

## A Gánt környéki bauxit külfejtések földtana

MINDSZENTY ANDREA, FODOR LÁSZLÓ, SZARKA ANDRÁS, ALMÁSI ISTVÁN,  
MONOSTORI MIKLÓS, KÁZMÉR MIKLÓS, SZTANÓ ORSOLYA

A gánti felhagyott bauxitbányák területén tanulmányozható földtani értékek és ritkaságok méltán keltik fel évek óta a hazai és nemzetközi szakközvélemény, valamint – tapasztalataink szerint – a nem speciálisan szakmabeli átlag állampolgár érdeklődését is.

A Gánti külfejtéseket rendszeresen látogatják a legkülönbözőbb oktatási intézmények diákcsoportjai. Az ELTE geológus képzésének fontos tanterülete, de érkeznek hallgatói csoportok a Technika tanszékről, a Földrajzi tanszékekről, diákok számos általános és középiskolából, valamint különböző külföldi tudományos intézményekből. Diplomamunkák, diákköri dolgozatok, PhD disszertációk, tudományos közlemények fémjelzik a szinte kimeríthetetlen gazdagságú terület tudományos értékét.

A felhagyott külfejtések szabadon látogathatóak. A megtekintésre mindenképp érdemes *Balás Jenő Bauxitbányászati Kiállítás április 1. és október 31.* közt hétfő kivételével minden nap nyitva tart. Telefonszámuk: 0622 354485.

A gánti bauxitterület a Vértes hegység DK-i peremén, a Székesfehérvárt Tatabányával összekötő vonaltól Ny-ra, Gánt községtől D-re és K-re található. A területet DK-i irányban a javarészt pannon képződményekkel fedett Zámolyi-medence határolja.

Gánt-Csákvár körzetében, az 1925 óta kisebb megszakításokkal csaknem 70 éven át folyt bauxitbányászkodás jóvoltából, kitűnő feltárásokban tanulmányozható a Vértes hegység DK-i előterének mezozoos/tercier rétegsora. A felhagyott külfejtésekben számos olyan jelenség megismerésére nyílik lehetőség, amely Gántot kivételes „tanterületté” avatja: Viszonylag kis területen belül, az alábbi jelenségek, ásványok, ill. kőzetek tanulmányozhatók:

tengeri rétegsort megszakító, szárazulati eseménnyel járó üledékhézag  
a jelenlegitől eltérő, fosszilis mállási/talajképződési jelenségek (paleotalajok)  
paleokarszt (fosszilis felszínformák)  
egykori trópusi klímára utaló, típusos klímajelző üledék: a bauxit, amely  
egyben az alumíniumgyártás nyersanyaga  
törmelékes üledékek gravitációs tömegmozgás hatására létrejövő  
üledékszerkezeti sajátosságai  
a szárazulati epizódot követő tengerelöntés jellegzetes rétegsora: az egymást  
követő rétegek faunája, a karszt-területet érő transzgresszió specialitásai  
relatív tengerszintváltozások hatásának megnyilvánulása sekélytengeri  
rétegsorban  
alapvető szerkezetföldtani jelenségek (normál vető, eltolódás, vetőtükör,

vetőkarcok)

A Dunántúli középhegység felépítésében fontos szerepet játszó felső triász dolomit, valamint egy típusos középső eocén mészkő rétegsor jellegzetes kőzetei

a megismerhető ásványok: kalcit, pirit-utáni pszeudomorfózák, gipsz, hematit, goethit, kaolinit;

a megismerhető kőzetek: dolomit, porlódó dolomit, mészkő, márga, (édesvízi/brakk/tengeri kifejlődések), bauxit, bauxitos agyag, kőszenes agyag

a megismerhető fossziliák: Characeák, Gastropodák (Cerithium félék), Bivalviák (Ostreák is!), Foraminiferák (Miliolidae, Alveolina, Nummulites), ritkábban szárazföldi növénymaradványok

E jelenségek tanulmányozását és bemutatását jól szolgálják a korábban bauxit-bányászat céljából megnyitott, ma felhagyott, részlegesen visszatöltött külfejtések. Jelen tanulmány a külfejtésekben megfigyelhető, fent felsorolt jelenségek részletes ismertetését tartalmazza.

A kézirat lezárása után jelent meg a Vértesben az utóbbi években zajló kutatások eredményeit összefoglaló munka (Budai & Fodor 2008), melynek tanulmányozását mindenkinek javasoljuk, aki részletesebben érdeklődik a társág földtana iránt.

## A tanulmányozható jelenségek

### *A legfontosabb alapfogalmak rövid összefoglalása*

Bár az Olvasó a geológia kifejezés- és fogalomtárával feltehetően tisztában van, a látottak minél jobb megismerése érdekében a következő néhány oldalban röviden ismertetjük a bauxitföldtanban és a kapcsolódó szakterületeken leggyakrabban használt terminusokat és jelenségeket.

#### Üledékhézag

Ha egy rétegsor nem folytonos, azaz, az egymásra települő rétegek között jelentős, a sztratigráfia módszereivel észlelhető korkülönbség van, *üledékhézagról* beszélünk. Az üledékhézagoknak alapvetően két fő oka lehet: (i) az üledék-felhalmozódás *szünetelése*, vagy (esetleg ezzel egyidejűleg) (ii) a korábban lerakódott üledék *lepusztulása* (eróziója). Utóbbira jó példa egy korábban tengeri üledékképződési környezetnek relatív tengerszintcsökkenés eredményeként bekövetkező szárazulattá válása, s ezt követően a korábban lerakódott üledékek eróziós pusztulása. Az üledékhézag azonban nem szükségszerűen jelenti egyben az üledékképződési környezet jelentős megváltozását: tengeri rétegsorokban pl. ismerünk szubmarin üledékelmosásra visszavezethető üledékhézagokat. Épp ezért különös fontossága van minden olyan jelenségnek, amely az *üledékhézagok minősítésében* segítségünkre lehet. Az üledékhézag *szárazulati* mivoltának felismerésében fontos szerepe van az üledékhézag fekéjét képező képződmény elváltozásának (mállás), valamint az

esetleges mállástermékek milyenségének. Ezekből szerencsés esetben még az üledékhézag tartamára vonatkozó őskörnyezeti információ is nyerhető. Perdöntő lehet az üledékhézagot követően lerakódó (az üledékhézag fedőjében jelentkező) rétegek kifejlődése. Szárazulati körülményekkel járó üledékhézag esetén az üledékhézagot követő *transzgressziós* fedőrétegsor litofáciése és faunája jellegzetes átmenetet mutat a szárazulati-édesvízi kifejlődésektől az elegendővízi (brakk), esetleg schizohalin (tág határok közt változó sótartalmú), majd normál sótartalmú tengeri rétegek felé.

A tengeri rétegsorokat megszakító, szárazulattal járó üledékhézagok kialakulásának oka *a tenger szintjének relatív csökkenése*, amelyet eusztatikus és tektonikus folyamatok kombinációja idézhet elő. Ha a szárazulati epizód létrejöttében a tektonikának jelentős szerepe van, akkor az esetek többségében az üledékhézaggal szögdiszkordancia (a fekü és fedő rétegek településének kompasszal mérhető eltérése) jár együtt.

Fontos megjegyezni, hogy fentiek értelmében a rétegsorokban észlelt *üledékhézag* által képviselt időtartam elvileg *két részből tevődik össze a hiátusból* v. tényleges hézagból, amelynek során az üledék-felhalmozódás szünetel, valamint az *eróziós hézagból*, amely az üledék-felhalmozódás szünetében lepusztult rétegek által képviselt időtartam hosszával egyenlő. A kettő együtt adja ki a *látszólagos hézagot*, amelyet a terepen mint az üledékhézag fekéje és fedője közti időkülönbséget észlelünk.

#### Paleotalaj/paleokarszt

Szárazulati üledékhézagokkal kapcsolatban gyakori eset, hogy a fekü felszínén mállásra, talajképződésre utaló nyomok, többé, vagy kevésbé teljes talajszelvények őrződnek meg. Az eltemetett talajokat *paleotalaj*oknak nevezzük. A paleotalajok szerkezetének, szövetének és ásványos összetételének alakításában jelentős szerepe van a környezeti tényezőknek (klíma, talajvízszinthez viszonyított helyzet, növénytakaró, stb.), ezért, ahol a rétegsorban megjelennek, ott mindezekről hasznos információval szolgálhatnak. A felismerésük alapjául szolgáló legfontosabb, szabad szemmel is látható jellegek: gyökérnyomok, redoxi-jelenségek, talajszerkezet talajlakó fauna általi bioturbációja, a talajosodott szakaszon belüli szintes anyageloszlás.

Karbonátos rétegsorok esetében a mállás nem egyéb, mint *karsztosodás*. A karsztos oldódás eredményeként létrejött felszíni karsztformákat és felszínalatti üregeket, pórusokat részben a szárazulati időszak alatt, részben azt követően üledék, valamint – különösen a felszín alatti üregek esetében – karbonátásványokból álló kémiai kicsapódások tölthetik ki. Ezek lehetnek bekérgezések, cseppkövek – közös néven szpeleotémák – ill. későbbi, a pórusokat, üregeket végérvényesen lezáró, ugyancsak karbonátanyagú cementek. Az üregek morfológiájának, valamint a kitöltések anyagának vizsgálatából a karsztosodás és eltemetődés számos részfolyamataira lehet következtetni. Szabad szemmel is felismerhető felszíni paleokarsztjelenségek: üledékhézaghoz kötött, paleotalajjal/bauxittal kitöltött, egyenetlen felszínű,

oldott körvonalú mélyedések; laminált, kalciumkarbonát-anyagú kérgék. Egykori felszínalatti karsztosodásra utalhatnak falaikon fennőtt kalcit-bevonattal, majd erre települő, finoman laminált, gyakran vasoxidos festődésű karbonátliszttel kitöltött, oldott felszínű üregek, üreghálózatok.

#### Bauxit

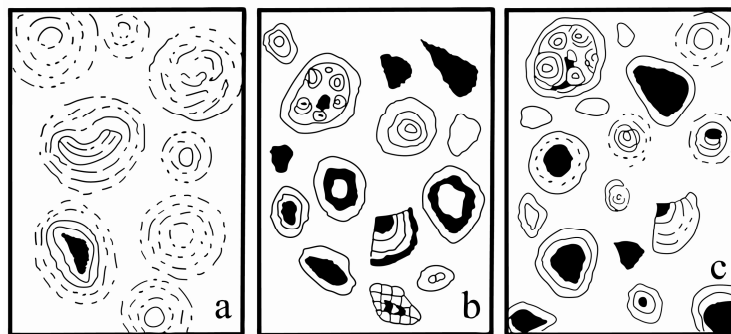
Uralkodóan Al-, Fe- és Ti oxidokból, hidroxidokból és oxihidroxidokból álló talaj-jellegű málladék, amely magmás, üledékes vagy metamorf képződmények nedves trópusi klímán bekövetkező kémiai mállása során jön létre.

A *karsztbauxit*: karbonátos feké karsztos mélyedéseibe települő bauxit (ilyenek a magyarországi bauxitok is).

#### Pizoid, ooid

A bauxit koncentrikus felépítésű, gömbszerű szöveti elemei. Koncentrikus felépítésük Al- ill. Fe-oxid/hidroxid ásványokban dúsabb ill. szegényebb sávok (héjak) váltakozásából adódik. Elnevezésük méretfüggő: a 2 mm-nél kisebbek neve ooid, a nagyobbaké pizoid. Finomabb felépítésüket tekintve kétfélek lehetnek. Azokat, amelyeknek belsejében a héjak szabálytalan, szubkoncentrikus lefutásúak, s gyakran mikroszkópban jól vizsgálható méretű alumíniumhidroxid ásványokat tartalmaznak, szegregációs ooidoknak, ill. pizoidoknak nevezzük, keletkezésükben ugyanis elsősorban a Fe és Al tartalmú fázisok szétkülönülése (szegregációja) játssza a fő szerepet. Azokat, amelyekben a héjak anyagát adó Al, ill. Fe-dús fázisok egyaránt szubmikroszkópos méretűek, s kicsapódásuk akkréciós úton, nyilvánvalóan az ooid magjában elhelyezkedő intraklaszt, vagy extraklaszt felületén indult meg, akkréciós ooidoknak, ill. pizoidoknak nevezzük.

#### Allochton/autochton és parautochton bauxit



12.1. ábra. Autochton, parautochton és allochton bauxitok mikromorfológiai jellemzői. a) a szemcsék folyamatos átmenetet mutatnak az alapanyag felé; b) a szemcsék és az alapanyag éles határú, gyakoriak a törött szemcsék; c) törött és továbbnövekedett szemcsék vegyesen fordulnak elő.

Autochton bauxit: a felhalmozódás helyére agyagos mállástermékként érkezett, vagy a karsztos szubsztrátum oldási maradékként helyben felhalmozódott, jelentős in situ bauxitosodáson átesett üledék, melyben szállításra, áthalmazódásra utaló üledékszerkezeti bélyegek nincsenek, vagy alárendeltek. Az autochton bauxitok minőség-eloszlása jól illeszkedik a fekü karsztmorfológiájához: A legjobb minőségű teleprészek a legjobb vízelvezetést biztosító mélyedések felett találhatóak. A beágyazott szöveti elemek és a mátrix geokémiai fáciese azonos, többnyire vadózus, az ooidok/pizoidok a mátrix felé fokozatos folytonos átmenetet mutatnak.

A felhalmozódás helyére már bauxitként érkezett, törmelékes szövetű és szerkezetű üledék neve a bauxitföldtanban allochton bauxit. Minőség-eloszlásuk az üledékszerkezet szabályszerűségeit követi. Gyakori, hogy a beágyazott szöveti elemek (pizoidok, ooidok, bauxitkavicsok) és a mátrix geokémiai fáciese különböző: többnyire a mátrix freatikus-szemifreatikus fáciesű, míg a kavicsok, pizoidok, stb. lehetnek vadózusak is. A beágyazott szöveti elemek és a mátrix közötti határvonal éles, gyakran tartalmaznak a pizoidokkal, bauxit-kavicsokkal azonos méretű szilikátos, vagy karbonátos extraklasztokat.

Parautochtóniának (Komlóssy 1968, Bonte 1969) a bauxitföldtanban a bauxitosodó üledéknek a karsztfelületen való rövidtávú, a végleges leülepedést megelőző átmozgatását nevezzük, amelynek oka a szezonális klíma: a száraz évszakban megkeményedő üledékfelszín az esős évszak torrens záporainak hatására feltöredezhet, s az így képződő félig konszolidált bauxittörmelék darabokat az areális leöblítés elsodorja. Néhány cm-m szállítás után a törmelékdarabok ismét leülepsznek s ezt követően az üledékben zajló korai kémiai anyagátrendeződés során az akkréciós ooidok magjaként szolgálhatnak. A parautochtónia jelensége következtében egyébként autochtonnak számító bauxitokban is találkozhatunk törmelékes szöveti jellegekkel.

*Megjegyzés:* az allochtonia/autochtónia/parautochtónia nem abszolút fogalmak. A legtöbb bauxitelepnél csupán viszonylagos autochtóniáról, vagy allochtoniáról lehet beszélni: a legáthalmazottabbnak tűnő telepben is többnyire felfedezhetőek a helyben-alakulás nyomai és fordítva, nem ritka, hogy egyébként autochtonnak minősülő telep egyes részei határozott áthalmazódást tükröznek. Hazai viszonylatban uralkodóan in situ alakulást (autochtóniát) tükröző telepnek minősülnek az iharkúti előfordulás egyes részei, míg a legjellegzetesebben áthalmazott (allochton) telepek között a halimbai rétegszerű telepet, a bakonyoszlopi előfordulás egyes részeit és Gántot lehet említeni.

#### Relatív tengerszintváltozások

Adott medencerészben az aljzat vertikális mozgásának (tektonikai mozgások, kéreg termikus hűlése, üledék súlya), leggyakrabban aljzatsüllyedés és a globális (eusztatikus) tengerszintváltozás eredőjeként tapasztalható tengerszint emelkedés vagy csökkenés.

