KARSZTFEJLŐDÉS III.
Szombathely, 1999. pp. 93-118.

KÖZÉPSŐ TRIÁSZ, 235 MILLIÓ ÉVES PALEODOLINA A BALATONFELVIDÉKEN (LITÉR, HAJMÁSKÉR)

KORPÁS LÁSZLÓ

Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

Abstract: The development of the Middle Triassic dolomite ramp was interrupted by four karst phases between 239 and 230 Ma. The evolution of the three early and superimposed paleokarst levels, formed in a shallowing upward environment was stopped by sea-level rise at 234 Ma, resulting in the shallow burial of the karst system The karstification was governed by global and regional sea-level falls and the development of the mainly marine karst system was interrupted only once, about 237 Ma by slight vadose phases. Morphological dissection of the flat littoral karst plain started at 237 Ma and reached its maximum about 235 Ma. Corresponding karst morphological units are: the paleokarstic pockets or bolsons of the Hajmáskér quarry and the paleodoline of the Litér quarry. This morphological dissection coincided in time with the disintegration of the Megyehegy dolomite ramp, with the opening of the Felsőörs basin and with the volcanic activity, generated by extension. The mainly microvuggy and mouldic porosity and the insignificant cave and fracture porosity indicate a small hydraulic head, reaching its maximum at 235 Ma. The evolution of the karst system was controlled by an extension of NW-SE. Initial bauxitisation was detected in the volcanomictic paleosols.

1. Bevezetés

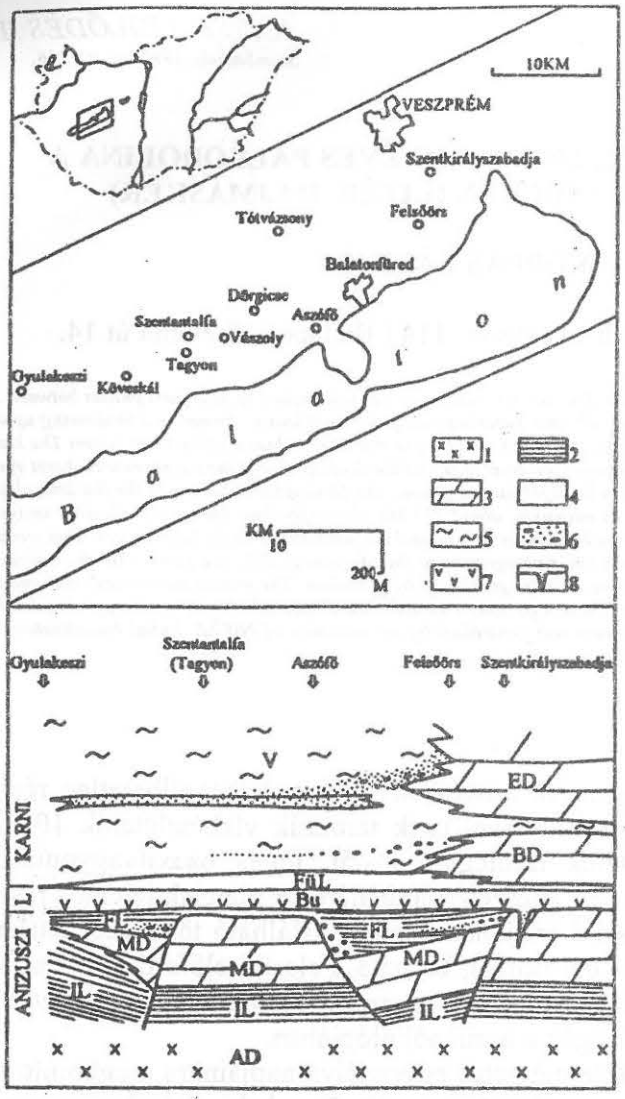
A hazai karsztrendszerek a nemzeti vagyon felbecsülhetetlen részei. Természeti potenciáljuk óriási, mivel ezek tározzák vízkészleteink 10%-át, reménybeli kőolajkészleteink mintegy 30%-át, teljes bauxitvagyonunkat, mészkő és dolomitkészleteink egészét, mangánérc készleteink jelentős részét.

Rendkívüli természeti értékük a bennük található több ezer barlang, azok ásványai, fosszilis és élő flórája, faunája. Felszíni előfordulásainak különleges a szerepe a tájformálásban és a rajtuk kialakult élővilág létében. Egyre növekszik a jelentőségük a humánökológiában.

E karsztrendszerek természetes egyensúlya napjainkra megbomlott és állapotuk egyes régiókban már kritikussá vált. Ennek kiváltó okai az elmúlt évtizedek túlzott és egyoldalú, elsősorban ipari igénybevétele, valamint a fokozott ütemű urbanizáció.

Ez a természeti potenciál és annak nagyfokú veszélyeztetettsége volt a meghatározó eleme a Magyar Állami Földtani Intézet által 1989-ben indított országos kutatási projektnek, amelynek célja a hazai paleokarszt rendszerek szisztematikus vizsgálata.

Jelen publikáció egyike azoknak a genetikai esettanulmányoknak, amelyeknek célja a hazai karszt rendszerek védelmének elősegítése.



1. ábra: A balatonfelvidéki középső triász formációk rétegoszlopa (BUDAI et al. 1993)

Jelmagyarázat: 1. Sabkha, 2. Zárt, időszakosan anoxikus medence, 3. Karbonát platform, 4. Nyílt self medence, 5. Intraself medence törmelékes üledékekkel, 6. Allodapikus törmelékes üledékek, 7. Piroklasztikumok, 8. Neptuni telérek, Aniszuszi: AD-Aszófői Dolomit, IL-Iszkahegyi Mészkő, MD-Megyehegyi Dolomit és Tagyoni Mészkő, FL-Felsőörsi Mészkő, Ladini: BU-Buchensteini Formáció, Karni: FÜL-Füredi Mészkő, V-Veszprémi Márga, BD-Budaörsi Dolomit, E-Edericsi Dolomit.

Fig. 1. Stratigraphic chart of the Middle Triassic, Balaton Highland. (BUDAI, T. et al. 1993)

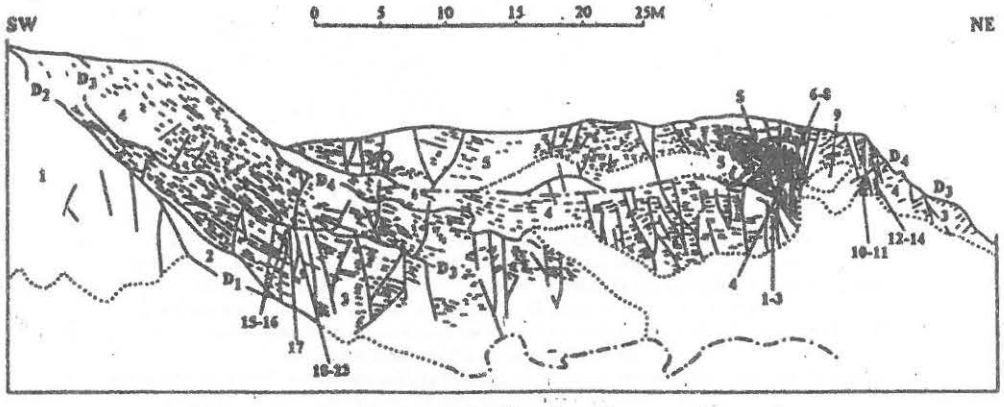
Legend: 1. Sabkha, 2. Restricted (periodically anoxic) basin, 3. Carbonate platform, 4. Open shelf basin, 5. Intrashelf basin with terrigenous clastics, 6. Allodapic clastics, 7. Pyroclastics, 8. Neptunian dyke, Anisian: AD-Aszófő Dolomite, IL-Iszkahegy Limestone, MD-Megyehegy Dolomite+Tagyon Limestone, FL-Felsőörs Limestone, Ladinian: BU-Buchenstein Formation, Carnian: FÜL-Füred Limestone, V-Veszprém Marl, BD-Budaörs Dolomite, E-Ederics Dolomite.

