

## O STRATIGRAFIJI, TEKTONICI I BOKSITIMA PLANINE GRMEČ U ZAPADNOJ BOSNI

*S 3 sl. i 3 tabele u tekstu i 7 tabla u prilogu*

Planinu Grmeč izgrađuju gornjotrijaski dolomiti, vapnenci i dolomiti jure (pretežno kimerida i titona), zatim vapnenci koji su kontinuirano taloženi od barrême-apta do turona, vapnenci i biokalkareniti kampan-mastrihta, klastiti fliškog tipa gornjosenonske i donjopaleogenske starosti, te klastiti mladeg paleogena. Starost mezozojskih naslaga dokumentirana je novim odredbama mikrofossilnih zajednica.

Mezozojske i paleogenske naslage tvore nekoliko većih sinklinala i antiklinala, čija je vergencija osnih ploha nagnuta prema jugozapadu. Tangencijalna komponenta kretanja očituje se u pojavi brojnih reversnih rasjeda i lijepo razvijenih ljuskavih struktura. Brojni poprečni rasjedi presijecaju ove strukture.

Boksiti su na Grmeču trovrсни prema stratigrafskom položaju. Oni su karničke, donjokredne i donjosenonske starosti. Karnički boksiti, složenog litološkog i kemijskog sastava, nisu detaljnije istraživani. Donjokredni su boksiti visokosilicijski, kaolinitsko-hematitsko-bemitske parageneze. Pojedina ležišta imaju složen litološki sastav. Veličina ležišta i stupanj orudnjenosti paleoreljeva je različit u pojedinim dijelovima Grmeča. Senonski su boksiti gusto poredani na slabo razvijenom paleoreljevu. To su većinom manja ležišta, srednje debljine 1-3 m. Paragenetski im je sastav različit, a pretežu hematitsko-bemitski i getitsko-bemitski boksiti. Po kemijskom su sastavu to tipični aliti.

### UVOD I PREGLED GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Prostrana planina Grmeč, iako zanimljiva po svojoj geološkoj građi i značajna zbog brojnih ležišta boksita, geološki je malo istraživana. Geologiju čitavog Grmeča dosada je prikazao jedino F. K a t z e r (1921) u sklopu svoje pregledne geološke karte Bosne i Hercegovine (list »Banja Luka«, M = 1 : 200.000), ali s dosta nedostataka radi pogrešno određene starosti većine mezozojskih naslaga Grmeča. U novije vrijeme objavljena su samo dva geološka rada s ovih područja, no oni se odnose na pojedine dijelove ove planine, tj. na terene Suvaje (Ž i v a l j e v i ć, 1966) i B. Petrovca (Ž i v a l j e v i ć, 1963). K tome možemo dodati još nekoliko neobjavljenih podataka o geologiji, odn. stratigrafskom položaju boksita Grmeča. Tako je prema I. J u r k o v i ć u (1965) S. M u s l a d i n, prema

paleontološkim odredbama B. Milovanovića i A. Grubića (rudisti), te D. Pejović i A. Danilove (foraminifere), prvi iznio dokaze o gornjokrednoj starosti boksita u okolici B. Krupe. Nadalje, prema I. Jurkoviću i K. Sakaču (1964) M. Bukvić i S. Anđelković su na isti način prvi utvrdili prisutnost donjokrednih boksita u Grmeču. K. Sakač (1966 b) navodi, da se rezultati istraživanja boksitnih ležišta pojedinih područja Grmeča nalaze u neobjavljenim izvještajima nekolicine autora, koji su radili za potrebe rudnika boksita u Bosanskoj Krupi. Uz već spomenute autore (Š. Musladin, M. Bukvić i S. Anđelković) spomenut ćemo još i one s više takvih neobjavljenih izvještaja: B. Tomljenović, T. Živaljević, D. Jeremić, J. Jungwirth, kao i neobjavljenju studiju o mineralnom sastavu boksita i perspektivnosti boksitnog područja Suvaje od I. Jurkovića, B. Crnovića, B. Crničkog, K. Sakača i B. Sebešića.

Učestvujući u ovim istraživanjima boksitnih područja Grmeča prikupio sam nove podatke o geologiji tih područja, te sam, povezujući ih s rezultatima ranijih istraživanja, načinio ovaj prilog poznavanju stratigrafije, tektonike i rasprostranjenosti boksita Grmeča. Međutim kako su to većinom teže prohodni krajevi, približne površine od 2.000 km<sup>2</sup>, mnoga su geološka pitanja ostala i nadalje neriješena i otvorena. Osim toga, u ovom se radu težište pridaje geologiji boksitnih ležišta, pa se stoga ne ulazi u detaljniju analizu sedimentoloških karakteristika i sastava mikrofosilnih zajednica onih naslaga koje nisu u neposrednoj vezi s boksitnim terenima.

Neki novi podaci o starosti pojedinih naslaga Grmeča već su posebno prikazani (Sakač, Jelaska, Amšel, 1969), dok će se nadalje naknadno detaljnije obraditi rezultati mikropaleontoloških ispitivanja malmških i krednih fosilnih zajednica u koautorskom radu s V. Amšel i L. Niklerom, kojima i ovom prilikom zahvaljujem na suradnji prilikom određivanja mikrofosila iz mezozojskih naslaga.

Boksiti Grmeča više su istraživani, pa je i obim objavljenih podataka nešto veći, ali samo za kvalitetne senonske boksite Grmeča. Tako je o rudarskoj vrijednosti i kvaliteti gornjokrednih boksita u okolici B. Krupe pisao R. Marušić (1952). Zatim su K. Sakač, I. Jelenić, E. Jungmann (1964) prvi utvrdili dijaspor u senonskim boksitima na Grmeču. I. Jurković (1965) objavio je studiju o litološkim tipovima, strukturnim elementima i genezi senonskih boksita sinklinale Suvaja-Šolaja. Podatke o stratigrafskom položaju i paragenetskim tipovima boksita Grmeča nalazimo kod I. Jurkovića & K. Sakača (1964), dok A. Grubić (1964) daje nove elemente o stratigrafskoj poziciji senonskih boksita Grmeča. K. Sakač (1966 a) iznosi primjere pseudopaleoreljefa na grmečkim ležištima boksita, dok G. I. Bušinski (1968) objašnjava pojavu izbjeljivanja senonskih boksita Pritoke kod Bihaća.

Rezultate novijih geoloških istraživanja boksitnih ležišta Grmeča prikazao je K. Sakač (1966 b). Iz ovog neobjavljenog rada korišteni su podaci o kemijskim sastavu grmečkih boksita, koji se navode u tabelama 1, 2 i 3 u ovom radu. Te kemijske analize izrađene su u Institutu za lake metale u Zagrebu. O donjokrednim boksitima Grmeča dosada nije bilo objavljenih podataka. Zahvaljujem stoga B. Šinkovcu na susretljivosti i pomoći kod određivanja strukturno-paragenetskih odlika ovih boksita.

## STRATIGRAFIJA

Planinu Grmeč izgrađuju mezozojski i tercijarni sedimenti, dolomiti trijasa, vapnenci i dolomiti jure, karbonatne i klastične stijene krede, klastiti paleogena, te naslage neogena, kojih ima u SZ perifernom dijelu područja. Samo mali dio ovih naslaga ima makrofosile, kao na pr. rudistni vapnenci, pomoću kojih im se može barem približno odrediti starost. Inače radi se ili o gotovo bezfosilnim stijenama, kao što su trijaski dolomiti, ili o naslagama čiju je stratigrafsku pripadnost moguće odrediti jedino pomoću mikrofosila. Kako se radi o prostranom području složene tektonске građe, to je broj mikropaleontoloških analiza, koji je ovom prilikom izrađen, još uvijek nedovoljan za detaljnije stratigrafsko raščlanjivanje naslaga. To se u prvom redu odnosi na litološki veoma slične sedimente malma i donje krede, koji su najviše rasprostranjeni upravo u teško prohodnim šumskim predjelima Grmeča. O teškoćama utvrđivanja stratigrafskog slijeda naslaga govori i taj podatak, da dio klastita koji se dosada uvrštavao u senon pripada raznim nivoima paleogena. Međutim, zbog litološke sličnosti senonskih i paleogenskih klastita nije ih moguće odijeliti bez detaljnijih sedimentološko-paleontoloških radova, koji na ovim terenima tek predstoje.

Iz navedenih razloga priložena geološka karta ima simplificiranu stratigrafsku podjelu naslaga, koja će se proširivati daljnjim istraživanjima.

## TRIJAS

Duž sjevernih i južnih padina Grmeča pružaju se masivni i slabo uslojeni dolomiti s ulošcima dolomitičnih i oolitičnih vapnenaca. Određivanje starosti ovih naslaga otežano je stoga, što su svi kontakti dolomita s jurškim i krednim naslagama rasjedni. Izuzetak bi možda bio na južnim padinama planine, ali tamošnji geološki odnosi su nedovoljno proučeni. Utoliko je značajan nalaz mikrofosila u oolitičnom vapnencu kod Jasenice. Foraminifera *Triasina hantkeni* Ma y z o n (tab. 1, sl. 3), upućuje na gornjotrijasku starost dolomita sjevernih padina Grmeča.

## JURA

Jurske se naslage nalaze na sjevernim padinama Grmeča, gdje se pružaju u gotovo suvisloj zoni od Radića preko Suvaje i Gorinjskog vrha do Mijačice u sjeveroistočnom dijelu planine. Ima ih još u okolici B. Krupe i Jasenice, a vjerojatno i na malo istraživanim jugozapadnim padinama Grmeča, između Krnjeuše i Trovrha.

Jurske su naslage Grmeča još nedovoljno istražene, a o njihovoj starosti postoje različita stanovišta. Ona su postavljena ili bez ikakvih paleontoloških dokaza, ili s veoma oskudnom paleontološkom dokumentacijom.

Podaci o starosti jurskih naslaga Grmeča, koji se ovdje iznose, odnose se na njihov viši dio, tj. na one slojeve koji su u podini donjokrednih boksita. U tom smislu radi se isključivo o malmu, i u njemu se mogu razlikovati različiti facijesi. Stratigrafski položaj nižih nivoa jurskih naslaga nije određivan, pa u tom smislu treba proširiti poznavanje ovih sedimenata Grmeča.

## M a l m

Nižem dijelu malma pripadaju dobro uslojeni vapnenci i dolomiti s *Cladocoropsis mirabilis* Felix. Ove naslage najbolje su otkrivene kod B. Krupe, a utvrđene su još na Gorinjskom vrhu i u jugoistočnom dijelu Grmeča.

Viši dio malma sastoji se od jednoličnih gustih, svijetlosivih dobro uslojenih vapnenaca. Mjestimično su ovi vapnenci kalkarenitskog sastava, a ponegdje su i oolitni. U Suvaji se u takvim vapnencima nalaze vapnenjačke alge, od kojih su određene: *Clypeina jurassica* Favre, *Coscinoconus conicus* Maslov i *C. pagodaeformis* Maslov.

Vapnenci s klipinama dosta su rasprostranjeni na Grmeču, pa su utvrđeni na mnogim mjestima, kao na Oštrelju, kod Jasenice, u Kureševcu itd. Vršni dijelovi klipinskih vapnenaca mjestimično su bogati s tintinidima. Za taj dio malmskih naslaga karakteristični su ovi oblici: *Salpingoporella annulata* Carozzi, *Clypeina jurassica* Favre, *Thaumtoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Campbelliella milesi* Radoičić i Čičić, *Favelloides liliformis* Radoičić i Čičić, uz koje dolaze još i mnoge Miliolidae, Verneuilinidae i drugi oblici.

U istočnom dijelu Grmeča gusti crni tanko uslojeni vapnenci s tintinidima imaju interkalacije čerta. Takav malmski facijes ima širu rasprostranjenost na Kureševcu. Lokalno razvijeni grebenski vapnenci sa školjkašima, koraljima i vapnenjačkim algama vjerojatno također odgovaraju malmu.

Prema tome, zasada je u jurskim naslagama dokumentiran kimeridge i tithon. Ekvivalenti lijasa i dogera nisu utvrđeni, ali to ne isključuje mogućnost da i oni postoje na Grmeču. Nadalje, utvrđen je prekid u se-

dimentaciji do kojeg je došlo u najdonjoj kredi, tako da na malmskim naslagama leže transgresivno baremsko-aptski vapnenci. Taj hijatus treba pripisati izdizanju kopna, odn. terigenoj fazi do koje je došlo uslijed novokimerijskih pokreta. Tačan početak ovih izdizanja zasada nije bilo moguće odrediti, ne samo stoga što su podaci o jurskim naslagama Grmeča nepotpuni, već i zato što se u bazi baremsko-aptskih vapnenaca nalaze različite malmske naslage. U bližoj okolici B. Krupe to su *Cladocoropsis*-vapnenci i dolomiti, u okolici Jasenice vapnenci s klipcinama, a na više mjesta vapnenci s tintinidima i malobrojnim klipcinama.

#### KREDA

Kredne naslage imaju najveću rasprostranjenost u Grmeču. One su složenog litološkog sastava i većinom dosta fosiliferne. Najprikladnije je dijeliti ove naslage na dva dijela. Jedan dio, gotovo isključivo vapnenjačkog sastava, taložen je kontinuirano od barrême-apta do (vjerojatno) gornjeg turona. Te naslage leže transgresivno i diskordantno na vapnencima i dolomitima malma. Drugi dio krednih naslaga pripada višem senonu i danu. To su vapnenci i vapnene klasične naslage te fliški sedimenti, koji leže transgresivno na cenomansko-turonskim vapnencima s rudistima. Prema tome, u ovom je području u toku krede došlo dva puta do prekida u sedimentaciji, prvi puta u najnižem dijelu krede, a zatim i u donjem dijelu senona. Za oba prekida marinske sedimentacije vezani su procesi stvaranja boksitnih ležišta.

#### Donja kreda, barrême-apt i alb

Donjokrednih naslaga ima u gotovo svim dijelovima Grmeča, pa su u sastavu svih značajnijih tektonskih struktura. Sastoje se od uslojenih do pločastih vapnenaca, u kojima ima uložaka dolomita, breča i laporovitih vapnenaca. Pojave debelo uslojenih vapnenaca s rekvijenijama i drugom makrofaunom primjećene su samo u središnjem dijelu Grmeča, ali to ne isključuje mogućnost da ih ima i u drugim područjima.

Bazalni dio kompleksa donjokrednih naslaga sastoji se od uslojenih tamnosivih do crnih vapnenaca. Nalazimo ih duž čitavog Grmeča. U njima su brojni mikrofosili, čije su zajednice tipične za barrême-apt. Navodimo one oblike koji su najčešći: *Salpingoporella dinarica* Rad o i č i ć, *S. muehlbergi* Lorenz, *Triploporella marsicana* Praturlon, *Acicularia endoi* Praturlon (tab. 1, sl. 2), te *Bacinella irregularis* Rad o i č i ć. Foraminifere su također brojne, osobito orbitoline, od kojih je određena *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach) (tab. 1, sl. 1).