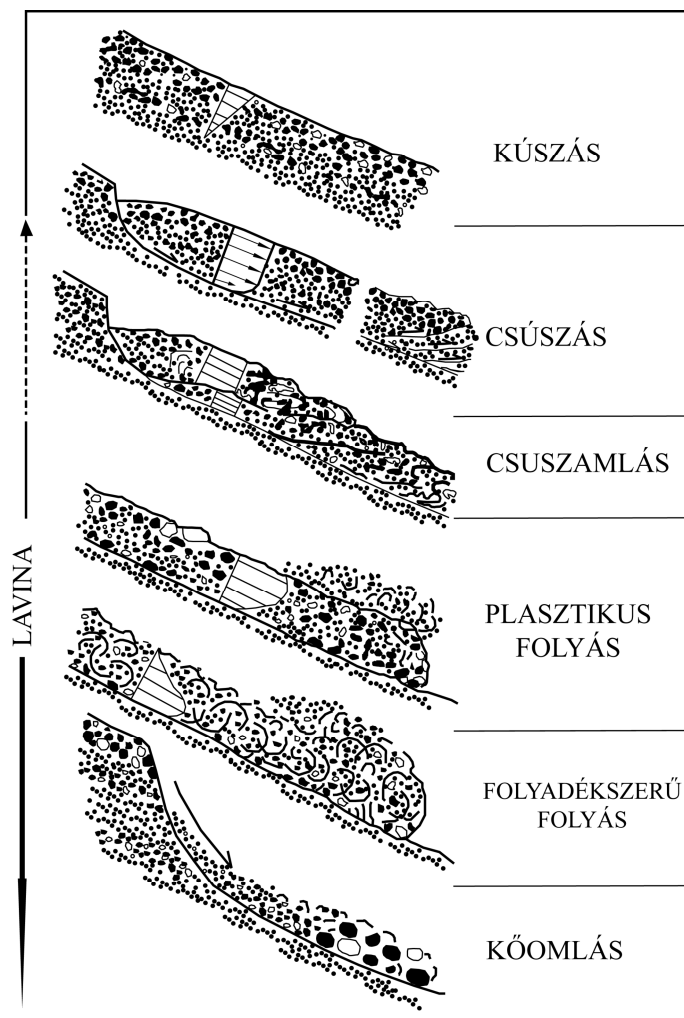
### Szárazföldi gravitációs tömegmozgások

Kőzettestek saját súlyuk alatt, lejtős térszínen, spontán, vagy földrengések hatására bekövetkező mozgása, amely jellegzetes üledékszerkezeteket eredményez. Mozgás közben az üledék tömege egységesen viselkedik, ellentétben a szemcsénkénti hordalékszállítással. Gravitációs tömegmozgások végbemehetnek szárazföldön és tenger alatt egyaránt. A szárazulati körülmények közt gyakoriak a gravitációs tömegmozgások alábbi fajtái: omlás, kúszás, csúszás (suvadás), törmelékfolyás és szemcsefolyás.

A gravitációs tömegmozgásos jelenségeket előidéző okok geológiai, geomorfológiai és éghajlati természetűek, ill. gyakrabban ezek kombinációi lehetnek. Geológiai tényezők: egyfelől a tömegmozgásra hajlamos képződmény litológiai jellegei, másfelől a tömegmozgás színterének tektonikai helyzete. Ahhoz, hogy a mozgás meginduljon, megfelelő laza üledék szükséges; magát a mozgást pedig gyakorta töréses tevékenységet kísérő szeizmikus események indítják el. A mozgáshoz megfelelő lejtős térszín is szükséges, ezen kívül a tömegmozgás eredményeként létrejövő üledéktest geometriája jelentősen függ a lejtő jellegétől. Általában a nyílt lejtőn és a szűk völgyben lejátszódó tömegmozgás során lerakódó üledékek szerkezete és alakja diagnosztikus eltéréseket mutat. A vizsgált területre hulló csapadék mennyisége és milyensége, - általában az eső intenzitása -, valamint a klímfüggő növénytakaró is fontos szerepet játszik a gravitációs tömegmozgások elindításában ill. akadályozásában (Nemec & Steel 1984).

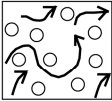
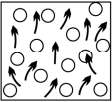
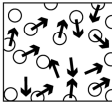
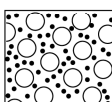
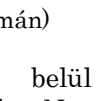
Az alábbiakban a szárazföldi gravitációs tömegmozgások típusait ismertetjük (12.2 ábra). Lehet a mozgás lassú, ilyenkor az anyag szemcséi szinte külön-külön mozognak, nagy a szemcséközi súrlódás, a szemcsék kváziszztatikusan érintkeznek egymással. Ezt a fajta igen lassú mozgást nevezzük *kúszásnak* (talajok esetében gyakori). Ha a kúszó talajt borító növénytakaró csak fűszerű elemeket tartalmaz, a talajfelszínen a lejtő csapásirányával párhuzamos repedések szoktak megjelenni. Erdőben a fák törzse a mozgás kiegyenlítésére irányuló törekvése folytán elgörbül. *Csúszásról* (suvadásról) akkor beszélünk, ha hajlott vagy sík csúszólap mentén egybefüggő anyagtömeg indul meg, amely egységesen mozog, lényegében megőrizve az eredeti szerkezetét, jelentéktelen belső deformációt szenvedve. *Csuszamlás* esetében szintén egybefüggő anyagtömeg mozog, ezt azonban jelentős belső deformáció is kíséri. Az anyag eredeti rétegzettsége üledékes redők, áttolódások formájában gyakran megfigyelhető. A további mozgásformákat általában folyadék hozzákeveredése is jellemzi. A létrejövő üledék-víz elegy összetételétől függ annak reológiai viselkedése. A *plasztikus folyás* – amely a klasszikus törmelékfolyások mozgásformája, viszonylag kevés vizet és sok üledéket tartalmaz, nem-newtoni folyadék módjára viselkedik, benne nyíróerők léphetnek fel. A szemcsék mozgását a tömegesség irányítja, nagyléptékű anyagkeveredés lehetséges, de a mozgás többnyire nem turbulens. Az így létrejövő üledék ritkán mutat belső szervezettséget. A *folyadékszerű folyás* –

relatív sok vizet és kevés üledéket tartalmaz, – newtoni folyadékként viselkedik, nem összenyomható, nyírási jelenségek nem kísérik. A mozgás teljesen turbulens; úgynevezett zagyarak jönnek létre, melynek üledékét turbiditnek nevezük. *Kőomlás* esetében teljesen elválnak egymástól a szemcsék, mozgásukat önállóan, lavinaszerűen végzik.



12.2. ábra. Gravitációs tömegmozgások fajtái. Kúszás: lassú mozgás, kvázisztatikus szemcse-szemcse érintkezéssel. Csúszás: egybefüggő tömeg mozgása lényeges belső deformációk nélkül. Csuszamlás: egybefüggő tömeg mozgása, látványos belső deformációval. Törmelékfolyás: plasztikusan viselkedő forma, az eredeti szerkezet megszűnik, a mozgás nem turbulens. Zagyár: folyadékszerű mozgás, amelyet a turbulencia tart fenn. Kőomlás: lavinaszerű önállóan, gyorsan mozgó szemcsék.

Nem könnyű megvonni a határt a plasztikus és a folyadékszerű üledékmozgások között: az iszapfolyástól a zagyárig az átmenet csaknem folytonos. A különböző típusok közötti különbségtétel a szerint lehetséges, hogy mi a szemcséket fenntartó hatás (12.3. ábra). Így *törmelékfolyások* esetében a mátrixanyag felhajtó ereje, míg *szemcefolyások*nál a szemcsék közötti ütközés okozta diszperzív nyomás a fő szemcefennartó erő. Folyadékszerű folyások esetében a túlnyomás alá kerülő pórusvíz mozgása (*üledékfolyósodás* v. *fluidizáció*) vagy a turbulencia (*zagyár*) tartja fenn a szemcséket. A plasztikus és fluid viselkedésű üledékfolyások között közttes helyzetet foglal el a *likvidizált folyás*. Ebben a fő szemcefennartó erő a szerkezetlaxulás, azaz a nyomás csökkenése következtében kiszoruló pórusvíz mozgása.

ANYAG VISELKEDÉSE	FOLYÁSTÍPUS		FŐ SZEMCFENNTARTÓ ERŐ		
FOLYADÉK-SZERŰ	FOLYADÉK-SZERŰ FOLYÁS	ZAGYÁR	TURBULENCIA	↑ FEJHATÓERŐ (A SZÁRAZ ÜLEDÉKFOLYÁSOK KIVÉTELÉVEL)	
		FLUIDIZÁLT FOLYÁS	KISZORULÓ PÓRUSVÍZ		
		LIKVIDIZÁLT FOLYÁS	RÉSZBEN KISZORULÓ PÓRUSVÍZ		
PLASZTIKUS	TÖRMELEK-FOLYÁS	NEM-KOHÉZÍV TÖRMELEKFOLYÁS (modell: szemcefolyás)	DISZPERZÍV NYOMÁS	↓ FEJHATÓERŐ (A SZÁRAZ ÜLEDÉKFOLYÁSOK KIVÉTELÉVEL)	
		KOHÉZÍV TÖRMELEKFOLYÁS (modell: iszapár)	MÁTRIX KOHÉZIÓ		

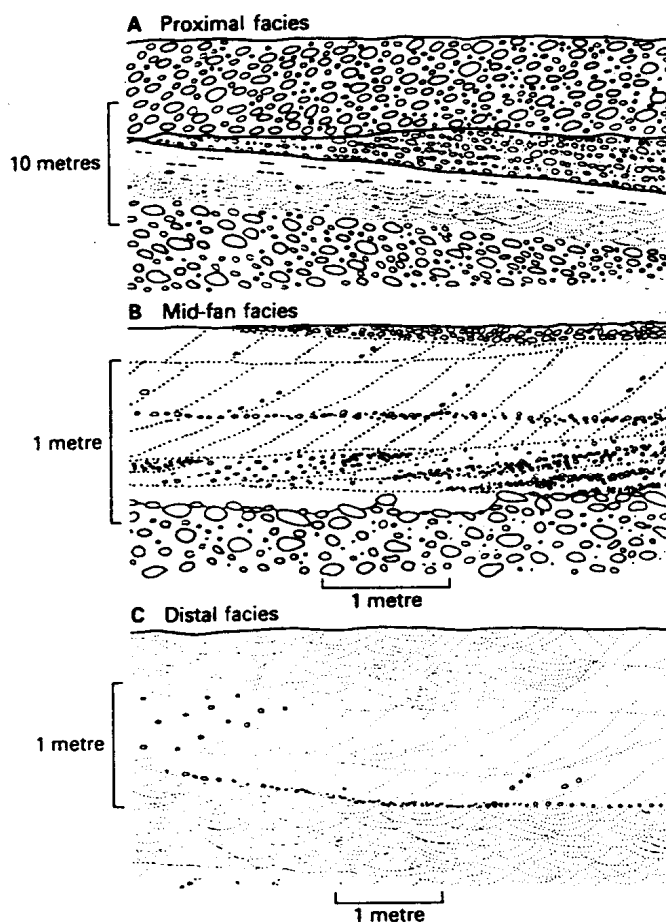
12.3. ábra. A tömegmozgások reológiai osztályozása (Lowe 1982 nyomán)

Tömegmozgások üledékeire jellemző lehet, hogy rétegen belül a szemcseméret többé-kevésbé szabályosan, folyamatosan változik. Normál gradáció akkor jön létre, ha az áramló közeg energiája csökken, így egy rétegen belül egyre kisebb szemcsék ülepednek le. Ez történik a zagyarak esetében. A törmelékfolyásokra - és esetenként a szemcefolyásokra - a fordított (inverz) gradáció a jellemző. Ez háromféleképpen jöhet létre annak megfelelően, hogy milyen a kiindulási anyag összetétele. Mikor kevés a mátrix (illetve nincs), akkor a szemcsék sűrű ütközése folytán a nagyobb szemcsék között a kisebbek kiperegnek: ez a kinetikus rostálódás jelensége. A második esetben a kiindulási anyagban van mátrix, ami leginkább vizes homok szemcseméretű anyagból áll. Ekkor, ugyancsak a diszperzív szemcsenyomás hatására a kisebb és nagyobb klasztok elkülönülnek, míg a pórusvíz feláramlás következtében a homokos mátrix fölfelé mozog és a nagyobb klasztok közötti teret tölti ki. A harmadik esetben a kiindulási anyagban a mátrix agyag szemcseméretű, a szemcséket



főntartó erő a mátrix kohéziója. A törmelékfolyás alsó részén azonban a nyírás következtében ez a kohézió lecsökken, csak kisebb szemcséket képes magával vinni. A nagyobb szemcsék pedig a rájuk ható nagyobb felhajtóerő következtében a folyás teteje felé törekednek (Takahashi 1991).

A gravitációs tömegmozgások olyan üledékképződési környezetekre jellemzőek, ahol viszonylag kis területen nagy mennyiségű, laza, még nem konszolidált üledék áll rendelkezésre. Alluviális környezetekben ilyenek a hegylábi törmeléklegyezők, s ilyené válhatnak a humid klímán képződött nagy vastagságú mállási takarók, ha a klíma szemiáriddá változik, s a talajfelszín megkötő növényzet kipusztul.



12.4. ábra. A törmelékfolyás folyásirányban lefelé (A->B->C) változó üledékek fáciesei (Collinson, 1986 nyomán)

A hegylábi törmeléklegyező gyakran aktív tektonikus terület szegélyén alakul ki, hiszen az emelkedő térszín bőven szolgáltatja az állandóan pusztuló anyagot, amely a törmelékkúp fölépítéséhez szükséges. Más esetekben relatív tengerszint esés hatására bevágódó folyók nem képesek megnövekedett üledékterhüket a nagyeesű területről a síkra lépve tovább szállítani, így törmelékkúp formájában terítik azt le. A törmeléklegyező felépítésében a folyóvízi hordalékszállításnak és a gravitációs tömegmozgásoknak egyaránt nagy szerepük van.

A törmelékkúpok felső, csúcsi részét általában a kavics-görgeteg méretű üledék borítja (12.4. ábra). Itt az uralkodó szállítási folyamat a gravitációs tömegmozgások valamelyike, csapadéktól függően gyakran törmelékfolyás (Collinson 1986). A durva szemcseméret annak következménye, hogy az állandó vízfolyás energiája erősen ingadozó, vízhozama viszonylag kicsi, így a durvaszemcsés törmelékanyag leülepszik, míg a kisebb szemcséjű anyag tovább szállítódik. A szemcsék többnyire nem vagy csak kissé kerekítettek, mert az anyag csak rövid úton szállítódik, elsősorban áradások idején. A következő átmeneti zónában még mindig gyakoriak a tömegmozgások, de a mederfenéki hordalékszállítás válik mindennapossá. A felső rész leperszerű morfológiai elemeit felváltják a sekély medrek és a lapos zátonyok, melyeken már inkább a homokos szemcseméret uralkodik. A kúpok külső szegélyét fonatos vízfolyások hálózják be.

A mederfenéki hordalékszállítás eredményeképp változatos keresztrétegzett és/vagy lencse alakú konglomerátum és homokkő testek ülepednek le. A törmelékfolyás-eredetű rétegek felismerését az alábbi bélyegek segíthetik (Nemec & Steel 1984 nyomán):

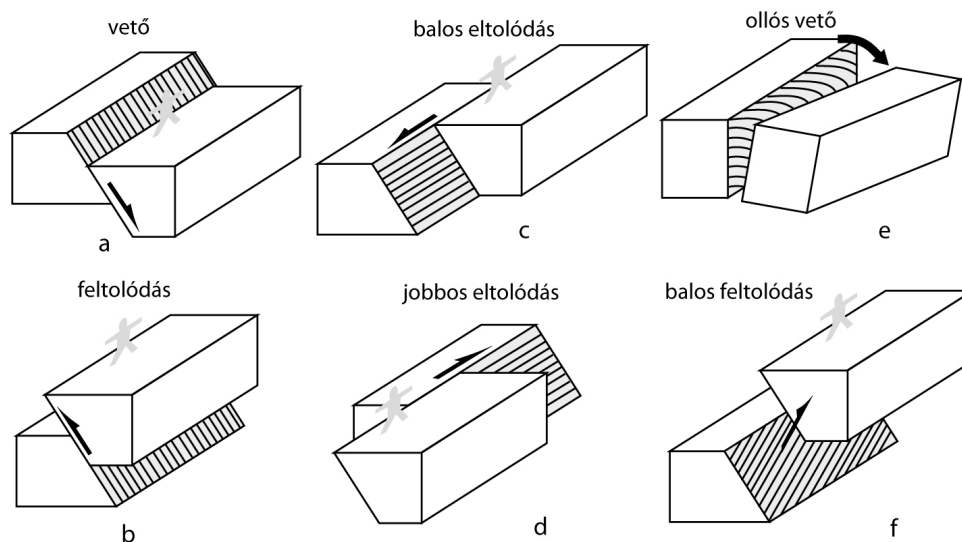
- (1) leperszerű geometria, az alsó réteghatáron nem vagy alig mutatják erózió jeleit;
- (2) nincs belső rétegzettség
- (3) a rétegek szövete polimodálisról a bimodálisig változhat, kitüntetett szemcseszerkezetet nem mutat és leggyakrabban mátrixvázú (pl. Harvey, 1984; Wells, 1984). Ugyanakkor gyakoriak a nagyobb, kiugró méretű görgetegek
- (4) a rétegek gradációja (a mátrixtartalomtól függően is) változatos, általában inverz gradált vagy nem gradált, s a gradáció jellege gyakran változik lejtőirányban;
- (5) gyakran szoros a korreláció a rétegek vastagsága és legnagyobb szemcsék mérete között.

A rendezetlen szemcseszerkezet általában kis szállítási távolságra utal, de lehet annak is következménye, hogy együtt mozgó „merek dugó” jött létre a mozgás közben, és csak az alsó néhány centiméteres rétegben találunk többé-kevésbé kifejezett fordított gradációt. A szó szoros értelmében *szárazulati törmelékfolyások* üledékei rendszerint nem gradáltak, leginkább a „merek dugó” típusú folyást reprezentálják. Amennyiben mutatnak némi belső szervezettséget, akkor az inkább szemcsefolyásra vagy zagyárra utal. (Nemec & Steel 1984).

