



A MAGYAR KIRÁLYI FÖLDTANI INTÉZET

ÉVKÖNYVE

XXXV. KÖTET, 1. FÜZET

A ZAGORJE-FENSÍK BAUXITJA

ÍRTA:

DR. GRÓF TELEKI GÉZA

A MAGYAR KIRÁLYI FÖLDMIVÉLÉSÜGYI MINISZTERIUM FENNHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET KIADÁSA

MITTEILUNGEN

AUS DEM JAHRBUCH DER KGL. UNGAR. GEOLOG. ANSTALT
BAND XXXV, HEFT 1.

DER BAUXIT VOM ZAGORJE-HOCHLAND, DALMATIEN

⟨AUSZUG DES UNGARISCHEN TEXTES⟩

VON

DR. GRAF GÉZA TELEKI

HERAUSGEGEBEN VON DER DEM KGL. UNG. ACKERBAUMINISTERIUM UNTERSTEHENDEN
KÖNIGLICH UNGARISCHEN GEOLOGISCHEN ANSTALT

BUDAPEST, 1940

STÁDIUM SAJTÓVÁLLALAT RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

Kézirat lezárva 1940. X. 1.
Megjelent 1940. XI. 1.

A közlemény tar almáért és fogalmazásáért a szerző felelős.

Manuskript abgeschlossen . . . 1. X. 1940.
Erschienen 1. XI. 1940.

Für Inhalt und Form der Mitteilung ist der Autor verantwortlich.

A ZAGORJE-FENSÍK BAUXITJA.

Dr. gróf Teleki Géza.

Az 1940. év pünkösdi ünnepei alatt alkalmam nyílt a Spalato és Sebenico között fekvő hegységvonulat és bauxitjának tanulmányozásra. A rendkívül érdekes bauxittelepülési viszonyok, melyek merően különböznek a magyarországiaktól — kivéve a nagyharsányi előfordulást — óriási felületi kiterjedéssel bírnak. A kopár karszton mindenütt láthatjuk sárgászvörös málladékkukat, melyet helyenként nagyobb kiterjedésű, sötétebb színezetű vörösagyagok, „terra rossa“ foltok tarkítanak. Mielőtt azonban a bauxit tűzetesebb tárgyalására áttérnék, előbb a geológiai helyzetet kívánom röviden vázolni.

A spalatói tengeröbölből hirtelen emelkedéssel nő ki, mint egy várfal, az Opor és Mosor között kezdődő kopár fensík, a Zagorje, mely lassú emelkedéssel, karsztfensík-jellegét mindenütt megtartva, éri el a Mosec planina-t. E bauxitot hordozó fensík 400—420 m-es átlagmagasságát 450—500 m-es gerincek szelik át KDK—NyÉNy-i irányban. A geológiai és morfológiai csapásirány itt teljesen azonos és az előbb említett gerincevonulatok mentén mindenütt követhető. Ez az irány azonban nem egyező a dinári csapásiránnyal, mint ahogy felületes áttekintés mellett vélnénk, hanem egy a dinárira átlag 20—30°-al a K—Ny-i egyenesbe hajló irány: az ú. n. „lesini“ csapás.

A fensík felszíne tiszta szikla, görgeteg és lejtőtörmelék. Alig látunk néhány fát, azt is többnyire csak a települések körül, a fű is csak itt-ott nő meg a sziklás talaj védettebb pontjain. Az időjárás meglehetősen nagy ingadozásokat mutat. Erős szelek és éjjeli lehülés váltakoznak nyáron rekkenő hőséggel, míg télen erős fagy és hideg szelek majdnem lakhatatlanná teszik a fensíkot. E klimatikus viszonyok következtében a kőzetek és görgetegek sivatagi mállás (repedés) állapotot mutatnak és keménységük ellenére igen gyorsan esnek szét éles törmelékké — külö-

nösen a kőzetpadfejek kibuvásainál, — mely a lejtőket mindenhol befödi. A víz pedig, mely növényzet híján szabad utat talál, gyorsan lefolyik a mélyebb vápákba és; magával mossa a finomabb töremléket és a helyenként képződő mállástalajt is. Emiatt a bennlakók kis földjeiket mindenütt a helyszínen összehordott kövekből készült falakkal veszik körül és ebbe hordják néha pusztá kézzel a szó szoros értelemben vett drága termőföldet. Hihetetlen vízszegény e fensík. A leeső csapadék kis árkokon, völgyeken azonnal lefolyik, vagy a kőzetek repedésein át talál utat a föld mélyébe, minek folytán csak a ciszternákban gyűjtött esővíz szolgál emberek és állatok ivóvizéül.

Az általános kép után térjünk most rá e terület sztratigráfiai és tektonikai viszonyaira.

I. SZTRATIGRÁFIA.

Hogy a Zagorje felépítését és keletkezésének történetét megérthesük, célszerű a sztratigráfiai viszonyok taglalását a Spalato és Trau közé eső vonulattal megkezdenuk. E vonulatot általában „Spalatoi flis“-nek nevezzük. Legmélyebb, itt felszínre bukkanó tagja az eocénkori alveolinás mész és ennek fedője, a főnummulinás mész. Ez utóbbi felső részében igen sok a tűzkő-konkrécio.

Felette márgák és homokos rétegek fekszenek, közbetelepült mészkő- és breccsa-padokkal, homokkövekkel és lemezes mészkővel. Helyenként csillámos-homokos flismárgát is találunk.

Kerner F. e fliscsoportot következőképen osztályozta :

- | | | |
|------------|---|--|
| Felső flis | } | 1. Kékesszürke, középszemű tömött mészkő, kis ki nem választható foraminiferákkal, (néhány m.). |
| | } | 2. Laza breccsa, kiválasztható foraminiferákkal, és pedig <i>Nummulites complanata</i> és különösen <i>Orthophragminák</i> . |
| | } | 3. Szirtvonulat. |
| Alsó flis | } | 4. Világosszürke, finomszemcséjű, pados mészkő. |
| | } | 5. Többé-kevésbé durvaszemű <i>Nummulites</i> -breccsa. |

A szirtvonulat, mely világosszürke tűzköves mészkőből és fehér durvaszemű nummuliteseket tartalmazó mészkőből áll, kettéválasztja az egész flis-csoportot.

Ehhez a flis-csoporthoz simul hozzá É felé, a Koziak-hegytől kezdődően egészen a Mosec planináig, a Spalato-Trau mögötti karsztfensík, a Zagorje.

Felépítésében a kréta és terciér rétegei vesznek részt. A kréta — mint pl. a Rovanj-hegytől DNy-ra — dolomittal kezdődik. E dolomit kövületnélküli, fehéressárga, igen kemény kőzet. Fedőrétegei DK-en a tűzköves, tömött krétamészkkő, míg ÉNy-on ezek hiányoznak és azonnal a felsőkrétakorú u. n. „Rudista mészkő“ települ rá. Ez utóbbi egy tiszta fehér, máshol kissé sárgás, abráziós felületén sárgászörös kéreggel bevont, alig padozott mészkő. Kövületek igen gyakoriak benne. Ezek közül rengeteg, többé-kevésbé jó magatartású *Hippurites radiosus* Desm., *Radiolites socialis* d'Orb., *Rad. irregularis* d'Orb., *Rad. angulosa* d'Orb. és *Pecten* sp.-t sikerült találnom. E rudista mészkőre jellegzetes alakok alapján e rétegcsoportot a Turon-Senon szintbe sorozhatjuk. Felette egy tiszta fehér mészkő fekszik, a következő fajokkal: *Sphaerulites angeoides* Lmk., *Ostrea diluviana* Lin., *Caprotina laevigata* d'Orb., *Radiolites acuticostata* d'Orb. Ezek szintén Turon-Senon koriak, mely szintezés alapján e mészkő is a rudista mészkőhöz tartozik. Térképeken a két mészkő általában egybe van vonva. Ez utóbbi mészkő az első bauxitszint fekvője. A rudista mészkőnek felső szintje helyenként lemezes mészkő-fáciesbe megy át, úgyhogy néha a bauxit ezekre települ. Evvel a krétakorú rétegek csoportja be is zárul.

Következik tehát a terciér. E csoport a „Cosina rétegek“-kel kezdődik. Barnássárga mészkőve, melyet helyenként breccsák és konglomerátumok helyettesítenek, vagy csak tarkítanak, tele van rissoák, melániák, cerithiumok, naticák és egyéb édesvízi puhatestűekkel, úgyhogy a szintén elég kemény kőzet szinte spékelve van a sok csigával. Vastagsága 25 és 60 m között ingadozik. Felső részükben igen sok a foraminifera. A cosina-rétegek kora az alsó-eocénba tehető.

Fedőjében a már jellegzetesen eocén alveolinás mészkő következik. Ez vékonypados (padjai 10—20 cm vastagok), szürkésárga puhább mészkő, melynek vastagsága 120—150 m között ingadozik. A benne levő számtalan egyedből a következő fajok voltak nagyszámban kiválaszthatók: *Alveolina ovoidea* d'Orb. és *A. melonoides* Mf. Gyakoriak benne az eocén pontozott nummulinák is. Alsó részében néha tömöttebb sárga padok észlelhetők, melyek valószínűleg még a foraminiferás horizontot képviselik. E mészkőcsoport az első bauxitszint fedője, de egyben a második bauxitszint, a főszint fekvője is.

Reá települ a „Nummulites csoport“, melyet három tagra oszthatunk: a) alsó nummulites-rétegek, b) főnummulites-mészkkő és c) a Za-

gorje vörös nummulinás mészkövére. E három tag többnyire itt-ott kiékelődve, egymást helyettesítve, vagy ki sem képződve húzódik végig a Zagorjén, sőt helyenként mindhárom tag is ki van fejlődve. Nagyszámban fordulnak elő e szintben a nummulinák, melyek közül *Nummulites uronensis* és *N. atacica*, továbbá *Assilina sp.*-k voltak meghatározhatók. Helyenként e szint az erózió hatása folytán teljesen lepusztult.

Az eddig tárgyalt ú. n. alsótercier-csoport a paleocén-alsóeocén képviseli. Fedőjében először a már a legfelső eocénba sorolható gumós márga települ, majd erre a tűzköves felső nummuliteses mészkő és breccsás mészkő. Ezek már az oligocénkori átmenetet képviselik minden valószínűség szerint. Ide tartozik az Opor-hegy márgapalája is.

Átmeneti rétegek, de már valószínűleg alsó-oligocén-kori a „Promina-csoport“. Három tagját ismerjük: a) a promina-konglomerátumot, b) a promina-márgapalát és c) a promina-flist. A konglomerátum szemcséi 2—10 cm átmérőjűek és sokhelyütt jól összecementeződtek. E csoportban ostreák, pectenek, lucinák, cardiumok, naticák, cyrenák, cerithiumok és planorbis nagy számban fordulnak elő, de általában igen rossz megtartásban. Ez a fő bauxitszint fedője (a legtöbb esetben).