2. Földtani felépítés

A litéri és a hajmáskéri kőfejtő Megyehegyi Dolomitjából vizsgált paleokarszt szelvények földtani helyzetét *SZABÓ I. - RAVASZ CS.* (1970), *BUDAI T.* (1992), *BUDAI T.-VÖRÖS A.* (1992,1993), *BUDAI T. et al.* (1993), *KORPÁS L.-DUDKO* A. (1993), *HAAS J. et al.* (1993) és *KORPÁS L.* (1998) munkái alapján vázoljuk (*1. ábra*).

2.1. Megyehegyi Dolomit

A formációt világosszürke, sárgásszürke, helyenként ibolyás árnyalatú, vastagpados-tömeges, gyengén-közepesen rétegzett dolomit építi fel. Az erősen átkristályosodott, cukorszövetű, kőzet dolopátitból áll, amelyet szórványosan onkoidos, ooidos betelepülések tagolnak. A feküjében települő Iszkahegyi Mészkőből fokozatosan, sötétszürke bitumenes dolomit rétegekkel fejlődik ki, míg változatos fedőjéhez (Buchensteini Formáció, Tagyoni Mészkő, Felsőörsi Mészkő) vezető átmenete lemezes dolomit, dolomitos



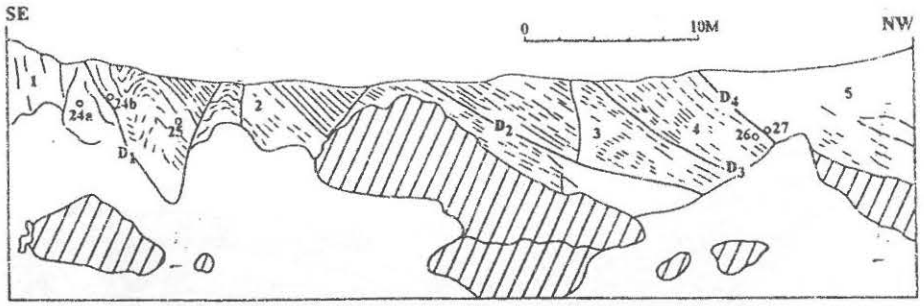
2. ábra: Eltemetett paleodolina a litéri kőfejtőben (1. sz. paleokarszt szelvény)
Jelmagyarázat: 1. Megyehegyi Dolomit (tömeges), 2. Dolomithomok nyelv (fanglomerátum), 3-4. Megyehegyi Dolomit paleotalaj szintekkel, 5. Berekhegyi Mészkő, D=Diszkontinuitási felszín, o1 Mintavételi hely, • Protrachyceras lelőhely.
Fig. 2. Buried paleodoline in the Litér quarry (Paleokarst profile No. 1.)
Legend: 1. Megyehegy Dolomite, massive, 2. Fanglomerate-tongue of dolomitesand, 3-4. Megyehegy Dolomite with paleosol layers, 5)Berekhegy Limestone, D=Discontinuity surface, o1 Site of sampling, • Occurrence of Protrachyceras.

mészkő kifejlődésben szintén fokozatos.

A formáció kőzetei ősmaradványokban szegények, szórványosan foraminiferákat, zöldalgákat, elvétve crinoidea vázelemeket, illetve brachiopodákat tartalmaznak. Vastagsága néhány 10 méter - 280 méter közötti, a vizsgált litéri és hajmáskéri szelvényekben mintegy 250 méter. Fáciese sekélytengeri karbonát platform, túlsós lagúna, kora középső-felső anizuszi (pelsói-illir).

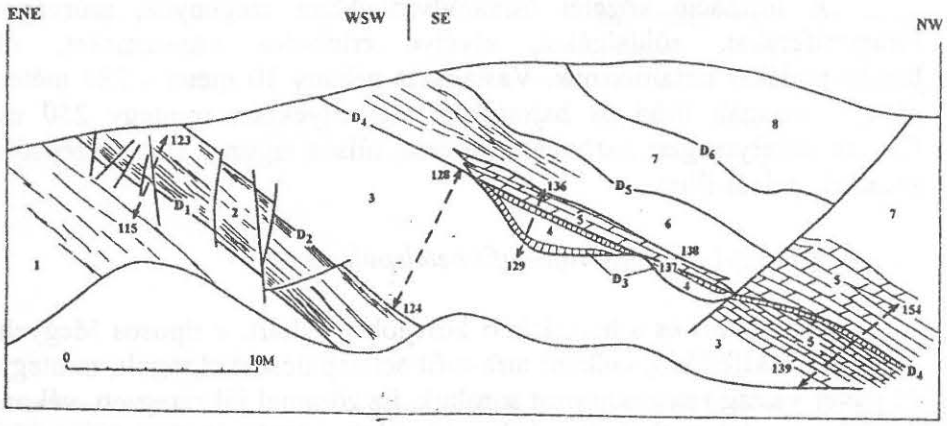
2.2. Megyehegyi Dolomit, tufa-tufit betelepülésekkel

Ide a litéri és a hajmáskéri kőfejtőben feltárt, a típusos Megyehegyi Dolomitból kifejlődő, vulkáni tufa-tufit betelepülésekkel tagolt, mintegy 20-25 méter vastag rétegcsoportot soroltuk. Ez zömmel jól rétegzett, vékonypados-lemezes dolomitból áll, s helyenként dolomitmárgát, dolomitos mészkövet tartalmaz. Anyaga szürke, vöröses szürke, sárgás-ibolyás árnyalatú, főleg vékonypados-lemezes, alárendeltebben rétegzetlen, tömeges dolomit, amit lila, bentonitos és kaolinites agyagrétegek (=paleotalajok) tagolnak. Ezek vastagsága a néhány mm-es agyagfilmeken át, néhány centiméter-deciméter lehet, azonban mindkét bánya szelvényében egy-egy 100 centiméter vastag, kristály- és portufa réteg is megfigyelhető. A lemezes dolomitmárgás, dolomitos mészkő betelepülések a rétegcsoport felső részén mutatkoznak. Jellemző-



3. ábra: Szubaerikus diszkontinuitási felszínekkel tagolt dolomitplatform-pelágikus medence-dolomitplatform átmenete a litéri kőfejtőben (2. sz. paleokarszt szelvény)
Jelmagyarázat: 1. Megyehegyi Dolomit (tömeges), 2. Berekhegyi Mészkő, 3-4. Dolomit paleotalaj szintekkel, 5. Tömeges dolomit, D=Diszkontinuitási felszín, o27 Mintavételi hely.
Fig. 3. Transition of dolomite platform-pelagic inlet-dolomite platform with subaerial discontinuity surfaces in the Litér quarry (Paleokarst profile No. 2.)
Legend: 1. Megyehegy Dolomite, massive. 2. Berekhegy Limestone. 3-4. Dolomite with paleosol layers, 5. Massive dolomite, D=Discontinuity surface, o27)Site of sampling.