*A vetők geometriájának néhány jellemvonása*

Vetődések

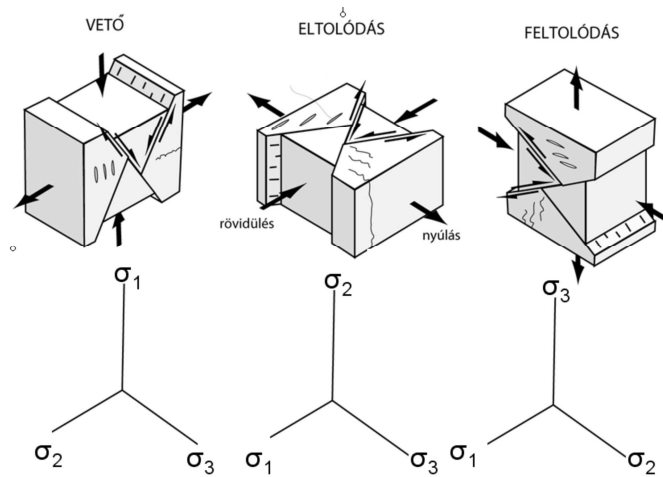
A kőzetekben, üledékekben megjelenő olyan törések, amely mentén elmozdulás történt. A vetőket a két kőzetblokk elmozdulásának iránya, azaz a vető kinematikai jellege alapján osztályozhatjuk. Így megkülönböztethetők normálvetők, jobbos és balos eltolódások, illetve rátolódások vagy feltolódások (12.5. ábra, a,b,c, d). A nagyobb rátolódások a takarók. A tiszta típusok között átmenet is van, ezek a ferde vetők (12.5/f ábra).



12.5. ábra. A vetődések fő típusai (Henry 1983 nyomán Csontos 1998).

A normálvetők vízszintes irányban megnyúlást, a feltolódások rövidülést eredményeznek. A balos vető esetében, a szemlélőhöz képest a (a vető túoldalán levő) másik kőzettömb bal kéz felé, jobbos eltolódásnál jobb kéz felé mozdul el.

A vetődések a kéregben uralkodó feszültségek hatására jönnek létre. A feszültségteret három, egymásra merőleges főfeszültségtengely jellemzi. Ezek közül a legnagyobb a kompresszió vagy nyomás, legkisebb a tenzió vagy húzás iránya. E tengelyek és a vetőpárok helyzete szigorúan megszabott (12.6. ábra). A vetőpárok hegyesszögű felezőjében a maximális, tompaszögű felezőjében a minimális, metszetszögű felezőjében a középső főfeszültségtengely helyezkedik el (természetesen ez terepen nem látszik, csak számítható!).



12.6. ábra. A vetőpárok és a főfeszültségtengelyek összefüggése.  $\sigma_1$  kompresszió,  $\sigma_2$  középső tengely;  $\sigma_3$  tenzió. (Anderson 1951 nyomán Csontos 1998).

Az elmozdulás irányát a vetőlapon a vetőkarc, vetőbarázda jelezheti. Ezen felül, a két közöttomb elmozdulásának relatív értelmét a vetőkarcok mentén megfigyelt kisebb jelenségek (kalcitos ásványlépcsők, bemarási nyomok, karcoló tárgyak stb.) illetve a vetőhöz kapcsolódó másodlagos törések alapján lehet megállapítani. A vetőkarcok iránya a feszültségállapottal meghatározott, így a feszültségtengelyek a vetőkarcok alapján számíthatók. A kölcsönös megfeleltethetőség miatt a feszültségtengelyek jellemzik a létrejött vetőket, térbeli helyzetüket és kinematikájukat.

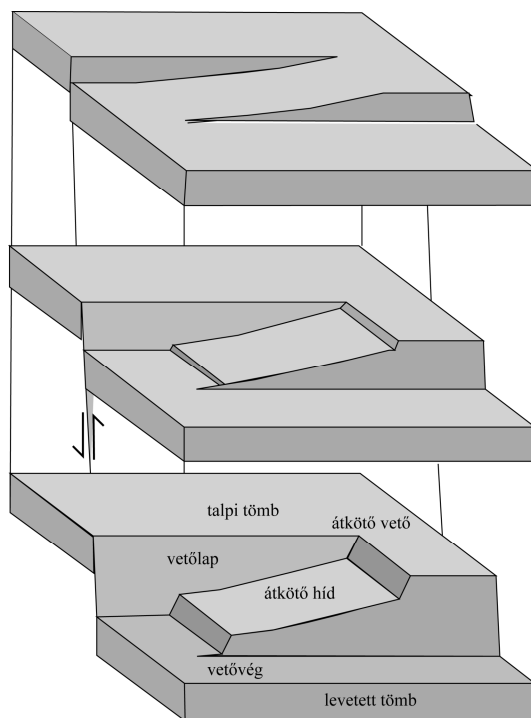
#### A gánti vetők jellegzetességei

A gánti terület szerkezetföldtani szempontból különösen azért jelentős, mert itt a törésekre jellemző geometria, illetve időbeni fejlődésük különféle állomásai remek feltárásban, gyakorlatilag háromdimenziós képben láthatók. A feltárások hazánkban a legjobbak, némelyik jelenség pedig szélesebb területen is egyedülálló.

A vetők általánosnak tűnő jellemvonása, hogy elvetésük hosszukkal arányos (bár ez nem egyenes arányosság és területenként változhat). Ez azzal jár, hogy egy hosszú vető egy fejlődési sor végeredménye és kisebb szegmensekből olvadt egységes szerkezeti elemmé. Valószínűtlen, hogy a kezdeti szegmensek egy egyenesbe estek volna. Így a vetőkre a csapásváltás is jellemző, ugyanis a rövidebb szegmensek összeolvadásánál általában irányváltás tapasztalható. A vető fejlődésének kezdeti szakaszában tehát még csak össze nem függő szakaszokból áll. Ezt példázzák a földrengések és agyaggal végzett kísérletek, ahol az éppen kialakuló vető teljesen ép üledékeket deformál (Tchalenko 1970; Harding 1974).

A kis kezdeti vetőszakaszok végén az elvetés nulla, közepükön a legnagyobb. A vetőszakaszok végeik irányában harapózódnak előre. Amikor végső szakaszukon átfedés jön létre, ezen átfedő szakasz mentén a két szegmens (a végpont felé csökkenő) elvetése tulajdonképpen összeadódik. A deformáció az egyik szegmensről a másikra tevődik át. A két, átfedő vetőszakasz közötti területet átkötő rámpának vagy hídnak nevezzük (relay ramp, Peacock és Sanderson, 1994 nevezéktanát használva) (12.7. ábra)

A vetők harapódzásával az átfedő szakaszok hossza nő, az elvetés nő, vagyis az átkötő híd egyre jobban deformált. Egy idő után az elvetés már nem adható át a hídon szétoszló deformáció formájában, hanem a híd maga is eltörik, egy átkötő vetőszakasz jön létre. Innen kezdve a vető folyamatos, bár zezgugos lefutású. Az átkötő vetők révén levágott vetővégek egy idő után inaktívvá válnak, "befagynak".



12.7. ábra. Vetőszakaszok összekapcsolódása átkötő hídon (rámpán) keresztül. A 2. szakaszban kialakul egy átkötő vető, a harmadikban már folyamatos vetővel számolhatunk. (Peacock & Sanderson 1994)

Ugyanakkor ezeken az átkötési pontokon a vetők úgy is fejlődhetnek, hogy mindkét szakasz aktív marad, vagyis szétágazik. Előfordulhat, hogy a szétágazó vetőszakaszok ismét összekapcsolódnak, vagyis egy minden oldalról vetővel határolt kőzettest jön létre (vetőlencse).

A fenti folyamat nyilván függőleges irányban is hasonlóképpen végbemegy. Mivel a vetődés (földrengés) mélyben pattan ki és a vető a felszín felé harapózódik, ezért szétágazás is ebben az irányban történik, míg lejjebb gyakran egységes vetővel számolhatunk.

## A bauxitok

### *A bauxitokról általában*

A ma széles körben, az alumíniumgyártás nyersanyagaként ismert *bauxit* megismerése a múlt század elejéig nyúlik vissza. Az angol gyarmatbirodalom egy tisztviselője, Buchanan, indiai utazását követően, 1807-ben nagy elterjedésű, vörös színű, agyagszerű, a helyi lakosság által téglakészítésre használt képződményt említett India déli részéről, akkor még pontos vegyi összetétel és szakleírás nélkül. Ezt az anyagot *laterit*nek nevezte (a téglá görög neve, *laterosz* után). 1821-ben Berthier a franciaországi *Les Baux* környékéről egy ehhez nagyon hasonló anyagot, mint új ásványt írt le, egyelőre név és pontosabb ásványtani besorolás nélkül. Eredeti elemzési adatai szerint a képződmény összetétele 52%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 27,6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és 20,4%  $\text{H}_2\text{O}$  volt. Honfitársa, Dufrénoy 1837-ben adta az anyagnak a *beauxite* nevet, amelyet a szintúgy francia Sainte-Claire-Deville 1861-ben módosított a ma is használatos *bauxit*-ra.

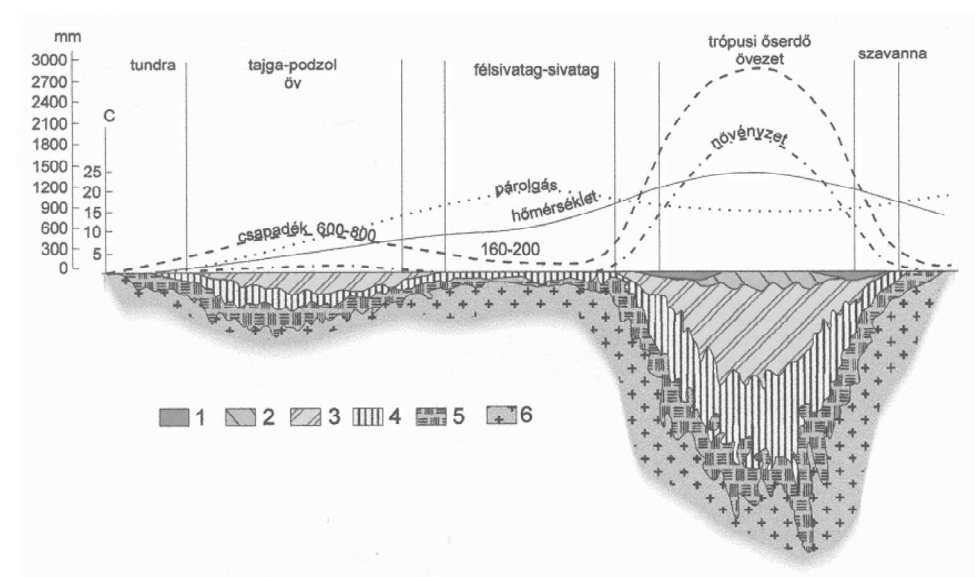
Ma *bauxitnak* azt a kőzetet nevezzük, melyben az alumínium, vas és titán oxid- és hidroxid-ásványainak együttes mennyisége meghaladja az 50%-ot, és közöttük az alumínium-ásványok vannak túlsúlyban (Bárdossy 1977). A bauxit az alumínium legfontosabb érckőzete, ezért a kőzettani besoroláson túl ipari szempontú osztályozása is létezik: Különböző minőségbeli határértékek (leggyakrabban az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$  hányadosa, a modulus, valamint az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom) szerint lehet kategóriákat elkülöníteni. A kategória-határok függnek a mindenkoros timföldgyári technológiától és az aktuális világpiaci ártól. A magyarországi nyersanyagkutatási gyakorlatban a mutatók jelenleg az alábbiak:

kategória	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3\%$
I	>10	> 46%
II	10-7	>46%
III	7-4	>40%
IV	4-2.6	>40%
V	2.6-0.8	> 5%

(V-ös kategória általában nem ipari minőséget jelez)

A Dunántúli közephegységben az első bauxitindikációkat Balás Jenő bányamérnök fedezte föl a Vértesben, Gánt környékén, ahol 1920-ban erdélyi (bihari) tapasztalatai alapján kezdeményezett kutatást. Ennek nyomán indult meg a húszas évek közepétől Gánton a bányászat, s ezt követően vált

intenzívebbé és szervezetté az egész középhegységre, sőt a 30-as évektől kezdve a Villányi hegységre is kiterjedő bauxitkutatás. A magyar bauxit tudományos igényű kutatásával, genetikájának tisztázásával Telegdi-Roth Károlytól, a svájci Godofrey de Weissen és Vadász Eleméren keresztül, Bárdossy Györgyig számos kiemelkedő kutató foglalkozott, akiknek nevét nemzetközi elismerés övezi. Külön kiemelendők Bárdossy Gy. (1961, 1977, 1982) általános bauxitföldtani kutatási eredményei.

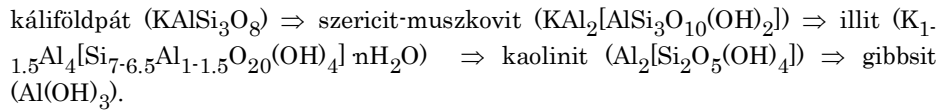


12.8. ábra. A mállás intenzitása a földrajzi szélesség függvényében. 1: bauxitosodás; 2: laterites talaj; 3: érett talajok 4: gyengén mállott zóna; 5: csak aprózódás; 6: szálkőzet (Sztrahov 1960 után, módosítva)

### *Általános bauxitgenetika*

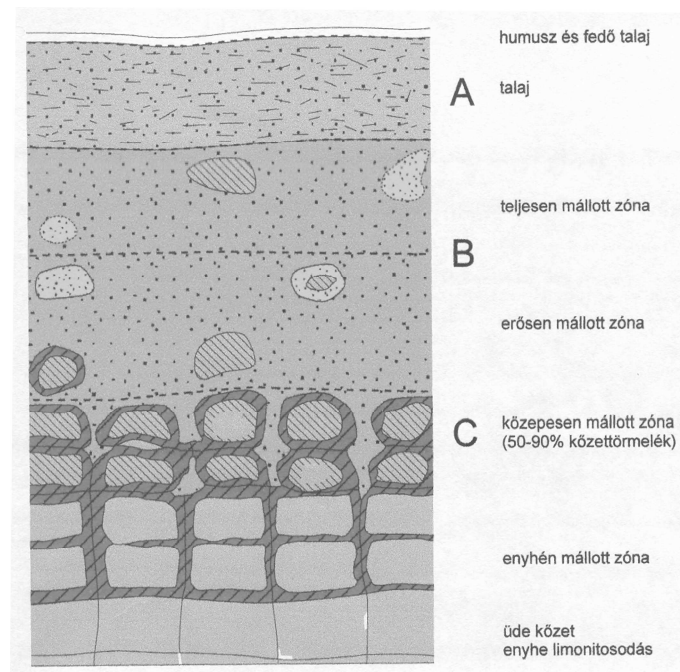
Bauxit csak szárazföldi körülmények között keletkezik. A képződéséhez szükséges legfontosabb feltételek az alábbiak: megfelelő, alumíniumtartalmú ásványokat tartalmazó ún. anyakőzet vagy "prebauxitos" üledék, meleg, csapadékos éghajlat (legalább 22-24°C évi középhőmérséklet, 2000-4000 mm évi csapadék, 12.8. ábra); megfelelően tagolt kiemelt topográfiai helyzet, amely lehetővé teszi a jó lecsapolódást. Így válik lehetővé, hogy a meleg csapadékos klímán a málló anyakőzetből kioldódó alkáli és alkáli földfémek, valamint a szilíciumoxid nagy része el is tud távozni a mállás környezetéből. Ennek folytán a visszamaradó anyagban viszonylagosan feldúsulhat a nedves trópusi körülmények között immobil Al, Fe, és Ti. A lejátszódó folyamat kémiaiailag nem egyéb, mint az anyakőzet ásványainak fokozatosan megvalósuló teljes

hidrolízise. Ennek állomásai sematikusan az alábbiak:



Mivel a bauxit ásványos összetétele és kőzetjellegei a mállási/felhalmozódási környezettől, valamint a kísérő kőzetektől függően eltérően alakulhatnak, a bauxitokat alapvetően két nagy csoportra szokás osztani.

Az egyik csoportban a bauxit az anyakőzetként is szolgáló *alumoszilikátos fekü* felé folyamatos átmenetet mutat (12.9. ábra). A kőzetfelszín lepelként borító laterites mállási kéregben, a bauxitosodási körülmények optimumát követve, látszólag szeszélyes lencsék formájában jelenik meg az ércminőségű bauxit. Ez az anyakőzet szövetét gyakran pszeudomorfoza-szerűen őrzi. Ezt a típust *lateritbauxit*nak nevezzük. A lateritbauxit egyértelműen a fekvőjében található szilikátos anyakőzet trópusi mállásterméke.



12.9. ábra. Laterites mállási szelvény.