A fiatal pliocén csak „terra rossa“, karsztvályog és lejtőtörmelék képviselik.

Összegezve a Zagorje sztratigráfiáját, a következő táblázatot állíthatjuk fel:

1. TÁBLA. — TABELLE 1.

K o r	E l n e v e z é s	S z í n	Keménység	
Alfuvium	Lejtőtörmelék Karsztvályog Terra rossa	szürke vörösarna	puha föld puha föld	
Pliocén				
Alsó oligocén	Promina csoport	flis márgapala konglomerátum	szürkésarna barnás szürkésarna	puha puha igen kemény
Felső eocén	Felső nummulites szint	opormárga breccsa tűzköves mészkő gumós márga	sárgásarna sragásarna vörössárga sárga	puha közép kemény igen kemény közép kemény

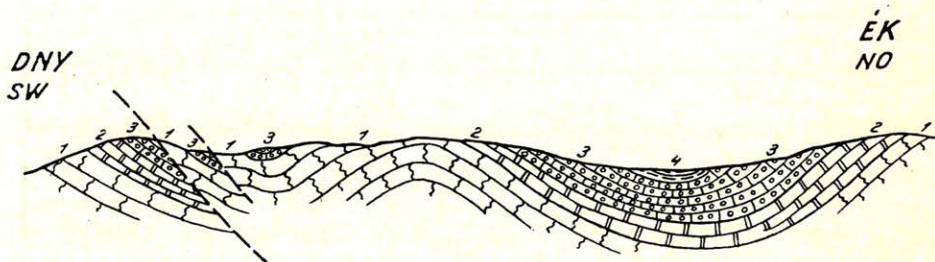
K o r	E l n e v e z é s	S z i n	Keménység	
Középső eocén	Alsó nummulites szint	opor korall- mésző Zagorje vörös mésző főnum. mésző alsó num. rétegek	sárgásfehér vörösessárga sárga szürkéssárga	igen kemény igen kemény kemény puha
Alsó eocén	Cosina csoport	Alveolinás mésző Foraminifera • mésző Liburni rétegek	barnássárga sárga barnás	kemény közép kemény puha
Felső kréta	Senon Turon	Lemezes mésző Rudista mésző Tüzköves mész- kő	szürkéssárga fehérsárga vörösessárga	igen kemény
Alsó kréta		Dolomit	fehéressárga	

II. TEKTONIKA.

Míg a Moseč planina meredeken álló, szorosan egymáshoz és egymásba préselt gyűrődésekből épül fel, — helyenkint szép izoklinális gyűrődésekkel, — addig a Zagorje fensíkja egy hullámos, gyengén redőzött és felboltozódott antiklinális vonulat, ahol a gyűrődések egyes esetekben megszakadva áttolódásokba mennek át. A csapás — mint ahogy már említettük — nem dinári, hanem lesini.

Az első hegységalkotó fázis a leírt sztratigráfiai egységen belül a kréta és eocén határán jelentkezik. Ez megfelelne a *larami* mozgásoknak, de tényleges hegységalkotó mechanikai erőkről itt még nem beszélhetünk, habár kétségtelen, hogy ez az első undulációs periódus. Gyenge hullámosodás jellemző e korszakra, melyben még a csapásirány sem alakult ki. E mozgásperiódusba esik az első bauxitszint képződése.

Erősebb fázist láthatunk az eocén-oligocén határán a felső nummulites-szint és prominakonglomerátum között. Ez megfelelne a *pireneusi* fázisnak. Erős unduláció, kisebb gyűrődések, melyek iránya ÉÉK—DDNy-i és helyenkint hullámosodásból redőkbe átmenő mozgások jel-



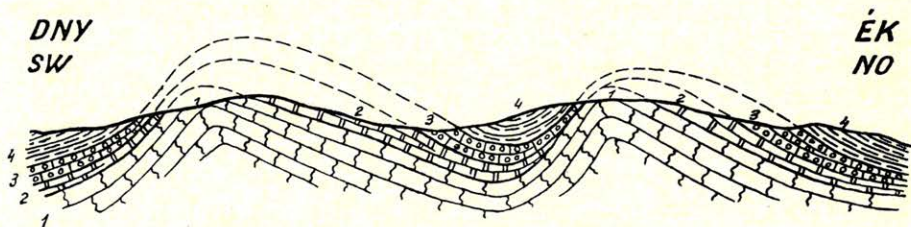
1. ábra. — Abb. 1.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Cosina rétegek. — Cosina Schichten. 3. Alveolinás mészkő. — Alveolinenkalk. 4. Nummulinás mészkő. — Nummulitenkalk.

lemzik ezen időszakot. Már ekkor is lehetséges, hogy történtek rétegmegszakadások, főleg az antiklinális tengelyekben, de ezeket nagyobb részben a *száviai-attikai* fázisba kell helyezni, miután a promina csoport is élénk részt vesz benne, míg a fiatalabb csak kevés helyről ismert idősebb pliocén lerakódások már diszkordánsan települnek rá a kialakult felszínre.

Későbbi mozgásokat nem volt módomban kikutatni, miután dilatációs mozgások, mint eltolódás, törések stb. nincsenek. A fiatal tengermozgásokat pedig nem volt időm megfigyelni. Nem lehetetlen azonban, hogy dilatációs, epirogén mozgások helyett még most is orogén erők játszanak közre e hegység rész kialakulásában.

Maguk a gyűrődések sok helyütt dómszerűek. A gyűrődés tengelyében vízszintes település kétoldalra lassan lejt. A szinklinálisok U-alakúak. Szakadás a tengelyben — mint pl. a Plisivica és Gradnica hegycsúcsok közt, ahol a kréta mészkő és dolomit egy elég meredek áttolódás mentén rácsúszott a puhább eocén alveolinás és cosina mészkőre (lásd 1. sz. ábra), — nem nagyon gyakoriak. Néha szimmetrikus nyeregképződést találunk, többnyire azonban nem szimmetrikus. Mégpedig az É-i (ÉK-i)



2. ábra. — Abb. 2.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Cosina rétegek. — Cosina Schichten. 3. Alveolinás mészkő. — Alveolinenkalk. 4. Nummulinás mész. — Nummulitenkalk.

gásainak rovatában a római számok is megjelölik. A nyolcadik, az alsó oligocén flistenger visszahúzódása után, a hetediknek mintegy folytatása. A kilencedik viszont csak egy beltengerből való kiemelkedés a középső pliocénben, mely utóbbi beltenger vagy tó magassabban áll, mint a tengerszint.

Az *első* rétegfolytonossági hiány az irodalom szerint a felsőkarbon és triász között jelenik meg. Semmiesetre sem lehet bauxitszint, hiszen a permi szárazulat alatt eget látó kőzetek — D-en homokkövek, kvarc-breccsák és konglomerátumok, mész- és márgapalák, É-on dolomitok, homokkövek, mészkőpalák — nem szolgáltathattak mállás folytán late-riteket.

A *második* megszakadás az alsó (werfeni palák) és középző (anizusi emelet) triász közé esik. Ez sem bauxitszint még.

A *harmadik* a felső triászban található, de csak az É-i és középső Adria-vidéken, mialatt D-en a transzgresszió tovább tart a triász kor végéig. Ez lehetne Kerner szerint az első bauxitképződési szint. Mint szárazulat elsősorban a nóri emelet jöhet számításba. A fehér brachiopodás mészkő, mely szinte egynemű az anizusi mészkőtípussal, itt mutatja az első karsztosodást, karsztmorfológiát, miáltal a terra rossa képződésre is alapot szolgáltat. E szintben azonban igen gyengén vasas pisolitok, breccsák és limonitos kötőanyagú agyagok képződtek, mivel a mészkő sok helyütt hiányzik és karsztosodást nem mutató, terra rossa képződésre nem alkalmas kőzetekkel változik. Ha tehát a lehetőségek meg is voltak, ezt a szintet sem nevezhetjük igazi bauxitszintnek.

Épp így a *negyediket* sem, felsőtriász (Rhät) és felsőtithon között. A kagylómész, karni és nóri („Hallstadi“) mészkő és nóri riffmészkő ugyan itt is karsztosodást mutatnak, vörös agyagok képződéséről azonban mit sem tudunk.

Az *ötödik* rétegfolytonossági hiány folyamán az alsó és felső kréta között (Közép-Dalmáciában tithon és felső kréta közt) sem képződött bauxit, ami nem is annyira feltűnő az előbbivel szemben, hiszen a tűzköves horizontok kevésbé alkalmasak annak keletkezéséhez.

A *hatodik* tengerlerakódási megszakadás a felső kréta és terciér között foglal helyet, igen sok helyen szabadon fekszik és így könnyebben át is tekinthető. Kerner *protocén periodus*nak nevezi e denudációs időszakot. E protocén korszak fekvője mindenütt a „Rudista“ mészkő: a karsztfenomén jelenlegi legfőbb képviselője. Már az első letarolásnál is igen alkalmas volt karsztosodásra és terra rossa képződésre. A különbség az előbbi szárazulat-periodusokkal abban található elsősorban, hogy az ujonnan beálló szedimentáció limnikus és brakkvízű lerakódásokkal

indul meg, habár ez alól is sokhelyütt találunk kivételeket, mint pl. a kréta-alsótercier átmeneti brakkvizi rétegeket: az alsó foraminiferás mészkövet, mely a lerakódás folytonosságát így sokhelyen fenntartja. Helyenkint viszont az újabb transzgresszió be sem következett. A sztratigráfiai egyöntetűségből, regionális hasonlóságból azonban arra következtethetünk, hogy nagyobb mechanikai erők a hegység kialakulásában még nem játszottak ekkor szerepet. Csak kisebb, gyengébb unduláció és feszültségek keletkezése tehető ebbe az ú. n. *első undulációs periódusba*.

Ahol tehát a sekélyvizek a rudistamészko karsztját lefedték, a vörös agyagok is mentesek maradtak a denudációtól és még a lassan újra mélyülő víz is csak további átmosásokat okozhatott. Erre elsősorban a Cosina-rétegek bázisának sötétvörös és barna színezete után következtethetünk, ami nem egyéb, mint vastartalomnövekedés, azaz a bauxit helyét itt limonitos agyagok foglalják el. Ahol azonban a sekélyvíz hiányzott s így azonnal mélyebb tenger transzgregálhatott, ott a vörös agyagok erősen alá voltak vetve a lemosásnak. Ennek egyik érdekes párhuzamjelensége az alveolinás meszek rózsaszín vagy vöröses színezete. Helyenkint még a nummulinás mészkő is ilyen színű. Ebben a korban még távolabbi vidékekről is sok, valószínűleg paleocén terra rossát hordott be a letarolás a középeocén tengerbe. Erre vallanak a kisebb, mindenféle emelet és szint közötti leülepedések, bauxitlepedések.