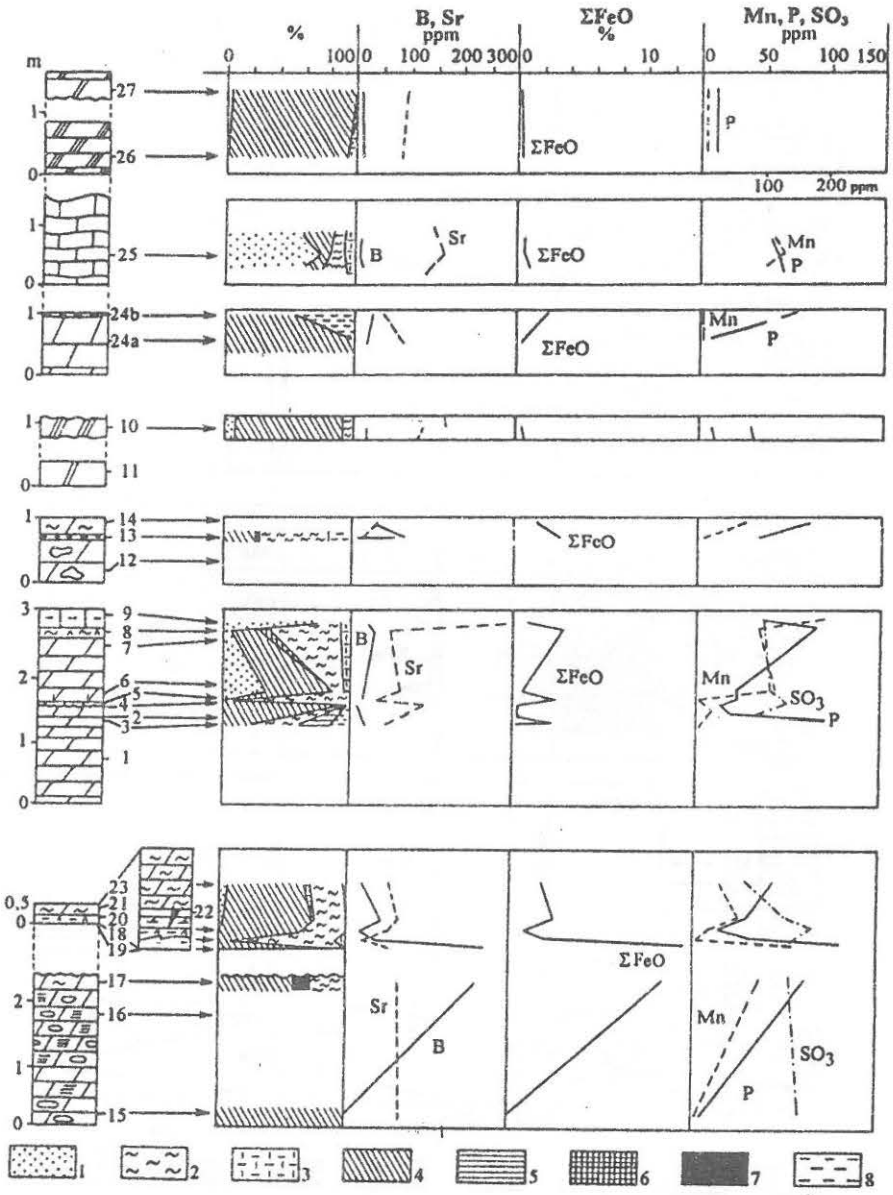
ek az éles réteghatárok, a helyenkénti sztilolitos felszínek, továbbá a foltos, elmosódó színhatárú, finomkristályos (dolopátit) típusok. Ritkán dolomittörmelékes, illetve száradási repedésekkel tagolt szintek is megfigyelhetők. Ezek a kőzettípusok ősmaradványokban szegények. A dolomitos rétegekben szórványosan váztöredékek (echinoidea, alga, ostracoda, molluszka héjtöredék) észlelhetők. A litéri kőfejtő alsó szintje szelvényének 100 centiméteres tufit padjából a rétegzéssel párhuzamos helyzetű, ép ammonitesz kőbelek



4. ábra: Paleokarsztos zseb bauxitnyomokkal a hajmáskéri kőfejtőben
Jelmagyarázat: 1. Tömeges dolomit, 2. Lemezes dolomit paleotalaj szintekkel, 3. Tömeges dolomit, 4. Paleokarsztos zseb dolomittal és paleotalajjal, 5. Lemezes dolomit, 6. Tömeges dolomit paleotalaj szintekkel, 7. Tömeges dolomit, 8. Breccsás dolomit, D=Diszkontinuitási felszín, 115-123 Mintavételi hely.
Fig. 4. Paleokarstic pocket with traces of bauxite in the Hajmáskér quarry
Legend: 1. Massive dolomite, 2. Laminated dolomite with paleosol layers, 3. Massive dolomite, 4. Paleokarstic pocket infilled by dolomite and paleosol, 5. Laminated dolomite, 6. Massive dolomite with paleosol layers, 7. Massive dolomite, 8. Brecciated dolomite, D=Discontinuity surface, 115-123 Site of sampling.

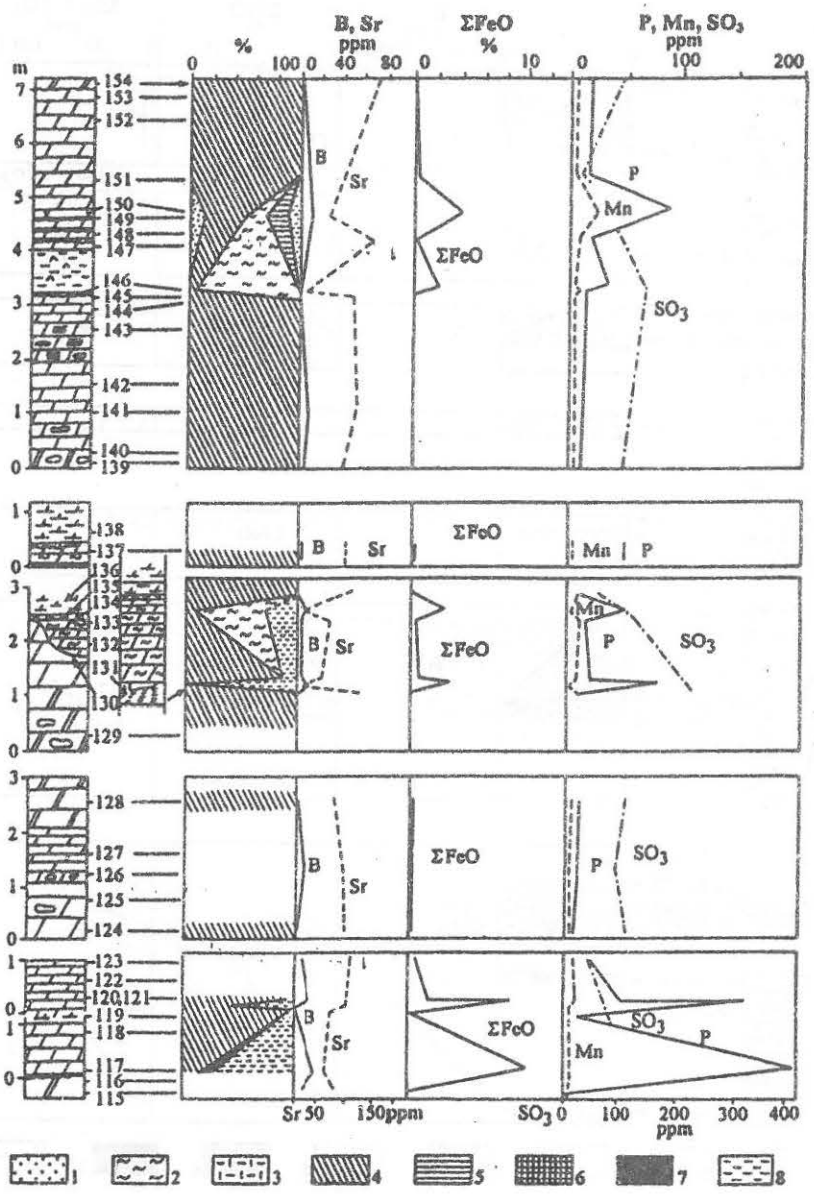
(Parakellnerites sp. det. Szabó I.) kerültek elő.

A tárgyalt rétegcsoport fáciese: karbonát platformon belüli, árapályövi, belső lagúna, amelynek fejlődését legalább egy - magasabb vízszintet jelző - pelágikus esemény szakította meg. Kora felső anizuszi (illir).



5. ábra: A litéri kőfejtő paleokarszt szelvényei
Jelmagyyarázat: 1. Kalcit, 2. Montmorillonit, 3. Kvarc, 4. Dolomit, 5. Illit, 6. Földpát, 7. Alumogoethit, 8. Kaolinit.
Fig. 5. Paleokarst profiles of the Litér quarry
Legend: 1. Calcite, 2. Montmorillonite, 3. Quartz, 4. Dolomite, 5. Illite, 6. Feldspar, 7. Alumogoethite, 8. Kaolinite.

A továbbiakban a litéri és a hajmáskéri kőfejtőkben felvett szelvényeink (*2-6. ábra*) alapján a két formáció szedimentológiai és korai diagenetikus bé-



6. ábra: A hajmáskéri kőfejtő paleokarszt szelvénye
Jelmagyarázat: 1. Kalcit, 2. Montmorillonit, 3. Kvarc, 4. Dolomit, 5. Illit, 6. Földpát, 7. Alumogoethit, 8. Kaolinit.
Fig. 6. Paleokarst profile of the Hajmáskér quarry
Legend: 1. Calcite, 2. Montmorillonite, 3. Quartz, 4. Dolomite, 5. Illite, 6. Feldspar, 7. Alumogoethite, 8. Kaolinite.

lyegeit, megfigyelt paleokarszt jelenségeit, valamint tektonikai stílusát jellemezzük.