A másik csoportban a bauxit *karbonátos feküre* (mészkőre, dolomitra, ritkábban márgára) települ s határa a fekü felé éles. A karsztos mélyedéseket kitöltő telepeknek általában a középső részén található a legjobb minőségű bauxit. Ezt a típust *karsztbauxit*nak nevezzük. Ebbe a csoportba tartoznak a magyarországi bauxitok is. Mivel a karsztbauxitok esetében a fekvőkőzettel való



genetikai kapcsolat nem olyan nyilvánvaló, mint az anyakőzetből fokozatos átmenettel kifejlődő lateritbauxitoknál, a keletkezésükre, s különösen a bauxittá vált anyag származására vonatkozó elméletek is sokfélék. A ma is általánosan elfogadott elméleteket Bárdossy (1977) alapján röviden az alábbiakban foglalhatjuk össze.

A *lateritogén elméletek* szerint a bauxit anyaga alumoszilikátos kőzeteken kialakult laterites mállási szelvényekből származik és a karszterület határán kívül eső lepusztulási területekről szállítódott végleges lerakódási helyére. Ez esetben a lerakódást követő ún. helyben bauxitosodás nem szükségszerű.

A *terra rossa elmélet* szerint a bauxit a karsztos térszínen gyakori anyagból, a sokak által a karbonátos kőzetek oldási maradékának tekintett *terra rossa*ból helyben képződött.

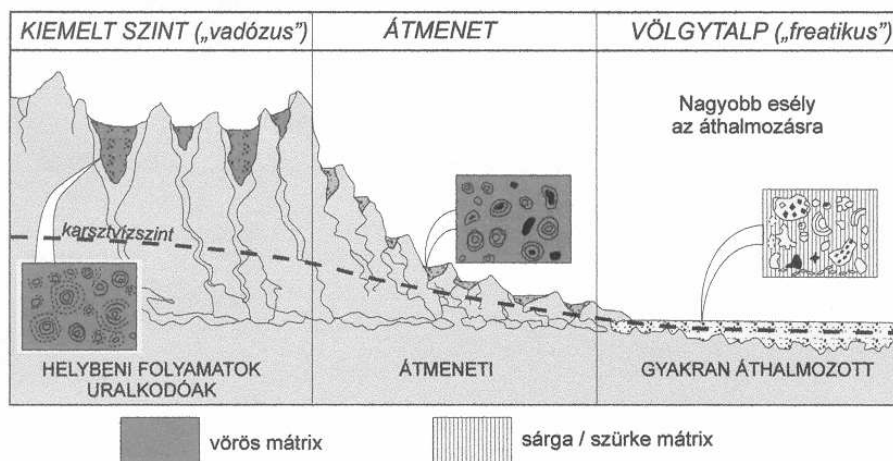
A *vulkanogén elméletek* szerint a bauxit a karbonátos felszínre hullott tufa helyben történt laterites mállásával keletkezett.

A fent felsorolt elméletek közös vonása, hogy bár eredetileg csak egy-egy, konkrét, gyakran nagyon is speciális telepre (telepcsoportra) vonatkoztak, idővel a közvélemény általánosította őket. Valójában egyiket sem lehet kizárólagosnak tekinteni; minden egyes telepnél egyedileg kell, alapos vizsgálattal tisztázni, hogy a felsorolt mechanizmusok közül melyik, milyen mértékben járulhatott hozzá képződéséhez. A karsztbauxitok kiinduló anyaga általában poligenetikus: a karszthoz közvetlenül csatlakozó, vagy a tágabb környezetben feltárt nem-karbonátos kőzetek málladékát szél, vagy víz (időszakos vízfolyások, areális leöblítés, stb.) szállítják a karsztosodó karbonáttérszínre. A karsztfelszín töbreiben összegyűlő málladék a karbonátos kőzet oldási maradékával keveredve, a karszt sajátos lecsapolódási rendszerének hatására alakul a nedves trópusi klímán bauxittá.

### *Karsztbauxitok üledékes jellegei*

A többi üledékes kőzethez hasonlóan a karsztbauxitok litológiai jellegei is a felhalmozódási körülmények, valamint a diagenetikus folyamatok együttes hatásának eredményeként alakulnak ki. Ami a felhalmozódási körülményeket illeti, ezek között elsődleges fontossága van a domborzatnak s különösen az állandó talajvíz (karsztvíz)-szinthez viszonyított helyzetnek (12.10. ábra). Az állandó karsztvízszint felett ún. *magaskarszt* pozícióban lévő karszterületeken a felszíni karsztformák mélyebbre tudnak hatolni (mélyebbek lesznek a töbrök), mint *alacsony-karszt* térszínen, ahol sekély töbrök, uvalák, poljék képződnek. A karsztformákat kitöltő málladék a mélytöbrökben a csapadékvíz intenzív átöblítő hatására *in situ* bauxitosodik, a telepben megfigyelhető anyageloszlás ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  hányados, gibbsit-tartalom) a befogadó karsztforma optimális vízelvezetésű, ezért optimális bauxitosodási körülményeket biztosító részeihez igazodik (ún. *autochton* bauxitok). Ezzel szemben, alacsony-karszt térszínen a poljékba behordódó anyag a stagnáló karsztvízzel kontaktusban nem tud érdemben bauxitosodni. Ezeknek a sekély

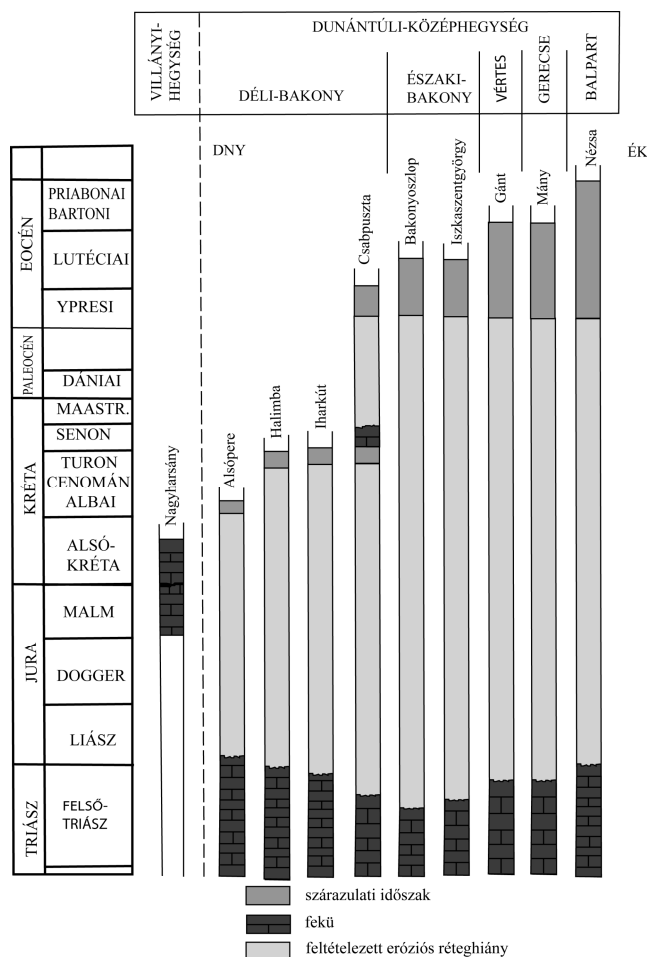
karsztformáknak a kitöltése akkor bauxitos, ha az anyag, amely oda szállítódott, eleve bauxitos összetételű volt. Az ilyen módon keletkezett telepek üledékszerkezeti bélyegei általában híven tükrözik a szállítás/áthalmazódás tényét (vegyes, kavics méretű bauxittörmelékanyag jelenléte, kereszttrétegződés, stb.). Az anyageloszlás nem a befogadó karsztformához, hanem az ülepedés eredményeként létrejött rétegződés geometriájához igazodik (*allochton* bauxitok).



12.10. ábra. Karsztbauxitok geokémiai fáciesének összefüggése a domborzattal és karsztvízszinttel (D'Argenio és Mindszenty 1995).

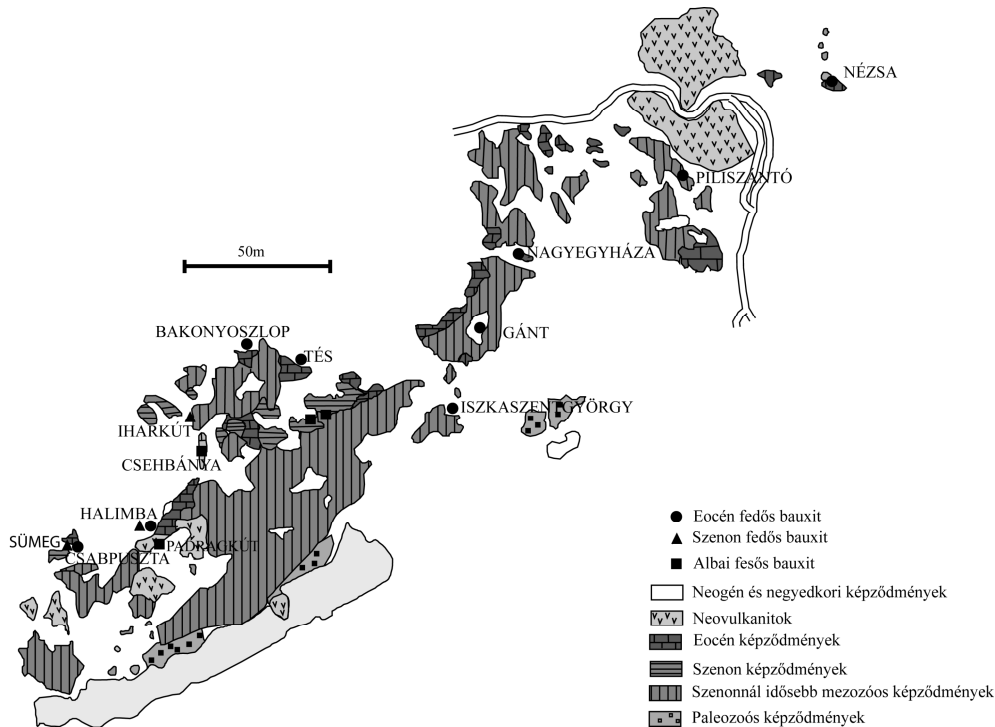
Az eredeti üledékképződési környezet sajátosságai a *diagenézis* szempontjából is meghatározóak. *Magaskarszt* térszínen felhalmozódó bauxitos üledékek korai diagenézise *oxidatív* környezetben zajlik. Ennek során a málladék Fe-oxid tartalmú fázisai uralkodóan *hematittá* alakulnak, s a karsztbauxitokra általában jellemző boehmit mellett jelentős lehet a *gibbsit* tartalom is. A bauxit egyöntetűen sötétvörös színű. *Sekélykarszt* környezetben a hematit mellett, (vagy akár kizárólagosan) *goethit* a vasásvány. Gyakoriak a ferri-vasban szegény, fakó, sárgás, fehér, tarka, szélsőséges esetben szürke, zöldes, v. fekete litotípusok. Egyes esetekben kőzetalkotó mennyiségben feldúsulhat a *sziderit*, *klorit*, *pirit*. Uralkodó Al-ásványuk általában *boehmit*, esetleg (klorittal, pirittel társulva) a *diaszpor*. Az ásványfáciesek kialakításáért az *üledék-víz kölcsönhatás* felelős: magaskarszt pozícióban a korai diagenetikus ásványtársulást a *vadózus zóna* fentről lefelé szivárgó, tisztán *csapadékvíz eredetű, savas pH-jú, oxidatív* oldatai alakítják ki. Sekélykarszton az üledék pórusait a *lúgos*, gyakran határozottan *reduktív kémhatású*, stagnáló talajvíz tölti ki (*freatikus zóna*), amely, pl. tengermenti sekélykarszt esetében, a csapadékvíz mellett csökkentsósvízi, vagy akár *tengeri* ( $\text{SO}_4^{2-}$  tartalmú) *pórusvízzel* is keveredhet!

## A középhegységi bauxit-előfordulások rétegtani helyzete



12.11. ábra. A magyarországi bauxitok rétegtani helyzete. Rétegtani alapadatok Nagymarosy & Báldi-Beke (1988) szerint

A Dunántúli Középhegység mezozoos/tercier rétegsora több szintben is tartalmaz bauxitlepeket. Ipari szempontból elsődleges fontosságúak a triász/szenon, triász/eocén valamint a szenon/eocén képződmények közötti üledékhézagban megjelenő telepek, de kisebb, ma már iparilag jelentéktelennek minősülő lencsék ismertek az albai korú képződmények bázisáról is. Utólagosan áthalmazott telepek másodlagos fiatalabb (oligocén vagy miocén korú) fedőrétegek alatt szintén számos helyen találhatóak, s szerencsés esetben műrevalóak lehetnek (Szantner et al.1986).



12.12. ábra. Bauxitok elterjedése a Dunántúli Középhegységben (Mindszenty et al. 1989; Szantner et al. 1986)

Bár számos telep kora ma is vitatott, abban a szakmai közvélemény megegyezik, hogy három fő bauxitképződési időszak különíthető el (12.11. ábra). Ezek rendre: pre-albai/albai, túron/szenon, és paleocén/eocén. Mindhárom bauxitképződési időszak jellemzően az alpi hegységképződési ciklus egy-egy szerkezetalakulási fázisához köthető (ausztriai, pre-gosau és larámi). Az alsó szint telepeinek elterjedési súlypontja a Bakony északi részére, Alsópere, Tés és Olaszfalu környékére esik, a legdélebbi albai bauxitindikációt a Halimba-Ajka-Úrkút háromszögből ismerjük. Bauxitjuk többnyire áthalmazott, rétegszerű, ásványtani és geokémiai összetétele többnyire szemifreatikus körülményekről tanúskodik. Ritkábban, főként, ha kisebb karsztos üregekbe települ, parautochton megjelenésű, vadózus fációs is lehet. Mindig ooidos-pizoidos szövetű. A *középső* (turon-szenon) bauxitszint telepei délen Halimba és Csabpuszta, északon pedig Iharkút környékén helyezkednek el. Bauxitjuk lehet áthalmazott, rétegszerű, kavicsos, szemivadózus fációs (Halimba), vagy mélytöbröket kitöltő autochton-parautochton, vadózus fációs (Iharkút). Ez is többnyire jellegzetesen ooidos szövetű. A *legfőbb* (eocén) bauxitszint képződményei a leginkább elterjedtek: Sümegtől Nézsáig gyakorlatilag mindenütt megtalálhatók az eocén transzgressziós rétegsorok

bázisán (12.12. ábra). Ebbe a szintbe sorolható a *gánti bauxitlep* is.

Az eocén képződményekkel fedett bauxitlepeknek kétféle kifejlődése ismert. Az első típus a viszonylag szűk, *felső-kréta–középső-eocén* közötti üledékhézagban, az Ugodi Mészke Formáció (=hippuriteszes mészkő) karsztos felszínére települ, s jelen ismereteink szerint iparilag jelentős előfordulásai kizárólag Csabpuszta-Sümeg környékén vannak. A második típus (gazdaságilag jelentős telepeink többsége ide tartozik) hosszabb látszólagos hézagot tölt ki: felső-triász és középső-eocén képződmények között jelenik meg. A két típus rétegtani egyenértékűsítésének alapja hosszú éveken át kizárólag a többé-kevésbé azonos lefedődési idő volt. Mivel a bauxit tipikusan szárazföldi üledék, pontos korbesorolásra alkalmas ősmaradványokat általában nem tartalmaz. Korának közvetlen meghatározása ezért csak kivételes esetekben oldható meg. Ilyen kivételes eset, ha pl. a bauxit-felhalmozódással egyidejűleg zajló vulkanizmus eredményeként abszolút kor meghatározásra alkalmas kristályok (pl. cirkon) kerülnek bele. Dunkl (1992) a magyarországi bauxitból szeparált 80-100  $\mu\text{m}$  méretű vulkanogén cirkon kristályok fission track vizsgálata (nukleáris kor meghatározó módszer) alapján tudta kimutatni, hogy a középhegységi eocén fedős bauxitlepek valóban eocén korúak.

A csabpusztai típusú terület bauxitlepei sekély, jellegtelen karsztos mélyedéseket töltenek ki. A bauxit geokémiai fáciese egységes (vadózus, szemivadózus), szövete pelitomorf/intraklasztos. Felső részén jellegzetes, pedogén eredetű, szindiagenetikus elváltozásra utaló nyomokat találunk (gyökérnyomok, konkréciók, szervesanyag-tartalom, szideritesedés, piritésedés).

A nagyobb rétegtani hézagban települő eocén bauxitok szintén sekély (5-10 méternél nem mélyebb) karsztformákkal jellemzett mélyedéseket töltenek ki, de e mélyedések gyakran jellegzetes, szerkezeti vonalakkal határolt *aszimmetrikus félárkok* formáját öltik. A mélyedéseket kitöltő bauxit lehet rétegszerű, vagy lencsés. *Fáciésdiverzitása jelentős*: a szemivadózus, v. szemifreatikus, pelitomorf típusok mellett gyakoriak a jelentős áthalmozódásra utaló rétegzett, kavicsos, konglomerátumszerű típusok, valamint a telepek tetején a pedogén elváltozást mutató zónák. A fedőrétegek is igen változatosak, a folyóvízi-tavi rétegektől, a kőszénlápig ill. különféle lagunáris képződményekig az eocén transzgressziós rétegsor csaknem minden korai tagja megtalálható bauxitfedőként. Ahol a közvetlen fedőben kőszéntelepességgel telepedik, ott a bauxit felső néhány méterének minőségét (ritkábban az egész telepet) (szin)diagenetikus szideritesedés, piritésedés rontja le.