U višem dijelu donjokrednih naslaga i nadalje ima oblika iz baremsko-aptskih naslaga, kao što su *Salpingoporella dinarica* Rad o i č i ć, *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach) i *Bacinella irregularis* Rad o i č i ć.

čić, ali pridružuju im se novi sve brojniji, koji karakteriziraju viši apt i alb: *Coscinolinoides texanus* Keijzer, *Nezzazata simplex* Omara, *Cuneolina scarsellai* de Castro, *C. cf. laurenti* Sartoni & Crescenti, te niz drugih oblika kao npr. *Ovalveolina* sp. (tab. 2), *Haplophragmoides* sp., *Miliolidae*, *Valvulinidae*, *Rotaliidae*, *Textulariidae*, *Ostracoda*, *Anellida*, ostaci bodlja ježinaca itd. Lijep razvoj ovih naslaga nalazi se u području Trovrha u zapadnom dijelu Grmeča, kao i na zapadnim padinama Gorinjskog vrha. Tipičnu mikrofosilnu zajednicu iz ovih naslaga prikazuje tabla 2.

## Gornja kreda

### *Cenoman-turon*

Prijelaz donjokrednih naslaga u gornjokredne je kontinuiran, bez jasne litološke granice. Na geološkoj je karti odvajanje izvršeno prema pojavama radiolitida i hondrodonti. Cenomansko-turonski vapnenci većinom su dobro uslojeni. Ponegdje su u njima leće i tanji ulošci dolomita. Na Grmeču su ove naslage dosta rasprostranjene, pa ih nalazimo u svim strukturama s gornjokrednim naslagama. Tačna starost ovih naslaga nije određena, osim mikrofosila *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Nezzazata simplex* Omara i *Nummuloculina heimi* Bonet, poznate su samo još *Chondrodonta joannae* Choffat i *C. munsoni* Hill, dok rudistna fauna još nije proučavana. Stoga rudistne vapnence Grmeča možemo zasada uvrstiti samo općenito u cenoman-turon. Određivanje tačnije starosti rudistnih vapnenaca u raznim dijelovima Grmeča bilo bi značajno stoga, što su zbog denudacije u donjem dijelu senona bili otkriveni na paleopovršini različiti nivoi ovih naslaga. Osim toga, tačnija odredba starosti ovih naslaga omogućila bi i utvrđivanje početka kopnene faze u gornjoj kredi, što je potrebno radi komparacije sa analognim boksitnim područjima u Dinaridima.

### *Campan-maastricht i dan*

Najmlađe kredne naslage u sastavu su nekoliko većih zatvorenih sinformnih struktura Grmeča. Glavna im je rasprostranjenost u srednjem i jugoistočnom dijelu planine, kao i u okolici Bihaća. Ove naslage leže transgresivno i diskordantno na cenomansko-turonskim vapnencima. Transgresija je obilježena na mnogim mjestima bazalnim konglomeratima i brečama, a eroziona diskordancija paleoreljefom i mnogobrojnim ležištima boksita.

Naslage višeg dijela senona su složenog litološkog sastava. U donjem su dijelu konglomerati i breče, sastavljeni od valutica i ulomaka krednih vapnenaca, te vapnenog i boksitičnog veziva. Veoma često naslage gor-

njeg dijela senona započinju tanko uslojenim vapnencima i biokalkarenitima, pa je u takvom slučaju, zbog litološke sličnosti s podlogom, otežano njihovo odvajanje.

Navise vapnena se i gruboklastična komponenta postepeno gubi. Vapnenci postaju laporoviti i pločasti, dok klastiti prelaze u tipične fliške sedimente koji se sastoje od lapora i pješčenjaka s lećama i debljim ulošcima kalkarenita i konglomerata. Fliške naslage imaju izrazite karakteristike turbidita, pa se u njima nalazi, uz ostalo, graduirana slojevitost, kosa slojevitost, tragovi klizanja, utiskivanja, paleotečenja itd. Litološki slijed opisanih naslaga pokazuje velike promjene u sedimentacionom bazenu, do kojih je došlo u toku senona. Poslije izrazite plitkomorske sedimentacije s obilatim prinosom kalciruditnog materijala s kopna, bazen se postepeno produbljuje, utjecaj kopna opada, a u sedimentacionom bazenu nastavlja se veoma živa i raznovrsna sedimentacija.

Ove litološke promjene praćene su odgovarajućim izmjenama u sastavu fosilnih zajednica. Tako se u bazalnim kalkarenitima, i u gustim tanko uslojenim vapnencima nalaze osim rudista, mnogi bentonski mikrofosili, dok su planktonski mikrofosilni oblici u ovim naslagama malobrojni. To pokazuju slijedeći najčešći mikrofosili iz bazalnih biokalkarenita: *Ethelia alba* (P f e n d e r) (tab. 3, sl. 1), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (R a i n e r i), *Archaeolithothamnium* sp., *Discorbis?* sp. (prema B i g n o t u, 1966), *Accordiella conica* F a r i n a c c i (tab. 3, sl. 3 i 4), *Neoendothyra apenninica* d e C a s t r o (tab. 3, sl. 5), *Siderolites calcitrapoides* L a m a r c k, *Orbitoides media* (d' A r c h i a c), *Omphalocycylus macropora* L a m a r c k, *Dicyclina schlumbergeri* M u n i e r - C h a l m a s (tab. 3, sl. 2), *Aeolisaccus kotori* R a d o i č i ć itd.

Rudistna fauna, premda obilata i raznovrsna, nije još istraživana. Dosada je iz ovih naslaga s Grmeča poznato samo nekoliko senonskih oblika. Tako A. G r u b i ć (1964) navodi da su iz bazalnih slojeva kod Suvaje određeni *Hippurites sarthacensis peroni* i *Radiolites squamosus*, dok su iz istovjetnih naslaga Pritoke izdvojeni prema A. P o l š a k u & P. M a m u ž i ć u (1969) *Hippurites (Orbignya) lapeirousi* i *H. (O.) heritschi*.

Bentonski oblici sve su malobrojniji u mladim naslagama klastita najgornje krede, dok je planktonskih foraminifera sve više, tako da one prevladavaju u mladim slojevima fliških sedimenata. Raznovrsne globigerinide i globorotaliide poznate su iz fliških naslaga Pritoke, Suvaje i B. Petrovca, ali o tome još nema opsežnijih objavljenih podataka. Ovdje stoga navodimo nekoliko mikroforaminifera koje su česte u fliškim laporima Suvaje (prema S a k a č, J e l a s k a & A m š e l, 1969): *Globotruncana arca* (C u s m a n), *G. ex gr. lapparenti* B r o t z e n, *Accordiella conica* F a r i n a c c i i *Pithonella ovalis* (K a u f m a n).

Ovi oblici, kao i mikrofosili bazalnog dijela naslaga najgornje krede, karakteriziraju viši dio senona. Sve su to oblici koji su česti u onim naslagama Dinarida koje se uvrštavaju u campan-maastricht, maastricht, pa i u gornji dio maastrichta. Po tome bi klasične naslage najgornje krede

Grmeča mogli usporediti sa sličnim razvojem mlađeg senona u područjima koja se nalaze u graničnom dijelu između tzv. vanjskih i unutrašnjih Dinarida, npr. s mastrihtom Bešpelja kod Jajca (Devidé - Neděla & Polšak, 1961), mastrihtom planine Grebnič na Kosmetu (Radović & Pejović, 1968), kao i drugih područja u Dinaridima gdje je utvrđen transgresivni položaj klastičnog razvoja najgornje krede, s boksitnim horizontom u podlozi.

Tačan raspon stratigrafske praznine u gornjoj kredi na područjima s razvojem poput ovog na Grmeču nije svugdje pouzdano određen, ali je za sve karakterističan nedostatak donjeg dijela senona. Stoga zaključujemo, da je izdizanje kopna koje na Grmeču započinje najvjerojatnije na prijelazu iz turona u senon pripada pokretima koji su zahvatili veliki dio Dinarida uvjetujući značajne promjene u paleogeografiji i tipu sedimentacije u najgornjoj kredi. Ovi su pokreti na Grmeču ograničeni na senon, pa su po tome najbliži subhercinskoj fazi.

Za razliku od drugih područja na kojima, prema podacima navedenih autora se radi isključivo o naslagama najgornjeg dijela krede, u Grmeču je utvrđeno da se taloženje kontinuirano nastavilo u starijem paleogenu. Stoga označavamo da su klastične naslage koje pripadaju kredi kampanško-mastrihtsko-danske starosti.

#### PALEOGEN

Novija su istraživanja pokazala, da na Grmeču postoje i paleogenske naslage. Jedne odgovaraju starijem dijelu paleogena, dok su mlađe uvrštene u gornji paleogen.

#### *Stariji paleogen*

Prema V. Jelaski, V. Amšel, B. Vuksanoviću & B. Kapoviću (1969) sedimentacija fliških naslaga u okolici Bihaća i B. Petrovca nastavila se iz krede u stariji paleogen. Na lokalitetima Pritoka, nedaleko Bihaća, kao i kod Željeznika, te u Vođenici u jugoistočnom dijelu Grmeča, u strukturi Krnjeuša-Bravsko, utvrđen je sedimentološki i paleontološki kontinuitet turbiditnog tipa taloženja na prijelazu iz gornje krede u stariji paleogen. U najmlađim slojevima fliških naslaga to potvrđuju fosilne zajednice. One se sastoje od pretaloženih gornjokrednih oblika, kao i novih formi in situ – *Globorotalia* sp. i *Discocyclina* sp. Stoga jedan dio fliških naslaga u strukturama Pritoka-Trovrh i Krnjeuša-Bravsko treba uvrstiti u stariji paleogen. Vjerojatno je, da i najmlađi dio fliških sedimenata strukture Vršak-Risovac također odgovara starijem paleogenu, no o tome još nema paleontoloških podataka.



### *Mladi paleogen*

U jugoistočnom dijelu Grmeča, u strukturi Krnjeuša-Bravsko, nalaze se klastični sedimenti – vapnenjački brečokonglomerati, lapori i pješčenjaci s kalkarenitima, koji leže diskordantno na podlozi fliških naslaga senona i starijeg paleogena. Na prisutnost ovih naslaga i njihov položaj prvi je upozorio V. Jelaska (usmeno saopćenje), koji smatra da se radi o mladem paleogenu.

Naslage mlađeg paleogena na Grmeču, radi svoje litološke sličnosti sa gornjokrednim i starijim paleogenskim klastitima, uvrštavane su dosada u senon. Njihovo odvajanje od fliških naslaga gornje krede i starijeg paleogena otežano je zbog složene tektonike, pa je zasada njihova rasprostranjenost samo približno određena, i tako označena na priloženoj geološkoj karti.

Nalaz paleogena na Grmeču nije izolirana pojava u ovom dijelu zapadne Bosne. Nedavno su paleogenske naslage pronađene i kod Kulen Vakufa (Šušnjarić, M., Bukovac, J., Savić, D. & Grimani M., 1967), koje su prema paleontološkim podacima S. Muldini-Mamuzić podijeljene na paleocen-donji eocen i gornji dio srednjeg eocena.

Time je poznavanje rasprostranjenosti sedimentacionog prostora u paleogenu prošireno na dva veoma zanimljiva lokaliteta u zapadnoj Bosni. Oni povezuju područja vanjskih Dinarida, s potpunim razvojem paleogena, s onima u unutrašnjem dinarskom prostoru, gdje je paleogen nepotpuno razvijen, kao što je u Baniji, Kozari i drugim Grmeču susjednim područjima.

### NEOGEN

Neogenske naslage sastoje se od lapora, laporovitih vapnenaca, pješčenjaka i konglomerata. One leže kod Pritoke, nedaleko Bihaća i kod B. Krupe, transgresivno na različitim mezozojskim naslagama, odn. klastičnim naslagama starijeg paleogena. Ovi kontakti su dijelom rasjedni. Neogenske naslage nemaju značenja za istraživanja boksitna područja Grmeča.

### TEKTONIKA

Osnovicu tektonskog sklopa Grmeča tvore strukture B tipa. To su većinom izoklinalne bore, odn. dijelovi i fragmenti bora dinarskog pružanja, s vergencijom osnih ploha sinklinala i antiklinala prema jugozapadu nasuprot tome, na više je mjesta došlo do reversnog rasjedanja uz stvaranje tipičnih ljuskavih struktura, čije su rasjedne plohe nagnute prema sjeveroistoku. Ove strukture B tipa izgrađuju jurske i kredne naslage, tako da su u njihovom sastavu ležišta boksita kredne starosti. Najznačajnije su takve strukture Grmeča:

- Sinklinala gornjokrednih naslaga Suvaja-Šolaja,
- Sinklinala gornjokrednih naslaga Pritoka-Trovrh,
- Sinformna struktura krednih naslaga Vršak-Risovac,
- Sinformne i ljuskave strukture krednih naslaga Krnjeuša-Bravsko,
- Sinklinala malmsko-donjokrednih naslaga Jasenice,
- Antiklinala jursko-donjokrednih naslaga Gorinjski vrh-Oštrelj.

Osim toga jugoistočno od B. Krupe, u Vranjskoj, Gudavcu i Vojevcu, kao i u drugim dijelovima Grmeča, nalazi se više manjih, rasjedima razlomljenih bora.

Tektonski oblici R tipa su veliki rasjedi, kao i nizovi ruptura koje možemo većinom uvrstiti u h01 i 0k0 sisteme. Najmarkantniji su rasjedi između trijaskih dolomita i vapnenaca malma, odn. krede. Na više mjesta, kao u Vranjskoj i Jasenicama, evidentni su jaki tangencijalni utjecaji kod dislociranja trijaskih naslaga, tako da većina ovih rasjeda nosi jasne tragove reversnog kretanja.

Rupture h01 i 0k0 sistema utvrđene su i praćene u strukturama B tektonita.

Rupture h01 sistema su uzdužni rasjedi dužine od nekoliko stotina metara do više kilometara, a iznimno i po nekoliko desetaka kilometara. I to su pretežno reversni rasjedi s jasnim elementima kretanja paralelno osi B, tj. u smjeru od sjeveroistoka prema jugozapadu. Takvi su rasjedi najbrojniji, a i najbolje su otkriveni, u jugoistočnom dijelu Grmeča, gdje su u okolici Bravskog ljuskave strukture najbolje razvijene. U isti h01 sistem idu i manji jače ustremljeni rasjedi i veće pukotine. Takve rupture se ponajviše nalaze uz veće reversne rasjede, pa su najbrojnije u zonama jače dislociranih naslaga, kao npr. u Šolaji, Jasenicama, Krnjeuši.

