcarenes (bn). 6. Marls and limy marls of Middle Eocene (E₂). 7. Foraminiferal limestones, Lower and Middle Eocene (E_{1,2}). 8. Kozina beds (E₁). 9. Rudist limestones, Upper Turonian and Senonian (K₂₋₃). 10. Limestones, dolomites and limy breccias, Cenomanian and Lower Turonian (K₂₋₂). 11. Limestones of Lower Cretaceous (K₁). 12. Dolomites of Malm (J_{3,1}J₃, ₃J₃). 13. Limestones of Upper Malm (₄J₃). 14. Lemeš beds: thin layered limestones with chert intercalations (₂J₃). 15. Shales and sandstones, Lower Triassic (T₁). 16. Clastic rocks of Uppermost Permian and Lowermost Triassic (P₃T₁). 17. Gypsum (G). 18. Bauxite deposits. 19. Geological boundaries: 1. Gradual transition, 2. Transgressive erosional-unconformable, 3. Normal lithological. 20. 1. Reverse fault, 2. Gravitational fault. 21. 1. Dip, 2. Overturned layers. 22. Geological cross-sections.