## A gánti bauxitkülfejtések

### *Történeti áttekintés*

#### *Földtan, bányászat*

A Vértes hegység első átfogó *földtani felvétele* Taeger Henrik nevéhez fűződik (Taeger 1909). Munkájában bauxitot nem említ a területről, de a vörös agyagokra felhívja a figyelmet. Balás Jenő kutatásai és felfedezése nyomán a rendszeres üzemzerű *bányaművelés* 1926-tól indult meg, s 1961-ig gyakorlatilag megszakítás nélkül folyt (Kovács et al. 1976). Ezalatt az öt külszíni fejtésből (Bagolyhegy, Angerrét, Meleges, Harasztos, Újfeltárás) mintegy 16 millió tonna anyagot termeltek ki. Alkalomszerűen még ezután is sokáig volt bauxitszállítás a nyitott külfejtésekből, amelyeket végérvényesen a 80-as évek közepén hagytak fel. Az üregek egy részét részlegesen vagy teljesen rekultiválták, Meleges és Bagolyhegy legszebb részeit azonban tanösvény jelleggel kiépítették, s a bagolyhegyi bánya mellett Bányászati Múzeumot létesítettek. A Múzeum ma is rendszeresen fogad látogatókat. Az 1997-ben újra nyílt bagolyhegyi külfejtés tanösvényének oktató táblái és gyalogútjai részben még betöltik hivatásukat, részben azonban már áldozatul estek a vandálok pusztításának. A Meleges, Újfeltárás és Harasztos azonban rendkívül leromlott, rendezetlen állapotban van, az egykori táblák tönkrementek.

#### *Őslénytán*

A gánti lelőhelyeket múlt századi első említésüktől kezdve mint fornauszta vagy fornai rétegeket, ill. faunát említették. Gazdag molluszkafaunáját korai tanulmányozói felső-eocén korúnak vélték. Papp Károly (1897) volt az első, aki a rétegek középső-eocén korát felismerte. Taeger Henrik (1909) azonosította elsőként az édesvízi-csökkenésvízi képződményeket fedő, tengeri, *Nummulites striatus*-tartalmú, agyagmárga-mészke rétegcsoportot. Ő az előbbi középső-eocénnek, az utóbbit késő-eocénnek (bartoninak) tartotta.

Az 1920-as években Telegdi Roth Károly (1923) ismerte fel a "fornai" (késő lutéciai) transzgresszió fontosságát a Dunántúli-középhegység fejlődéstörténetében.

Wenz (1929) a gánti molluszkafaunát — érveinek közlése nélkül — a paleocénbe sorolta, Szóts (1938) pedig az alsó eocénbe (londoni emelet). Ezen álláspontját fenntartotta a gánti molluszkákról írott jelentős monográfiájában (Szóts 1953) és a magyarországi eocénról írott szintézisében is (Szóts 1956).

Vadász (1946) és Strausz (1962, 1964) a középső-eocén kor mellett tette le voksát. Kopec és munkatársai 1965-től kezdve következetesen felső lutéciaiinak tartották a gánti eocén rétegsort. Ezt az álláspontot Gidai et al. (1969) is elfogadták.

*Bauxitföldtan*

Már a legkorábbi szerzők külön figyelmet szenteltek a gánti bauxit egyik legfőbb jellegzetességének: gömbszemcsés, "pizoidos" szövetének. Gedeon (1931) az ooidos-pizolitos bauxitot a telepek felső részéből említi. A pizolitok keletkezését a kemény bauxit gömbhéjas mállásával magyarázza, mely szerinte szerkezeti-kémiai okokra vezethető vissza. Leírja, hogy a pizolitok alacsonyabb  $\text{SiO}_2$ - és magasabb  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalmukban különböznek az alapanyagtól. Vitális (1931) a pizolitos, konglomerátumszerű bauxitot, a pizolitok magas vastartalma miatt, inkább vasércnek tartja.

Vadász (1946) a pizolitos bauxitot partmenti átülepítés eredményének tartja. Kifejti, hogy az egész bauxittest áthalmazás jeleit mutatja, amely áthalmazás a már ténylegesen bauxittá vált anyagot érintette. Szerinte Gánton helyben történt bauxitosodásról alig is beszélhetünk. A különböző szövetű bauxittípusok látszólag kaotikus váltakozását utólagos szerkezeti mozgásoknak tulajdonítja:

„a hegység földarabolódásával létesült rögtorlódások elegendő hatóerőt szolgáltatottak a szilárd dolomit-rögök árokmélyedéseiben fölhalmozódott lágy bauxit szeszélyes zavargásaira, anyagának áthalmazódására és egyes szakaszainak részleges mozgásaira”.

Vadász ebben a munkájában (Gedeon (1931) és Vitális (1931) alapján) a harasztosi terület bauxitját többé-kevésbé eredeti helyzetűnek, míg a meleges és angerréti területen feltárt lencsákat már (esetleg többszörösen is) áthalmazottnak tekinti.

Bárdossy (1961) ezzel szemben átfogó geokémiai vizsgálatai során arra a következtetésre jutott, hogy

„a bauxitminőségnek függőleges irányú szabályszerű változása mindenképpen cáfolja azokat az elméleteket, melyek bauxitösszleteinket szárazföldi viszonyok között bauxit-agglomerátumként többszörösen áthalmazottnak tekintik”.

Nézete szerint tehát az anyag helyben bauxitosodott, ám ugyanakkor nem tagadja, hogy a telepek felső részein megfigyelhető minőségromlás részleges áthalmazódás következménye lehet. Kifejti továbbá azon nézetét, hogy a bauxit kiinduló anyaga rendkívül lassú mozgású vízben, szuszpenzióban szállított  $\text{Al}$ -,  $\text{Fe}$ - és  $\text{Ti}$ -kolloidok formájában érkezett lerakódási helyére, s ott agyagokkal együtt üledett le a karsztos kőzetfelszínre.

Hasonló elgondolással találkozunk Kiss & Vörös (1965) dolgozatában is. Ők kolloid-kémiai és agyagásványtani megfontolások alapján jelentik ki, hogy

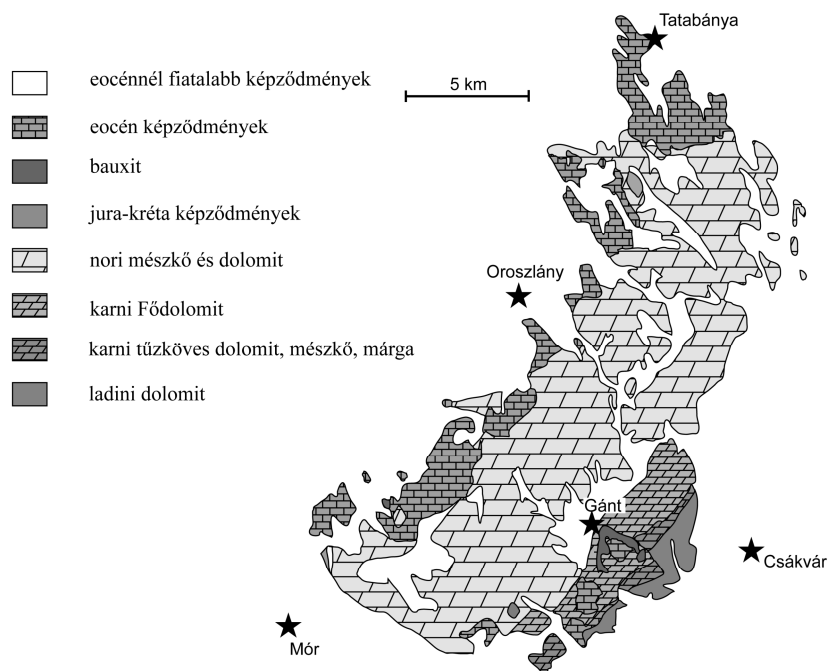
„a kiinduló anyag kaolinos (és fireclay) jellege szárazföldi-édesvízi üledékképződést valószínűsít; savanyú, illetve semleges pH-n erős kilúgozás mellett és erősen oxidáló környezetben. Ezen az alapon a klíma meleg és nedves jellege is valószínűsíthető”.

Mindszenty et al. (1989) vetette föl, hogy a gánti bauxit esetleg gravitációs tömegmozgással kerülhetett felhalmozódási helyére. Véleménye szerint a

pelitomorf rétegekkel váltakozó hullámos, kiékelődő konglomerátumtestek "feltehetően szinszediment tektonikai mozgásokra visszavezethető epizodikus iszapfolyások (törmelékfolyások) termékeként rakódtak le és nagyméretű, alluviális törmeléklegező részének tekintendők"

### Gánt környékének földtani fölépítése

A Vértes aszimmetrikus monoklinális szerkezetű, enyhén északnyugat felé dőlő tömbjének délkeleti előhegyei között fekszik Gánt (12.13. ábra). A hegységet elsősorban triász korú karbonátos üledékes kőzetek, Budaörsi Dolomit (ladini) és Fődolomit (karni) építik föl. A fehér kristályos, néhol erősen mállott, breccsásodott diploporás dolomitban paleokarsztos nyomokat, loferciklusok B és C tagjait lehet megfigyelni (Véghné 1960). Az erősen tektonizált, karsztosodott és breccsásodott fődolomit kalcittal és Fe-Mn-oxidokkal újracementált, vagy pedig Fe-Mn kéreg vonja be. Ez nemcsak kioldást, hanem hosszú ideig tartó kölcsönhatást jelez a karsztvízzel az aktív freatikus zónában (Germán-Heins 1992).



12.13. ábra. A Vértes földtani térképészlete (Szentés és Böjtös-Varrók 1965).

Fiatalabb mezozoos kőzetek a hegység területéről csak mélyfúrásokból, ill. felszínen, csupán a DNy-i peremen, Csókakő környékén egy kis foltban kerültek elő. A mezozoos rétegek a kréta folyamán ÉNY felé kibillentek. A



deformáció a Középhegység enyhe gyűrődésével lehet kapcsolatban.

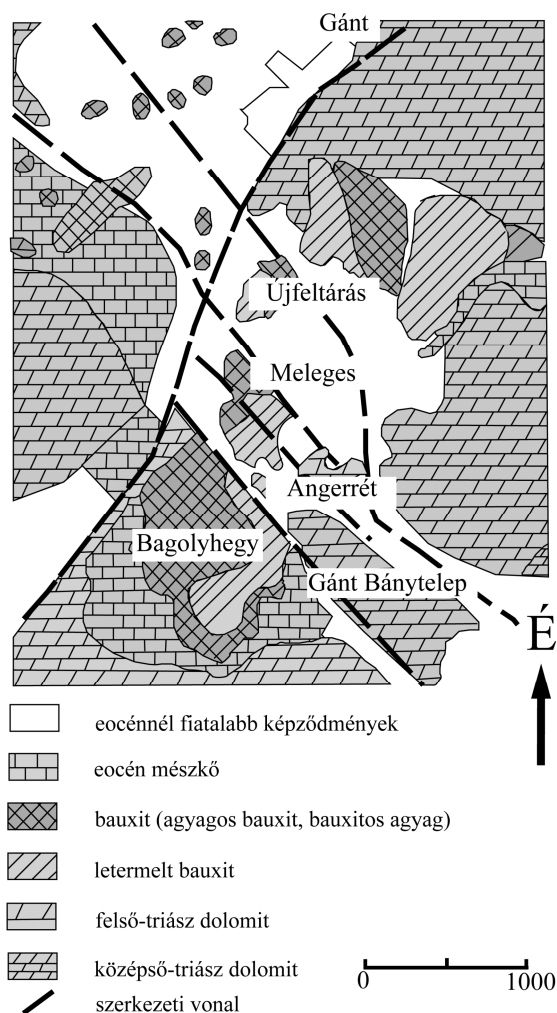
Az általános karsztreliefre sekély karsztos gödrök jellemzőek, amelyekben bauxit halmozódott fel. Ezek fekéje a karni dolomit, amely a bauxittelep közvetlen közelében is a felszínre bukkan. A gánti bauxit a Csabpusztai Formáció Gánti Tagozatába sorolható, képződésének ideje az alsó/középső-eocénre tehető (Szintai et al. 1991). Tipikus rétegtelep, amely szendvics-szerűen helyezkedett el a feké és a fedő között. Alzata szabálytalan geometriájú karsztos felszín. A telep felső felszíne lapos sík, amire transzgresszív sorozatként települ a fedő. A bauxitnak két fő litológiai típusa jelenik meg: az agyagos bauxitos mudstone, amelyben 1-2 mm átmérőjű szemcsék találhatók hintve és a közepesen/gyengén osztályozott bauxitkonglomerátum, amely 5-20 mm átmérőjű gömbölyű vörös-barna szemcsékből áll. A telep felső része erősen agyagos, gyökérkonkréciókat tartalmaz és igen magas a SiO<sub>2</sub> tartalma.

A harmadidőszaki fedő csak a hegység délkeleti és északnyugati előhegyein található meg. Bauxittelepeket a délkeleti peremen ismerünk. Ezeket a középső eocénben (bartoni) induló transzgresszió édesvízi-félsósvízi-tengeri rétegsora (Tatabányai Formáció) fedi le. A transzgresszió kezdete a középső eocénre tehető, jellegét tekintve több lépcsőben zajlott. Fokozatosan jutott el a kontinentális emelkedett karsztvízszintű környezetből a litorálison át a normál sekélytengeri üledékek megjelenéséig. Az üledékek plankton foraminiferákat nem tartalmaznak, az eocén transzgressziót a *Nummulites perforatus* és a *N. millecaput* horizont jelzi.

Az eocén üledékekre eróziós diszkordanciával oligocén–alsó-miocén agyag, agyagmárga, homok kavics (Csatkai Formáció) települ foltokban, melynek a gánti területen nincs nyoma.

Részben a bauxitképződés alatt, de főleg az eocén rétegsor lerakódása után a területet több fázisban töréses deformáció érte. Az események pontos kora nehezen állapítható meg. A fő szerkezeti elemek K-Ny-i csapású jobbos eltolódások, ill. ezek normál-ferde vetőként való felújulása, valamint ÉNy-DK-i csapású normálvetők. Ezen eltolódásos-tágulások deformáció már a bauxit lerakódása alatt elkezdődhetett (55-40 millió év között), de főleg a kora-miocénben, illetve a kora-miocén–középső-miocén határán, mintegy 18-15 millió évvel ezelőtt mehetett végbe. A tágulás iránya általában ÉNy-DK-i. A legfiatalabb, K-Ny-i tágulással jellemzett deformációs tér Gánt faluval párhuzamosan hozhatott létre egy nagyobb normálvetőt és ez alakíthatta ki a Vértes lepusztult felszínének délkelet felé való billentését. A billentés a késő-miocénben (10-5,4 millió év között), esetleg a pliocénben (5,4-2 millió év között) történhetett.

## A feltárások leírása



12.14. ábra. Gánt környékének földtani térkép vázlata (Bárdossy 1977).

Gánt környékén öt külszíni feltárásban található meg a bányaművelés, a bauxit nyomai: Bagolyhegy, Angerrét, Meleges, Hosszú-harasztos és Újfeltárás (12.14. ábra). Ezek közül Bagolyhegy és Meleges azok, ahol a bauxit ma is viszonylag jól tanulmányozható, a többit teljesen letermelték ill. rekultiválták (meddővel töltötték fel és erdősítették).

A bauxit a felső-triász korú megaloduszos dolomit (Fődolomit Formáció) karsztos mélyedéseibe települt. A bauxit alatt a fekvőzet néhány méter vastagságban elváltozott: porlódik, finom eloszlású hematit és kalcit valamint hematitos-kalcitos repedéshálózat járja át, felszínét vas-mangándús kéreg borítja. A fekvő egyenetlenségeit követő kézi műveléssel kibányászott bauxit alól a külfejtés talpán mindenütt kibukkannak ezek a vasas kéreggel borított felszínű karsztos börcök. A

karsztmorfológia amplitúdója kicsi, a szintkülönbségek általában nem érik el az 5 métert. A bauxit eredetileg átlagosan 8-12 m vastag lepelszerű telepet alkotott.

*Üledékszerkezete*, kőzetjellegei ma már csak a külfejtések falai mentén, valamint pl. a Bagolyhegy D-i munkagödör középső részén a talpszinten vizsgálhatók. Váltakozva kavicsos (konglomerátum) és gyakorlatilag kavicsmentes ("mudstone" típusú, un. pelitomorf) rétegek követik egymást, vastagságuk 10-60 cm között változó.