Rupture 0k0 sistema većinom su okomiti, odn. jako ustrmljeni normalni gravitacioni rasjedi. Kod većine ovih rasjeda vektor ukupnog kretanja duž rasjedne plohe iznosi čak i po nekoliko stotina metara, dok se pružanje rasjeda može pratiti u dužini i po više kilometara. Takvi, osobito markantni rasjedi se nalaze u srednjem dijelu Grmeča. Idući od Krnjeuše prema Suvaji oni prekidaju pružanje nekoliko većih struktura B tipa, kao što je sinklinala Suvaja-Šolaja, sinformu Vršak-Risovac, antiklinalu Gorinjski vrh-Oštrelj itd. Nizovi manjih rasjeda 0k0 sistema utvrđeni su u svim strukturama grmečkog terena. Mjestimično su toliko brojni da zahvaćaju dekametarsko veličinsko područje. Boksitonozne paleopovršine ispresijecane su ovakvim rasjedima u nekoliko struktura. Tako je došlo do niza manjih subparalelnih pomaka, osobito u graničnom području između gornjokrednih vapnenjačkih naslaga i sitnozrnih klasita senona. To je najočitiije u sjeveroistočnom krilu sinklinala Pritoka-Trovrh, zatim u strukturi Krnjeuša-Bravsko, a u manjoj mjeri u sinklinali Suvaja-Šolaja.

Postoje također i takve rupture koje ne pripadaju opisanim sistemima, ali su manje brojne i od manjeg su utjecaja na opću strukturnu sliku područja.

## KARAKTERISTIKE GLAVNIH STRUKTURA I PROSTORNI RASPORED LEŽIŠTA BOKSITA

### *Sinklinala Suvaja-Šolaja*

Struktura se nalazi oko 10 km južno od B. Krupe. Ona se pruža između naselja Suvaja i Šolaja, od zapada prema istoku, u dužini od 5 km, i u širini do 2 km. Sastoji se od gornjokrednih naslaga.

Južno krilo sinklinala normalno je i blago nagnuto prema sjeveroistoku. Na južnom krilu nalazimo stoga normalnu sukcesiju krednih naslaga od baremsko-aptskih vapnenaca do rudistnih vapnenaca, na kojima transgresivno leže klastične i vapnenjačke naslage gornjeg senona. Ova je transgresivna granica zbog blagog nagiba slojeva, paleoreljefa i brežuljkastog terena veoma vijugava. Uz to ona je i isprekidana brojnim rupturama, većinom poprečnim rasjedima malog vektora ukupnog kretanja. Sve su to izrazite značajke tektonike produktivnih zona s ležištima boksita u gornjokrednim naslagama Grmeča, pa je suvajski primjer prikazan na sl. 1.

Sjeverno krilo sinklinala Suvaja-Šolaja je inverzno i većim dijelom poremećeno uzdužnim reversnim rasjedima. Tako u Radinovićima kod Seira, u sjeverozapadnom dijelu strukture, turonski vapnenci leže inverzno na boksitu i vapnencima gornjeg senona. Idući odatle prema istoku sve je jače izraženo tangencijalno kretanje pravca sjeveroistok-jugozapad. Rudistni vapnenci turona leže stoga od Seira do Šolaje anormalno, dijelom na vapnencima senona, a dijelom i na senonskim klastitima. Ova tangencijalna reversna kretanja najbolje su vidljiva u Šolaji, gdje su uslijed hektometarskih reversnih kretanja nastali najsloženiji tektonski odnosi u ovoj strukturi. Složenost tektonike sjevernog krila strukture povećana je i time, što su tu i drugi paralelni reversni rasjedi, od kojih je najznačajniji s reversnim kontaktom trijaskih dolomita i cenomansko-turonskih rudistnih vapnenaca.

Dva velika poprečna rasjeda presijecaju sinklinalu. Jedan tangira njezin zapadni periferni dio, dok drugi naglo sužava širinu strukture u njezinom istočnom dijelu.

Zbog takve građe ležišta i izdanci boksita najbrojniji su u južnom krilu sinklinala, i to u njezinom središnjem dijelu. Tu je paleokrška orudnjena površina blago nagnuta prema sjeveru i denudacijom otkrivena na širokom prostoru. Veliki je broj ležišta stoga otkriven, odn. bio je otkriven prije otkopavanja, a druga se nalaze pod različito debelim pokrovom naslaga višeg senona. Više ležišta nalazi se pod krovinskim naslagama koje su denudacijom odvojene od jezgre sinklinala u obliku različito velikih erozionih krpa.

Na sjevernom su krilu ležišta malobrojna, jer je paleopovršina reducirana reversnim rasjedima. U Radinovićima boksiti su u inverznom položaju, tako da boksiti leže na vapnencima višeg senona. Dalje prema

istoku uz reversni rasjed ponegdje su se sačuvali dijelovi paleoreljeva s pojavama i manjim ležištima boksita, kao npr. u Seiru, dok su u Šolaji nekoliko većih ležišta bila tangencijalnim kretanjima deformirana i utisnuta u klastične naslage senona.

### *Sinklinala Pritoka-Trovrh*

Ova se struktura nalazi u sjeverozapadnom dijelu Grmeča, nedaleko Bihaca. Dužina joj je oko 15 km, a širina do 5 km. Pruža se od istoka prema zapadu i u tom smjeru tone pod neogenske naslage Bihačkog polja, tako da je otkriven samo njezin istočni dio. U jezgri sinklinale su gornjosenonski i stariji paleogenski klastiti, a u krilima dolaze rudistni vapnenci. Slojevi ovih naslaga nagnuti su prema sjeveru i sjeveroistoku.

Južno krilo sinklinale nagnuto je prema sjeveru i sjeveroistoku pod kutem od 15–25°. Poremećeno je različitim, dijelom i reversnim rasjedima, pa je u Ripaču došlo do pojave manje ljuskave strukture, dok su istočno odatle senonski klastiti u izravnom rasjednom kontaktu s vapnencima raznih nivoa krede.

Sjeverno krilo je gotovo u čitavoj dužini u inverznom položaju, dijelom s okomitim, a većinom s jako ustrmljenim slojevima. U istočnom dijelu strukture ima također pojava reversnog rasjedanja. Kratki brojni rasjedi, poprečni na pružanje slojeva, brojni su u zapadnom dijelu sinklinale.

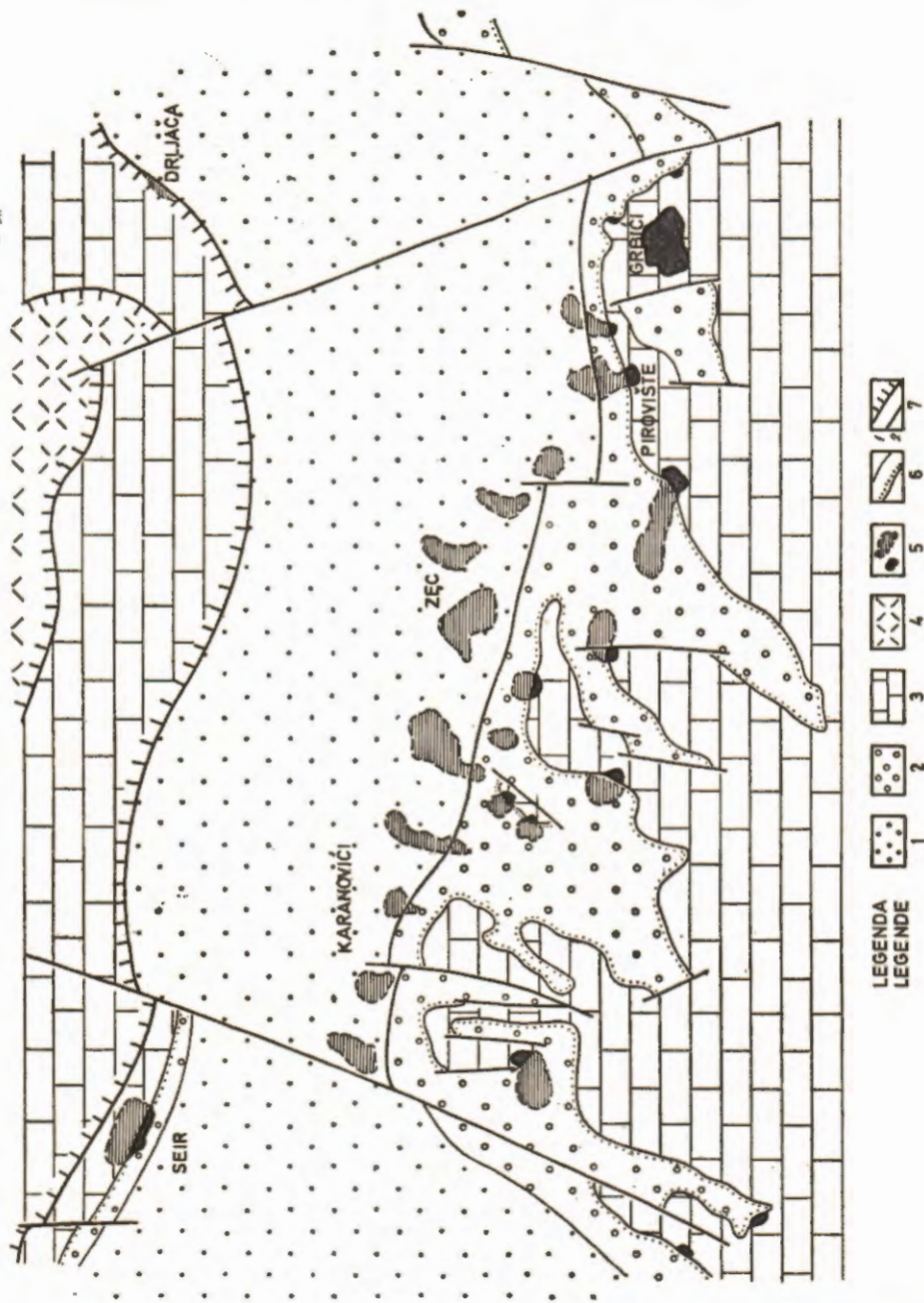
Ležišta boksita u sinklinali Pritoka-Trovrah brojna su samo u sjevernom krilu. Bogata orudnjenost paleopovršine najbolje je vidljiva u otkopima rudnika Pritoka (sl. 3) i Tihotina. U istočnom dijelu ove strukture, kao i na njezinom južnom krilu, gdje su naslage jače dislocirane, paleopovršina je reducirana, pa su izdanci boksita svedeni na manje nepovezane pojave.

#### Sl. 1. Način pojavljivanja senonskih ležišta boksita u Suvaji.

1. Fliške naslage gornjeg dijela senona.
2. Bazalni konglomerati, vapnenci i biokalkareniti kampan-mastrihta.
3. Rudistni vapnenci cenoman-turona.
4. Dolomiti gornjeg trijasa.
5. Ležišta boksita: 1. Izdanak boksitnog ležišta, 2. Dio ležišta pod krovinom.
6. Geološke granice: 1. Transgresivna. 2. Litološka.
7. Rasjedi: 1. Reversni. 2. Vertikalni.

Types of occurrence of the Senonian bauxite deposits at Suvaja.

1. Flysh beds of the Upper Senonian.
2. Basal conglomerates, limestones and biocalcarenes of Campanian-Maestrichtian.
3. Cenomanian-Turonian rudistid limestones.
4. Upper Triassic dolomites.
5. Bauxite deposits: 1. Outcrop of bauxite deposit. 2. Part of the deposit below the hanging wall.
6. Geological boundaries: 1. Transgressive. 2. Lithological.
7. Faults: 1. Reverse. 2. Vertical.



### *Sinformna struktura Uršak-Risovac*

Radi se o dijelu jedne velike, rasjedima reducirane sinklinale krednih naslaga. Nalazi se u središnjem dijelu planine Grmeč, u okolici Krnjeuše. Površina strukture iznosi oko 50 km<sup>2</sup>.

U jezgri su strukture klastične senonske i starije paleogenske naslage, dok su na krilima kredni vapnenci. Slojevi ovih naslaga su u izoklinalnom položaju, pretežno strmo nagnuti prema sjeveroistoku.

Južno je krilo strukture slabije istraženo. Tu su konstatirani rasjedi koji su reducirali dio gornjokrednih vapnenaca, tako da senonski klastiti većinom rasjedno graniče s donjokrednim vapnencima.

Pružanje je strukture prema zapadu i istoku naglo prekinuto velikim poprečnim rasjedima, pa su stoga klastične naslage senona u rasjednom kontaktu s naslagama raznih nivoa donje i gornje krede.

Ležišta se boksita nalaze duž čitavog sjevernog krila strukture od Suvaje do Risovca. Na slabije istraženom i jako dislociranom južnom krilu poznate su samo male pojave boksita.

### *Sinformne i ljuskave strukture Krnjeuša-Bravsko*

Ovo je najveća tektonska jedinica Grmeča. Pruža se u dužini od nekih 30 km, i u širini od 2 do 5 km. Sastoji se od gornjokrednih vapnenjačkih i klastičnih naslaga, te od paleogenskih klastita.

U svom zapadnom dijelu to je jednostavna asimetrična sinklinala, s blago nagnutim južnim krilom i jako ustrmljenim do vertikalnim protukrilom. Prema istoku pojavom reversnih rasjeda sinklinala prelazi u ljuskavu strukturu. Duž ovih reversnih rasjeda rudistni su vapnenci prebačeni na senonske vapnence i klastite. Slojevi ovih naslaga, kao i reversni rasjedi, blago su nagnuti prema sjeveroistoku, ili su čak i vodoravni. Nekoliko poprečnih rasjeda razbili su ove ljuske u nekoliko nepovezanih strukturnih jedinica.

U ovoj kompleksnoj tektonskoj strukturi nalazi se više nizova boksitnih izdanaka duž granice cenomansko-turonskih vapnenaca i vapnenjačkih naslaga, odn. klastičnih stijena gornjeg senona. Dva gotovo neprekinuta niza izdanaka boksita pružaju se od Krnjeuše do krajnjeg jugoistočnog dijela Grmeča. Oni pripadaju krilima strukture. Ostalih pet vezani su uz pojedine ljuske složenijeg jugoistočnog dijela strukture. Blagi nagib slojeva, kao i boksitonošnih paleopovršina, velika tvrdoća boksita otpornog prema eroziji, uzrokom su prividno visokog stupnja rudonosnosti ovog područja, premda je debljina ležišta u prosjeku svega oko 0,8 metara.

### *Sinklinala Jasenice*

Ova manja sinklinala izgrađena je od malmskih i donjokrednih naslaga. Ona se pruža istočno od Jasenice u dužini od 6 km i u širini do 1 km. Slojevi malmskih i donjokrednih naslaga nagnuti su pod kutom

od 20–40° prema sjeveroistoku, pa je to prebačena izoklinalna struktura s nagibom osne plohe prema jugozapadu. Sinklinala je prekinuta prema istoku i prema zapadu poprečnim i tangencijalnim rasjedima.