A szedimentológiai és korai diagenetikus bélyegek sorából kiemeljük a pados, vékonypados-lemezes rétegzési típusokat. A réteglapok alsó határfelülete rendszerint éles. Ezek gyakran litoklázisok vagy mikrovetők által meghatározott, üledékkel kitöltött, lefelé keskenyedő, néhány centiméter-deciméteres ék alakú repedéseket fednek le. Ezzel szemben a réteglapok felső határfelülete többnyire átmenetes. Gyakoriak a részben kitöltött száradási repedések, továbbá a saját anyagú felszakított dolomittörmelékből, ritkábban váztöredékekből álló, többnyire a rétegzéssel párhuzamos betelepülések. A dolomittörmelék mérete nem haladja meg a néhány mm-t. Ezek szép példája a litéri kőfejtő szelvényének felfelé csökkenő szemnagyságú, porló dolomithomokból álló lencséje (*2. ábra*). Üledékképződéssel egyidős mikrovetők és iszapcsúszási redők észlelhetők ugyancsak a litéri kőfejtő szelvényében. A dolomitok szövete uralkodóan polimodális, nonplanáris-planáris típusú, míg az azokat tagoló paleotalajok főleg lateritesek. A dolomitok kőzet és ősmaradványtörmelékei között gyakoriak az egyszerű és összetett bekérgezett szemcsék s a bioturbáció kiváltotta foltosság. További jellegzetességük: az egy-, illetve többgenerációs, főleg dolomitos, alárendelten vörös agyagos és kalcitos kitöltésű repedéshálózat, illetve elsősorban a magasabb szintekben fellépő sztilolitosodás. A teljes szelvényben megfigyelhető mikro üreg és mold porozitás rendszerint 50-500 u átmérőjű, gyakran a rétegzéssel párhuzamos füzérsorok formájában észlelhető. Ezek egy része főleg dolomittal, pirittel, hematittal és limonittal, ritkábban anhidrittel, illetve gipsszel kitöltött.

Szórványosak a néhány centiméteres, *„iszappal"* kitöltött üregek. A dolomitos rétegcsoportot a litéri bánya teljes szelvényében olyan limonitos repedés- és hasadékhálózat szövi át, amely nem metszi a fedőjében települő pelágikus Berekhegyi Mészkövet.

A paleokarszt jelenségek közül az egyszerű és összetett, szubaerikus diszkontinuitási, esetenként belső eróziós felszíneket emeljük ki. Ezek egyik, jellegzetes alaptípusát alkotják a centiméteres-deciméteres és a réteglapokkal párhuzamos, tagolt alsó határfelületű egyszerű diszkontinuitási felszínek. Ezekhez kapcsolódnak a gyakori, vulkáni eredetű, laterites paleotalaj szintek. A m-es nagyságrendű összetett diszkontinuitási felszínek száma a két kőfejtőben 4-7 között változik. Ezek már a rétegzéssel gyakran lapos szöget bezáró, hullámos lefutású unkonformitások. Egyes esetekben a felettük települő rétegek jól érzékelhető üledékhézagról és belső erózióról tanúskodnak. Az összetett diszkontinuitási felszíneket, s a hozzájuk kapcsolódó laterites paleotalajokat jól észlelhető, kisméretű törések határozzák meg. A mikro méretű üreg- és mold porozitáson túlmenően mindkét fejtő dolomitját deciméteres-méteres, meredek dőlésű hasadékok és részben oldott falú üregek

tagolják. Ezek egy részét több típusú dolomittörmelékből álló, cementált breccsa tölti ki.

A dolomitos rétegcsoport tektonikai stílusát *KORPÁS L.-DUDKO A.* (1993) alapján jellemezzük. A rétegek regionális dőlése ÉNy-ÉÉNy/20-70° közötti, s a meredekebb dőlések a litéri feltolódáshoz közelebbi litéri kőfejtőben észlelhetők. Uralkodnak a merev, alárendeltebbek a plasztikus alakváltozásra utaló kompresszív szerkezetek. Az előbbieket általában KDK-NyÉNy és É-D- ÉK-DNy irányú, meredek dőlésű normál vetők, jobbos és balos eltolódások, míg az utóbbiakat ÉÉNy-DDK tengelyirányú, álló és átbuktatott redők (litéri kőbánya), valamint duplex szerkezetek (litéri és hajmáskéri kőbánya) képviselik. Gyakoriak a réteglapmenti feltolódások, illetve a részben ezekhez kapcsolódó szakításos szerkezetek. Jellegzetesek a zömmel ÉÉNy-DDK irányú, meredek dőlésű, részben nyitott, részben üledékes dolomitbreccsával kitöltött, tágulásos mechanizmust tükröző paleokarsztos hasadékok. Hasonló irányú, az üledékképződéssel egyidős mikrovetők észlelhetők mindkét kőfejtőben.

2.3. Berekhegyi Mészkő

Ide soroltuk a litéri kőbánya DNy-i részének felső szintjein két szelvényben feltárt, 10-12 méter vastag, világosszürke, lemezes-táblás, gumós dolomit, dolomitos mészkő és mészkő rétegcsoportot, amit hasonló színű agyagmárga és bentonitos agyagbetelepülések tagolnak. A gumós, sztilolitos helyenként filamentumos, váztöredékes mészkő szövete polimodális mikropátit és pátit, gyakori másodlagos dolomitosodással. Feküje a vulkáni eredetű, paleotalajos betelepülésekkel tagolt dolomitos rétegcsoport. Fedője csak a litéri kőfejtő DNy-i, hátsó bányaudvarának szelvényében feltárt, s szintén vörös agyagos, paleotalajos szintekkel váltakozó lemezes, illetve tömeges dolomit (*3. ábra*).

Az ősmaradványokban szegény formáció főleg átülepített, maximum 1,5 mm átmérőjű molluszka héjtöredékeket és filamentumokat tartalmaz. Egyedi, ritka lelet a kőfejtő felső szintjének dolomitosodott mészkövében *HAAS J.* által talált ép, s *VÖRÖS A.* által *Protrachyceras archelaeus* (Laube) fajként meghatározott ammonitesz. A pelágikus fáciesű formáció kora felső ladini(longobárd).

A szedimentológiai és korai diagenetikus bélyegek közül a gumós rétegfelszíneket, az a felszakított mészkőtörmelékes, váztöredékes betelepüléseket, a mikrovetők által meghatározott iszapcsúszási szerkezeteket, a korai dolomitosodást és a többgenerációs kalcitos repedéshálózatot emeljük ki. A formáció kőzetei, eltekintve a mikroüreg és mold porozitástól, karsztjelenségeket nem mutatnak.

KORPÁS L.-DUDKO A. (1993) szerint az uralkodó dőlések ÉNy-ÉÉNy/20-70° közöttiek. Jellemzőek a plasztikus alakváltozást és az ÉNy-DK-i kompressziót tükröző bélyegek: ÉÉNy-DDK tengelyirányú álló és átbuktatott redők, duplex szerkezetek, valamint a réteglapokkal párhuzamos feltolódások és szakításos elemek.

3. Paleokarszt szelvények

3.1. A litéri kőfejtő

3.1.1. Az 1. számú paleokarszt szelvény

A szelvényt a kőfejtő DNy-i sarkának alsó és felső művelési szintjében vettük fel (*2. ábra*). A szelvény a Megyehegyi Dolomitból indul és a vulkáni eredetű, paleotalajos szintekkel tagolt dolomitos rétegcsoport után a Berekhegyi Mészkő Formációban végződik. Tagolódása és az egyes minták leírása a következő.