A kavicsmentes rétegek vöröses árnyalatúak (rózsaszín, lila, barna, sárga-

oltos), kemények, poliéderesen szétesőek, gyakorta fényes csúszási lapokkal tarkítottak (ezeket a bányászat „váll-lapoknak” nevezi). Kavicsokat csak elvétve tartalmaznak, s azok mérete általában nem haladja meg a 0.6 cm-t. A pelitomorf bauxit minősége:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Izz.veszt.
49.2%	10.55%	20.5%	2.8%	16.4%

A *kavicsos rétegek* színe sárga (világos okker, vagy narancs-színű). Maguk a kavicsok kalapáccsal kettévétve, belül rendszerint sötétbarnák, vagy vörösesek, a sárga színt a felületükhöz tapadt porszerű bevonat, ill. maga a bauxitos-agyagos kötőanyag adja. A kavicsok átlagos szemcsemérete 5 mm, de a maximális méret akár több cm is lehet. Geokémiai fáciesük: vadózus. A freatikus/szemifreatikus fáciesű kötőanyag mennyisége rendszerint < 50%. A kavicsok minősége mindig jobb, mint a kötőanyagé:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Izz.v.		
<b>kavicsok:</b>		31.6%	1.5%	44.4%	1.7%	17.8%
<b>mátrix:</b>	46.9%	11.3%	20.95	2.1%	18.2%	

Jelentős különbség van a kavicsok és a mátrix ásványos összetétele között is: a vadózus fáciesű *kavicsok* boehmit, hematit, goethit, kaolinit és anatóz együtteséből állnak, míg a szemifreatikus *mátrix* felépítésében fentiek mellett megjelenik a gibbsit és a *klorit* is.

A rétegek szerkezete bonyolult: normál és fordított gradáció, valamint „ciklusos” felépítés egyaránt előfordul, azaz, a kavicsos rétegek gyakran több egységből épülhetnek föl (12.15. ábra). A kavicsos és pelitomorf rétegek határa mindig éles, az eróziós jelenségek azonban ritkák. Sajnos a kavicsok viszonylag kicsi mérete és általában izometrikus alakja nem teszi lehetővé, hogy rajtuk a klasszikus szedimentológia módszereivel irányítottságot lehessen mérni. Biztonsággal mindössze annyi állapítható meg, hogy különösebb szöveti irányítottságot egyik kavicsos réteg sem mutat.



12.15. ábra. Törmelékfolyásból lerakódott kavicsos réteg a vető fölött a Bagoly-hegyen.

### *Elváltozások*

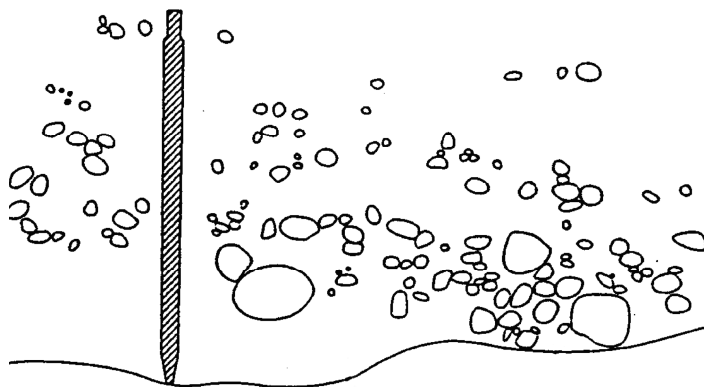
Jelentősebb kőzetelváltozást az üledék a fekü, ill. a fedő közelében mutat. A *feküközeli* elváltozás lényegében kifakulás, vastalanodás, valamint a mikroszkópi vizsgálatok tanúsága szerint részleges piritesedés. Ez az elváltozás a fekü egyenetlenségeit követi, 10-20 cm-es udvarként veszi körül a vasoxidos kéreggel borított fekü-börcököt. Kialakulása Germán-Heins (1994) vizsgálatai szerint szoros összefüggésben van a fekü felszínét borító vasoxidos kéreggel. Ez utóbbiról Germán-Heinsnek sikerült kimutatnia, hogy eredetileg pirites összetételű volt, utólag, epigenetikusan oxidálódott hematitá (a pirit utáni pszeudomorfózák lupéval könnyűszerrel felismerhetők ma is). A pirites kéreg kialakulásához szükséges vas minden bizonnyal a feküvel közvetlenül érintkező bauxitból származott. A kén pedig vagy a hirtelen nagy vastagságban lerakódott konglomerátumrétegek alá beszorult trópusi növényzet maradványaiból ered, amely levegőtől elzárva, anaerob baktériumok közreműködésével bomlott el. Minden bizonnyal szerepet játszott a piritesedésben a bauxittal a fekü/bauxit közötti határfelület mentén a lefedődés során érintkezésbe került tengervíz szulfát tartalma is. A pirites kéreg kialakulását a kutatók *korai diagenetikus* jelenségnek, oxidációját későbbi, *epigenetikus* folyamatok eredményének tartják. Az epigenezis során oxidatív, leszálló vizekkel érintkezésbe kerülő bauxittest határán a piritoxidáció agresszív, kénessavas oldatok létrejöttét eredményezte. Az ezekkel való kölcsönhatásnak köszönhető a fekü porlódása, és az ezt követő hematitos impregnáció (átitatódás).

A *fedő közelében* a bauxit, kb. 2 m vastagságban, jellegzetes, lefelé fokozatosan gyengülő, foltos elváltozást mutat. A foltok hosszan elnyúltak, vertikális, szubvertikális irányítottságúak, színük fakószürkés, sárgás, narancsvörös. Előfordul, hogy a fakó foltokkal 0.5-0.8 cm átmérőjű, hengeres, sötétvörös, hematitos *rhizokonkréciók* (gyökér-konkréciók) társulnak. Ezt az elváltozott zónát a bauxit felszínén a lefedődést megelőzően kialakult utolsó talaj maradványaként értelmezzük. A fakó foltok kialakulását (a vastalanodást) a betemetődött gyökérmaradványok levegőtől elzárt bomlása, s az ennek folytán lokálisan kialakult redukzív környezet magyarázza (a ferrovassal oldhatósága sokszorososan meghaladja a ferrivasét). Ezt a jelenséget a fosszilis talajokkal foglalkozó *paleopedológia* eltemetődései *glejesedésként* ismeri (*glej* orosz szó, tarka, foltos, gyakori redoxi változásokon átesett talajt jelent).

### *Az üledékszerkezeti jellegekből következtethető szállítási mechanizmus*

A szöveti irányítottság hiánya, a szeszélyesen változó normál és fordított gradáció valamint az a tény, hogy a legdurvább törmelékanyag többnyire a rétegek közepén heyezkedik el, arra utal, hogy a gánti bauxit törmelékfolyás jellegű szállítóközegből rakódhatott le. A rétegek gyakran magas mátrix-tartalma, és az elsősorban a durvább szemcseméreteknél megfigyelhető fordított gradáció jelzi, hogy a törmelékfolyás un. *kohéziv törmelékfolyás*

lehetett.



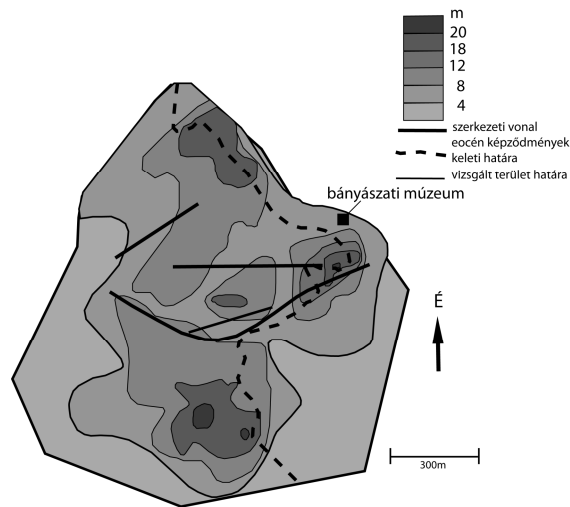
12.16. ábra. Kiugró méretű kavicsok a réteg alján. Bagolyhegy, északi udvar.

A rétegek alján esetenként található kiugróan nagyméretű kavicsok (12.16. ábra) valószínűleg az un. *vonszolási szőnyeg* (traction carpet) részei. Az, hogy számos réteg felső részén normál gradációt lehet észlelni, azt valószínűsíti, hogy a törmelékfolyások vízzel borított mélyedésekbe „futottak be”, ahol másodlagosan kis térfogatú finomszemcsés zagyárok is kialakulhattak.

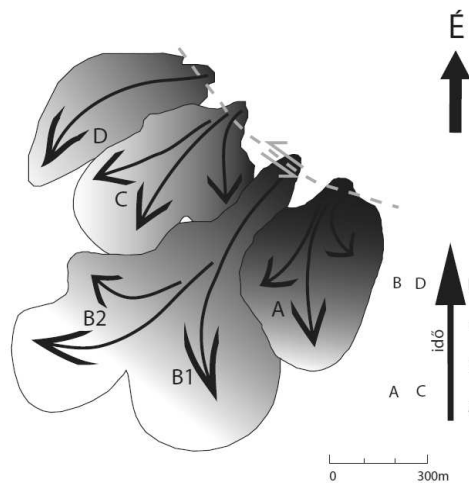
#### *Az üledékképződési környezet rekonstrukciója*

A telep alsó részén található pelitomorf bauxit valószínűleg eredeti helyzetű, s azt jelzi, hogy a gánti sekélykarszt térszint az eocénben bauxitos összetételű talajlepel borította. Szemifreatikus fáciese összhangban van a karszt sekélykarszt jellegével, s arra utal, hogy a karszttérszín közel lehetett az állandó karsztvízszinthez, elképzelhető, hogy időszakosan vízzel borított volt. A pelitomorf bauxitra települő, váltakozva konglomerátumból és pelitomorf rétegekből álló összlet *áthalmazott, allochton*, bauxitos összetételű talaj, amely térszínileg magasabban fekvő területen képződhetett (vadózus fáciesű kavicsok), s onnan, talajerózió áldozatául esve, törmelékfolyások formájában érkezett a sekély karszttérszínre. A konglomerátum rétegek közötti pelitomorf szakaszok, az időszakosan vízzel borított mélyedés vizéből kiülepedett bauxitos agyaglepelként foghatók fel. A talajerózió ilyen mérvű bekövetkezése és a törmelékfolyások arra utalnak, hogy a bauxitos összetételű, talaj jellegű málladék kialakulásához szükséges trópusi esőerdő - feltehetően klimatikus okokból - pusztulásnak indult. A fokozatosan szemi-aridra váltó klímán az időszakos heves esőzések átázathatták, s instabillá tették a korábbi, hosszantartó humid időszakban képződött, növénytakarójától megfosztott, vastag mállási takarót. Nincs kizárva, hogy a törmelékfolyások elindításában a kora-eocén töréses tevékenységgel kapcsolatos földrengések is szerepet játszottak.

Az újabb, a bauxittest alakjára és térbeli változatosságára is kiterjedő vizsgálatok szerint a gánti bauxit egy, a jelenlegi felhalmozódási helyétől ÉK-re lévő, szinszediment tektonika által kiemelt magasrögről hordódott le a mai Bagolyhegy-Meleges-Harasztos-Újfeltárás területére, ahol összeharapózó törmeléklegyezők formájában borította el a vékony pelitomorf bauxitlepellel fedett sekélykarszt egyenetlen felszínét (12.17., 12.18. ábra).



12.17. ábra. A bauxit vastagsága a gánti Bagolyhegyen



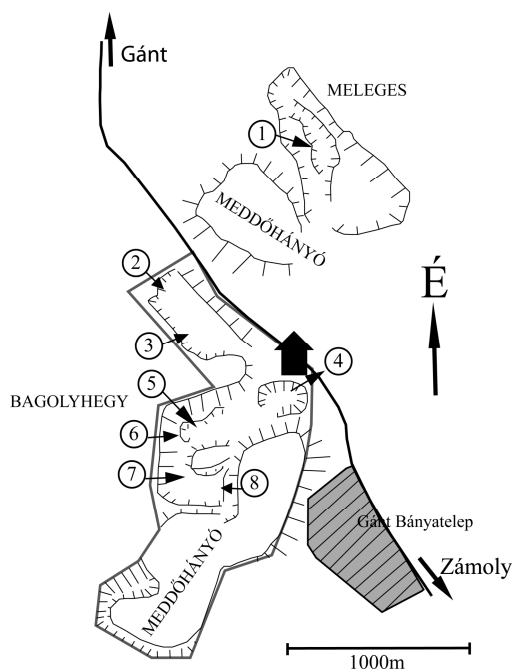
12.18. ábra. A bauxit vastagsága alapján számított szállítási irányok és lebenyek modellje

### A Gánt környéki vetődések néhány jellemvonása

A terület fő szerkezeti elemei a jelentős eltolódásos komponenssel rendelkező normálvetők és eltolódások (a feltolódások ritkák és helyi jelenségként értelmezhetőek). A bányaudvarok fő határai ezen szerkezetekkel egybeesnek, éppenséggel az alapos bányászat teszi térben láthatóvá azokat. A gánti normál/ferde vetők fő jellemvonása, hogy csapásirányban haladva nem hosszúak, hanem szétágaznak, elhalnak vagy kulisszásan egy másik vetőre lépnek. Ezen jellemvonások két nagyságrendi szinten, a bányák között és egyes bányákon belül is jelentkeznek. Ezek a jelenségek a normálvetőkre általánosan jellemzőek és nem egyedi esetek és az előzőekben ismertetésre kerültek. Gánt esetében a vetők elvetése viszonylag kicsi (<100m, leggyakrabban 10-20 m körüli), hosszuk sem nagy (< 1 km). Éppen ezért a leírt vetőfejlődés és geometria különböző stádiumait lehet tanulmányozni.

### Meleges

A Melegesi feltárás Gánttól délre, a bagolyhegyi bányászati múzeummal szemben, a Zámoly-Gánt országúttól keletre található (12.19. ábra, 1-es pont). Az országútról egy bozótos, rekultivált részen átvezető ÉNy-DK irányú keskeny földúton érhető el. Közepes méretű, ÉNy-DK irányban elnyúlt bauxitlencse volt, melyet ÉK felől magas vetőfal határol. A bauxitot szinte teljesen kitermelték belőle.



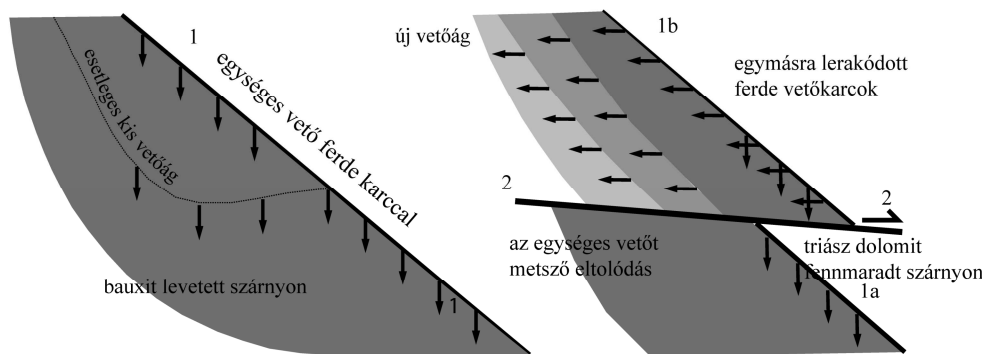
12.19. ábra. A Melegesi és Bagolyhelyi bányák térképe a megfigyelési pontokkal

Tanulmányozásra érdemes bauxit-maradvány az egykori külfejtésnek egyetlen helyén, egy 2 méter magas orr-szerűen kiugró „sziklán” maradt csak meg. Az itt feltárt bauxitkonglomerátum viszonylag vastag, meghaladja a két métert, amelyet több réteg épít föl. Az egyes rétegek mintegy 30-50 cm vastagok. A kavicsok mérete nem haladja meg az 1 cm-t, az átlagos szemcsenagyság mindössze 5 mm körüli. Több rétegben gyenge fordított gradáció figyelhető meg, amely elsősorban a nagyobb szemcséken látható, a kisebb (1 mm körüli) szemcsék egyenletesen oszlanak el a feltárás teljes magasságában.

A bauxit alól kibukkanó dolomitfekü felszínén 5 cm-vastagságot is elér az eredetileg pirites, mai állapotában hematitos "vaskéreg".

A "Meleges" külfejtést egy ÉNy-DK-i csapású fővető határolja. A fejtés északi részén az egységes vető két fő és egy kisebb ágra ágazik szét, hasonlóan egy villához. A levetett szárnyon levő vetőágnak a bauxitban, eocén fedőben haladó részét nyilván letermelték, csak a triász dolomit és bauxit határán levő szakasz látszik. A szétágazó szakaszon a vetőágak együttes elvetése megegyezik az egységes szakasz elvetésével, amit a bányaudvar azonos talpszintje bizonyít. Azonban a szétágazó ágak közül a peremibb (északnyugatibb) helyzetű nagyobb elvetésű, mint a levetett szárny felé levők.