Na južnom i sjevernom krilu sinklinale nalaze se izdanci donjokrednih boksitnih ležišta.

#### *Antiklinala Gorinjski vrh-Oštrej*

Ova antiklinala se pruža sjevernim padinama Grmeča, gdje je možemo pratiti od Gorinjskog vrha do Majkića, u dužini od 15 kilometara. Dalje prema istoku, (izvan karte), antiklinala prelazi u monoklinalnu strukturu, s blago boranim naslagama, čiji su slojevi nagnuti prema jugozapadu.

U jezgri su antiklinalne malmske naslage, a u njezinim krilima vapnenci donje krede. Antiklinala je dijelom uspravna s gotovo simetričnim krilima. Na zapadnoj strani Gorinjskog vrha prekida ju veliki poprečni rasjed.

Na krilima antiklinale, uz granicu malmskih i donjokrednih naslaga, ima na više mjesta različito velikih ležišta donjokrednih boksita. Veća su ona na Oštreju i u Majkićima.

Prema utvrđenom stratigrafskom slijedu naslaga i tektonskim strukturama možemo zaključiti, da su za područje Grmeča ovi pokreti bili najznačajniji:

*Novokimerijski*, na prijelazu iz jure u kredu, manifestirali su se kao epirogenetska kretanja.

*Subhercinska* faza u senonu bitno je izmijenila paleogeografske odnose u ovom i u susjednim područjima. Izdignuto kopno dalo je obilat klastični materijal u kampan-mastrihtu, a tip sedimentacije, koja zatim slijedi u najgornjoj kredi i starijem paleogenu, po svom turbiditnom tipu i kontinuitetu sedimentacije u stariji paleogen, bitno se razlikuje od karbonatne sedimentacije u vanjskim Dinaridima.

Značenje srednjoeocenske *pirinejske*, odn. *istarsko-dalmatinske* faze, još se ne može odrediti, ali je izvan sumnje da je takvih pokreta bilo i u ovim područjima.

Najznačajniji orogenetski pokreti odvijali su se u mladem paleogenu. Tada su sve mezozojske i paleogenske naslage intenzivno borane, a potom rasjedane.

#### BOKSITI

U istraživanim područjima Grmeča postoje tri stratigrafska boksitna horizonta. Jedan odgovara karniku, drugi je donjokredne, neokomske starosti, a treći pripada donjem dijelu senona. Rasprostranjenost ležišta boksita ovih triju horizonata prikazuje sl. 2.

## DONJOKREDNI BOKSITI

Ležišta donjokrednih, neokomskih, boksita poznata su samo na sjevernoj strani Grmeča. Vezana su uz granicu malmskih naslaga i vapnenaca barrême-apta. Pojavljuju se u više suvislih linija, u Vučjaku kraj B. Krupe, na potezu Zloimenjak-Suvaja, na Gorinjskom vrhu i susjednom Oštrelju, u Majkićima i na Griču nedaleko Jasenice, te u istočnom dijelu Grmeča u Kureševcu i sjeverno od Mijačice. Osim ovih primarnih ležišta postoje i takve rudne pojave, koje su nastale prenošenjem ulomaka i čitavih blokova boksita u niže dijelove terena. Na taj način, erozijom primarnih ležišta nastala su sekundarna nalazišta boksita na više mjesta u Grmeču, kao u Vučjaku i u Jelašincvu.

Primarna su ležišta nejednoliko raspoređena na paleoreljefu, a i sam je red veličina tih ležišta različit, tako da osim malih pojava postoje i takva ležišta, koja imaju površinu veću od 10.000 m<sup>2</sup>, dok debljina boksita doseže i do 15 metara.

Zbog povišenog sadržaja SiO<sub>2</sub> donjokredna ležišta Grmeča malo su istraživana, pa o njima, ukoliko izuzmemo informaciju o nalasku fosilifernih vapnenaca u ovim boksitima (K. S a k a č, V. J e l a s k a & V. A m š e l, 1969), nema publiciranih podataka.

Karakteristike ovih boksita prikazat ćemo na jednom ležištu, koje se nalazi 6 km južno od Jasenice na brdu Oštrelju. Izdanak boksitnog ležišta dužine 295 m i širine do 50 m, nalazi se na granici titonskih vapnenaca i baremsko-aptskih vapnenaca. Baza je ležišta neravna, jer boksit ispunjava različita udubljenja u paleoreljefu podinskih vapnenaca. Donji se dio ležišta sastoji od crvenosmedih pizolitičnih, do gustih kriptostalastih boksita. Njihova debljina u srednjem dijelu ležišta iznosi 10 metara. Po kemijskom sastavu to su visokosilicijski monohidratni boksiti s osnovnom paragenezom: bemit, kaolinit, hematit. Za ove boksite tipični kemijski sastav pokazuje analiza 2 na tabeli 2.

Strukturni elementi u crvenosmedim boksitima su malobrojni. U kriptokristalastom matriksu nalaze se ooidi, također kriptokristalastog sastava, promjera do 700 mikrona, zatim čestice hematita, ilita i tankih ljuskica kaolinita.

U višem dijelu crvenosmedih boksita uloženi su u obliku leća, debelih do 1,5 m, sivozeleni piritizirani boksiti kaolinitsko-bemitskog sastava. Kemijski sastav sivozelenih boksita pokazuje analiza 3 na tabeli 2.

U najvišem dijelu crvenosmedih boksita pojavljuju se klastične komponente, valutice i ulomci jurskih vapnenaca povezanih boksitnim vezivom. Lateralno, u srednjem dijelu ležišta, ovi klastiti prelaze u žućkaste uslojene slabo laporovite vapnenice debljine do 2 metra. U vapnencima su nađeni mnogobrojni fosilni ostaci ostrakoda, oogonija i dijelova talusa haraceja (tab. 4, sl. 1), kao i krhotine ljuštura školjkaša.

Vapnenci navise prelaze u brečokonglomerate vapnenoboksitičnog sastava i kaolinitne boksite s valuticama vapnenaca. Vapnena se kompo-



nenta postepeno gubi, tako da završni dio ležišta tvore visokosilicijski kaolinitiski boksiti male tvrdoće, kriptokristalastog sastava. Ukupna debljina gornjeg dijela ležišta iznosi oko 5 m.

I kod većine drugih ležišta donjokrednih boksita radi se o visokosilicijskim pojavama. Samo neka od njih imaju niži sadržaj  $\text{SiO}_2$ . Karakteristične su i varijacije u postotku  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , kako to pokazuju odabrane, za neokomske boksite tipične kemijske analize:

Tabela 2  
Kemijski sastav neokomskih boksita

Struktura Ležište	Redni broj	Vrst boksita	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	Gubitak žarenjem
<i>Jasenice</i>							
Grič	1.	Smedocrveni, pizolitični	12,25	53,11	20,35	2,16	12,13
<i>Gorinjski vrh</i>							
<i>Oštrej</i>							
Oštrej	2.	Crvenosmeđi, pizolitični donjeg dijela ležišta	18,58	47,21	17,11	2,40	14,70
	3.	Sivozeleni, iz uložka u do- njem dijelu ležišta	27,20	48,37	7,39	2,05	14,54
	4.	Crveni, gusti, iz višeg di- jela ležišta	25,85	43,13	17,35	2,01	13,53
Crvena greda	5.	Crvenosmeđi, pizolitični	15,17	51,23	18,09	2,40	12,70
<i>Istočni dio</i>							
<i>Grmeča</i>							
Kureševac	6.	Smedocrveni, pizolitični	15,90	48,03	22,20	1,79	12,08

Veoma neujednačena orudnjenost paleopovršine malmskih naslaga, izolirane pojave velikih ležišta složenijeg litološkog sastava pretežno kaolinitskog boksita, pokazuje da je na Grmeču u neokomu morala postojati razvedena morfologija na paleokopnu. Tada su povišeni dijelovi paleoreljefa ostali bez rezidualnih supstancija, jer su one bile snažane u niže dijelove paleoreljefa. Tu su mjestimično taložene veće količine sijalitičnog reziduuma, čiji litološki slijed u današnjim ležištima daje mogućnost rekonstrukcije njihove geneze.

Crvenosmeđi boksiti hematitsko-kaolinitsko-bemitskog sastava nižeg dijela ležišta taloženi su u paleokrškim depresijama u uvjetima oksidacionog potencijala, ali uz pH faktor koji je uzrokovao samo djelomično odstranjivanje  $\text{SiO}_2$  komponente.

Sivozelena piritiski boksiti upućuju na reduktivnu sredinu taloženja, na povremene pojave močvara u dijelovima paleoreljefa.

Klastiti u višem dijelu ležišta, zajedno sa interkaliranim vapnencima s brakičnom florom i drugim fosilima, indiciraju početak transgresije. Analogno tome najviši dio ležišta sastojao bi se od pretaloženih boksita, koji su eventualno redeponirani s kopna u more.

Donjokredni boksiti poznati su na više međusobno udaljenih područja u Dinaridima. Najbrojnija su u Crnoj Gori, gdje se nalaze u više različitih stratigrafskih horizonata (Pavić, 1964, Grubić, 1964, Bešić, Vuković & Cicović, 1965). Ležišta donjokrednih boksita međusobno se jako razlikuju oblicima, veličinom i mineralno-kemijskim sastavom boksita. Sve to upućuje na raznovrsne genetske uvjete stvaranja boksita u donjoj kredi.

## SENONSKI BOKSITI

### *Način pojavljivanja i morfologija ležišta*

Senonski boksiti leže na slabo okršenoj paleopovršini cenomatsko-turonskih vapnenaca. Krovina su im gornjosenonski vapnenci, biokalkareniti i konglomerati.

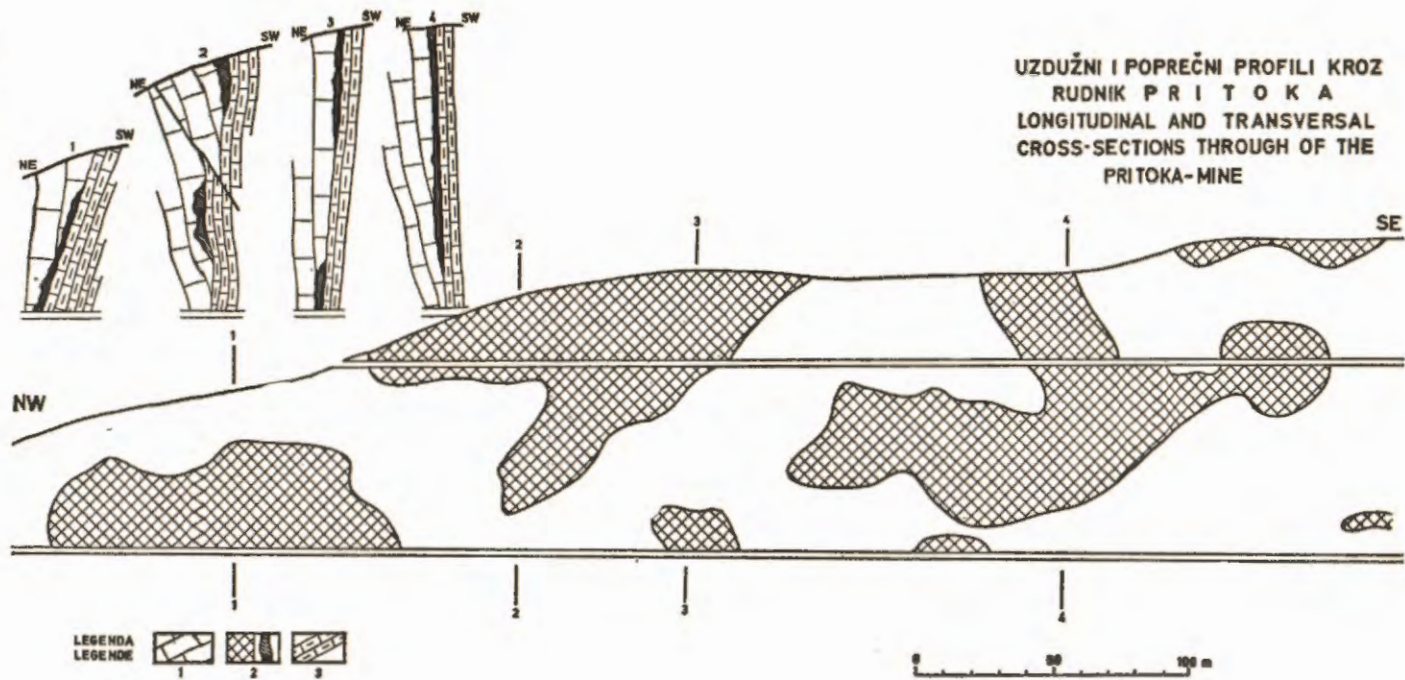
Ležišta su ovih boksita relativno malih dimenzija. Površina im iznosi po nekoliko stotina kvadratnih metara, a onih najvećih i do 3.000 m<sup>2</sup> (sl. 3). Debljina im je dosta jednolična. Srednja debljina ležišta najveća je u Suvaji, gdje doseže i do 3,5 metara. Tu je najbolje razvijena podrudna morfologija u podinskim vapnencima, tako da suvajska ležišta nalikuju na male nepravilne leće s džepolikim proširenjima u vapnencima podloge. U ostalim boksitnim strukturama debljina ležišta je manja, ali zato konstantna unutar svake boksitonosne jedinice. Tako je u velikoj sinklinali Pritoka-Trovrh srednja debljina ležišta od 0,8–1,5 metara, dok u jugoistočnom dijelu Grmeča ležišta nemaju veću debljinu od 1 metra. Na svim tim ležištima podrudna je morfologija uglavnom slabo razvijena, tako da boksitna ležišta izgledaju kao nejednako velike ploče, koje se zbog svoje velike tvrdoće ističu na terenu kao tanki izduženi izdanci.

Sl. 3. Prikaz stupnja orudnjenosti paleoreljefa senona u eksploatiranom dijelu rudnika Pritoka kod Bihaća.

1. Rudistni vapnenci cenoman-turona. 2. Otkopan boksit. 3. Vapnenci kampan-mastrihta.

By exploration uncovered ore-bearing paleorelief of the Lower Senonian of the Pritoka-mine near Bihać.

Cenomanian-Turonian rudistid-limestons. 2. Depleted bauxite deposit. 3. Campanian-Maestrichtian limestones.



Senonska ležišta gotovo su u svim strukturama na Grmeču gusto poređana na paleopovršini. Tako je npr. otkopavanjem ležišta u rudniku Pritoka utvrđeno, da je na tom području 40% paleopovršine turonskih vapnenaca bilo prekriveno boksitom (sl. 3). Otkopavanja u susjednim lokalitetima u Tihotini i Kraljuši pokazuju da ovaj visoki stupanj orudnjenosti nije izuzetan na Grmeču.