1. Megyehegyi Dolomit, tömeges: szürkéslilás, ibolyás színű, tömeges, szerkezet nélküli, rétegzetlen dolomit. Felette egyenetlen, hullámos, lefutású összetett diszkontinuitási felszín (D_1+D_2).
2. Dolomithomok lencse: sárgásbarna, barna, vékonypados, apró-középszemű, jól osztályozott, laza, porló kőzet, gyenge gradációval. Felső határa egyenetlen, hullámos diszkontinuitási felület (D_2).
3. Megyehegyi Dolomit, vulkáni eredetű paleotalaj szintekkel: szürke, vékonypados, sávos-foltos dolomit, okkersárga laminált dolomárgával és néhány centiméteres vörös, lilás tufa-tufit utáni paleotalaj szintekkel. A rétegcsoportot sűrű, elmozdulás nélküli litoklázis hálózat járja át. Felette jól követhető, egyenetlen, hullámos diszkontinuitási felszín (D_3).
4. Megyehegyi Dolomit, vulkáni eredetű paleotalaj szintekkel: sárgás, padoslemezes dolomit és dolomárga, gyakori, néhány centiméter vastag, lilás, vörös tufa-tufit után képződött paleotalaj rétegekkel. Éles alsó rétegfelszínek, száradási repedésekkel és ékekkel, paleotalajos valamint dolomárga kitöltésekkel. Fedőjében újabb egyenetlen, hullámos lefutású diszkontinuitási felszín (D_4).
5. Berekhegyi Mészkő: szürke, sárgásszürke, vékonypados-lemezes, gumós dolomit, dolomitos mészkő, szürke, lemezes vulkáni eredetű agyag, agyagmárga betelepülésekkel. A rétegcsoport talpán jellegzetes, vörös színű, tufatufit után kialakult paleotalaj szint van. A kőzeteket sűrű, elmozdulás nélküli litoklázis hálózat szövi át. Ezek mellett, a szelvény középső részén átbuktatott redők, ÉK-i szektorában pedig részben az üledékképződéssel egyidős mikrovetők és ezekkel kapcsolatos iszapcsúszási szerkezetek figyelhetők meg.

A *KORPÁS L.-TÓTHNÉ MAKK Á.* által felvett szelvény mintáit az alábbiakban írjuk le, míg anyagvizsgálatuk eredményeit az *5. ábrán* foglaljuk összsze.

- 40 centiméter: szürke, onkoidos (váztöredékes) dolomitpad, alsó és felső határán 5-10 miliméteres laminációval (15. sz. minta),
- 20 centiméter: középszürke, sávos, foltos dolomitliszt, amely felfelé éles színhatárral okkersárga dolomárgába megy át (16. sz. minta),
- 30 centiméter: okkersárga, limonitos, gyengén rétegzett dolomárga, éles felső eróziós határral (17. sz. minta),

--- **D_3** diszkontinuitási felszín,

- 10 centiméter: lila, lemezes, préselt, kaolinites, bentonitos agyag (18. sz. minta), alatta dolomárgás repedéskitöltéssel (19. sz. minta),
- 30 centiméter: rózsaszínű, sárgás, okkeres dolomitos tufahomok, szaggatott-sávos rétegzéssel (20. sz. minta),
- 20 centiméter hosszú, 2 centiméter széles ék alakú száradási repedés, sárgás dolomit kitöltéssel (21. sz. minta),
- 10 centiméter: sárgás dolomit (22. sz. minta),
- 15 centiméter: okkersárga, vékonypados, rétegzett dolomárga, dolomitliszt, kevés tufaszennyezéssel (23. sz. minta),

.....szelvényváltás.....,

- 15 centiméter: szürke, rétegzett, finomkristályos, limonitkérges dolomit (1. sz. minta),
- 2 centiméter: sárgásszürke, dolomittörmelékes, bentonitos agyag (2. sz. minta).
- 20 centiméter: világossárga, finomkristályos, limonitkérges dolomit (3. sz. minta),
- 20 centiméter: sárgásszürke, finomkristályos dolomit (4. sz. minta),

--- **D_4** diszkontinuitási felszín,

- 10-40 centiméter: lila, préselt, dolomittörmelékes, kaolinites, bentonitos agyag, felső részén 5-7 centiméteres lapos dolomitgumókkal (5. sz. minta),
-10 centiméter: szürkés sárga, gumós, finomkristályos dolomit, réteglapok és repedések mentén agyagközös. Ez a pelágikus rétegcsoport bázisa. (6. sz. minta),
- 5 centiméter: zöldesszürke, sárgásbarna foltos, gumós, agyagközös dolomit (7. sz. minta),
- 15 centiméter: szürke, lemezes, tufás, bentonitos agyagmárga (8. sz. minta),
- 12 centiméter: szürke, gumós, agyagközös, finomkristályos, váztöredékes mészkő, feküjében és fedőjében az előbbivel azonos tufás, bentonitos agyagmárgával (9. sz. minta),

.....szelvényváltás.....,

- 10 centiméter: barnásszürke, sötétszürke foltos, kissé gumós, poliéderes dolomit, fedőjében vörös agyagos filmmel (12. sz. minta),
- változó rétegvastagságú (5-15 centiméter), lila, fehér, okkersárga, préselt, bentonitos, kaolinites agyag (13. sz. minta),
- 2-6 centiméter: okkersárga, márgás dolomit, vulkáni szennyezéssel (14. sz. minta)
.....szelvényváltás.....,
- 30 centiméter: középszürke, breccsás, poliéderes dolomit (11. sz. minta),
- 30 centiméter: halvány vörös, okkeres, gumós, rétegzett (3-5 centiméter), agyagközös, sztilolitos dolomit (10. sz. minta).

A mikrofácies vizsgálatok (*5. ábra*) alapján a Berekhegyi Mészkő alatti dolomitok (11-23. sz. minta) polimodális, mikropátos-pátos szövetűek és egyaránt tartalmaznak nonplanáris, valamint planáris típusokat. Szórványosak a váztöredékek és a kőzettörmelékek. Az utóbbiak anyaga részben vulkáni eredetű, részben sajátanyagú dolomittörmelék. A szórványos száradási repedésekben kevés helyben keletkezett hematit és anhidrit is előfordul. A fáciese: a dolomitplatform peremi része, széles árapályövi síksággal és túlsós laguna-sabkha rendszerrel. További jellemzője a korai dolomitosodás, valamint az árapályövi síkságot tagoló csatornákra jellemző sajátanyagú dolomittörmelékből álló szintek. A rétegsor felfelé egyre sekélyebb vízi.

A pelágikus Berekhegyi Mészkő dolomit és dolomitos mészkő típusai (5-9. sz. minta) részben polimodális, mikropátos-pátos szövetűek, kevés részben filamentumos váztöredékkel. További jellemzői a gumós, agyagos rétegfelszínek, a korai dolomitosodás, valamint a sztilolitok. A fáciese nyíltvízi, s a hirtelen vízszintemelkedés utáni tengerelöntésről tanúskodik.

A vízszinteséssel és emelkedéssel járó folyamatok idejét és időtartamát a kőfejtő alsó és felső szintjében talált ammoniteszek (Parakellnerites sp. - alsó szint; Protrachyceras archeliaenus-felső szint) alapján becsültük. Az ammonitesz zónáció (*BUDAI et al.* 1993) és a globális tengerszint változási görbék (*HAQ et al.* 1987) figyelembevételével a szelvényben a D_1-D_2 diszkontinuitási felszínen regisztrált vízszintesés dátuma 235 Mé körüli (felső anizuszi-illir). Az ezt követő, újabb vízszintesésekkel tagolt transzgresszív és magas vízállású rendszer a 235-232 Mé közötti időben (ladini: fassai-longobárd) állhatott fenn.

A röntgendiffrakciós vizsgálatokat *BOGNÁR L.* végezte, s céljuk a vulkáni betelepülések genetikai értelmezése volt (*5. ábra*). A vizsgálatok igazolták a vörös agyagos szintek vulkáni eredetét s a savanyú, kálitrachitos vulkánizmussal való genetikai kapcsolatát. A kaolinit rendszeres jelenlétét a szárazföldi mállás indikátoraként értelmezzük, míg az egyes szintekben fellépő alumogoethit a szubaerikus bauxitosodási folyamat kezdeti állomását jelzi.