A vetőágak felületén remekül látszanak a vetőmenti mozgást jelző vetőkarcok. Ezek általában ferdek, (sem nem vízszintesek, sem a lap dőlésirányába esők). Mivel hol északnyugat, hol délkelet felé ferdülnek, a vetőlapokon többbüttemű mozgás történt. Egyes vetőlapokon az egymást követő mozgás bizonyosságaként többirányú karcok is láthatók egymás felett, illetve amint az egyik karc a másikba mar.



12.20. ábra. A Melegesi udvar vetőgeometriájának lehetséges megoldása. Az eredetileg egységes ÉNy-DK-i csapású vetőt (1a és 1b) egy K-Ny-i eltolódás (2) elvetette, miközben új ágak is keletkeztek. A vetőszakaszok ismét mozognak, de némelyik a korábbtól eltérően.



### Újfeltárás és Harasztos

Ugyancsak érdemes megemlíteni, hogy a vetőlapok mentén limonitos-hematitos ásványkiválások jelennek meg. Ezek egy része ép, míg más részükön jól láthatók a későbbi csúszás nyomai, azaz a vetőkarcok. Ebből arra következtethetünk, hogy a vető menti mozgás több ütemben, az ásványkiválások előtt, között és után ment végbe.

A szétágazó vetőszakaszok között az összekötést egy K-Ny-i csapású vető biztosítja. Ez azt eredményezi, hogy az egységes vetőszakasz és a peremi nagyobb vetőág között átfedés alakult ki, míg az egységes szakasz és a levett oldalon levő ág között ilyen nincs. A szétágazó vetőgeometria térképi nézetét és létrejöttének egy lehetséges megoldását a 12.20. ábra mutatja.

A valószínűleg egységes, ÉNy-DK-i csapású vető kezdeti mozgása után egy K-Ny-i vetővel (jobbos eltolódással) kissé szétszaggatódott ("1a" és "1b" szakaszt a "2" vető szétdarabolta – 12.20. ábra). A felújuló mozgás során több új vetőág keletkezett, amelyeken a mozgás a kezdeti iránytól eltérő, időben változó lehetett. Így bizonyos vetőlapokon többirányú karcok keletkeztek.

Gánttól keletre 300 m-re van az újfeltárási gödör nyugati széle, itt egy 800 m széles bauxitlencsét fejtettek le, amit É-on 850 m hosszúságban követhető ÉNy-DK-i csapású törés határol. A harasztosi bányagödör az Újfeltárástól 250 m-re keletre van, ahhoz hasonló méretű NyÉNy-KDK-i csapású törés határolja északon. Ezt a vonalat 1700 m hosszúságban lehet követni, a vetőlap pedig kb. 900 m hosszan van feltárva. Gyakorlatilag ezen törésnek köszönhetően maradt meg a bauxit. Az elvetés mértéke akkora, hogy a bauxit fedője is szinte teljes vastagságban megmaradt a levetett szárnyon.

A Harasztost az Újfeltárástól elválasztó zónában a bauxit eocén fedőjét tárták fel. Itt megfigyelhető a rétegek DK-i irányba való dőlése. A Harasztos és Újfeltárás nevű külfejtések ÉK-i peremvetői kulisszás helyzetben vannak egymáshoz képest. Valószínű, hogy a Harasztos vetője ÉNy, az újfeltárás vetője DK felé csökkenő elvetésű, az átfedő szakaszon a két elvetés összege közel lehet a vetők fő elvetésének mértékéhez. Az átfedő vetők közötti átkötő hídon a dőlésirány délies. Ezen vetőhíd fejlődésének kezdeti állapotában van, valószínűleg nem metszi átkötő vetőszakasz. Így itt az eocén képződmények nincsenek annyira levetett helyzetben, mint a fővetők mentén, így a bauxit is felszínközéltben maradt.

### Bagolyhegy

A Gánt-Zámoly országúttól Ny-ra, a Bányászati Múzeum mellett található (12.19. ábra). Két összenyitott gödörre oszlik, a nagyobb délire és a jelentős részben már rekultivált északira. A déli gödör Zámoly-Gánti országút felé eső részét csaknem teljesen feltöltötték meddővel.

Az északi gödörben a bauxit ma már csak az egykori külfejtés északi falán van jól feltárva (12.19. ábra, 2-es pont). Itt a konglomerátum rétegeket sok apró, néhány cm vagy deciméter elvetési magasságú mikrovető tagolja, amelyek valószínűleg a bauxittestet a legalábbis részleges litifikációt követően

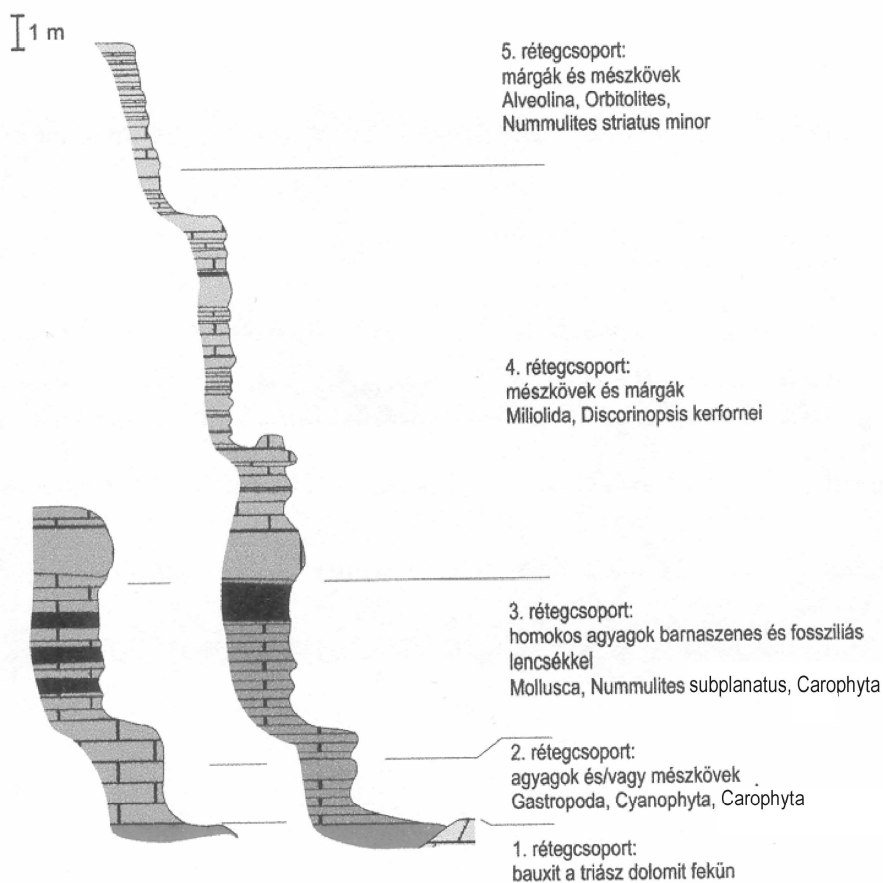
ért szerkezeti mozgások hatását rögzítik. A rétegek e törések mentén úgy mozdultak el, hogy a kavicsos rétegek viselkedtek ridegebb anyagként (elvetett kavicsok is megfigyelhetőek). A pelitomorf rétegekben az elvetések nem folytatódnak, ezek a rétegek plasztikusan deformálódtak.

Az északi falon összesen öt, részben szétseprűződő réteg látható. Eredeti üledékszerkezeti jellegeik a tektonikus hatások ellenére is szembetűnőek. A rétegek bázisán gyakoriak az átlagosnál nagyobb méretű kavicsok, s ezek helyenként még zsindelyszerkezetet is mutatnak (12.16. ábra). A durvább frakciókban gyenge fordított gradáció észlelhető.

A külfejtés Ny-i falának középső részén, meglehetősen omladékos feltárásban tanulmányozható a *bauxitfelszínre települő fedő rétegsor* (12.19. ábra, 12.21. ábra). A bauxittest legfelső része a fedő alatt 0,5-1,5 m vastagságban kifakult, ill. lila/vörös/sárga/tarkára változott. Erre az elváltozott bauxitra kb. 15-20 cm-vastag szürke Characeás mészszipa, vékonylemezes mészkő, majd felette, néhány m vastagságban, egyre több apró gastropodát tartalmazó mészmárga települ, amelyet rövid, szárazulati epizódokra utaló, vékony sötétbarna, agyagos szintek szakítanak meg. Az ősmaradványai alapján édesvízinek minősülő, s mindvégig több-kevesebb Characea maradványt is tartalmazó összetben felfelé fokozatosan megjelennek a foraminiferák: először Reusellák, majd a Miliolina félék, amelyek már sósvízi környezetet jeleznek. A külfejtés felsőbb művelési szintjein a sárgásszürke alapszínű tömör, ill. felfelé kissé gumós megjelenésű mészmárgában először Alveolinák, majd legfelül a tömegesen megjelenő Nummulitesek mutatják, hogy az édesvízi kifejlődéssel indult transzgressziós sorozat az elegyes vízi átmeneti rétegek után végül a nyílt selflagúna üledékeivel zárul.

Ősföldrajzi szempontból a gánti rétegsor szép példája a fokozatos transzgresszióknak. Ennek lépései a következők:

- Tavi elöntés (csapadék- és karsztvízzel): agyag és mészkő rakódik le (12.21. ábra, 2. rétegcsoport). Tavi-aligsós környezetet jeleznek az ősmaradványok, esetenként túlsós környezetet a geokémiai adatok.
- Parti (litorális) környezet változó sótartalommal. Az üledék nagyon sekély, néhány dm-es vízben rakódott le: charás, lignites agyag váltakozik foraminiferás tengeri üledékekkel (miliolinák, *Nummulites subplanulatus*). Gazdag vegetáció a paron, erőteljes kontinentális behatás (3. rétegcsoport).
- A tengeri környezet állandósul. Kis mélység (néhány méter), csökkentsósvízi (reussellás) és túlsósvízi (miliolideás) epizódok (4. rétegcsoport). Valószínűleg lagúnát látunk, melyet valamilyen — nem teljesen folytonos — szegély szigetek vagy turzások szigeteltek el a tengertől.
- Normál tengeri sótartalom, karbonátos üledékképződés (*Nummulites striatus minor*)



12.21. ábra. A gánti bauxitlep fedő-rétegsora és jellemző ősmaradványai (Bignot et al. 1985 alapján).

A bagolyhegyi szelvényben (12.21. ábra) található meg a fedő sorozat legfontosabb ősmaradvány csoportjai is.

*Foraminifera*: Közvetlenül a bauxitfedő rétegben (2. rétegcsoport) már előfordulnak miliolinák. A molluszkás márga (3. rétegcsoport) homok- és homokkő betelepülései *Alveolina*, *Halkyardia minima* és *Nummulites subplanulatus* nagyforaminiferákat tartalmaz. A 4. rétegcsoport aljától kezdve bőségesen fordulnak elő benthosz kisforaminiferák. Különösen gyakoriak az agglutinált fajok (*Valvulina* cf. *triedra* és *Discorinopsis kerfornei*). Kisméretű üvegvázú foraminiferák valamennyi rétegcsoportban előfordulnak. A *Reussella* genus helyenként felszaporodik. Az 5. rétegcsoport változatos foraminifera-faunát tartalmaz; az eddig említetteken kívül *Makarskiana trochoides*, *Orbitolites* sp., fusiform

alveolinák és *Nummulites striatus minor* jelenik meg.

*Mollusca*: A 2. rétegcsoport a *Brotia distincta* (Zitt.) és más tavi csigafajok számos példányát tartalmazza. A 3. rétegcsoportból homokos és szenes márgájából az alábbi csökkentsósvízi molluszkafauna került el, amely hasonlít a Párizsi-medence felső auvers-i és marines-i rétegeiéhez.

*Ostracoda*: Meglehetősen gyakori és változatos társaság. Monostori (1975) 19 fajt és alfajt írt le Gántról. Az együttesek nagy változékonysága a sekély vízi, gyorsan változó környezet következménye. Ostracodák szempontjából az egész gánti rétegsor egyetlen biozónába („*Echinocythereis*” *dadayana*—*Hermanites gantensis* zóna) tartozik. A 3. rétegcsoportban öskörnyezeti szempontból két együttes különíthető el.

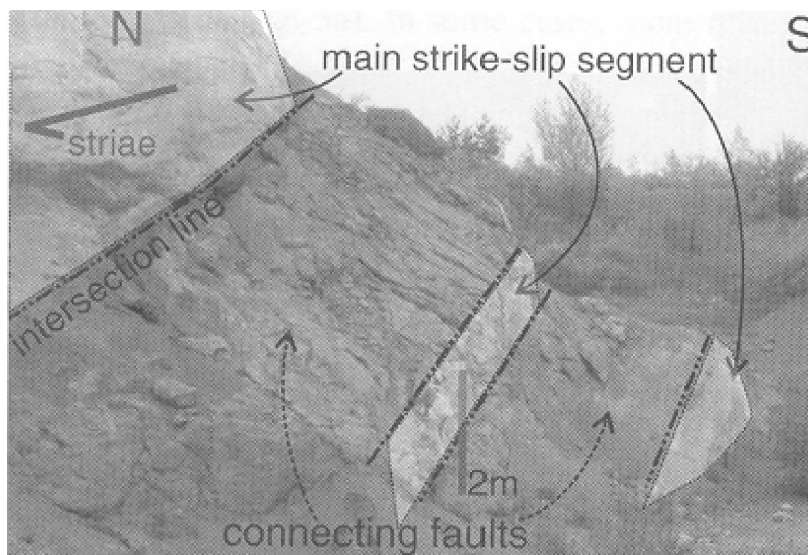
*Mészalgák*: A 2. rétegcsoport mészkő padjai sztromatolitos és onkoidos mikrofáciesűek. Ezeket a recens *Rivularia* kékalgákhoz hasonló, párnaszerű formákat létrehozó szervezetek alkotják. Ezek az algák — a Chara-félékkel egyetemben — a bezáró mészkő tavi eredetét bizonyítják. A 3. rétegcsoport számos Charophytát (csillárkafélét) tartalmaz.

A gánti rétegsor valamennyi fent említett őslénytani adata a középső-eocén legvégére utal. A vizsgált képződmények ily módon fiatalabbak, mint a lutéciai emelet sztratotípusa; többé-kevésbé megfelelnek a Párizsi-medence marines-i emeletének, ill. a 1bartoni"-nak. A korrelációs táblázatok alapján ez P 12—14 plankton foraminifera zónának, ill. a NP 16—17 nannoplakton zónának felel meg. Magyarország eocén rétegtanában ez megfelel a Kecskeméti-féle *Nummulites perforatus*- és *Nummulites millicaput*-szinteknek.

A *Bányászati Múzeum alatti* meredek szakaszon egy *vetőrendszer* húzódik (12.19. ábra, 4-es pont, 12.23. ábra). Jórészt rövid (< 50m) közel párhuzamos K-Ny-i szegmensekből áll, amelyek kulisszásan helyezkednek el. A vetőlapokon a karcok, barázdák eltolódásosak (jobbosak), illetve ferdek (normál-jobbosak).

A szegmensek közötti átlépési zónát 1-5 m hosszban rövid vetők alkotják (12.22. ábra). Ezen zónák mentén a kőzet erősen töredezett, repedezett, breccsás, a tömbök, klaszterek közeit szürke vagy vörös bauxitos agyag, bauxit, kalcit tölti ki. A vetőlapokon a karc jórészt normál, illetve párhuzamos a fő vetőszakaszok és átlépők közötti metszésvonallal.

A kulisszás vetők és átlépő szegmensek a vetőfejlődés azon szakaszát mutatják, amikor az egyedi, kissé átfedő szakaszok között a deformáció átadását nem csak az (átlépési) híd hajlása biztosítja, hanem kialakul egy összekötő vető is (12.7. ábra, 3.-4. szakasz). Azonban a gánti átlépési hidak különböznek az összes, a világban eddig leírt hasonló jelenségtől. Itt ugyanis az átlépési hidak nem normálvetők, hanem eltolódások között jelennek meg. Így a deformációk (átkötő vetők) egyike sem elégséges a mozgás folytatásához, egyszerű, meredek normálvetők nem biztosítanak elég tágulást ahhoz, hogy az eltolódás mértékével az lépést tudna tartani. Ezért az átkötő szakaszon több lapos vető is kialakul és a híd nem csak vetővel, hanem tágulások hasadékokkal, breccsásodással is növeli hosszát.



12.22. ábra. Kulisszás, szinte függőleges jobbos eltolódások és a közöttük megjelenő, 2-3 m hosszú átkötő vetők. Ezek lapos dőlésűek, és a vetőlapok mentén a kőzet erősen töredezett (Fodor 2007).