Za morfologiju ležišta boksita značajne su i pojave pseudopaleoreljefa. Ima ih u svim grmečkim strukturama, ali su najbrojnije i dobro otkrivene u otkopanim ležištima na krilima sinklinale Suvaia-Šolaja. Tu je na više lokaliteta utvrđeno, da se neravnine podrudnog reljefa, kao npr. »piramide«, nalaze u bazalnom dijelu ležišta i to ne samo na površini cenomansko-turonskih vapnenaca, već i na gornjosenonskim vapnencima, u onom slučaju kada je ležište zbog tektonskih položaja došlo u inverzni položaj. Ove su pojave detaljnije već analizirane (S a k a č, 1966), a dovode se u vezu s hipergenetskim oblikovanjem podrudnog reliefa. Ima ih i na inverznim ležištima u Kraljuši, gdje su gornjokredne naslage, kao i ležišta boksita, jako ustrmljene, pa vapnenci gornjeg senona padaju pod kutom od 50–65° pod boksitna ležišta (Tab. V, Sl. 1 i 2).

#### *Mineralni sastav i strukturni elementi boksita*

Litološke tipove boksita Suvajsko-Šolajske sinklinale, te njihove strukturne elemente i mineraloški sastav, detaljno je opisao I. J u r k o v i ć (1965), dok su paragenetski sastav boksita Mijačice i Crnog vrha jugoistočnog dijela Grmeča prikazali K. S a k a č, I. J e l e n i ć & E. J u n g m a n n (1964). Prema ovim, i drugim izvorima, odn. ispitivanjima vršenim za potrebe rudnika boksita u B. Krupi koje navodi K. S a k a č (1966 b), osnovne su parageneze senonskih boksita Grmeča:

- *bemit, hematit,*
- *dijaspor-bemit, hematit,*
- *bemit, pirit,*
- *bemit, getit,*
- *bemit, getit, kaolinit.*

Uz ove osnovne minerale, boksiti imaju anatas kao stalnu komponentu, a u manjim količinama, ili kao akcesorije kaolinit, feldspat, kvarc itd. Kaolinit je u ovim boksitima prisutan u veoma malim količinama, što je očito i iz priloženih kemijskih analiza (Tabela 3). Izuzetak čine samo malobrojnih ležišta s višim sadržajem  $\text{SiO}_2$  u strukturi Vršak-Risovac i još neka druga ležišta.

Glavnina senonskih boksita su *hematitsko-bemitskog* i *hematitsko-dijasporo-bemitskog* sastava. S obzirom na malu količinu kaolinita koju sadrže, to su tipični aliti.

Hematitsko - (dijasporo) - bemitiski boksiti većinom su crvenosmeđi, veoma su tvrdi i nepravilnog loma. Spec. težina im je 2,7-3,3. Sastoj se od finodisperznog pelitskog matriksa i raznovrsnih strukturnih elemenata, od kojih su najbrojniji ooliti, zatim čestice minerala veličine od lutita do sitnozrnog arenita, te odlomci oolitičnog boksita i hematita. Kako su litološke i strukturne karakteristike boksita područja Suvaja već detaljno opisane (I. J u r k o v i ć, 1965), ovdje se iznose samo osnovne i zajedničke karakteristike senonskih boksita grmečkih struktura.

*Ooliti* su najmarkatniji strukturni element boksita. Diametar im iznosi 25-600 mikrona, ali većina ima promjer od 100-250 mikrona. Ooliti su trovrstni: jednostavni, polikcentrični i kompleksni.

Jednostavni ooliti su malobrojni, a veličinom zaostaju za polikcentričnim i složenim oolitima. Sastoje se od mješavine bemita, dijaspora i hematita. Ovi su minerali kriptokristalasti do mikrokristalasti.

Polikcentrični ooliti su najbrojniji i najviše variraju veličinom. Sastoje se od niza ljusaka, kojih može biti od 2-12. Ljuske se međusobno razlikuju prema mineralnom sastavu ovisno o tome, da li u njima prevladava bemit ili hematit, odn. dijaspor, kao i po tome u kojoj su mjeri zastupljena zrnca akcesornih minerala. Polikcentrični su ooliti većinom pelitske strukture. U tom pelitskom matriksu zapažaju se pojedinačna zrnca ili zrnati mikroagregati hematita, bemita, rjeđe dijaspora, kao i akcesorija, čiji promjer može iznositi i po nekoliko desetaka mikrona.

Kompleksni ooliti se sastoje od dva genetska dijela. U središnjem dijelu ovakvih oolita je nukleus, koji se sastoji od jednog ili od nekoliko većinom oštećenih oolita. Oko tog starijeg dijela oolita je jedna ili nekoliko ljusaka, koje su nastale u mlađoj genetskoj fazi. Struktura je kompleksnih oolita ista kao i kod polikcentričnih oolita.

U kriptokristalastom matriksu senonskih boksita, uz opisane oolite, česte su *čestice i zrna hematita i odlomci oolitičnog boksita*. Promjer ovih čestica i zrna hematita iznosi i do 1 cm, dok fragmenti oolitičnog boksita mogu biti i veći, čak i po više centimetara u promjeru. Fragmenti oolitičnog boksita imaju iste strukturne elemente, a i istog su mineralnog sastava, kao i sam senonski boksit u kojem se nalaze. Radi se dakle o fragmentima senonskog boksita, koji su nastali pretaloživanjem. Oni moraju potjecati iz razorenih dijelova ležišta tek dijageneziranog boksita, ili iz ležišta na višim izloženijim dijelovima paleoreljefa.

Fragmenti oolitičnog boksita upućuju prema tome na dosta dinamične genetske procese u donjem senonu, na dosta intenzivno razaranje tek formiranih ležišta alita i odnošenje čestica u nove sedimentacione, ali obližnje prostore. Tome idu u prilog i fragmenti oolita svih triju vrsta, kojih nalazimo pojedinačno, ali oštećene, u mineralnoj boksitnoj masi. I nalaz marinskih fosila u bazalnom dijelu ležišta boksita u Suvaji može se uzeti kao jedan od dokaza interbazenskog pretaložavanja boksita, u ovom slučaju s kopna u morsku priobalnu sredinu.

Piritsko-bemitski tip boksita malo je rasprostranjen na Grmeču, a pojavljuje se uz crvenosmeđe boksite kao njihov obodni dio, ili su u njima uloženi kao tanki ulošci. To su sivozeleni boksiti, u kojima su slabije izraženi strukturni elementi nego li u hematitsko-bemitskim boksitima. Prema I. Jurkoviću (1965) sastojе se od *bemita*, kao glavne komponente, zatim *pirita*, i male količine *antracitoidne tvari*, i akcesorija. Pirit i ugljevita tvar upućuju na reduktivnu sredinu taloženja, na prisutnost  $H_2S$  i vegetativne organske materije. Ovakvi su se boksiti mogli stvarati u zatvorenim močvarnim anaerobnim basenima.

Getitsko-bemitski boksiti su svijetložuti. Imaju izrazitu oolitičnu strukturu. Prema odnosima s drugim tipovima boksita mogu se razlikovati dvije vrste getitsko-bemitskih boksita.

U Suvaji, kao i na nekim drugim lokalitetima, kao npr. u Risovcu, getitsko-bemitski boksit nalazi se uz piritsko-bemitske boksite, od kojih su prema I. Jurkoviću (1965) mogli nastati supergenim djelovanjem vadoznih voda. Pri tome je došlo do oksidacije piritne komponente, odn. do prijelaza pirita u getit. U prilog tome autor navodi pseudomorfoze getita i lepidokrokita nastalih od pirita, djelovanjem meteornih i vadoznih voda bogatih s kisikom. Ovakva vrst getitsko-bemitskih boksita ima malu rasprostranjenost u Grmeču.

Međutim, mnogo su značajniji oni getitsko-bemitski boksiti koji su vezani uz crvenosmeđe hematitsko-(dijasporno)-bemitske boksite. Ova se povezanost očituje u postepenom prijelazu jedne u drugu vrst boksita, tako da se oni izmjenjuju u istom ležištu. Takvih pojava ima najviše u strukturi Pritoka-Trovrh, a zapažene su i u susjednoj strukturi Krnjeuša-Bravsko. U tim strukturama, u ležištima s crvenosmeđim i svijetložutim boksitom, hematitsko-bemitski boksiti obično su u srednjem dijelu ležišta, ali nije rijetkost da su nepravilno prožeti s getitsko-bemitskim boksitima. Na prijelazu iz jednih u druge boksite, ili unutar svijetložutih getitsko-bemitskih boksita, nalaze se posebni strukturni elementi. Tvore ih crvenosmeđi hematitsko-(dijasporno)-bemitski boksiti u obliku pizolita, ili okruglastih tjelešaca nalik na konkrecije, čiji promjer iznosi i po više centimetara. Ovakvi su strukturni elementi okruženi čvrstom ovojnicom veoma bogatom sa željezom. Radi se očito o reliktima crvenosmeđih boksita koji su se sačuvali u genetski mlađoj mineralnoj masi svijetložutih getitsko-bemitskih boksita. G. I. Bušinskij (1968) smatra, da su to epigenetske pojave, da su nastale pod utjecajem kemijski veoma aktivnih voda, u kojima su se nalazile otopine organskih, bituminoznih, tvari. Ove vode djelujući na hematitsko-(dijasporno)-bemitske boksite otopile su i odstranile jedan dio hematita, dok je preostali dio hematita hidratizacijom prešao u getit.

Prema tome, najveći dio getitsko-bemitskih boksita Grmeča nastao je deferifikacijom hematitsko-(dijasporno)-bemitskih boksita, koji su uslijed izbijeljivanja prvotno crvenosmeđih boksita dobili epigenetskim procesima današnju karakterističnu svijetložutu, mjestimično gotovo bijelu

boju. Pri tom procesu deferifikacije, odn. izbijeljivanja primarnih boksita, odnošenjem željezne komponente, povisio se relativni sadržaj drugih komponenata, osobito  $Al_2O_3$ . Upravo zbog toga, takvi getitsko-bemitski boksiti imaju najviši postotak  $Al_2O_3$ , koji nerijetko može doseći i do 70% (tabela 3).

Na isti je način došlo do stvaranja još jedne vrste senonskih boksita Grmeča. To su kaolinitsko-getitsko-bemitski boksiti. Oni se od getitsko-bemitskih boksita razlikuju jedino po tome, što imaju više kaolinita, zbog čega im je sadržaj  $SiO_2$  povišen, tako da može iznositi i do 15%.

Ovakav tip boksita nalazi se oko Trovrha, u najvišem sjeverozapadnom dijelu Grmeča, i to u manjim ležištima, čija debljina iznosi do jedan metar. I u ovom slučaju, zbog deferifikacije primarnih boksita, došlo je do smanjenja sadržaja  $Fe_2O_3$ , koji može biti niži i od 5%, i izhljeđivanja (»obezbojavanja«) boksita. Stoga su i kaolinitsko-getitsko-bemitski boksiti svijetložute do gotovo bijele boje. Utoliko se ovi boksiti vanjskim izgledom, a osobito po kemijskom sastavu približuju bijelim boksitima Crne Gore, iako su različitog genetskog postanka.

U tom smislu potrebno je korigirati dosadašnje pretpostavke i mišljenja o postojanju bijelih boksita, s pratećim litološkim elementima u Grmeču. Tamošnji, često puta nazivani »bijeli boksiti« u stvari su epigenetskim procesima deferificirani i izbljeđeni (»obezbojeni«) (kaolinitsko)-hemitsko-(dijasporno)-bemitski boksiti.

### *Kemijski sastav*

Senonski su boksiti Grmeča u osnovi visokoaluminijski, s karakteristično niskim sadržajem  $SiO_2$ , dosta jednolikim, ali relativno niskim gubitkom kod žarenja, što je tipično za boksite s monohidratnim mineralima, te veoma varijabilnom komponentom  $Fe_2O_3$ . Gubitak žarenjem nije bitno drugačiji kod crvenosmedih hematitsko-bemitskih boksita i svijetložutih getitsko-bemitskih vrsta, premda se kod posljednjih radi o hidratiziranoj željezovitoj komponenti. Ova je pojava potpuno razumljiva, jer su getitsko-bemitski boksiti pretrpjeli deferifikaciju, pa je količina getita u njima manja, nego li hematita u crvenosmedim boksitima.

Prosječni se kemijski sastav boksita pojedinih struktura međusobno malo razlikuje. Tako boksiti sinklinale Suvaja-Šolaja imaju u prosjeku niži sadržaj  $Al_2O_3$  od boksita u rudnicima Pritoka, Tihotina i Kraljuša. Veoma promjenjiv sastav imaju jedino ležišta u strukturi Vršak-Risovac, i to poglavito zbog različitog sadržaja kaolinita.

Osnovne karakteristike kemijskog sastava senonskih boksita Grmeča prikazane su na tabeli 3. Odabrane kemijske analize odnose se na tipične najviše rasprostranjene vrste boksita, koje su opisane na prethodnim stranicama.

Tabela 3  
 Kemijski sastav senonskih boksita

Struktura Ležište	Redni broj	Vrst boksita	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	gubitak žarenjem
<i>Suvaja- -Solaja</i>							
Pirovište	1.	Crvenosmeđi, oolitični hematitsko-bemitski	1,94	59,93	21,62	2,85	13,66
Zec	2.	Isti	2,37	59,38	21,08	2,50	14,25
<i>Pritoka- -Trovrh</i>							
Pritoka	3.	Blijedožuti, oolitični getitsko-bemitski	1,44	74,50	6,91	3,01	14,19
Tihotina	4.	Crvenosmeđi, oolitični hematitsko-bemitski	2,19	68,39	13,65	2,95	12,83
Trovrh (Carska staza)	5.	Svijetložuti, oolitični kaolinitsko-getitsko- -bemitski	14,30	64,73	3,96	2,90	14,11
<i>Krnjeuša- -Bravsko</i>							
Mijačica	6.	Crvenosmeđi, oolitični hematitsko-bemitsko- -dijasporni	2,97	66,94	13,85	2,85	13,39
Skakavac	7.	Žuti, oolitični getitsko-bemitski	3,73	73,21	5,87	2,90	14,30
<i>Vršak- -Risovac</i>							
Jasle	8.	Crvenosmeđi, oolitični hematitsko-bemitski	1,59	69,37	11,65	3,14	14,23
Vršak	9.	Smeđi, gusti, kaolinitsko- -hematitsko-bemitski	11,30	58,45	12,85	2,75	14,56

U Grmeču su rasprostranjeni najviše crvenosmeđi oolitični hematitsko-(dijasporno)-bemitski boksiti, i ima ih u svim strukturama. Najveći dio ležišta izgrađen je isključivo od ove vrste boksita, a pojedina se sastoje od mješavine dvaju, pa i više vrsti boksita, različitog paragenetskog i kemijskog sastava. Od ovih su najčešći getitsko-bemitski boksiti, dok su ostali mineralno-kemijski varijeteti samo lokalne, ili manje rasprostranjene pojave,



Analize pokazuju, uz izuzetak kaolinitsko-bemitskih boksita, veoma visoki sadržaj  $Al_2O_3$ , koji je u prosjeku viši nego li kod svih ostalih boksita u Dinaridima. Uz to je i  $SiO_2$  nizak, pa se zbog takvog povoljnog kemijskog sastava senonski boksiti otkopavaju u Grmeču čak i tamo, gdje im je srednja debljina svega oko 1 m, kao i Tihotini, Kraljuši (Tab. 5, Sl. 1 i 2), odn. tamo gdje se boksit nalazi i u većim dubinama ispod pokrovnih naslaga, kao u Suvaji i Pritoci.