Geokémiai vizsgálataink egyrészt a szelvény karbonátos és agyagos kőzettípusaiban az indikátorelemek eloszlási törvényszerűségeinek (*5. ábra*), másrészt a stabil izotópok eloszlásának (*7. ábra*) tisztázására irányultak. A diszkontinuitási felszínek környezetét és az azokhoz kapcsolódó laterites mállási kérgeket foszfor (0,1 % P_2O_5), összes vas (11-13 % FeO), mangán (0,03-0,09 % MnO_2) és bór (130-270 ppm B) dúsulása jellemzi. Figyelemreméltó e szintek 2,5-3,0 % -os K_2O tartalma, ami vulkáni eredetű agyagok kálitrachittal való genetikai kapcsolatát jelzi.

A ^{13}C és ^{18}O stabil izotóp vizsgálatok (*HERTELENDI* et al. 1992,1993) adatait és eredményeit a *7. ábrán* foglaltuk össze. A szelvény vizsgált mintái (2, 8, 10, 19, 21, 23. sz. minta), beleértve a D_3 diszkontinuitási felszín feletti repedéskitöltéseket (19, 21. sz. minta) is kivétel nélkül tengeri környezetet jeleznek.

A mikrotektonikai vizsgálatok (*KORPÁS L.-DUDKO A.* 1993) adataiból itt csupán a zömmel ÉÉNy-DDK irányú, meredek dőlésű paleokarsztos hasadékokat és az üledékképződéssel egyidős mikrovetőket emeljük ki.

3.1.2. A szelvény genetikai értelmezése

Megfigyeléseink és az anyagvizsgálati adatok alapján a tárgyalt szelvényt a Megyehegyi dolomitplatformon, szubaerikus környezetben mintegy 235 Mé körül kialakult paleodolinának tekintjük (*2. ábra*). A 80 m átmérőjű, 10 m mély, kissé aszimmetrikus paleodolina feltöltődését korai, kisméretű dolomit fanglomerátum képződése vezette be. Ez a feltöltődési folyamat lagunáris dolomitokkal váltakozó laterites paleotalaj szintek lerakódásával folytatódott, majd kb. 234 Mé táján a pelágikus Berekhegyi Mészkő leülepedésével és betemetődéssel zárult. A vázolt folyamatot Esteban (1991) alapján harmadrendű, összetett, egymásra épülő diszkontinuitási felszínekkel (D_1-D_4) magyarázzuk. Kimutatható a paleodolina kialakulásának és fejlődésének tektonikai meghatározottsága. A Berekhegyi Mészkő bázisán észlelt, az üledékképződéssel egyidős mikrovetők, valamint a felettük megfigyelhető, hasonló irányú, roskadásos virágszerkezetek a paleodolina fejlődésének tektonikai meghatározottságára utalnak.

3.1.3. A 2. számú paleokarszt szelvény

A szelvényt a kőfejtő DNy-i sarkának hátsó bányaudvarában, a felső szinten vettük fel (*3. ábra*). A szelvény a Megyehegyi Dolomitból indul, fedőjében a Berekhegyi Mészkő pelágikus rétegei települnek, amelyeket

vörös agyagos szintekkel tagolt újabb dolomitos rétegcsoport fed le. A szelvény tagolódása és jellemző szakaszai egyes mintáinak leírása a következő:

1. Megyehegyi Dolomit: ibolyás, szürkés, kissé vöröses színű, breccsás, tömeges, rétegzetlen, gyengén üreges dolomit, felső határán száradási repedésekkel. Felette a rétegzéssel párhuzamos, vörös agyaggal bekérgezett diszkontinuitási felszín (D_1).
2. Berekhegyi Mészkő: világosszürke, vékonypados, lemezes, kissé gumós, gyűrt dolomit, dolomitos mészkő, mészkő, hasonló színű, néhány centiméter vastag, tufás, kaolinites agyag betelepülésekkel, a bázisán pedig vörös, sárgászöldes tufás, kaolinites agyagréteggel. Felső határa a rétegzéssel párhuzamos diszkontinuitási felszín (D_2).
3. Lemezes, vékonypados dolomit, dolomárga a réteglapokon száradási repedésekkel és rostos gipszkiválásokkal, valamint néhány centiméter vastag, szürke, zöld, majd vöröses színű kaolinites agyag betelepülésekkel. Felső határa újabb, a rétegzéssel párhuzamos diszkontinuitási felszín (D_3).
4. Lemezes, vékonypados, száradási repedéses, néhol gipsz- nyomos, kissé sejtes-üreges dolomit, a rétegfelszíneken vörös agyagfilmekkel és rétegekkel. Felette a rétegzéssel párhuzamos diszkontinuitási felszín (D_4).
5. Szürke, tömeges, breccsás, rétegzetlen, mállott, kissé üreges, limonitos dolomit.

A *KORPÁS L.-TÓTHNÉ MAKK Á.* által vett, az egyes rétegcsoportokra jellemző mintákat az alábbiakban írjuk le, míg anyagvizsgálatuk eredményeit az *5. ábrán* foglaljuk össze:

- szürke, breccsás, gyengén rétegzett dolomit, az 1. sz. rétegcsoportból, 75 centiméterrel a D_1 diszkontinuitási felszín alatt (24a sz. minta),
- vörös kaolinites agyag, a 2. sz. rétegcsoport bázisán, 2 centiméterrel a D_1 diszkontinuitási felszín felett (24b sz. minta),
- világosszürke, drappos árnyalatú, lemezes-gumós, másodlagos dolomit a 2. sz. rétegcsoport középső részén (25. sz. minta),
- szürke, ibolyás árnyalatú, lemezes dolomit a 4. sz. rétegcsoportból a D_4 diszkontinuitási felszín alatt (26. sz. minta),
- szürke, breccsás dolomit, közvetlenül a D_4 diszkontinuitási felszín felett (27. sz. minta).

A mikrofácies vizsgálatok alapján jól elkülönülnek a platform dolomitminták (24a, 26, 27 sz. minta) a pelágikus mészkőtől (25. sz. minta). A dolomitos minták itt is polimodális, pátos szövetűek s a nonplanáris típusba tartoznak. Szórványosan váztöredékeket, illetve bekérgezett szemcséket és kisméretű üregeket tartalmaznak. Fáciesük a fenti bélyegek, a megfigyelt száradási repedések, gipszkiválások alapján túlsós laguna-sabkha. Velük szemben a mintegy 10-12 méter vastag Berekhegyi Mészkő rétegcsoportot

képviselő 25. sz. minta mikropátos szövetű, váztöredékes, filamentumos, gyéren ostracodás mészköve nyíltvízi, pelágikus fáciesű.

A Megyehegyi Dolomit és a Berekhegyi Mészkő határán, a D_1 diszkontinuitási felszínen települő vörös agyagot (24b sz. minta) paleotalajnak tekintjük.

3.1.4. A szelvény genetikai értelmezése

Megfigyeléseink és a típusminták anyagvizsgálatának adatai alapján a tárgyalt szelvényt harmadrendű, szubaerikus diszkontinuitási felszínek (D_1-D_4) által tagolt dolomitplatform - pelágikus medence - dolomitplatform átmeneteként és váltakozásaként értelmezzük (*3. ábra*). Ennek megfelelően a Megyehegyi Dolomit platform 234 Mé körül fokozatosan szubaerikussá vált, majd az ezt követő gyors vízszintemelkedés a platform újbóli elborítását eredményezte. E magas vízszintű szakasz stabilizálódása után, mintegy 232 Mé-től a környezet ismét egyre sekélyebb vizű lett, majd megint szubaerikussá vált. A paleotalaj szintekkel tagolt, sabkha fáciesű dolomitos rétegcsoport fejlődését a 230 Mé körüli vízszintesést jelző újabb harmadrendű, szubaerikus diszkontinuitási felszín (D_4) zárta le. Az ezt követő dolomitplatform kifejlődés ismét a Megyehegyi Dolomitéhoz hasonló fáciesek stabilizálódását jelzi.

3.2. A hajmáskéri kőfejtő

3.2.1. A hajmáskéri kőfejtő paleokarszt szelvénye

A szelvényt a kőfejtő DK-i sarkában vettük fel (*4. ábra*). A szelvény a szubaerikus diszkontinuitási felszínekkel tagolt Megyehegyi Dolomitot tárja fel. Tagolódását és az egyes minták leírását az alábbiakban adjuk.