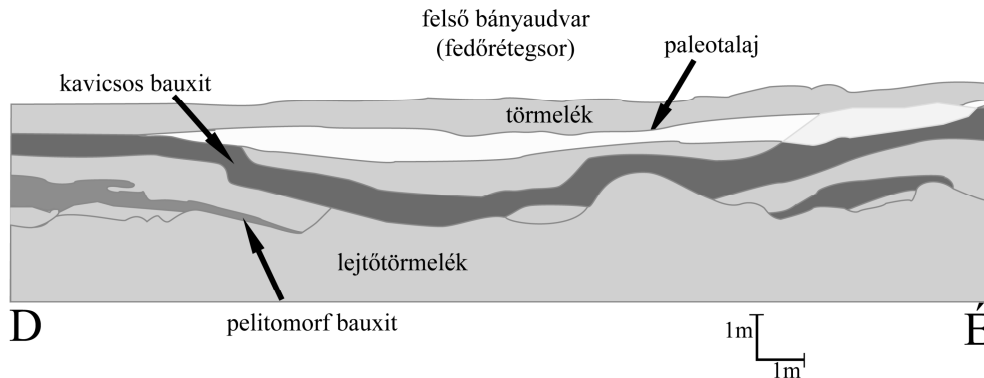
A vetőket jellemző feszültségtér számítása azt jelzi, hogy a feszültségtér nem volt homogén, a vetők végén, illetve főleg az átkötésnél helyileg eltérő irányú volt.

Ezen Múzeum-vető elvetése NY felé csökken, kulisszásan, több lépésben egy ÉNy-DK-i csapású vetőre lép át, amely DNy-ról határolja az északi udvart. Az átlépés zónájában a bauxitfedő édesvízi mészmárga dőlése elég jelentős. Vagyis itt is egy erősen kibillent átkötő híd alakult ki. Az átkötést itt is egy kis keresztvető teszi teljessé, de ez és egyéb társult vetők kevésbé látszanak.

A 5. számú állásponton az északi gödörben megismert *közvetlen fedősorozat* legalsó, Characeás része, valamint az *alatta települő elváltozott bauxit* vizsgálható. Ebben a gödörben egyébként a fedősorozat kifejlődése némileg eltér attól, mint amit az É-i gödörben lehet látni. Itt a magasabb fedőben többször ismétlődő kőszenes agyag, agyagos kőszén sávok jelzik, hogy az É-i gödörben megfigyelt tavi -elegyesvízi- tengeri átmenet helyett itt tavi-elegyesvízi-mocsári eseménysor előzte meg a véglegesen tengeri környezet kialakulását. A viszonylag kis távolságon belül észlelhető lényeges fácieskülönbség itt is, mint mindenütt a transzgressziót megelőzően kialakult térszín tagoltságára, egyenetlenségére vezethető vissza. Ebben az esetben az egyenetlenség egyfelől a karsztosodásnak, másfelől esetleg a lefedődéssel egyidejű szerkezeti mozgásoknak volt köszönhető.

A *bauxit* üledékes jellegei három helyen láthatóak a legjobban. Ezek közül az egyik (12.19. ábra, 6 pont) a bányagödör alapszintjének közepén egy É-D-i tájolású, kelet felé nyitott, téglalap alaprajzú mélyedés. Ennek K felé néző

falán durva konglomerátumból álló, ívelt, csatornaszerű szerkezet látható, eróziós bázissal (12.23. ábra). A rétegek talpán gyenge fordított gradáció észlelhető, az anyag többi része kaotikus, rendezetlen, zömmel mátrixvázú kavics-konglomerátum.



12.23. ábra. Csatornaszerű képződmény áthalmazott bauxitban, paleotalaj nyomokkal. Bagoly-hegy, déli udvar, 6. pont.

Ugyanebben a mélyedésben kitűnően tanulmányozhatóak a bauxittest tetején kialakult *paleotalaj* jellegzetességei: a közel függőleges fakó foltok közül a *talajosodással*, ill. az *eltemetődési glejjesedéssel* azok hozhatók összefüggésbe, amelyek nem a bauxittestet átszelő utólagos repedések/litoklázisok mentén futnak, hanem véletlenszerű irányítottsággal, az üledéket egykor átjárt gyökércsatornák mentén alakultak ki. A litoklázisok mentén bekövetkezett elfakulás ezeknél jóval fiatalabb, késői diagenetikus hatás eredménye, s valószínűleg a szenes fedőből leszivárgó redukzív oldatokkal kapcsolatos.

A feltárás D-i falát lezáró nagy K-Ny csapású, vetővel szemben állva kitűnően tanulmányozható a bauxittlep alatti karsztfelszín lefutása (12.19. ábra, 7-es pont.). Jól látható, hogy az aljzatot tagoló karsztformák amplitudója általában nem nagyobb, mint 2 m („sekélykarszt”).

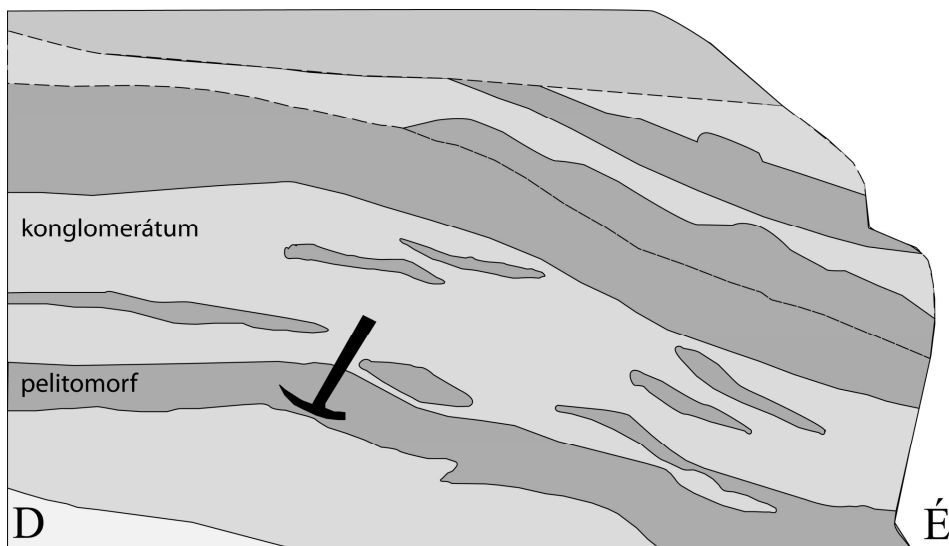
A déli udvar déli peremén egy íj alakú vető húzódik. A 300 m hosszban, remekül feltárt vetőlapon jobbos-normál vetőkarcok, sőt vetővályúk jelennek meg. Ezen jelleget a számos Riedel segédsík, húzásos félhold, illetve vetőbreccsa mutatja. A vetőlap mentén néhány centiméter széles, cementált vetőbreccsa jelenik meg, amely mögött oldásos üregek alakultak ki. (vagyis a vetődés után, a vető mentén oldatok cirkuláltak).

Az íj alakú vető két végpontját, mintegy a "húrja" mentén vetődés köti össze. A húr egyenes, közel függőleges és eltolódásos jellegű. A feszültségtér-számítások azt mutatják, hogy az ív és a húr szakasz együtt nem mozoghatott. A mozgások relatív sorrendje nem állapítható meg.

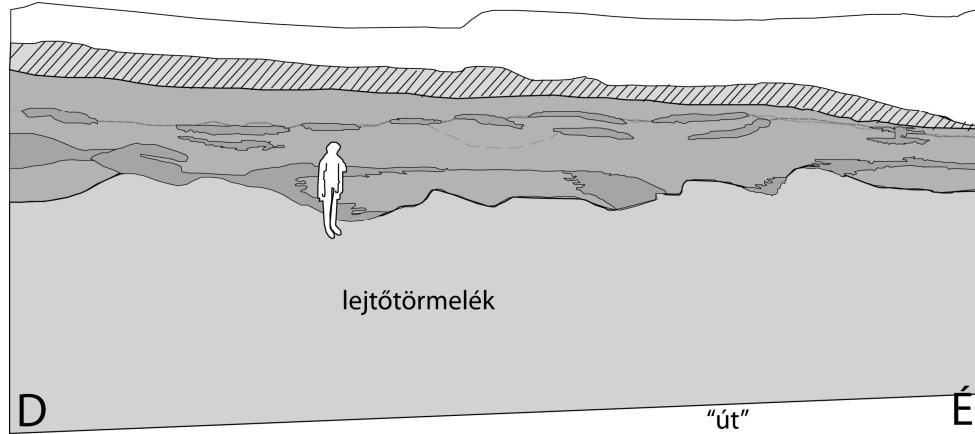
A feltárásnak ezen a részén kitűnően megfigyelhetőek itt a bauxittest alatti „vaskéreg” pirit pszeudomorfózái. Az a tény, hogy a pirites kéreg a fő vetősík

mentén található kisebb röglépcsőket is beborítja, egyértelműen arra utal, hogy a vető menti mozgás vagy már a bauxit-felhalmozódással vagy a bauxit korai diagenezisével egy időben megindult, s a jelenlegi geometriai helyzetből következtethető eocén utáni kor csak az utolsó (bár valószínűleg legjelentősebb) mozgás időpontját rögzíti.

A vetőfal tetejével egy szintben lévő művelési lépcsőn a bauxit 20-30 cm vastagságú rétegekre tagolódik. E rétegek több helyen is szinszediment deformáció nyomait őrzik: (a) lejtős térszínen északias irányba történt mozgásról tanúskodó redőket, (b) ívelt csúszási lap mentén kaotikusan deformált rétegeket, valamint (c) a vetőfal irányába lehajló rétegcsoportot lehet észlelni (12.24. ábra). A pirites vaskéreg fent részletezett kifejlődésével összhangban ezek az üledékjellegek arra utalnak, hogy a vetőmenti mozgás vagy már a bauxit-felhalmozódás idején, vagy azt követően, de még a végleges kőzetté válás előtt megindulhatott.



12.24. ábra. Lehajlott rétegek a bagolyhegyi déli bányaudvar déli peremvetője fölött. A deformáció plasztikus jellege alapján az a kőzetté válás előtt történhetett.



12.25. ábra. A Bagolyhegy déli bányaudvar 8-as pontjának szelvénye.

A külfejtés D-i oldalán végigfutó Ny-K-i ösvény mentén (8-as pont a 12.19. ábrán) kb. 45 m hosszúságban, 4-5 m magas falban további üledékjellegek tanulmányozhatók (12.25. ábra). A konglomerátumrétegek vastagsága itt jelentősen csökken, szerkezetük összetett: a pelitomorf rétegek közé kisebb-nagyobb kavicsos lencsék ékelődnek, egy helyütt ujjszerű összefogazódás látható. A felület alapján becsülhető háromdimenziós kép valószínűleg kisebb csatornakitöltésekből ill. "buckákból" áll.



## Irodalom

- Bárdossy Gy. 1961: A magyar bauxit geokémiai vizsgálata. Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa. Műszaki Kiadó, Budapest, 233 pp.
- Bárdossy Gy. 1977: Karsztbauxitok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 413 pp.
- Bárdossy Gy. 1982: Karst bauxites. Elsevier/Akadémiai Kiadó, 441 pp.
- Bignot, G., Blondeau, A., Guernet, C., Perreau, M., Poignant, A., Renard, M., Riveline, J., Dudich, E., Gruas, C., Kázmér, M. & Kopek, G. 1985: Age and characteristics of the Eocene transgression at Gánt (Vértes Mts., Transdanubia, Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* 28/1—2, 29—48, 3 figs., 1 t., 4 pls., Budapest.
- Bonte, A. 1969: Mise en place et évolution des bauxites sur mur calcaire. *MÁFI Évkönyve*, 54, pp. 29-50.
- Budai T., Fodor L. (szerk.) 2008: A Vértes hegység földtana. Magyarország tájegységi térképsorozata. Magyarázó a Vértes hegység földtani térképéhez (1:50 000). MÁFI, Budapest, 368 p.
- Collinson, J. D. 1986: Alluvial sediments. In: Reading, H.G. (ed.) *Sedimentary environments and facies*. Blackwell, pp.20-62.
- Csontos L. 1998: Szerkezeti földtan. Egyetemi jegyzet, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 208 p.
- D'Argenio, B., Mindszenty A. 1995: Bauxites and related paleokarst: tectonic and climatic event markers and regional unconformities. *Eclogae Geol. Helveticae* 88/3, 453-499.
- Dunkl I. 1992: Origin of the Eocene-covered karst bauxites of the Transdanubian Central Range of Hungary: evidence from early Eocene volcanism. *European Journal Miner.* 4, 581-595.
- Fodor L. I. 2007: Segment linkage and the state of stress in transtensional transfer zones: field examples from the Pannonian Basin. In: Cunningham, W. D. & Mann, P. (eds.): *Tectonics of Strike-Slip Restraining and Releasing bends*. Geol. Soc., London, Spec. Publ. 2090, 417-431.
- Gedeon T. 1931: A pizolitos bauxitok keletkezése. *Földtani Közlöny* 61, 95-102.
- Germán-Heins, J. 1994: Iron-rich encrustation on the footwall of the Gánt bauxite (Vértes Hills, Hungary) – evidence for preservation of organic matter under exceptional conditions. *Sedimentary Geology* 94, 73-83.
- Gidai L. és társai 1969: Eocén Rétegtani Kollokvium, Budapest. Kirándulásvezető. A Dunántúli-középhegység eocénje. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 81 p.
- Harding, T. P. 1974: Petroleum trap associated with wrench faults. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.* 60, 365-378.
- Komlóssy Gy. 1968: Contribution a la connaissance de la genese des bauxites hongroises. *Acta Geol. Acad. Hung.* 11, 477-489.
- Kovács J., Nemes V., Őrsi A. 1976: Bauxitbányászat Fejér megyében 1926-1976. Fejér megyei Bauxitbányák Vállalat, 202 p.
- Lowe, D. R. 1982: Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density currents. *J. Sedimentary Geology* 52, 279-297.
- Mindszenty A., Szöts A., Horváth A. 1989: Karstbauxites in the Transdanubian Midmontains. X<sup>th</sup> IAS Meeting, Excursion Guidebook, pp.11-48.
- Monostori M. 1975: Ostracode fauna from the Eocene of Gánt (Transdanubian Central Mountains, Hungary). *Annales Univ. Sci. Budapestensis R. Eötvös, Sect. Geol.* 19, 75-124.
- Nagymarosy A., Báldi-Beke M. 1988: The position of the Paleogene formations of Hungary in the standard nannoplankton zonation. *Ann. Univ. Sci. Budapestensis R. Eötvös, Sect. Geol.* 28, 3-25.
- Nemec, W. Steel, R.J. 1984: Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In: Koster, E. H., Steel, R. J.

- (eds.): Sedimentology of Gravels and Conglomerates. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 10, 1-31.
- Papp K. 1897: A főnai eocæn medence a Vértesben. Földtani Közlöny 27, 417-448.
- Peacock, D.C.P., Sanderson, D.J. 1994: Geometry and development of relay ramps in normal fault systems. AAPG Bull. 78, 147-165.
- Takahashi, T. 1991: Debris flow. IAHR Monograph series. A.A.Balkema, Rotterdam. 165 p.
- Tchalenko, J. S. 1970: Similarities between shear zones of different magnitudes. Geol. Soc. America Bulletin 81, 1625-1640.
- Telegdi Roth K. 1923: Paleogén képződmények elterjedése a Dunántúli középhegység északi részében. Földtani Közlöny 53, 5-14.
- Strausz L. 1962: A gánti eocén fauna ökológiai viszonyai. Földtani Közlöny 92, 308-318.
- Strausz L. 1964: Caecum (Prolongicaecum) prolongatum n. sg. n. sp. (Gastropoda) a Gánt környéki eocénből. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1961-ről, II, 259-262.
- Szantner F., Knauer J., Mindszenty A. 1986: Bauxitprognózis. Akadémiai Kiadó, Veszprém, 472 pp.
- Szentes F., Böjtös-Varrók K. 1965: Magyarország 1:200 000-es földtani térképe, Tatabánya. Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa.
- Szintai M., Böröczky T., Gellai M. 1991: A dunántúli középhegységi eocén bauxitlepek közettrétegtani szempontú rendszerezése. Kézirat, Geoprospect Kft. Adattár.
- Szóts E. 1938: A móri Antalhegy óharmadkori képződményei. A Földtani Szemle melléklete, 42 p.
- Szóts E. 1953: Magyarország eocén puhatestűi. I. Gántkörnyéki eocén puhatestűek. Geologica Hungarica series Palaeontologica 22, 270 p.
- Szóts E. 1956: Magyarország eocén (paleogén) képződményei. Geologica Hungarica series Geologica 9, 320 p.
- Sztrahov, N. M. 1960: Osznovü teorii litogeneza I-II., Izd. Ak. Nauk., Moszkva.
- Taeger H. 1909: A Vérteshegység földtani viszonyai. Magyar Királyi Földtani Intézet évkönyve 17, 1-256.
- Vadász E. 1946: A magyar bauxitelőfordulások földtani alkata. Magyar Állami Földtani Intézet évkönyve 37/2, 173-286.
- Véghné Neubrandt E. 1960: A Gerecsehegység felsőtriász képződményeinek üledékföldtani vizsgálata. Geologica Hungarica 130.
- Vitális I. 1939: Magyarország szénelőfordulásai. Sopron, 399 p.
- Wenz W. 1929: Gastropoda extramarina tertiaria. Fossilium Catalogus 9, 2503-2886.

# Geológiai kirándulások Magyarország közepén

Szerkesztette

PALOTAI MÁRTON



Hantken Kiadó  
Budapest  
2010