#### *O nalazu fosila u boksitu*

U donjem dijelu ležišta u Suvaji nađeni su fosilni ostaci marinskih mikroorganizama u crvenom boksitu hematitsko-bemitskog sastava. Fosilni ostaci nisu osobito brojni, ali su dobro očuvani (tab. 4 sl. 2). Fosili su određeni samo generički, kao ostaci ostrakoda i foraminifere *Discorbis?* sp. (B i g n o t, 1966). Takvih fosila nema u podinskim rudistnim vapnencima, ali su naprotiv karakteristični za krovinske naslage gornjeg senona. Prema tome, ne dolazi u obzir mogućnost da su ovi fosili bili isprani iz podinskih vapnenaca za vrijeme terigene faze u donjem senonu i pretaloženi u alitski reziduum. Naprotiv, njihova je pojava autohtona i možemo je vezati uz transgresiju mora koja je nastupila u gornjem dijelu senona.

#### *Napomene o genezi senonskih boksita*

Uvjeti za stvaranje boksita u gornjoj kredi nastali su u području Grmeča nakon što se početkom senona izdiglo kopno u graničnom području između vanjskih i unutrašnjih Dinarida. To paleokopno nije bilo ograničeno samo na ovaj dio zapadne Bosne. Istovjetne geološke odnose nalazimo kod Bešpelja u okolici Jajca, u području Vlasenice u istočnoj Bosni, na Grebničkoj planini u Kosmetu, kao i nekim drugim područjima.

U grmečkom području, sudeći po tome što se ležišta boksita, kao i njihova krovina, klastiti višeg senona, nalaze isključivo na rudistnim vapnencima cenomansko-turonske starosti, vertikalna je morfologija paleokopna u donjem dijelu senona bila slabo razvijena. Čitavo područje Grmeča moralo je tada imati izgled zaravni, na kojoj su u uvjetima tople i vlažne klime vapnenjačke stijene intenzivno i ravnomjerno trošene. Jednolično raspoređena ležišta boksita na čitavoj paleopovršini cenomansko-turonskih vapnenaca, pokazuje da su se aliti stvarali istovremeno i ravnomjerno na cjelovitom paleoreljefu.

Ipak, uvjeti stvaranja boksitnih supstancija na paleopovršini nisu bili jednolični. Piritško-bemitski boksiti upućuju na to, da su na paleokopnu povremeno nastajali manji zatvoreni bazeni, u obliku močvara s kopnom florom. U tim bazenima, s reduktivnim uvjetima i pod utjecajem  $H_2S$ , razvila se kratkotrajna specifična sedimentacija.

Nasuprot tome, široko rasprostranjeni hematitsko-(dijasporno)-bemit-ski boksiti stvarali su se u veoma povoljnim uvjetima oksidacionog potencijala. Vadozne vode su na paleokršu stvorile dosta živ hidrodinamički režim, u kojem su se uz desilificiranje detritičnog reziduuma, stvarali aliti karakterističnih strukturnih osobina, s raznovrsnim oolitima i pretaloženim česticama već dijageneziranog oolitičnog boksita. Ostaci marinskih fosila u bazalnom dijelu ležišta s hematitsko-bemitskim boksitima u Suvaji, pokazuju da se resedimentacija dijageneziranog boksita vršila i s kopna u morsku sredinu, na početku transgresije u gornjem dijelu senona.

Desilifikacija mineralnog reziduuma nije bila potpuna na čitavom donjosenonskom paleokršu. Mjestimično su stoga nastali boksiti bogatiji s kaolinitom.

Za današnji raspored mineralnih komponenata u boksitima, odn. paragenetskih tipova boksita senonske starosti Grmeča, veliko značenje treba pripisati epigenetskim procesima. Djelovanjem kemijskih aktivnih voda došlo je do oksidacije, odn. hidratizacije piritско-bemitskih vrsta boksita, do postanka getitsko-bemitskih boksita.

S druge strane, u boksitima siromašnim s piritom, ili bez ovog minerala, razvili su se epigenetski deferifikacijski procesi u hematitsko-(kaolinitско)-(dijasporno)-bemitskim boksitima. Izbjeljivanjem ovih boksita, tj. odstranjivanjem jednog dijela hematita iz boksita, a pretvorbom preostalog dijela u getit, nastali su niskoferični blijedožuti do gotovo bijeli boksiti getitsko-hematitske, odn. kaolinitско-getitsko-bemitske parageneze, koji su bogati s  $Al_2O_3$ , a imaju varijabilni sadržaj  $SiO_2$  i  $Fe_2O_3$ .

U toku hipergenetskih procesa došlo je do preoblikovanja podrudnog reljefa, do stvaranja pseudopaleoreljefnih morfoloških pojava u vapnencima koji se nalaze pod rudnim tijelom, bez obzira na to da li se radi o vapnencima koji su genetski mlađi ili stariji od boksita.

Senonskih boksita istog, ili veoma sličnog stratigrafskog položaja i mineralno-kemijskog sastava, ima u području Bešpelja kod Jajca (Golub & Vragović, 1961), u području Vlasenice u istočnoj Bosni (Jurković & Sakač, 1964), u Grebnič planini Kosmeta (Radoičić & Pejović, 1968). Vjerojatno istom stratigrafskom položaju pripadaju i neka ležišta u Sloveniji, za koja S. Buser & E. Lukacs (1966) navode da se pojavljuju unutar gornjokrednih rudistnih vapnenaca, kao i pojedina ležišta u Crnoj Gori s krovinskim klastičnim naslagama, koje su prema A. Grubiću (1964) vjerojatno također senonske starosti.

Primljeno 15. 01. 1969.

Geološko-paleontološki muzej  
Zagreb, Demetrova 1

## LITERATURA

- Bešlić, Z., Vuković, V. & Cicović, B. (1965): Boksiti Crne Gore, 1, str. 165, 35 sl., 1 karta, Nikšić.
- Bignot, G. (1966): L'association Charophytes-Foraminifères dans les calcaires »liburniens« d'Istrie (limite Crétacé-Tertiaire, Italie-Yougoslavie). C. R. Somm. Soc. géol. France, 2 (7. fév. 1966), 56, 3 fig. Paris.
- Buser, S. & Lukacs, E. (1966): Rezultati novijših geoloških raziskav boksitov v Sloveniji. VI Savetovanje geologa SFRJ, 2, 292-304, 1 fig. Ohrid.
- Bušinski, G. I. (1968): Slučaj prirodnog obelenija boksitov. Travaux du Comité internat. pour l'étude des bauxites, des oxydes et des hydroxydes d'aluminium Acad. Yougosl., 5, 17-30, 8 fig. Zagreb.
- Devidé-Neděla, D. & Polšak, A. (1961): Mastriht kod Bešpelja sjeverno od Jajca. Geol. vjesn., 14, 355-376, 8 fig. 3 table. Zagreb.
- Golub, Lj. & Vragović, M. (1961): Boksit Crvenog brijega kod Bešpelja u Bosni. Acta geolog., 3 (Prir. istr. 31), 95-97.. Zagreb.
- Grubić, A. (1964): The stratigraphic position of bauxites in the Yugoslav Dinarids. Symposium sur les bauxites, oxydes, hydroxydes d'aluminium, 1, 51-79. Zagreb.
- Gušić, I., Jelaska, V. & Nenadović, D. (1965): Prilog poznavanju vertikalne rasprostranjenosti trijaskih sferokodija. Geol. vjesn., 18/1, 123-131, 1 pril. Zagreb.
- Jelaska, V., Amšel, V., Vuksanović, B. & Kapović, B. (1969): Sedimentološke karakteristike klastične gornje krede zapadnog dijela Bosanske Krajine. Nafta, 10, 487-495, 3 fig., 1 tab., Zagreb.
- Jurković, I. (1965): Lithological types of bauxite in the Suvaja-Šolaja region near Bosanska Krupa, and their structural elements. Acta geolog., 4, 101-109. Zagreb.
- Jurković, I. & Sakač, K. (1964): Stratigraphical, paragenetical and genetical characteristics of bauxites in Yugoslavia. Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium, 1, 253-263, 1 pril. Zagreb.
- Katzer, F. (1921): Geološka karta Bosne i Hercegovine, list »Banja Luka«. (M = 1 : 200.000). Sarajevo.
- Marušić, R. (1952): Pitanje zaliha boksita kod Bosanske Krupe. Rud.-metal. zhorn., 1, 25-38, 5 sl. Ljubljana.
- Pavić, A. (1964): Stratigrafski položaj crnogorskih boksita. Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium, 1, 265-274, 2 pril. Zagreb.
- Polšak, A. (1965): Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga. Geol. vjesn., 18/2, 415-509, 2 fig., 7 tab. Zagreb.
- Polšak, A. & Mamužić, P. (1969): Nova nalazišta rudista u gornjoj kredi vanjskih Dinarida. Geol. vjesn., 22, Zagreb.
- Radoičić, R. & Pejović, D. (1968): Biostratigrafija kredne serije šire okoline Grebničke planine. III Simpozij Dinarske asocijacije. Sinopsis ref., 12. Zagreb.
- Sakač, K. (1966a): O palecoreljefu i pseudopalecoreljefu boksitnih područja krša. Geol. vjesn., 19, 123-129, 2 tab. Zagreb.
- Sakač, K. (1966b): Geološka građa i boksiti područja Grmeč planine. Neobjavljeno - Unpublished report, Fond dokument. Rudnika boksita - Bosanska Krupa.
- Sakač, K., Jelenić, I. & Jungmann, E. (1964): On Finding Diaspore in the Bauxites of upper Cretaceous Age in the Mijačica Deposit in Western Bosnia. Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl., 9/1-2, 9, 1 fig. Zagreb.

- Sakač, K., Jelaska, V. & Amšel, V. (1969): On first finding fossil remains in the bauxites of Cretaceous age in Grmeč Mountain in Western Bosnia. *Bull. sci. Council. acad. Yougosl.*, A, 14/7-8, 215-216, 2 fig., Zagreb.
- Šušnjar, M., Bukovac, J., Savić, D. & Grimani, M. (1967): Značaj nalaza senona i paleogena u području Kulen Vakufa za tretiranje odnosa u sedimentacionom bazenu Dinarida. *Geol. vjesn.*, 20, 199-206, 2 fig., 2 pril. Zagreb.
- Živaljević, T. (1963): Geološki sastav i tektonska građa jugoistočnih padina Grmeč-planine u severozapadnoj Bosni. *Geol. glasn.*, 8, 85-93, 5 fig., 1 pril. 2 tab. Sarajevo.
- Živaljević, T. (1966): Geološke karakteristike boksitonošnog terena Suvaja-Vojevac kod Bosanske Krupe (SZ Bosna). *Geol. glasn.*, 11, 389-402, 7 fig., 1 pril. Sarajevo.

K. SAKAČ:

#### ON STRATIGRAPHY, TECTONICS, AND BAUXITES OF THE GRMEČ MOUNTAIN IN WESTERN BOSNIA

The more recent geological exploration work has resulted in new data about the stratigraphic and tectonic features, and the extent of bauxite in the Grmeč-Mountain in western Bosnia.

##### Stratigraphy

The oldest rocks found in this area are the upper Triassic dolomites with *Triasina hantkeni* Mayson (Pl. I, Fig. 3). Malm is represented by calcareous and dolomitic rocks. In the lower portion occur *Cladocoropsis mirabilis* Felix, while the upper one contains numerous calcareous algae and Tintinnidae: *Clypeina jurassica* Favre, *Coscinoconus conicus* Maslov, *C. pagodaeformis* Maslov, *Salpingoporella annulata* Carozzi, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Campbelliella milesi* Radoičić and *Favelloides liliformis* Radoičić.

During the lowermost Cretaceous the land masses were being uplifted, so the Barremian-Aptian is transgressively overlying Malm. The complex of beds resulting from period Barremian-Aptian to Middle Turonian was being deposited as an unbroken unit. It consists of limestones, to a minor degree of dolomites, with numerous microfossil associations, and still inadequately examined macrofauna. In Barremian-Aptian limestones from several finding places the following species have been determined: *Salpingoporella dinarica* Radoičić, *S. muehlbergi* Lorenz, *Triploporella marsicana* Praturion (Pl. I, Fig. 2), *Bacinella irregularis* Radoičić and *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach) (Pl. I, Fig. 1). In upper part of Aptian and in Albian the most frequently occur the microfossils: *Coscinolinoides texanus* Keijzer, *Cuneolina scarsellai* de Castro, *C. cf. laurenti* Sartoni & Crescenti, *Nezzazata simplex* Omark, *Ovalveolina* sp. etc. From several finding places have been determined also *Salpingoporella dinarica* Radoičić, *Bacinella irregularis* Radoičić and *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach), and others microfossils, like *Miliolidae*, *Valvulinidae*, *Rotaliidae*, *Verneuilinidae* etc. (Pl. II). In the Cenomanian-Turonian limestones the microfossils are less abundant, but the following have been found: *Thaumatoporella*

*rella parvovesiculifera* (Raineri), *Nezzazata simplex* Omara, *Nummuloculina heimi* Bonet. More significant are *Radiolitidae* and *Chondrontae*, especially *Chondrodonta joannae* Choffat and *Ch. munsoni* Hill.

A new break in sedimentation was taking place during transition from Turonian to Senonian. This explains transgressive position of upper Senonian deposits of Campanian-Maastrichtian age over Cenomanian-Turonian's limestones. Transgression is characterized by basal conglomerates, erosian unconformity, and poorly pronounced angular unconformity. The beds of upper Senonian display a complex lithologic composition. In the basal part occur conglomerates, biocalcarenes and limestones. Going upward, the coarse-clastic component is disappearing. The limestones grade into marly limestones and calcareous marls, and clastic rocks into flysch sediments consist of marls and sandstones with the lens of calcarenites and conglomerates. Lithological changes are attended by different composition of microfossils associations. In basal biocalcarenes, beside *Hippurites sarthacensis peroni* and *Radiolites squamosus* (according to Grubić, 1964), and *Hippurites (Orbignya) lapeirousei*, *H. (O.) heritschi* (according Polšak & Mamužić, 1969), present are also bentic microfarminifera and calcareous algae, the pelagic form are rare: *Siderolites calcitrapoides* Lamarck, *Orbitoides media* (d'Archiac), *Omphalocyclus macropora* Lamarck, *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas (Tab. 3, fig. 2), *Accordiella conica* Farinacci (Tab. 3, fig. 3, 4), *Neoendothyra apenninica* de Castro (Tab. 3, fig. 5), *Ethelia alba* (Pfeffer) (Tab. 3, fig. 1), *Aeolisaccus kotori* Radoičić etc. In higher horizons lacking are rudists, bentic forms decrease in number, and following planktonic forms are prevailing: *Globotruncana arca* (Cushman), *G. ex. gr. lapparenti* Brotzen, *Accordiella conica* Farinacci, *Pithonella ovalis* (Kaufmann).