1. Világosszürke, ibolyás árnyalatú, tömeges, rétegzetlen dolomit, filmszerű vörös agyagos bevonatokkal. Fedőjében a rétegzéssel párhuzamos diszkontinuitási felszín (D_1).
2. Lemezes, vékonypados, szürke dolomit és vörös agyag rétegek (6db) váltakozása, üledékképződéssel egyidős mikrovetőkkel tagolva. Felső határa a rétegzéssel párhuzamos, mikrovetők által átjárt diszkontinuitási felszín (D_2).
3. Tömeges, szürke, felső részén sötétszürke sávos, kissé üreges, mállott dolomit, filmszerű vörös agyag bevonatokkal és felszínekkel. Felső határa összszetett, a rétegzéssel párhuzamos, eróziós diszkontinuitási felszín (D_3-D_4), két paleokarsztos zsebbel.

4. Paleokarsztos zseb kitöltése, alul és felül vörös, lila, kaolinites agyaggal, a kettő között pedig sárga dolomárgával. Fedőben a rétegzéssel párhuzamos diszkontinuitási felszín (D_4).

5. Sárgásfehér, szürke, szürkés sárga, vékonypados, lemezes dolomit, dolomárga.

6. Szürkés sárga, okkeres, gyengén rétegzett, vörös agyagos, kissé limonitos dolomit. Felső határa a rétegzéssel párhuzamos diszkontinuitási felszín (D_5), limonitos vörös agyag kéreggel.

7. Szürke, tömeges dolomit, fedőjében a rétegzéssel egyező, hullámos lefutású diszkontinuitási felszínnel (D_6).

8. Szürkés sárga, tömeges és breccsás dolomi..

A *KORPÁS L.-TÓTHNÉ MAKK Á.* által felvett szelvények mintáit a következőkben jellemezzük, míg anyagvizsgálatuk eredményeit a *6. ábrán* foglaltuk össze.

1. sz. szelvényszakasz (115-123. sz. minta):
- világosszürke, dolomit, sötétszürke foltokkal, 40 centiméterrel a D_1 felszín alatt (115. sz. minta),
- világosszürke dolomit, közvetlenül a D_1 felszín alatt (116. sz. minta),
- vörös agyag (117. sz. minta),
- szürke dolomit, 20 centiméterrel a D_1 felszín felett (118. sz. minta),
- világosszürke, drappos dolomit, közvetlenül a D_2 felszín alatt (119. sz. minta),
- 1 centiméter vastag vörös és okkersárga agyag (120, 121. sz. minta),
- világosszürke dolomit (122. sz. minta),
- szürke dolomit (123. sz. minta),
--- **D_2** diszkontinuitási felszín.

2. sz. szelvényszakasz (124-128. sz. minta):
- szürke, rétegzetlen, kissé üreges, töredezett dolomit (124. sz. minta),
- világosszürke, foltokban barnás árnyalatú, erősen töredezett dolomit (125. sz. minta),
- szürke, foltos, tömeges, életnyomos dolomit (126. sz. minta),
- szürke, sötétszürke, réteges dolomit, vörös agyag felszínekkel (127. sz. minta),
- világos kávébarna, tömeges dolomit (128. sz. minta),
--- **D_3-D_4** diszkontinuitási felszín.

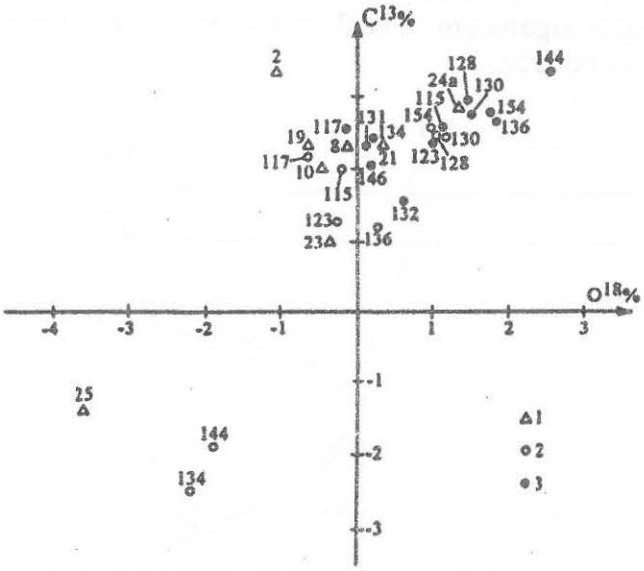
3. sz. szelvényszakasz (129-136. sz. minta):
- szürke dolomit a D_3 felszín alatt 100 centiméterrel (129. sz. minta),
- szürke dolomit, közvetlenül a D_3 felszín alatt (130. sz. minta),
--- **D_3** diszkontinuitási felszín,
- szürkés lila, vörös, kaolinites agyagkitöltés (131. sz. minta),

- okkersárga, ibolyás, lemezesen rétegzett dolomárga kitöltés (132. sz. minta),
- világos okkerszínű, rétegzetlen dolomárga kitöltés (133. sz. minta),
- vörös agyagkitöltés a D_4 felszín talpán (134. sz. minta),
— D_4 diszkontinuitási felszín,
- sárgásfehér, rétegzett dolomárga (135. sz. minta),
- fehér, mállott, rétegzett dolomit (136. sz. minta).
4. sz. szelvényszakasz (137-138. sz. minta):
- tufás dolomitkitöltés a D_4 felszín alatt (137. sz. minta),
- drapp, rétegzett dolomárga a D_4 felszín felett (138. sz. minta).
5. sz. szelvényszakasz (139-154. sz. minta):
- 230 centiméter: tömeges, szürke foltos dolomit (139. sz. minta),
- 90 centiméter: szürke, foltos, kissé sávos, gyengén rétegzett dolomit (140. sz. minta),
- 90 centiméter: szürke, foltos, sávos dolomit (141. sz. minta),
- 30 centiméter: szürke, foltos, pados dolomit (142. sz. minta),
- 90 centiméter: szürke, foltos, sávos dolomit (143. sz. minta),
- 30 centiméter: szürke, foltos, sávos dolomit, vörös agyagos felszínekkel (144. sz. minta),
- szürke dolomit, közvetlenül a D_4 felszín alatt (145. sz. minta),
— D_4 diszkontinuitási felszín,
- 110 centiméter: világos lilásvörös, finomszemű, agyagos tufahomok (146. sz. minta),
- 15 centiméter: szürke dolomit, fedőjében szürke tufacsíkkal (147. sz. minta),
- 20 centiméter: rózsaszínű, szürke dolomit (148. sz. minta),
- 10 centiméter: zöldes fehér, agyagos tufa (149. sz. minta),
- 30 centiméter: tufasávos, rétegzett, kőzettörmelékes dolomit (150. sz. minta),
- szürke drappos dolomit (151. sz. minta),
- szürke, rózsaszínű, foltos dolomit (152. sz. minta),
- szürke, foltos, üreges dolomit (153. sz. minta),
- drappos szürke dolomit (154. sz. minta).

A mikrofácies vizsgálatok alapján (*6. ábra*) a dolomitok szinte kivétel nélkül polimodális, mikropátos-pátos szövetűek, s zömmel a nonplanáris típusba tartoznak. A kis mennyiségű váztöredék nagy része meghatározhatatlan, szórványosak a molluszka és az echinodermata töredékek. A ritka ősmaradványok a diszkontinuitási felszínek alatti és feletti kőzettípusokban találhatók, míg a kitöltő üledékek (131-134. és 137. sz. minta) ősmaradvány mentesek. A fácies: dolomitplatform széles árapályövi síksága túlsós lagunasabkha rendszerrel. A korai diagenetikus bélyegek közül kiemelendők: a

részben üres, részben kristályos dolomittal kitöltött mikroüregek és moldok, a bioturbációs eredetű foltosság, valamint a váztöredékeket övező, többgenerációs vadózus mikrites bekérgezések.

A röntgendiffrakciós ásványos összetétel vizsgálatok (*BOGNÁR L.*) a litéri kőfejtő 1. sz. szelvényéhez hasonló eredményeket adtak (*6. ábra*). Itt is igazolható a vörös agyagok vulkáni eredete, továbbá a korai bauxitosodási folyamatok kaolinittel és alumogoethittel is jelzett kezdete.