A *hetedik* rétegfolytonossági hiány az eocén-oligocén határán jelentkezik. Fedője majdnem mindenütt a promina konglomerátum, fekvője viszont váltakozó, mert egyes esetekben egybefolyik az előbbi bauxitszinttel, más esetben viszont a különböző rétegek — mint Cosina-rétegek, alveolinás mész, vagy nummulinás mész — alkotják a bázist. A szárazulat, azaz az időhosszban kifejezett szárazföldi periódus mindenesetre kisebb, habár intenzívebb volt, mint a protocén korban. Ez a horizont igen sok vörös agyagot tartalmaz. Kora *felső középeocén* és Dalmácia legfontosabb, ú. n. *fő-bauxitszintje*.

Ellentétben a protocén szárazulat egyenmű fekvőrétegeivel, ebben az időszakban a legkülönbözőbb bázisok fordulnak elő, mint a felsőeocén fekvője (általában kréta). Miután tehát a nummulites-tenger visszahúzódása utáni kiemelkedés időben nem volt hosszú, azt kell feltételeznünk, hogy a nagyszabású miocéngyűrődések előfutárjaként már ebben a korban is erős hegymozgások játszódtak közre a felszíni kialakításban. Erre vall elsősorban, mint nagyméretű denudációs jelenség, az alsó promina konglomerátum. Mechanikai és kémiai erők karöltve működtek ekkor. A vörös agyagok nagykiterjedésű és mennyiségileg is számottevő képződése

az ilyen felszínen jól megvalósulhatott, míg megtartása a tehnikai hegységalkotó erőknél köszönhető, melyek erős mozgások, differenciált morfológiaalakító erejük folytán gondoskodtak a vörös agyagok lejtő- és hegységtörmelékekkel való befedéséről, megóva őket így a további letarolástól. E felső középeocén és felső eocén korban képződtek tehát a legnagyobb bauxittelepek, melyeknek többnyire az alveolinás mészkő a fekvője, fedője pedig a „Promina“ csoport egy tagja. E „promina“ csoport az eocén-oligocén határán jelenik meg és az alsóoligocént is képviseli. A lerakódások flistenger jellegre mutatnak.

A miocénkori legerősebb hegységalkotó fázisok után is csak az idősebb pliocénben találunk újabb nagykiterjedésű beltengereket, úgyhogy végeredményben azt mondhatjuk, hogy az oligocénben beálló denudációs periódus az utolsó nagy rétegfolytonossági hiány. Csak egy egész rövidéletű oligocéntranszgresszió után látunk újabb, *nyolcadik* kiemelkedést, mely végigfut a jelenkorig és csak a miocén-pliocén beltenger transzgresszió szabadítja meg ezt rövid időre.

A pliocén beltengerből való kiemelkedés egyben az utolsó, *kilencedik* szárazulat.

Összefoglalva e fejlődéstörténetet, megállapíthatjuk, hogy bauxitszintként két emerziós korszak jön számításba:

1. A kréta-tercier határán: Rudista-mészkő (Turon-Senon) fekvővel és eocénkori (Ypresien-Lutetien) fedővel. (K e r n e r protocén periódusa).

2. Az eocén-oligocén határán (főszint): eocénkori (általában alveolinás mészkő, Lutetien) fekvővel és Promina fedővel (Lattorfien).

E kormegállapítás után most rátérünk a bauxit települési viszonyaira.

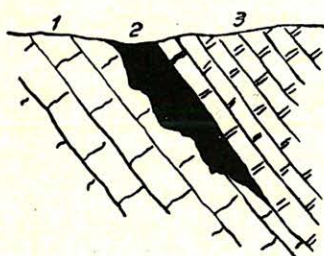
b) Települési viszonyok.

Az áttekinthetőség kedvéért olyképpen osztályozzuk a különböző településeket, hogy különválasztjuk mindazokat a bauxitszinteket, melyeknek különböző fekvő-fedőjük van. Ezekben belül magyarazzuk el azután a különféle települési, elhelyezkedési viszonyokat.

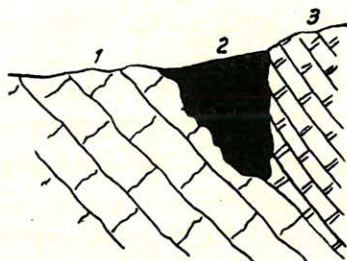
1. *Corljevo-tipus*. Fekvője a rudista mészkő, fedője pedig a cosina-rétegek. A rudista mészkő kevésbé egyenetlen felületére kisebb, többnyire a 20 m²-t nem meghaladó, lapos lencsékben települ, melyek a 40—50° dőlésű kőzetek között, mint keskeny kiékelődési sávok mutatkoznak.

A fekvő cosina-rétegek itt elég keskenyek és a regionális kutatások azt mutatják, hogy csak a legfelső szintjük van itt képviselve. Csapás-

ban mindenütt követhetők a lencsék, melyeknek hossza 10 és 40 méter között váltakozik, vastagságuk pedig a 3 métert a lencse közepén sem haladják túl. Néhol a csapásban csak elvékonyodik e telep és esetleg néhány méterre megszakad, máshol azonban 100—150 méteres megszakadások is mutatkoznak. Átlagban 20 méter a meddő két lencse között.



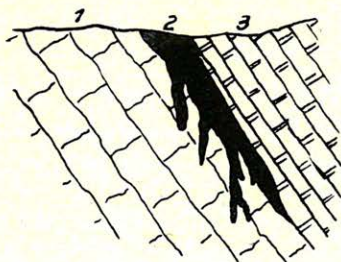
4. ábra. — Abb. 4.



5. ábra. — Abb. 5.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Cosina rétegek. — Cosina Schichten.

A települési viszonyok itt igen különbözőek. Vannak egyszerű lencsék, ezeket ábrázolja a 4. sz. ábra. Vannak azután kisebb-nagyobb dolinaszerű üregek, teljesen kiszámíthatatlan alakkal, melyek a bauxit utólagos átmosása és a lejtőkről való lemosása következtében töltődtek meg. Alakjuk leginkább az isztriai típusra hasonlít, mint azt az 5. sz. ábrán

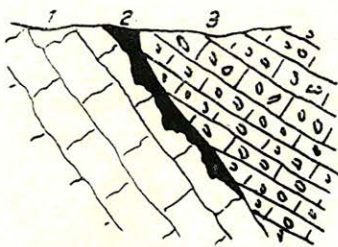


6. ábra. — Abb. 6.

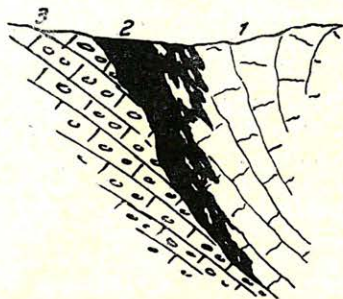
A Weigelín-féle leszakadások.
Die Weigelín'schen Absackungen.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk.
2. Bauxit.
3. Cosina rétegek. — Cosina Schichten.

láthatjuk. Meglehetősen ritka, de előfordul egy olyan település is, melyet Weigelín ír le „Beitrag zur Kenntnis des dalmatinischen Bauxits“ című munkájában. Ez egy normális lencsés településnek olyan módozata, mely a rétegekbe lefolyó karsztvíz kimosási tevékenységére vezethető vissza. A víz itt a bauxit fekvőjébe a mai rétegeződésre (mai vízszintesre) merőleges töbröket és zsákokat váj, amelyekbe azután a bauxit saját súlyánál fogva beszakad. (Lásd 6. sz. ábrát.)



7. ábra. — Abb. 7.



8. ábra. — Abb. 8.

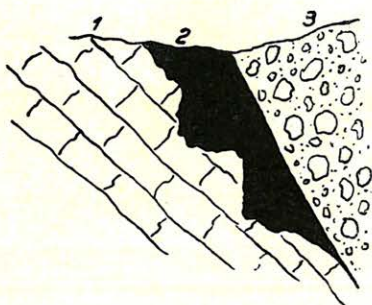
1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Alveolinás mészkő. — Alveolinenkalk.

Míg tehát az első települési forma primer, addig a második kétségtelen másodlagos, már csak a benne talált kőzettörmelék miatt is, a harmadik pedig ú. n. semisekunder. Corljevo és Utoře községek környékén, főleg a Plisivica és Gradnica hegyek között ez a legelterjedtebb települési forma. A bauxit itt sárga vagy gyengén vöröses, néha egész fehér-sárga, igen kemény, tömött és egynemű. Pisolitok nincsenek sehol. E típus majdnem mindenhol követhető a két réteg határán az egész Zagorjén, habár igen sok helyen oly keskeny, hogy alig vesszük észre. A nagyobb településeknél majdnem mindig tektonikai erők közreműködését is tapasztalhatjuk.

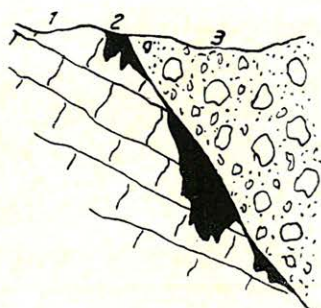
2. *Svinjak-típus*. Fekvője a rudista mészkő, fedője az alveolinás mészkő. Igen elterjedt típus, de szintén igen keskeny sávokban, településekben követhető csak. Míg azonban a Svinjak hegyen e település normális lencsékben vagy keskeny sávokban található, — miután itt a cosina-rétegek le sem rakódtak, — azaz egyszerű hézagos konkordanciát találunk, addig a Zeleni humac-on a telepek úgy jöttek létre, hogy a kréta mészkő rátolódott az alveolinás szintre és a bauxit itt, mint tektonikai csúszófelület szerepel és így ékelődik ki a felszinen. Ezt abból láthatjuk legjobban, hogy itt a bauxit erősen gyüredezett és sok dörzsbrecs-csát tartalmaz. E breccsadarabok majdnem kizárólag kréta mészkövek. Mindkét települést a 7. és 8. sz. ábrák mutatják. E típus bauxitja is sárgás és elég tömött, kemény.

2/a. Ott, ahol a rudista mészkő legfelső lemezes mészkőszintje is kiképződött, csak igen ritkán találunk bauxittelepet. És ez is csak néhány centiméter vastag.

3. *Sedramic-típus*. Fekvője a rudista mészkő, fedője a prominakonglomerátum, elnevezése K e r n e r t ő l származik, aki Sedramicnál a Moseč planina DNy-i oldalán fedezte fel. E rétegfolytonossági hiány, melyben



9. ábra. — Abb. 9.