The Flysch deposits in higher portions of upper Cretaceous continuously pass over into early Paleogene beds of the same lithological composition. To this, hitherto unknown information, attention has been drawn by V. Jelaska, V. Amšel, B. Vuksanović, B. Kapović (1969), as a result of find of Paleogene foraminifers *Globorotalia* sp. and *Discocyclina* sp. in marly flysch beds in the SE part of Grmeč.

According to the V. Jelaska (oral communication), one portion of clastic rocks, of the same area, having so far been classified into upper Senonian, probably belong to early Paleogene. The unconformably overlie the flysch sediments of upper Cretaceous and early Paleogene respectively. The exact extend of these deposits has not yet been established, so it is only shown approximately on the enclosed geological map.

Neogene rocks and Quaternary sediments are of no greater significance to the area explored.

### Tectonic Features

The basis of tectonic complex of the Grmeč-Mountain is made up of B-type structures. In most cases they consist of isoclinal folds and parts of fragments of folds respectively, paralleling Dinaric Alps trends, i. e. NW-SE, with axial planes of synclines and anticlines verging to the southwest. There are only few upright synclines and anticlines; on the other hands in a number of places reverse faulting and formation of typical imbricate structure had taken place, with the fault planes inclination toward NE.

In the area of Grmeč the most significant are following structures: 1. The syncline of upper Cretaceous beds of the Suvaja-Šolaja region. 2. The syncline of upper Cretaceous beds of the Krnjeuša-Bravsko region. 5. The syncline of Malm-lower Cretaceous beds of the Gorinjski vrh-Oštrej district. In all structures there are bauxite deposits.

Tectonic forms of R type are large faults of regional extent, as well as series of ruptures that can be classified into hOl and OkO systems. To the regional faults belong individual conspicuous anormal, partly also reverse contacts of upper Triassic dolomites with Malm and Cretaceous limestones. The ruptures of hOl system are longitudinal

faults of hm and km order of magnitude. They are mostly reverse faults displaying evident elements of slipping parallelly to the B axis, i. e. in the direction from NE toward SW. Rupture of the OkO system are dominantly vertical steep dipping gravitational faults. They are perpendicular to the trend of the structures B axis. In some of such faults the vector of total movement amounted to several hundred m, whereas the fault's strike can be traced even over a length of several km.

The ruptures, i. e. faults and fractures not being comprised by above systems are are less in number and of smaller significance to the entire structural picture of area explored.

### Bauxites

The bauxite deposits in the Grmeč-Mountain belong to Carnian, the lowermost Cretaceous, and the lower portion of Senonian. (Fig. 2).

Carnian deposits have been known to exist in adjacent areas, e. g. at Bjelaj, and the bauxite occurrences at Lipa probably belongs to them. (Fig. 2). These bauxites- which by their chemical and lithological characteristics, they would correspond to Carnian bauxite of the Lika region (Table 1), haven't been examined yet.

Lower Cretaceous bauxites have great extent on northern slopes of Grmeč. These deposits rest over the Malm limestones and they are overlain by rocks of Barremian-Aptian age. Chemical composition of these highly silicious bauxites is shown in Table 2.

The bauxites of the lower portion of Senonian overlie the Cenoman-Turonian limestones and are covered by calcareous-clastic deposits of upper Senonian. These bauxites greatly differ from those of lower Cretaceous age. The bauxite deposits are generally of small extent, several hundred sq. m. (Fig. 1 and 3), with some exceptions (Fig. 3). The thickness of deposits is in the range from 0,5 to 3 m (Fig. 3, and Pl. V, Fig. 1, 2). The paleorelief is poorly developed, but the bauxite deposits are relatively densely distributed over the underlying Cenoman-Turonian limestones.

The presence of diaspores in these bauxites was first reported by Sakač, K., Jelenić, I. & Jungmann, E. (1964), and lithological types of bauxites and their structural features were described in detail by Jurković, I. (1965).

The following basic paragenesis are characteristic of these bauxites: 1. boehmite-hematite, 2. diaspore-boehmite-hematite-(goethite), 3. boehmite-pyrite, 4. boehmite-goethite-(caolinite). Beside these main minerals, bauxites also contain anathase as a constant component and also caolinite and illite in smaller quantities, as well as feldspars, quartz and other minerals as accessory minerals.

Senonian bauxites display different structural elements, such as oolites, hematite particules and fragments of oolitic bauxite. Structural elements are enclosed in the cryptocrystalline matrix. Oolites are either simple, polyconcentric, or complex. The complex oolites consist of a nucleus with one or several oolites, and »younger generation« shells wrapping up the nucleus. The fragments of oolitic bauxite, 1-3 mm in diameter, exhibit the same mineral composition as the bauxite mass in which they occur, so they are of syngenetic intrabasin origin. Rather numerous damaged oolites, as well as fragments of oolitic bauxite, point to the mobility of processes in course of the diagenesis of Senonian bauxites.

In the locality Suvaja in the bauxite of basal part of the deposit, well preserved fossil remains of ostracods and foraminifers (*Discorbis* ? sp according to Bignot G. 1966) have been found (Pl. 4, fig. 2). The fossils are autochthonous, so they have to be associated with the sea transgression during the upper Senonian. The deposits with fossiliferous bauxite, analogously, have come into being by redeposition of allitic bauxites from the paleorelief into sea environment.

The Senonian bauxites are characterized by allitic composition with a high content of  $Al_2O_3$ , a low percentage of  $SiO_2$ , varying  $Fe_2O_3$  component, and loss at heating being typical of monohydrate bauxites (Table 3).

Bauxite deposits in the lower portion of Senonian have been formed in the paleo-karstic depression with poorly developed vertical morphology. Conditions for deposition of allite, i. e. of the bauxite of hematite-boehmite composition, in an environment making the oxydation potential, and favourable pH factor possible, had existed over the entire area, which resulted in a uniform cover of bauxite substance. In some places, there were closed basins of smaller extent – the marshes, in which, in reducing environment, pyrite-boehmite bauxite were formed under the influence of  $H_2S$ .

Epigenetically, other paragenetic types of bauxite had been formed. There are yellowish and white goethite-boehmite and caolinite-goethite-boehmite bauxites. They were formed by bleaching of hematite-boehmite, and caolinite-hematite-boehmite bauxites, i. e. by migration of the portion of iron content, and the change of remaining hematite into goethite.

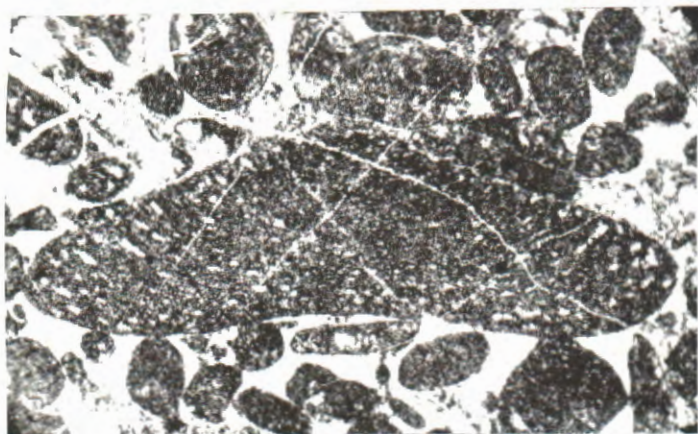
*Received 15<sup>th</sup> January 1969.*

*Museum of Geology and Paleontology  
Zagreb, Demetrova 1*

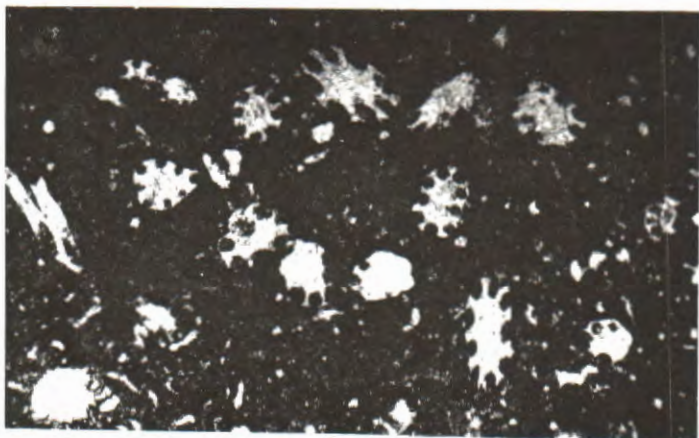
TABLA - PLATE I

1. *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach). Baremsko-aptski vapnenci sjevernih padina Javornjače kod Trovrha. (Barremian-Aptian limestones of the northern slopes of Javornjača near Trovrh). × 60.
2. *Acicularia endoi* Praturlon. Vapnenci barem-apta Krnjeuč. (Barremian-Aptian limestones near Krnjeuča). × 24.
3. *Triasina hantheni* Majzon. Gornji trijas. Jasenica. (Upper Triassic). × 60.





1



2



3

TABLA - PLATE II

- 1 Mikrofossilna zajednica vapnenaca gornjeg dijela alba. Javornjača u SZ dijelu planine Grmeč. √ cca 18. (Microfossil association of the Upper Albian limestones. Javornjača in the NW part of the Grmeč mountain. *Orbitolina* sp., *Ovalveolina* sp., *Valvulinidae*, *Bacinnella irregularis* Radoičić, *Salpingoporella dinarica* Radoičić itd (etc).

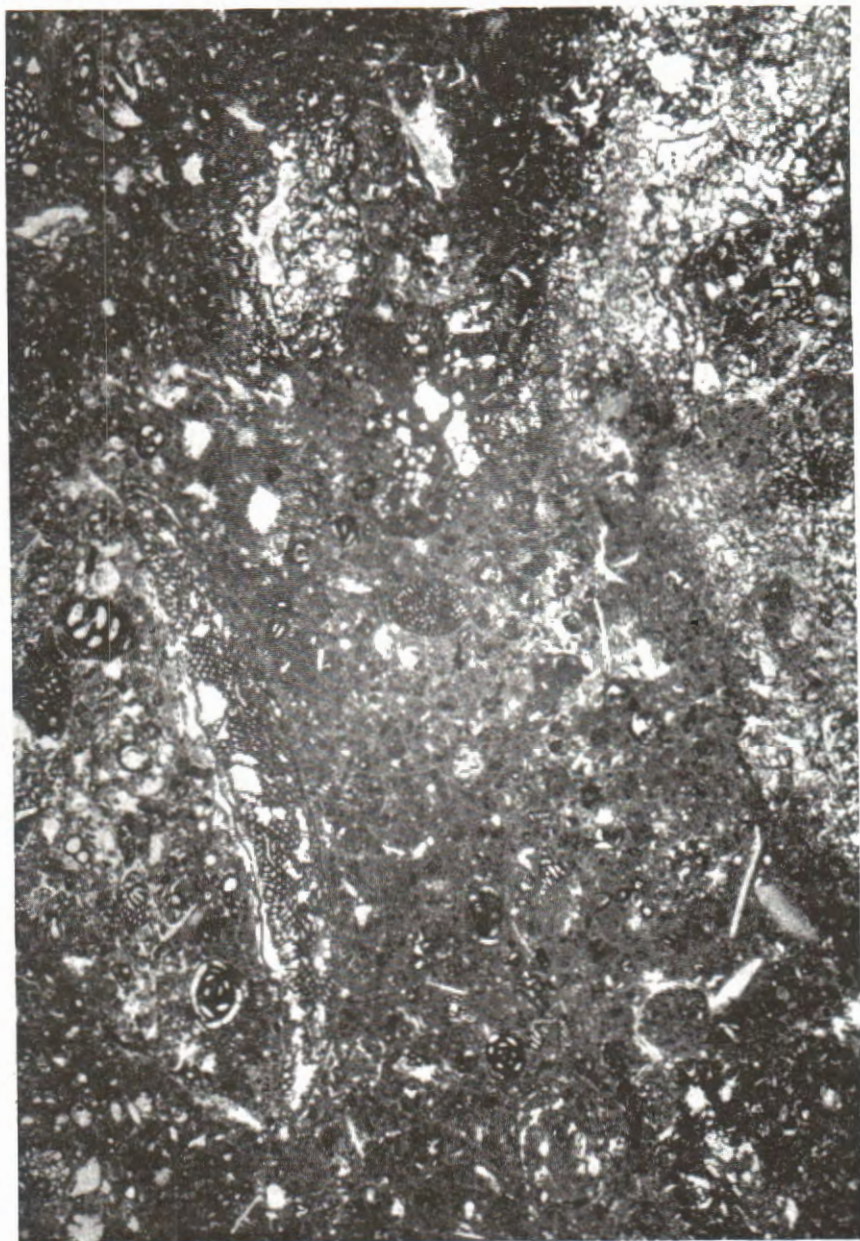


TABLA - PLATE III

- 1 *Ethelia alba* (Pfeiffer); Biokalkarenit mastrihta Crnog vrha u II dijelu Grmeča. (Maestrichtian biocalcarenite of Crni Vrh in the SE part of the Grmeč mountain).  $\times 45$ .
- 2 *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas. Biokalkarenit mastrihta Crnog vrha. (Maestrichtian biocalcarenite of Crni Vrh).  $\times 45$ .
- 3 *Accordiella conica* Farinacci. Mastriht Crnog vrha. (Maestrichtian of Crni Vrh).  $\times 70$ . Poprečni presjek. Transversal section.
- 4 *Accordiella conica* Farinacci. Biokalkarenit mastrihta, Crni vrh. Maestrichtian biocalcarenite. Uzdužni presjek. Longitudinal section.  $\times 50$ .
- 5 *Neoendothyra apenninica* de Castro. Radijalni presjek. Vapnenci mastrihta Crnog vrha. Radial section. Maestrichtian limestones.  $\times 50$ .