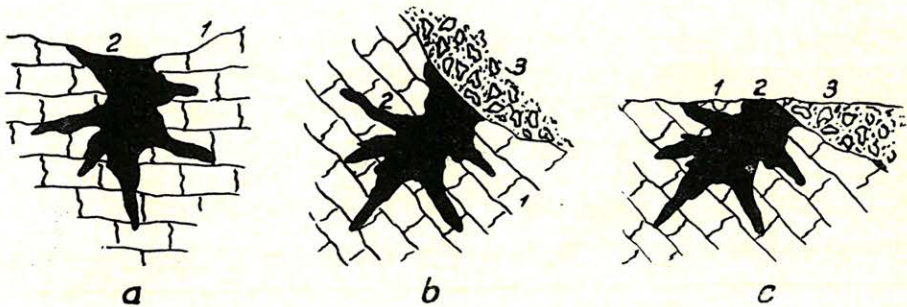


10. ábra. — Abb. 10.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Prominakonglomerátum.

a bauxit lerakódására került, igen nagy. Kérdés, hogy az idősebb eocén-rétegek itt egyáltalában leülepedtek-e, vagy pedig e hiány csak az előrehaladott denudáció következménye. Kerner szerint ez utóbbi a valószínű, miután a konglomerátumban többféle eocénkőzet is fordul elő, másodsorban a rudista mészkő felszíne is elég egyenletes, ami egy teljes rétegződési kimaradás esetén lehetetlen volna, hiszen akkor a denudáció, abrázio mélyebbre is be kellett volna, hogy hatoljon egyes helyeken. Kétségtelen, hogy a Zagorje a szélhatásoknak kevésbé volt alávetve, mint pl. Drnis környéke. Településüket a 9. és 10. sz. ábrák mutatják, melyek a Corljevo tipussal majdnem teljesen egyeznek, azzal a különbséggel, hogy a lencsék nagyobbak, a telep vastagabb és a csapásban is jobban követhető, habár a meddők, megszakadások néha 300—400 m-t is kitesznek. Sárgászörös, közép kemény, tömött, helyenkint pisolitos bauxit.

Ehhez a tipushoz kell sorolnom azokat az előfordulásokat is, melyeknek fekvője a rudista mészkő, fedőjük azonban nincs, vagy csak lejtőtörmelékből áll. Ezeket a réteghatároktól elfekvő telepeket igen sok helyen megtaláljuk, a távolabbi környezetben előforduló promina-konglomerátumból azonban arra következtethetünk, hogy valamikor fedőként szerepelt. Természetesen akad ebben a csoportban olyan telep is, mely üregeket tölt csak ki és ezért egyes esetekben másodlagos településnek is minősíthető. De még ha másodlagos is, a lerakódás régebbi, eocén-oligocén kell, hogy legyen, mert a rétegek miocén felállítására, gyűrűse által az egész telep is fordul és ekkor temetődik be lejtőtörmelékkal, mely ma erősen le van már tarolva. Egy ilyen kialakulást mutat a 11. sz. ábra. A bauxit itt is kemény, színe sárgászörös.



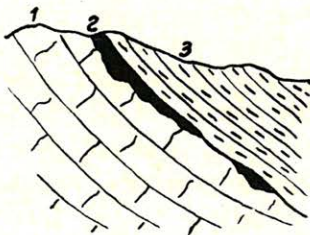
11. ábra. — Abb. 11.

a) Bauxitlerakodás. — Bauxitablagerung. b) Miocéngyűrődés, rétegfelállítódás és törmelék általi betemetés. — Miozäne Aufstellung der Schichten, Umkipfung und Schuttüberlagerung. c) Fiatal denudáció. — Jüngere Denudation. (Kerner után, Nach Kerner.)

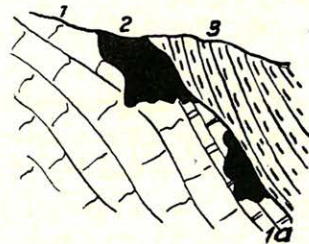
1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Törmelék. — Schutt.

4. *Kremeno-típus*. E típushoz tartoznak mindazok az előfordulások, melyeknek fekvője vagy a rudista mészkő, vagy a cosina-rétegek, mint fedő pedig az alsó nummulites-szint valamely tagja — igen sok esetben a Zagorje vörös mészkőve — szerepel. Elnyújtottan igen sok helyen fordul elő, aránylag legszebb kifejlődését azonban a Kremeno hegyen találjuk. Kivétel nélkül kis lencsékről és zsákokról van itt szó, melyek nagysága nem haladja meg a $4 \times 1,5$ m-t és a csapásban is csak elvétve jelennek meg. Települési formáikat a 12. és 13. sz. ábrák mutatják.

5. *Domanović-típus*. Az elnevezés Kerner től származik, aki a Zelenikovač dombon, Domanivoč mellett a Narenta folyónál fedezte fel először. Fekvéje az alveolinás, fedője a nummulinás mészkő. Csak Unesić mellett találtam négy ilyen típusú, egész kis, zsákszerű telepet, lencsét.



12. ábra. — Abb. 12.



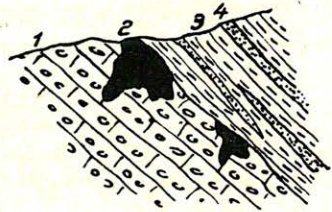
13. ábra. — Abb. 13.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 1a. Cosina rétegek. — Cosina Schichten. 2. Bauxit. 3. Nummulinás mész. — Nummulitenkalk.

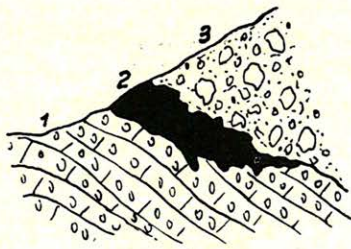
Még ezekben a kis településekben is észlelhető a fekvő alveolinás mészkő mangán-átitása. A kőzet egész jáspisszerű, helyenkint lilásfekete. A bauxit vörössárga vagy barna, zsíros tapintású és földes, helyenkint oolitos. Fedője homokos közbetelepülésű mészkő, nummulitesekkel és csigákkal, néha márgás padokkal. K a t z e r szerint itt egy „partközeli iszapos bemosás”-al van dolgunk, hol az érc bepréselése a fekvőzszakokba csak lát-szólagos, utólagos. Települését a 14. sz. ábrán láthatjuk.

14. ábra. — Abb. 14.

1. Alveolinás mész. — Alveolinenkalk.
2. Bauxit.
3. Nummulinás mész. — Nummulitenkalk.
4. Homokkőlencsék. — Sandsteinlinsen.



6. *Kalun típus.* Kerner Kalun típusát (K a t z e r *Drnis* típusa) csak egy helyen észleltem nagyobb kiterjedésben, mégpedig Utoře dolnje faluban és környékén. Fekvő itt az alveolinás mész, fedője, mely a D-i falurészen csak részben kíméltetett meg az abráziótól, a promina-konglomerátum. A promina itt breccsákból, konglomerátumból és közbetelepült márgalencsékből áll, flisfácies nem mutatkozik sehol. A breccsa és konglomerátum szemcséi 2 és 18 cm közt ingadoznak, kréta és eocénkoriak.

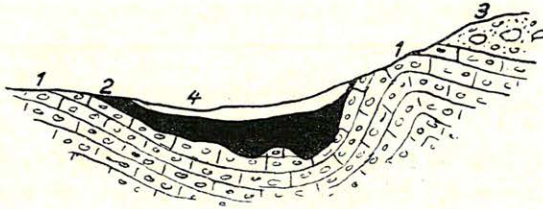


15. ábra. — Abb. 15.

1. Alveolinás mész. — Alveolinenkalk.
2. Bauxit.
3. Prominakonglomerátum.

A breccsák a bauxittal való érintkezésüknél szép karrfelszínkiképződést mutatnak (repedéseken beszivárgó víz kimosó hatása), mely a fekvő, egész fehér alveolinás mészkőnél teljesen hiányzik. A mészkő és bauxit között igen éles a határ, a mészkő a kontaktusnál is fehér, bemosással tehát itt nem lehet számolni. A település primer (lásd 15. sz. ábrát). A bauxit színe, épp úgy mint a Kalun-hegyen, pompéji vörös, kagylós törésű, földes-tömött, de lényegesen több benne a limonitkonkréción, főleg felső részében. Néha nagyobb tömegben pisolitos kifejlődésű, ilyenkor sárgás-

vörös és a gömböcskék belseje élénkvrös. Ilyen bauxitot főleg a falutól D-re találunk, hol a promina helyett alluvium fedi és a felső teleprész teljesen átmosódott, földes, szennyezett. Itt a vastartalom is nagyobb (lásd 16. sz. ábra). A rétegek dőlése $30-50^\circ$ között ingadozik és a bauxitkibuvások csapásban is megszakadnak. A telepek az 1—2 m vastagságot csak ritkán érik el.



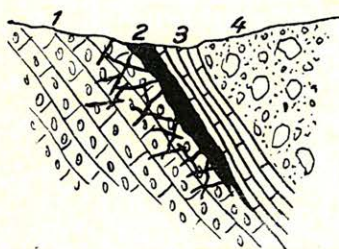
16. ábra. — Abb. 16.

1. Alveolínás mész. — Alveolinenkalk, 2. Bauxit, 3. Prominakonglomerátum, 4. Alluvium.

7. *Medvid típus.* Kerner Sinjnél találta meg a Medvid közelében. Fekvője a nummulinás mészkő, fedője a promina-konglomerátum vagy annak alján néha előtűnő lemezes mészkő. A Zagorjén nem található csak egyetlen helyen a Radinje hegynél. A fekvőmészkő tiszta fehér, a lemezes mészkő itt húsvrös. Kerner ez utóbbit iszaplerakódásnak tartja, mely az emerzió kezdtét jelölné meg. Települési viszonyait így írja le: „Hier kann man auch schon die erwähnte Einschaltung von Eisenton an der Grenze zwischen dem marinen Eozän und den Breccien schön sehen. Er bildet hier teils Ausfüllungen von Gruben und Nischen an der oberen Grenzfläche des Nummulitenkalkes, teils massige Krusten und schwammig poröse Überzüge an den Vorsprüngen dieser Fläche, teils füllt er Spalten in zerklüfteten Gesteinspartien und Zwischenräume zwischen losen Steinen aus. Man gewinnt hier deutlich den Eindruck, dass es sich bei diesem Eisentone um eine angereicherte, zu Stein gewordene mitteleozäne Terra rossa handelt.“

A település a 17. ábrán látható. Miután csak egy 4—5 m hosszú telepet volt alkalmam látni a $65-70^\circ$ meredeken dőlő kőzetek közt, mint kibuvást, további részletekbe itt nem bocsátkozom.

8—10. Kerner *Imotski* — alveolinás mészkő és nummulinás márga közt, — *Blizanzi* — alveolinás mészkő és egy a konglomerátum fekvőjét alkotó homokkő közt — és *Grislic* — egyenmű breccsák között — típusai a Zagorjén nem fordulnak elő.



17. ábra. — Abb. 17.

1. Alveolinás mész. — Alveolinenkalk.
2. Bauxit.
3. Lemezes mészkő. — Plattenkalk.
4. Prominakonglomeratum.

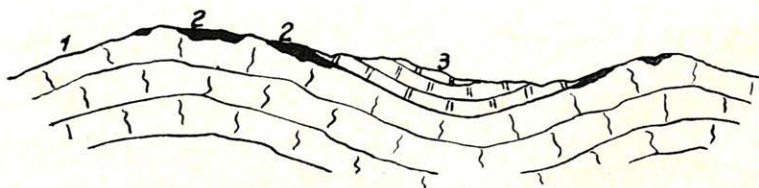
II. *Konjisko típus.* Konjisko falu határában sokhelyütt jelenik meg a földes, szennyezett, vastartalmú típus, melyet itt alluvium és karsztvályog fed. Itt szekunder településről van szó, amennyiben az átmosott bauxit már nem is nevezhető bauxitnak, csak egyszerű fiatalkorú vörösayagnak. Ez az a tipikus terra rossa, melynek képződésére még vissza fogunk térni.

A Zagorje kopár fensíkján tehát igazában nyolc típusú települést ismerhetünk meg a kréta és promina között. A Kremeno, Kalun és Imotski típust kivéve, melyek igen hasonlítanak hegyek lábánál szélhátas alatt leülepedő rétegekre, (egyenletes szemcsenagyság), a többi típus mindig többé-kevésbé szennyezett és szilikátos kőzetek bemosott termékeit is tartalmazza, településük is igen változatos (zsákok, dolinák, lencsék). *A karsztosodás jelensége tehát nem mindenütt ugyanabban az időben következett be.*

A bauxitlepek tektonikai elhelyezkedését illetőleg szintén többféle települési viszonyt különböztethetünk meg. Sokszor szoros az összefüggés az érctelep és hegységmozgások között is. Kerner négyféle települést ismer, melyeket alábbiakban ismertetek, kiegészítve ezeket egy hatodikkal és az elsővel.

I. Legegyszerűbb települési forma a bauxit szabadonfekvése lencse, zsák, dolina, kiékelődés alakjában, különös tektonikai alakulathoz nem kötve, tehát vegyesen a vízszintes vagy gyürt kőzet bármely pontján. Ezek az „elszórt” települések többnyire másodlagosak, le- és bemosástól keletkeztek, de van közöttük néha elsődleges telep is.

II. Egyszerű települési alakzat még ha a bauxit egy nyereg tengelyében fekszik szabadon. A bauxitlepek ilyenkor lapos kisebb-nagyobb kiterjedésű és mindig kevés ércvagyonnal rendelkezik (lásd 18. sz. ábrát). Miután összefüggő településről már a keletkezésnél sem lehet szó, csak kisebb foltosan elterjedt teleprendszer alkotnak. Ilyen településű elsősorban a protocén bauxit, míg a középeocénben ritkábban fordul elő.



18. ábra. — Abb. 18.

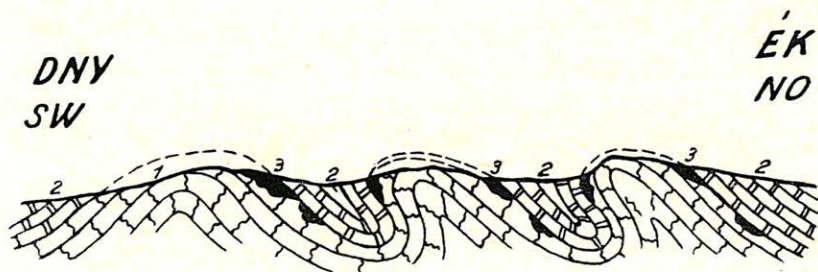
II. Tektonikai település. — II. Tektonische Lagerungsform.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Cosina rétegek. — Cosina Schichten.

III. Harmadik változat a bauxit kiékelődése egy nyeregben vagy több párhuzamos nyeregvonulatban, ahol, az antiklinálisok sűrűn fekszenek egymás mellett a csapásban. Ilyenek elsősorban izoklinális gyűrődéseknél keletkeznek (19. sz. ábra).

IV. Hasonló, egymásmellett húzódó bauxitkiékelődések keletkeznek ott is, ahol a nyeregnek vagy nyergeknek csak egyik szárnya maradt meg. Itt a tengelyben való megszakadás folytán ismételt áttolódások, pikkelyek keletkeznek (20. sz. ábra). E két tektonikai típust majdnem kivétel nélkül a középeocén bauxit képviseli.

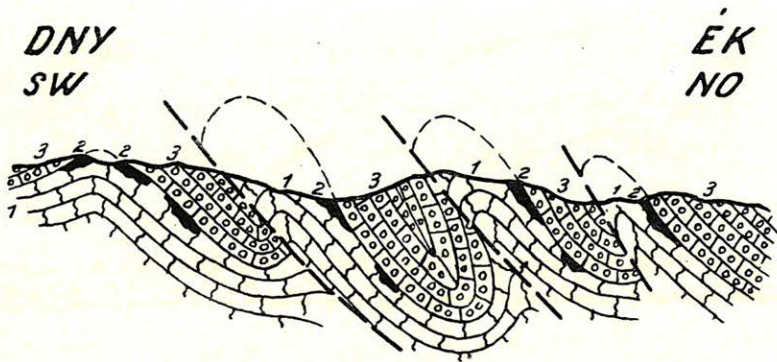
V. Ötödik eset egy teljes antiklinálisra rátelődő félszárny (21. sz. ábra). Ez a legkomplikáltabb település, mert itt néha különböző korú települések kerülnek egymás mellé, sőt azokat összegyűrve futólápnak használja a fölötte levő rétegtömeg. Ez azonban elég ritka és csak egy helyen a Bogacin-hegyen Nevest falu közelében találtam, ahol a rudista mészkövön fekvő protocén bauxit az alveolinás mészkövön fekvő bauxittal érintkezik, csuszamlási lapot alkotva (22. sz. ábra). A csuszás DNy-i irányú és felfelé történt, amit a különböző bauxitok érintkező



19. ábra. — Abb. 19.

III. Tektonikai település. — III. Tektonische Lagerungsform.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Cosina rétegek. — Cosina Schichten. 3. Bauxit.



20. ábra. — Abb. 20.

IV. Tektonikai település. — IV. Tektonische Lagerungsform.

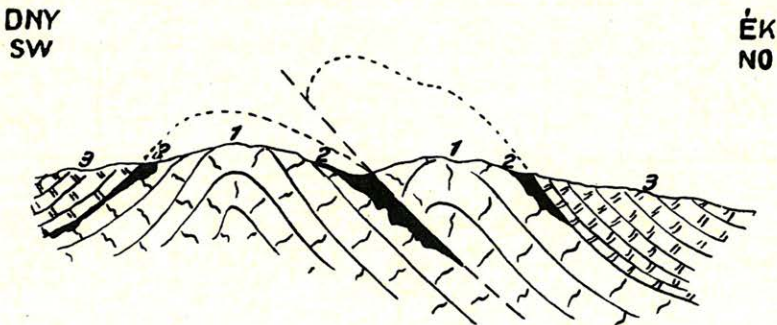
1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Alveolinás mész. — Alveolinenkalk.

felületén a néha igen jól észlelhető csuszamlási rovátkák és gyüredezettség is mutatnak.

VI. Idetartoznak mindazok az előfordulások, melyek leszakadás, lemosás és újrafeltöltődés révén a vápák mélyén helyezkednek el, úgyszintén a dörzsbreccsák közé ékelődött bauxittelepek. Településük a mindenkori környezethez alkalmazkodik.

c) Minőségek és összetételek :

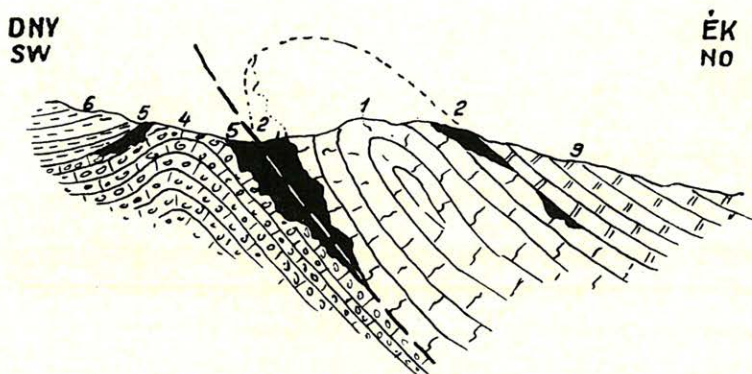
Corljevo bauxit. Színe sárga vagy sárgászörös. Tömött és kemény, egynemű. A mikroszkop alatt azonnal láthatjuk, hogy főalkotórésze a *sporogelit*, míg sósav-kezelés után — ha a *sporogelit* elhalványodik —



21. ábra. — Abb. 21.

V. Tektonikai település. — V. Tektonische Lagerungsform.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Bauxit. 3. Cosina rétegek. — Cosina Schichten.



22. ábra. — Abb. 22.

V. Tektonikai település. — V. Tektonische Lagerungsform.

1. Rudista mészkő. — Rudistenkalk. 2. Protocén bauxit. — Protozäner Bauxit. 3. Cosina rétegek. — Cosina Schichten. 4. Alveolinás mész. — Alveolinenkalk. 5. Középeocén bauxit. — Mitteleozäner Bauxit. 6. Nummulinás mészkő. — Nummulitenkalk.

éleg sok hydrargillitet is találunk (viszonyszám 4 : 1). A hydrargillit szabálytalan lemezeiben sokszor találunk rutilt. Egyébként rutil, zirkon és turmalin fordul benne elő, néha muszkovit, phlogopit és epidot, míg a kvarcsezemcsék igen ritkák. Helyenként azonban igen nagyszámú kvarcsezemcsét találunk főleg az átmosott telepekben vagy a telepek felső szintjében. Ennélfogva minden kis lencse külön vizsgálandó és számítható. Ezt az egyenetlen összetételt, azaz SiO_2 -tartalmat az alábbi összeállítás mutatja. A minták mind Corljevo és Milic faluk környékéről, vagy a Plisivica és Gradinica hegyekről származnak.