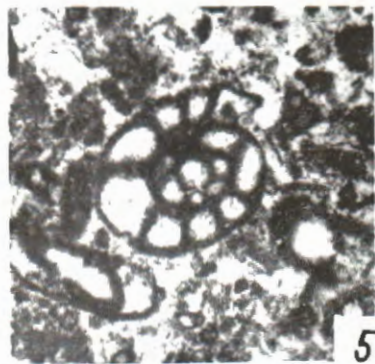
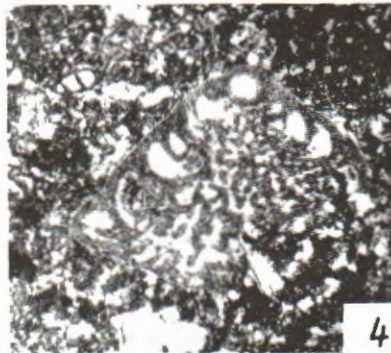
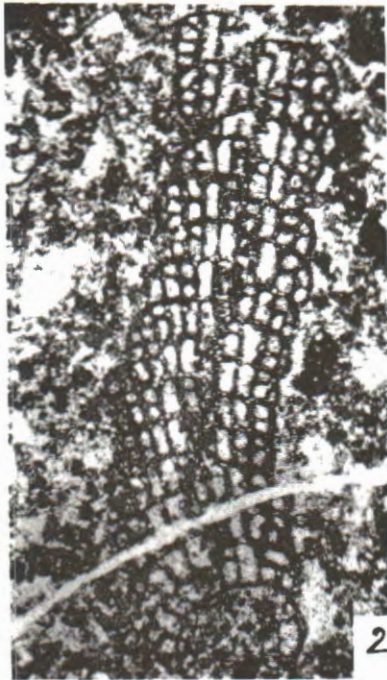
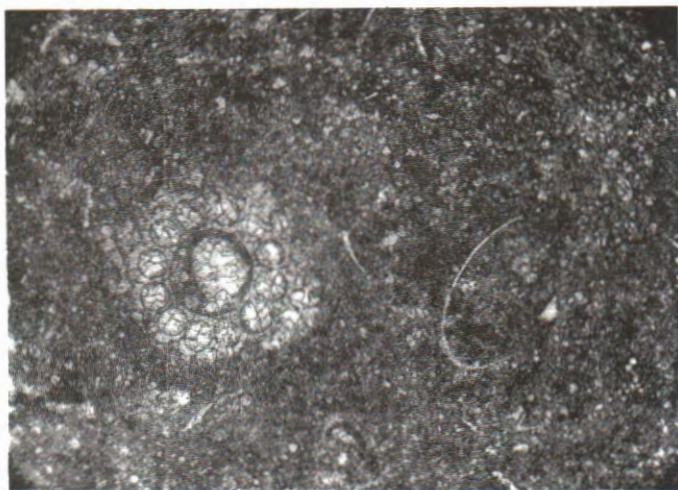
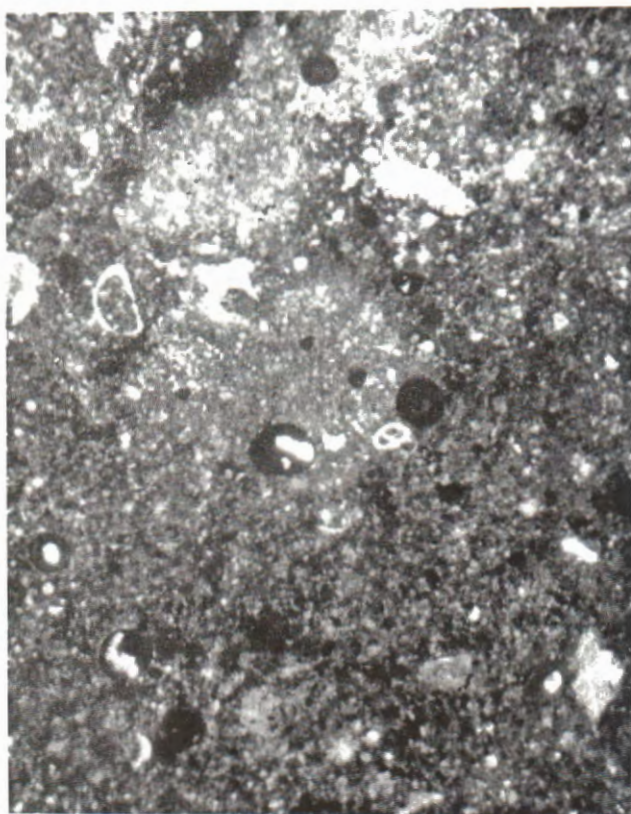


TABLA - PLATE IV

1. Fosilni ostaci hara i ostrakoda u vapnencima uloženim u boksite donjokrednog ležišta. Brdo Oštrelj, južno od Jasenica.  $\times 24$ .  
Fossil remains of characeans and ostracods. Fossiliferous limestones intercalated in Lower Cretaceous bauxites. Oštrelj hill, south of Jasenica.  $\times 24$ .
2. Fosili u mikrobrecčastom boksitu bazalnog dijela ležišta u Suvaji (ostrakodi i *Discorbis sp.*).  $\times 25$ .  
Fossils in the microbrecciated bauxite of the basal part of the deposit at Suvaja (ostracods and foraminifers - *Discorbis sp.*).  $\times 25$ .



1



2

TABLA - PLATE V

1. Otkopani površinski dio ležišta senonskih boksita Kraljuša, nedaleko Bihaća. Na inverznoj krovini, vapnencima kampan-mastrihta (CM) nalaze se pseudopaleoreljefne pojave (PS).

Uncovered surface part of the Senonian bauxite deposit Kraljuša near Bihać. On inverse hanging wall - the Campanian-Maestrichtian limestones (CM) - the pseudopaleorelief features (PS) can be seen.

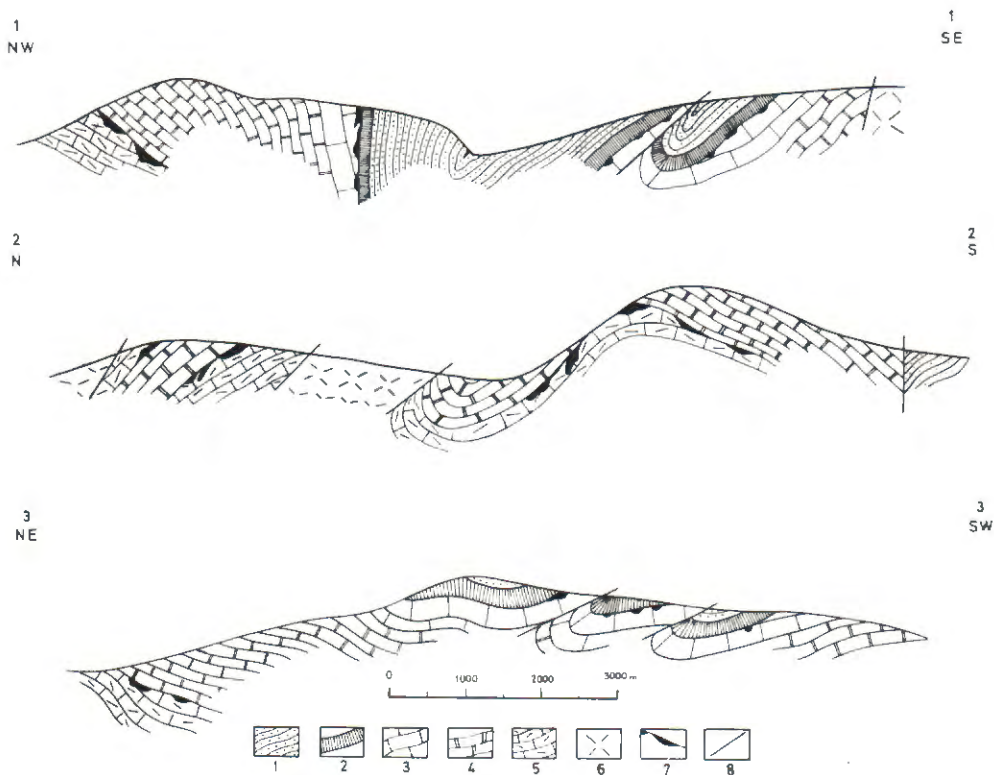
2. Detalj otkopanog ležišta senonskih boksita sa slabo razvijenim paleoreljefom u vapnencima cenoman-turona (CT) i pseudopaleoreljefom na kampan-mastrihtskim vapnencima (CM).

A detail of uncovered deposit of the Senonian bauxites with poorly developed paleorelief in the Cenomanian-Turonian limestones (CT), and pseudopaleorelief in the Campanian-Maestrichtian limestones (CM).

Foto: R. Marušić







Profili kroz planinu Grmeč

1. Turbiditne, fliške naslage. Gornji senon-stariji paleogen. 2. Vapnenci, biokalkareniti i kalciruditi mastrihta. 3. Rudistni vapnenci cenoman-turona. 4. Karbonatne, pretežno vapnenjačke naslage. Barrême-apt i alb. 5. Vapnenci i dolomiti malma. 6. Dolomiti gornjeg trijasa. 7. Ležišta boksita. 8. Rasjedi.

Cross-sections through the Grmeč-mountain

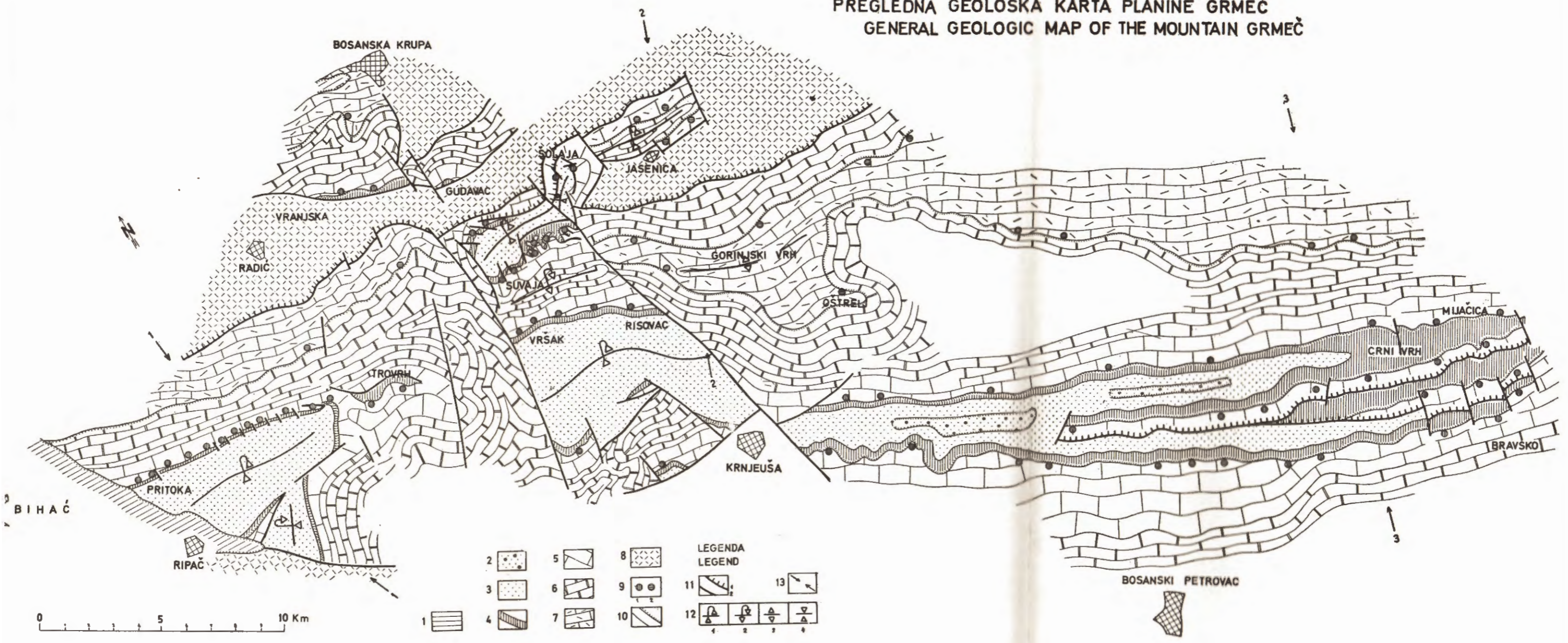
1. Turbidites, flysch beds. Upper Senonian-Lower Paleogene. 2. Maestrichtian limestones, biocalcarenes and calcirudites. 3. Cenomanian-Turonian rudistid limestones. 4. Carbonate, mainly calcareous beds. Barremian-Aptian and Albian. 5. Malm limestones and dolomites. 6. Upper Triassic dolomites. 7. Bauxite deposits. 8. Faults.

TABLA – PLATE VII

1. Naslage neogena. 2. Klastiti mlađeg paleogena. 3. Turbiditni klastiti fliša najgorrije krede i starijeg paleogena. 4. Biokalkareniti, konglomerati i vapnenci kampan-mastrihta. 5. Rudistni vapnenci cenoman-turona. 6. Karbonatne, pretežno vapnenjačke naslage barrem-apta i alba. 7. Naslage jure, uglavnom vapnenci i dolomiti kimeridža i titona. 8. Dolomiti gornjeg trijasa. 9. Ležišta boksita: 1. donjosenonska, 2. donjokredna. 10. Geološka granica: 1. transgresivna, 2. normalna i postepeni prijelaz. 11. Rasjedi: 1. reversni, 2. gravitacioni. 12. Os strukture: 1. Izoklinalne prevrnute sinklinale, 2. Izoklinalne prevrnute antiklinale, 3. Uspravne antiklinale, 4. Uspravne sinklinale. 13. Geološki profili

1. Neogene beds. 2. Clastic rocks of Upper Paleogene. 3. Turbidite flysch clastics of the Uppermost Cretaceous and Early Paleogene. 4. Biocalcarenes, conglomerates and limestones of the Campanian-Maestrichtian. 5. Cenomanian-Turonian rudistid limestones. 6. Carbonate rocks, predominantly limestones. Barremian-Aptian and Albian. 7. Jurassic deposits, mainly limestones and dolomites of the Kimmeridgian and Tithonian. 8. Upper Triassic dolomites. 9. Bauxite deposits: 1. Lower Senonian deposits. 2. Lower Cretaceous deposits. 10. Geological boundary: 1. Transgressive. 2. Normal with gradual transition. 11. Faults: 1. Reverse. 2. Gravitational. 12. Structure's axis: 1. Isoclinal overturned synclines. 2. Isoclinal overturned anticlines. 3. Upright anticlines. 4. Upright synclines. 13. Geological cross-sections.

PREGLEDNA GEOLOŠKA KARTA PLANINE GRMEČ  
 GENERAL GEOLOGIC MAP OF THE MOUNTAIN GRMEČ



LEGENDA LEGEND	
1	[Horizontal lines]
2	[Stippled pattern]
3	[Dotted pattern]
4	[Diagonal lines (top-left to bottom-right)]
5	[Diagonal lines (top-right to bottom-left)]
6	[Wavy lines]
7	[Cross-hatched pattern]
8	[Dotted pattern]
9	[Stippled pattern]
10	[Diagonal lines (top-left to bottom-right)]
11	[Fault symbol with arrow]
12	[Bauxite symbols: triangle up, triangle down, diamond, inverted triangle]
13	[North arrow symbol]