Minta száma	% SiO_2 -tartalom	Minta száma	% SiO_2 -tartalom	Minta száma	% SiO_2 -tartalom	Minta száma	% SiO_2 -tartalom
1.	9.64	8.	2.27	15.	16.82	22.	9.17
2.	17.00	9.	1.99	16.	4.28	23.	11.18
3.	5.42	10.	2.30	17.	2.40	24.	10.76
4.	1.23	11.	1.90	18.	2.16	25.	17.89
5.	3.97	12.	12.40	19.	1.95	26.	5.97
6.	2.94	13.	1.21	20.	29.38		
7.	3.77	14.	13.42	21.	20.44		

Általában, ha a mennyiségi összehasonlítást is elvégeztük, a következő átlagösszetételt kapjuk :

SiO ₂	. . . . .	2.51%
Al ₂ O ₃	. . . . .	58.23%
Fe ₃ O ₂	. . . . .	19.22%
Izzítási veszteség	. . . . .	18.34%

TiO₂, ZrO₂, MnO és CaO nyomokban.

Ha a 4 : 1-es sporogelit : hydrargillit viszonyt nézzük, úgy 46.4% Al₂O₃ esik a sporogelitre 11.8% a hydrargillitre.

Svinjak bauxit. Teljesen egyező az előbbivel, kivéve, hogy néha kevés periklast is találunk benne és a bezárt törmelék miatt nagy a kalcium-tartalma. SiO₂-tartalma átlag 10—12% és így nem is érdemes bányászni.

Sedramic bauxit. Sárgásvörös, közepkemény, helyenként tömött és oolitos. A sporogelit-hydrargillit viszony itt 3:1. Összetétele jobb, mint az előbbi, átlagban a következő:

SiO ₂	. . . . .	1.32%
Al ₂ O ₃	. . . . .	54.65%
Fe ₂ O ₃	. . . . .	23.48%
Izzítási veszteség	. . . . .	18.97%
MnO	. . . . .	1.01%
TiO ₂	. . . . .	0.92%
Összesen	. . . . .	100.35%

Nyomokban ZrO₂ és CaO.

A hydrargillit már szabad szemmel is jól látszik. 40.96% Al₂O₃ esik a sporogelitre, 13.66% a hydrargillitre. Kvarcot nehéz benne találni, sokszor 0.67%-ra esik vissza a SiO₂-tartalom. Zirkon, rutil, turmalin, néha periklas és disthen is látható benne a mikroszkóp alatt.

Kremeno bauxit. SiO₂-tartalma mindig meghaladja a 10%-ot, sőt néha 25%-ra is felemelkedik, minek folytán nem érdemes kiaknázásra. Úgyszintén nem alkalmas bányászásra az Unesići Domanović típus sem.

Kalun bauxit (Kišpatić Drnis bauxitja). Erről nagy irodalom jelent már meg, úgyhogy itt csak egy, F. Tučan által készített, átlag-analízist sorolok fel. A Kalunhegyen ugyanis ma már 400 m-es mélységig bányásznak. (A karsztvíznívót még nem érték el.)

SiO ₂	. . . . .	0.89%
Al ₂ O ₃	. . . . .	51.85%
Fe ₂ O ₃	. . . . .	26.82%
MnO	. . . . .	1.21%
Izzítási veszteség	. . . . .	19.97%
Összesen	. . . . .	100.74%

Nyomokban TiO₂, ZrO₂ és CaO.

Kvarc alig lelhető fel a mikroszkóp lencséje alatt, viszont igen szép zirkonkristályok láthatók, turmalin, rutil, disthen és periklas is előfordul benne. A bauxit főtömegét a sporogelit alkotja. Világosvöröstől pompéji vörösig ingadozik színe, néhol pisolitos, felső részében sok a limonitos konkrécio. Zsíros tapintású, földes-tömött, közép kemény, sokszor egészen puha. Al₂O₃ tartalma néha 50% alá esik.

Konjisko bauxit. Bemosott voltára való tekintettel sok benne a kvarc. A sötétvörös sporogelit sok kalciumot tartalmaz. Muszkovit, epidot és zoisit kis számban, néha phlogopit is van benne. Gyakoribb a turmalin, zirkon és rutil. Egy szép brookitszemcse is fordult elő. Összetételére nézve igen hasonló a hvari bauxitához, melyet M. K i š p a t i ć elemzett meg.

SiO ₂	. . . . .	29.49%
Al ₂ O ₃	. . . . .	30.02%
Fe ₂ O ₃	. . . . .	18.81%
MnO	. . . . .	0.42%
CaO	. . . . .	6.54%
MgO	. . . . .	nyomok
Izzítási veszteség	. . . . .	14.23%
Összesen	. . . . .	99.51%

Nyomokban TiO₂.

Hogy az összefüggést jobban lássuk, egy táblázatot mellékelek néhány dalmáciai típus összehasonlítására. (3. tábla.)

d) *A bauxit keletkezése.*

Az összes dalmát bauxit mészkőre települ. Víz tartalma oly csekély, hogy nem engedi meg az Al₂O₃ tömegének egyszerű átszámítását, mint a lateritnél (Al₂O₃. 3 H₂O). K i š p a t i ć szerint e bauxitok egy Al₂O₃ . H₂O

3. TÁBLA. — TABELLE 3.

	Drnis átlag.	Corljevo	Sedramitc	Mosec	Kafun		Hvar	Kljake	Konjisko	Bistrica
					I.	II.				
SiO ₂	7	2·51	1·32	0·87	0·89	0·9	30·47	27·32	29·49	61·31
TiO ₂	2	nyom	—	—	nyom	2·7	—	nyom	nyom	nyom
ZrO ₂	—	nyom	nyom	nyom	nyom	—	—	2·71	—	nyom
Al ₂ O ₃	60	58·23	54·65	59·27	51·85	54·0	29·05	24·54	30·02	16·95
Fe ₂ O ₃	16	19·22	23·48	24·36	26·82	23·31	16·24	20·09	18·81	12·46
CaO	—	nyom	nyom	—	nyom	—	6·79	6·40	6·54	—
MgO	—	—	—	—	—	—	nyom	—	nyom	—
MnO	—	nyom	1·01	nyom	1·21	—	nyom	nyom	0·42	nyom
H ₂ O	15	18·34	18·97	5·93	19·97	18·1	17·4	18·77	14·23	6·40

vegyület amorf válfaja: ezt nevezte el ő sporogelitnek. Ebben az anyagban a Fe₂O₃-gel formájában van elosztva és ennek mennyiségétől függ a sporogelit színezete. K i š p a t i c és T u č a n kísérletei alapján (mészkö, dolomit, terra rossa és bauxit kísérletek) azt kell mondanunk, hogy a dalmát bauxitok feloldódott mészkövek és dolomitok maradéka. A lemosással és transzportálással — mely nem egyéb, mint flotálás — az anyag is teljesen megváltozik és csak az atmoszféra erősségétől és a távolságától függ, hogy milyen összetételű lesz a leülepedő anyag. Tény az, hogy a dalmát bauxitokban sohasem találunk a mészkövekben és dolomitokban elő nem forduló ásványokat.

Eredmény: a dalmáciai bauxitok nem lateritek és nem vörös agyagok (terra rossa), mely utóbbihoz ugyan igen hasonlítanak, hanem egyéb körülmények alatt képződött ércek.

E bauxitok összetétele a következő:

1. Aluminiumoxid = Al₂O₃. A sporogelitből (Al₂O₃·H₂O), mely amorf és a főtömeget képezi. (Diasporból is, Al₂O₃·H₂O).
2. Vasoxid = Fe₂O₃. Mint gel vesz részt a sporogelit felépítésében.
3. Silíciumoxid = SiO₂. Változó mennyiségben. Egy része kvarc, a többi gel. Ez utóbbi kolloidhoz van a még fölösleges víz kötve.
4. Titánoxid = TiO₂. A rutilból.

5. Zirkoniumoxid = ZrO_2 . A zirkonból.
6. Kalciumoxid = CaO . Calcitból és dolomitból.
7. Magnéziumoxid = MgO . Dolomitból.
8. Mangánoxid = MnO .
9. Víz = H_2O . Kötött víz.

10. Járulékos ásványok (melyek a mészkövekben és dolomitokban is előfordulnak T u c a n szerint): kvarc, földpát, muszkovit, phlogopit, biotit, amfibol, glaukofán, gránát, fluorit, epidot, zoisit, disthen, stauroolith, turmalin, korund, rutil, zirkon, hämatit, limonit, periklas. Brookit is de ez csak a šušaki homokkőből származhatik.

A dalmát bauxit tehát összetétele alapján a mészkövek és dolomitok áradmányos maradéka, melynek főtömege a sporogelit (amorf $Al_2O_3 \cdot H_2O$) alárendelt diasporral és hydrargillittel és néhány akcesszorikus ásvánnyal.

Kérdés most, hogy mily körülmények között és milyen klimatikus viszonyok mellett képződhetett e bauxit.

A fekvővel való érintkezésnél néha erősen bele van nyomva annak üregeibe, sőt érszerűen a repedéseket is betölti. Sokszor egyenesen rátapad a mészkőre, néha pedig annak törmelékével mintegy breccsát alkot. Ezeket a tulajdonságokat összevetve az az impresszió, mintha fosszilis felhalmozódással volna itt dolgunk. Maguk a telepek különböző összetételűek, halmazállapotúak. Színük a sárgától a téglavörösön és sötétvörösön át a piszkos vörösbarnába megy át. Homályos felületű vagy kevésbé fényesek. Néha egyforma, egyöntetű az egész telep színe, néha foltos vagy erezett. Texturája oolitos, pisolitos vagy tömött. Vastartalmuk különböző, átmenetek gypvasércbe vagy kovaképződményekbe gyakoriak. Ezek az egyenetlenségek K e r n e r szerint amellet szólnak, hogy itt régi karsztmészkőmálladék áradmányosaival kell számolnunk. A felszíni kiékeledésnél murvává esik szét az érc. A fényes felületek a nagy nyomás okozta csuszamlási felületeknek felelnek meg és ez a nagy nyomás valószínűleg még további átváltozásokat is okozott a bauxit összetételében. Szél és folyó által összehordott lerakódásokról itt tehát, ha ezt az összes jelenséget egybevetjük, nem beszélhetünk. Vulkáni tufa, szilikátos kőzetek stb. a közelben sehol sincsenek, tehát nem lehet ezeknek a málladék. Az ásványi összetétel alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a mészkövek és dolomitok áradmányos mállási terméke. Ez a megállapítás azonban nem elégít ki teljesen, hiszen a silicium és vas a mészkövekben nem kis mértékben más vegyi kapcsolatokat mutatnak, mint a bauxitnál. Itt tehát most az a kérdés, hogy alakultak át e vegyi kapcsolatok, vagy átalakulhattak-e egyáltalán.

Számításba kell azonban vennünk azt is, hogy egy kb. 1 m-es bauxit-telep keletkezéséhez 150—180 m mészkő-dolomit kell, hogy denudálódjék, azaz elmálljon. Ez sok esetben lehetséges volt talán, de ott, ahol rövid rétegeződési megszakadás van, nem. Ehhez járul még, hogy a Weigelin által leírt települési formánál a fekvőbe elhelyezkedő lencsék tengelye nem az akkori, hanem a mai felszínre merőlegesek. Ezek tehát egyneműségüknél fogva is — az egész telep kibányászható és nincs Sídusabb felső és alsó rész — másodlagos települések. Keletkezési koruk a miocén gyűrődések utáni, tehát legjobb esetben alsó pliocén.

Kétségtelen mindenesetre az, hogy a bauxitképződés emerziós időszakkal és karsztosodással áll mindig szoros kapcsolatban. Nézzük tehát végig e terület geológiai történetét és kísérjük meg klimáját és viszonyait rekonstruálni, hátha így több magyarázatot kapunk a bauxit kialakulására, keletkezésére.

Miután e terület a felsőkrétában tengerfödté volt, a protocénben partvidék lett, hogy azután az alsóeocénben újra tenger legyen. Ezekután újra partvidék lett, még pedig a felső középeocénben hegyes-dombos partvidék, az alsó oligocénben áradmánpárt és deltavidék. A fiatalabb terciérben azután messze eltávolodott a tengertől, míg a quarter leszakadások újra közelebb hozták hozzá.

A protocén bauxit mállási, oldási maradék. Régebbi vörös agyagok nem voltak, tehát nem is hordattak be. A dalmáciai vasoxydul és pyrittartalmú flismárgák még nem léteztek, Bosznia flise még a tenger mélyén feküdt. Ha tehát a nagykiterjedésű mészkőfelszín nem szolgáltatott vasat a vörös agyagokhoz, nem marad más hátra, mint:

1. A wengeni rétegek diabázporfirjainak olivinjei és augitjai, vagy a werfeni palák és homokkövek csillámai. (Stache melegvízi forrásokról is beszél [cosina mészkő], de ez az oxidációs metasomatózis nem létesíthet vízgőzt.)

2. Vagy az, hogy a bauxit vasát, a protocén korban, a mészkő isomorph szénsavas vasoxyduljából keletkeztessük, mely a mésszel, mint oldott bikarbonát, a levegő oxigénje által vashydroxyd-gel-é alakulhatott át, hogy azután megszabadulva vizétől, tiszta gel legyen belőle.

3. Lehetséges azonban, hogy mikroorganizmusok működtek közre, mely keletkezési módról Th. Holland és R. D. Oldham írtak. Ez esetben fosszilis terra rossa képződéssel állunk szemben. De akkor arra is kell gondolnunk, hogy a felsőkréta és eocén vulkánjai a tenger fenekén lerakódó ú. n. oceáni vörös iszapot, mely nagy felületeken ter-

jed szét, megzavarták, felkavarták és ez rakódott le hosszabb lebegés után és áramlatok segítségével a csendesebb parti részeken. Lehet azonban az is, hogy a tenger vizében szabadon lebegő igen finom iszapszerű anyag mikroorganizmusoknak adott életlehetőséget, melyek azt átdolgozva a parti részeken pusztulásuk következtében rakták le. Ez esetben ugyanis egyszerű eredetét is kapjuk a vörös agyag vasának: a tengeralatti vulkánok vízalatti mállási anyagát láthatjuk benne. Egy ilyen mai vörös óceáni iszap összetétele (F. W. Clarké után):

SiO ₂	55.0%
Al ₂ O ₃	16.0%
Fe ₂ O ₃	8.5%
Alkáli föld	5.0%
Alkáliák	5.0%
H ₂ O	7.0%
Egyéb	3.5%

Ha most tekintetbe vesszük, hogy a silíciumot a tengerben nagy számban élő kis állatok (pl. foraminiferák) héjképződésükhöz használják fel, a fennmaradó összetétel alkalmas volna már terra rossa keletkezéséhez.

A protocén bauxit keletkezése alatt Kerner mediterráneusi klímát tételez fel. Erre elsősorban egy negatív jelleg enged következtetni: a szárazföldi flora teljes hiánya. Másodsorban a sötét mészkövek (pl. Cosina csoportban) és széntelepek hiánya, mely egy algafejlődési hiányra vezethető vissza. Támaszpont igen kevés van. Ezért differenciált mediterráneusi klímára nem szabad következtetnünk. Kérdés tehát, hogy a protocén korban bauxit képződése egyáltalán megvalósult-e. Lehet, hogy csak a későbbi atmoszféra és mechanikai gyűrőerők eredményezték azt, hiszen ez utóbbiaknál termometamorfózis is játszhatott szerepet.

Ugyanígy állunk szemben a középeocén bauxit képződésével is. Itt is hasonló klimatikus viszonyok uralkodtak, hasonló jellegzetes hiányok megállapítása alapján. Különbség csak az, hogy e jobbminőségű telepek keletkezéséhez hozzá kell számítanunk a régebbi átmosott és átmállott terra rossa-kat és esetleg bauxitokat is. Erre vall a sok dolina, zsák- és töbör szerű kitöltődés. Itt is az az elmélet a leginkább helytálló, hogy a bauxit mállási, oldódási maradék, esetleg fosszilis vörösagyag.

Áttekintve a leírtakat, kénytelenek vagyunk megállapítani, hogy a bauxit keletkezést ily kis keretek között nem lehet megoldani. Erre regionális kutatásra és több tudományág együttműködésére volna szükség.

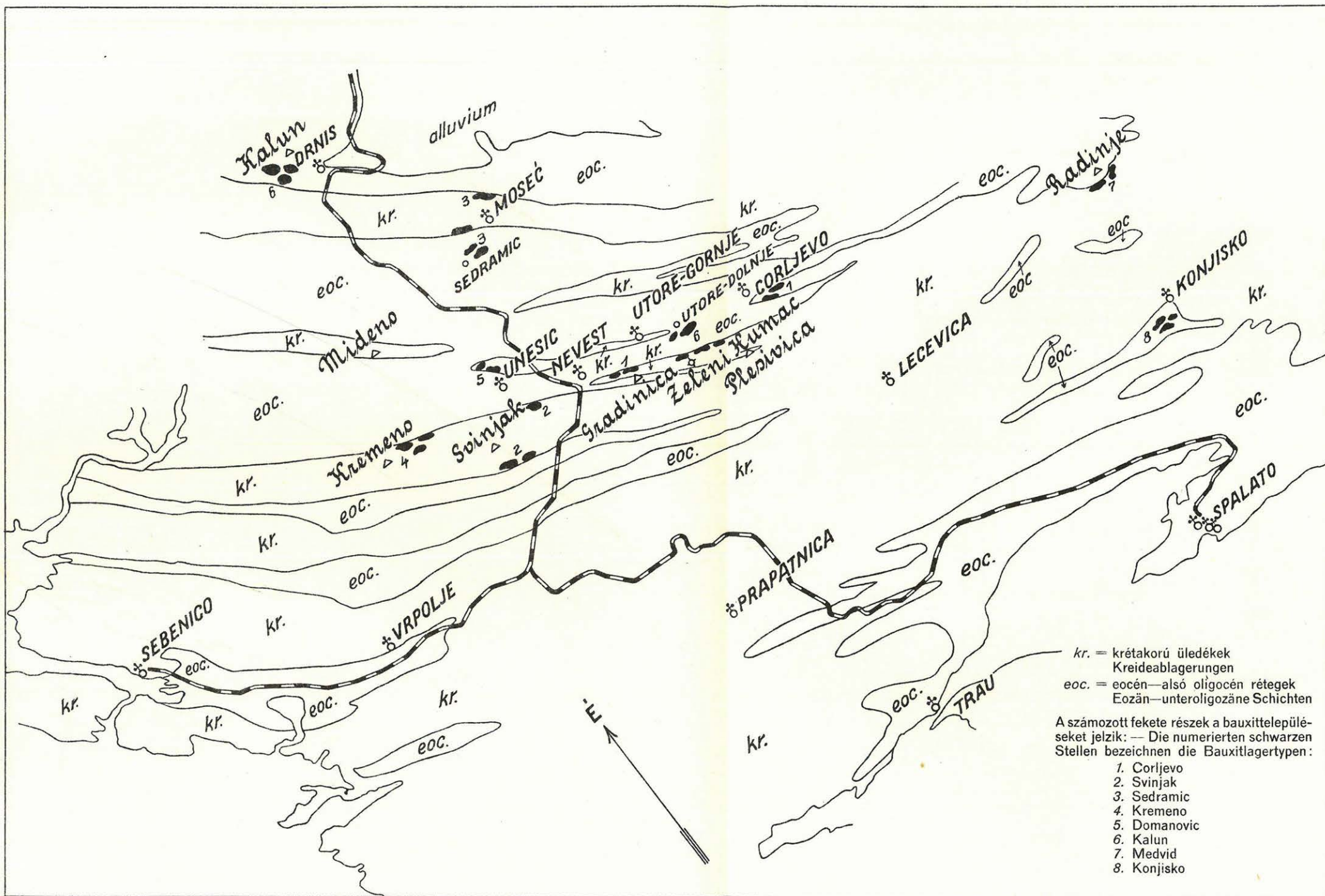
Végül legyen szabad még megemlítenem, hogy a protocén bauxit települési viszonyaira és összetételére vonatkozólag a Zagorjén nem nagyon alkalmas a bányászatra. Lényegesen jobb a középeocén bauxit, melyet már ma is sok helyen termelnek ki és értékesítenek.

Irodalom. — Literaturverzeichnis.

1. Crema, C.: The bauxites of Istria and Dalmatia. *La miniera Italiana*, 1921. No. 1—2.
2. Dainelli, G.: Il Miocene inferiore del Monte Promina in Dalmazia. *Atti d. acc. d. Lincei 1901 és Paleontographica italica*, 1901.
3. Dammer—Tietze: Die nutzbaren Mineralien. Bd. I. 1928.
4. Doelter: *Handbuch der Mineralchemie*. Bd. III.
5. Fermor, L. L.: What is Laterite. *Geol. Mag.* Dec. 5. vol. VIII. 1911.
6. Fox, S. C.: Bauxite and aluminous Laterite. Crosby and Son Ed. London, 1932.
7. Harrasowitz, H.: Laterit. *Fortschr. d. Geol. u. Pal.* Bd. IV. Heft 14, 1926.
8. — Aluminium Lagerstätten. *Metall u. Erz*. Bd. 21. 1924.
9. Katzer, F.: Das Bauxitvorkommen von Domanovic in der Herzegovina. *Zeitschr. prakt. Geol.* 1917. No. 8.
10. Kerner—Marilaun, F.: Beitrag zur Kenntniss der ostadriatischen Bauxite. *Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb.* Bd. 69-70. 1921—1922. Heft. 1.
11. — Geologie der Bauxitlagerstätten des S-lichen Teiles der öst.-ung. Monarchie. *Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb.* Bd. 64, 1916. Heft. 1.
12. Kerner—Marilaun, F.: Bauxite und Braunkohlen als Wertmesser der Tertiärklimate in Dalmatien. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl. Abt. I., Bd. 130.* 1921. —
13. — Klimatologische Analysis der Terrarossa-Bildung. *Sitz.-ber. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl. Abt. I. Bd. 132, 1923.*
14. Kišpatić, M.: Bauxite des kroatischen Karstes und ihre Entstehung. *Neu. Jahrb. Min. Geol. Pal., Beil.-Bd.* 34, 1912.
15. Liebrich, A.: Über die Bildung von Bauxit und verwandte Mineralien. *Zeitschr. prakt. Geol.* 1897.
16. Milić, L. T.: Dalmatian Bauxite. *Eng. and Min. Journ. Press, Gebr.* 24, 1923.
17. Stache, G.: Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. 1889.
18. — Über das Alter bohnerzführender Ablagerungen am Monte Promina. *Verh. Geol. R. A.* 1886. Nr. 15.

19. Tucan F.: Terra rossa, deren Natur und Entstehung. Neu. Jahrb. Min. Geol. Pal. Beil. Bd. 34, 1912.
20. — Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes. Ann. Geol. de la Péninsule Balcanique. 1911. 6. 2.
21. Weigel, M.: Beitrag zur Kenntnis des dalmatinischen Bauxits. Zeitschr. prakt. Geol. Jg. 39, Heft 8, 1930.
22. Geol. Spezialkarten 1:75,000 der K. u. k. Geol. R. A. mit Erklärungen.

A ZAGORJE BAUXITTELEPEI. — BAUXITLAGERTYPEN DES ZAGORJE.



DER BAUXIT VOM ZAGORJE- HOCHLAND, DALMATIEN.

(Auszug des ungarischen Textes.)

Von Dr. Graf Géza Teleki.

Von der Linie Spalato-Trau an enthebt sich dem Meere ein Hochland, genannt Zagorje. Es ist dies eine typische Karstlandschaft, mit wenig Pflanzenwuchs. Steingeröll bedeckt es überall, wasserarm ist die ganze Gegend, die bis zur Moseć planina reicht.

Am Aufbau nehmen die Schichten der Kreide und des Tertiärs teil. Als Kreide kommt hier Hornsteinkalk des Turon und Rudistenkalkstein, sowie Plattenkalk des Senon vor. Das Tertiär ist vertreten durch: 1. Untereozän, mit Liburnischen Schichten und Foraminiferenkalk, der Cosina Gruppe und Alveolinenkalk, 2. Mitteleozän mit unteren Nummulitenschichten, Hauptnummulinenkalk, rotem Kalkstein des Zagorje und Korallenkalk des Opor, 3. Obereozän, mit Knollenmergel, Hornsteinkalk, Breccien und Opormergel, 4. Unteroligozän mit Prominakonglomerat, Mergelschiefer und Flysch, 5. Pliozän mit Terra rossa, Karstlehm und Gehängschutt.

Tektonisch betrachtet gehört das Zagorje-Hochland zu den schwach gewellten Antiklinal-Synklinalzuggebieten des dinarischen Systems. Doch ist die Streichrichtung hier nicht dinarisch, sondern lesinisch, d. h. fast O-W. Als erste Gebirgsbildungsphase kommt die laramische an der Wende Kreide-Eozän in Betracht. Es ist dies eine Phase nur schwacher Undulation. Die nächste, schon starke Gebirgsbildung fällt zwischen Nummulitenkalk und Prominakonglomeratablagerung, könnte also wohl pyrenäisch sein. Starke Undulation, schwache Faltung sind ihr eigen. Die stärkste Faltung tritt aber im Miozän auf, d. h. zwischen der savischen und attischen Phase, einbezüglich die steirische. Hier entstehen schon Überschiebungen, Isoklinalfalten, Schubbrüche. Alle Fal-

tungen sind einer Kraft von NNO zuzuschreiben. Die Verhältnisse sind auf den Abbildungen 1, 2 und 3 zu sehen, die Entwicklung dagegen in der Tabelle 2. des ungarischen Textes, welche die epiro- und orogenetischen Zusammenhänge, sowie die Bauxitablagerung gut zeigt.

Gehen wir nun auf die Besprechung des Bauxits über. Was das Alter anbelangt, wird folgendes festgestellt. In der paleogeographischen, d. h. Entwicklungsgeschichte Dalmatiens zeigen sich neun Sedimentationslücken, von denen sieben Kerner-Marilau beschrieb. Die achte und neunte sind eigentlich nur Binnensee-Emersionen. Nach der Reihe wären dies folgende: die Lücke zwischen 1. Oberkarbon und Trias, 2. Werfener Schichten und Anisische Stufe, 3. das Norikum (nur im Norden Dalmatiens), 4. zwischen Rhät und Tithon, 5. zwischen unterer und oberer Kreide, 6. Paleozän, 7. zwischen mitteleozän und Oligozän, 8. Rupélien und unterem Pliozän, 9. Jetztzeit.

Als Bauxitablagerungs-Lücken kommen hier in Betracht: No 3., 6. und 7, da alle drei Verkarstungsperioden sind. Von No 3. wissen wir nichts sicheres, No 6. und 7. sind dagegen wahre Bauxitablagerungszeiten, und zwar ist das Liegende von No 6 der Rudistenkalk, das Hangende verschiedene eozäne Schichten bis zum Prominakonglomerat. Von No 7. dagegen: Liegendes ist der Alveolinenkalkstein, Hangendes allgemein die Promina Gruppe. No 8. und 9. kommen wahrscheinlich nur als Durchwaschungs- und Wiederablagerungsperioden in Betracht, wie solche z. B. Weigel in beschreibt. No 6. wird protozäner, No 7 mitteleozäner Bauxit genannt.

Als übersicht über die verschiedenen Lagerungstypen kann die stratigraphische und die tektonische Lagerform gegeben werden.

Stratigraphisch sind die Typen in der Tabelle S. 33 aufgestellt.

In tektonischer Hinsicht ergaben sich sechs verschiedene Lagerungsarten, von denen die vier mittleren auch Kerner bekannt waren.

I. Normale Linse, Sack- oder Dolinenform an keine tektonische Entstehungsform gebunden.

II. Dieselben in der Achse eines Sattels (Abb. 18.). Nicht zusammenhängend.

III. Ausbiss an mehreren parallelen Sattelzügen (Abb. 19).

IV. Ausbiss an mehreren parallelen Sattelzügen, wo mancherorts durch Sattelbruchüberschub (Staffelbruchsystem) nur ein Flügel des Sattels bestehen blieb (Abb. 20).

V. Aufschub eines Sattelflügels auf einen vollkommenen Sattel (Abb. 21). Hier sei zu bemerken, dass sich auch solche Lagerung vor-

	T y p u s	L i e g e n d	H a n g e n d	A b l a g e r u n g		A b b . N o .
				Primär	Sekundär	
1.	Corljevo	Rudistenkalk	Cosina Schichten	+	+	4, 5 und 6.
2.	Svinjak	Rudistenkalk	Alveolinenkalk	+		7 und 8.
3.	Sedramic*	Rudistenkalk	Promina-konglomerat	+	+	9, 10 und 11.
4.	Kremeno	Rudistenkalk oder Cosina	Unterer Num.-Kalk	+		12 und 13.
5.	Domanović*	Alveolinenkalk	Nummulitenkalk	+		14.
6.	Kafun*	Alveolinenkalk	Promina-konglomerat	+		15.
			Alluvium		+	16.
7.	Medvid*	Nummulitenkalk	Promina-konglomerat	+		17.
8.	Imotski*	Alveolinenkalk	Nummulitenmergel			} kommt am Zagorje nicht vor
9.	Blizanci*	Alveolinenkalk	Promina-sandstein			
10.	Grislić*	Breccie	Breccie			
11.	Konjisko	Verschieden	Pliozän und Alluvium	+		(Terra rossa)

(Die mit Stern bezeichneten Typen sind Benennungen Kerner-Marilaun's.)

fand, wo zwei verschiedene Bauxitlager ineinandergefaltet sind, d. h. der protozäne Bauxit auf den mitteleozänen zu liegen kommt und beide als Rutschfläche bei der Überschiebung dienen (Abb. 21).

VI. Sekundäre Lagerstätten entstanden durch Abwaschung, Abbruch, Einsackung, usw.

Über die Zusammensetzung ist von Kišpatić und Tućan genügend geschrieben worden. Hier sei zum Vergleich, auf die Tabelle 3. im ungarischen Text hingewiesen.

Für Entstehung des Bauxits haben wir leider noch immer keine sicheren Anhaltspunkte. Nach den Untersuchungen von Kišpatić und Tućan kann es sich nur um das Zersetzungsprodukt von Kalk-

stein und Dolomit handeln, da im Bauxit vollkommen dieselben Bestandteile vorkommen. Da man aber bei einem Flöz von ungefähr 1 m mit 150—180 m mächtiger Kalkstein-Zersetzung rechnen muss, kann das nicht das einzige Herkommen sein. Nicht gesprochen von den vielen umgewaschenen Sekundärablagerungen, wie die Weigelein'schen Einsackungen. Nur eins ist sicher: dass der Bauxit mit Emersionsperioden zusammenhängt. Eisenreiche Schichten, sowie vulkanische Gesteine sind in grösserem Unkreis nicht zu finden. Woher also der viele Bauxit? Als einziger Ausweg schien der organogene Ursprung. Das heisst: ein in jedem Meere sich ablagernder roter Schlamm aus der Zersetzung unterseeischer Eruptiva entstanden konnte während der miozänen starken Vulkan- und Gebirgsbildungsstätigkeit gestört worden sein und flottierte so im Meere. Die Zusammensetzung eines solchen Schlammes nach Clarke ist folgende: SiO_2 55%, Al_2O_3 16%, Fe_2O_3 8.5%, Alkalierde 5%, Alkalien 5%, H_2O 7%, Verschiedenes 3.5%. Ziehen wir nun in Betracht, dass unzählige Meerestiere zum Aufbau ihrer Schalen Kieselsäure benutzen, so bekommen wir eine Verminderung des SiO_2 und damit ein zur Terra rossa oder Bauxitbildung schon geeignetes Material, das in seichte Buchten gelangend sich ablagern konnte. Auch ist während des Schwebens eine Meeresflotation, d. h. Sonderung der verschiedenen Komponenten anzunehmen, wo die am leichtesten flotierenden Bauxitkolloide oder Suspensionen unter dem Einfluss von Cl-Ionen des Brack- oder Salzwassers zur Ausflockung und dann zum Niederschlag gelangen konnten, u. zw. als Gel.

Wenn dem so ist, so ist nur noch ein mediterranes Klima notwendig, das von Kerner auch bewiesen wurde. Umlagerung und Tektonik wirkten dann zu, dass der Bauxit in seine heutigen Lager kam.