7. ábra: A litéri és a hajmáskéri minták stabil izotóp összetétele
Jelmagyarázat: Δ Litéri minták, o Hajmáskéri minták (mérés kalciton), • Hajmáskéri minták (mérés dolomiton).
Fig. 7. Stable isotope composition of the Litér and Hajmáskér samples
Legend: Δ Litér samples, o Hajmáskér samples (measured on calcite), o Hajmáskér samples (measured on dolomite).

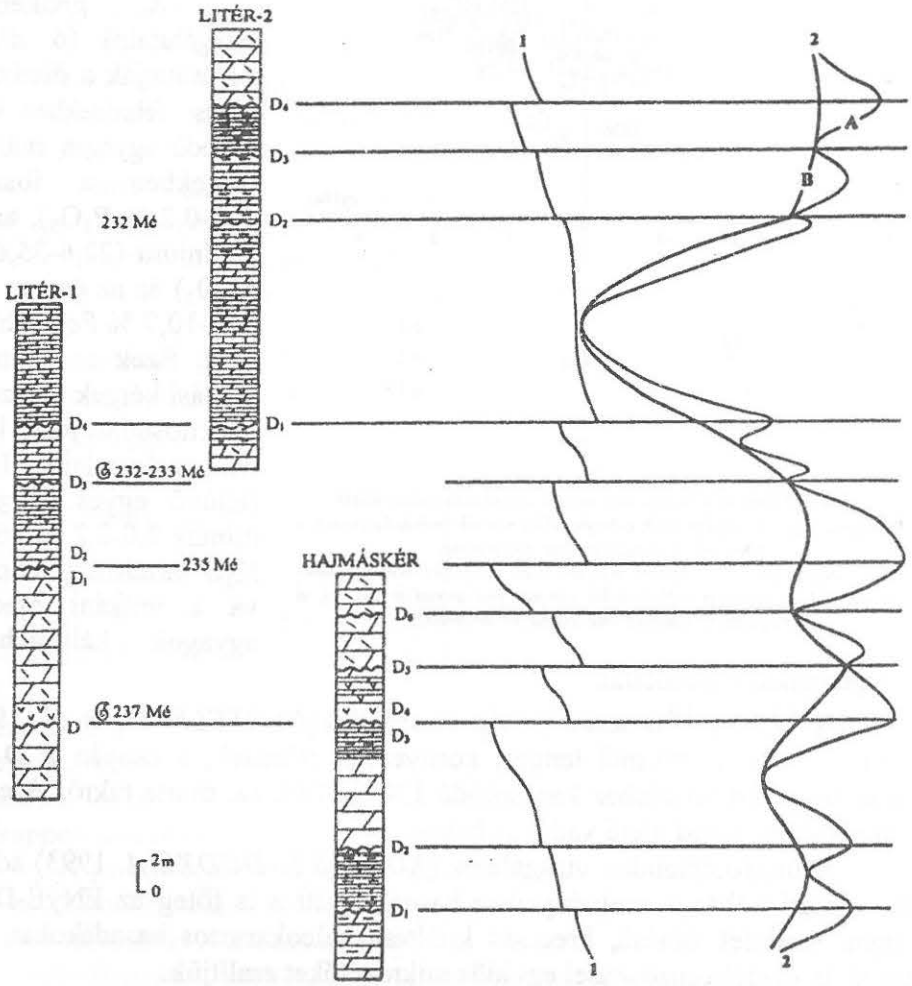
A geokémiai vizsgálataink (*6. ábra*) jól mutatják a diszkontinuitási felszínekhez kapcsolódó agyagos mállási kérgekben a foszfor (0,1-0,2 % P_2O_5), az alumínium (22,6-35,6 % Al_2O_3) és az összes vas (2,9-10,7 % FeO) dúsulását. Ezek az agyagos mállási kérgek a kezdeti bauxitosodást jelző laterites paleotalajok. Itt is feltűnő egyes agyagos minták 2,0-2,2 % körüli K_2O tartalma, bizonyítva a vulkáni eredetű agyagok kálitrachittal való genetikai kapcsolatát.

A ^{13}C és ^{18}O stabil izotóp vizsgálatok(*HERTELENDI et al.* 1993) adatai (*7. ábra*) zömmel tengeri környezetet jeleznek, s csupán a D_3-D_4 diszkontinuitási felszínhez kapcsolódó 134. és 144. sz. minta tükröz édesvíz által kiváltott, rövid idejű vadózus hatást.

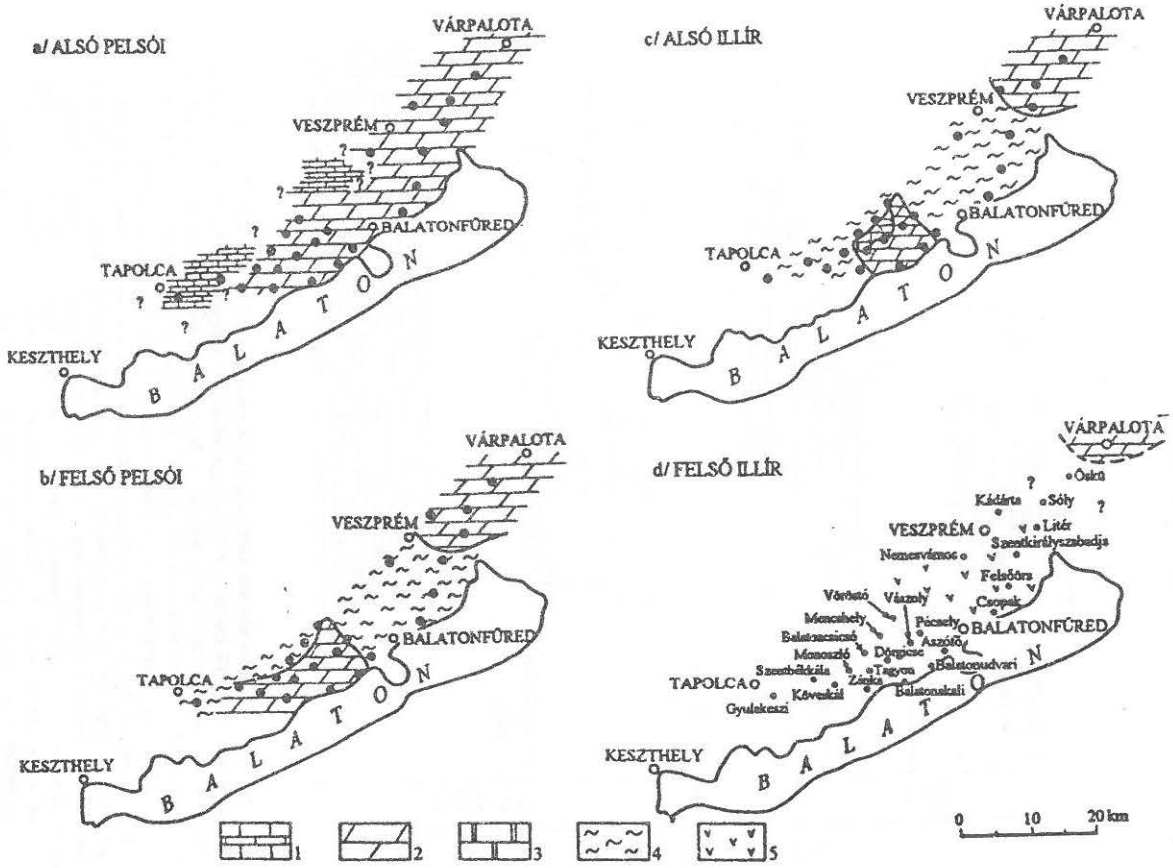
A mikrotektonikai vizsgálatok (*KORPÁS L.-DUDKO A.* 1993) adataiból a litéri kőbánya szelvényeihez hasonlóan itt a is főleg az ÉNyÉ-DKD irányú, meredek dőlésű, breccsás kitöltésű paleokarsztos hasadékokat, valamint az üledékképződéssel egyidős mikrovetőket említjük.

3.2.2. A szelvény genetikai értelmezése

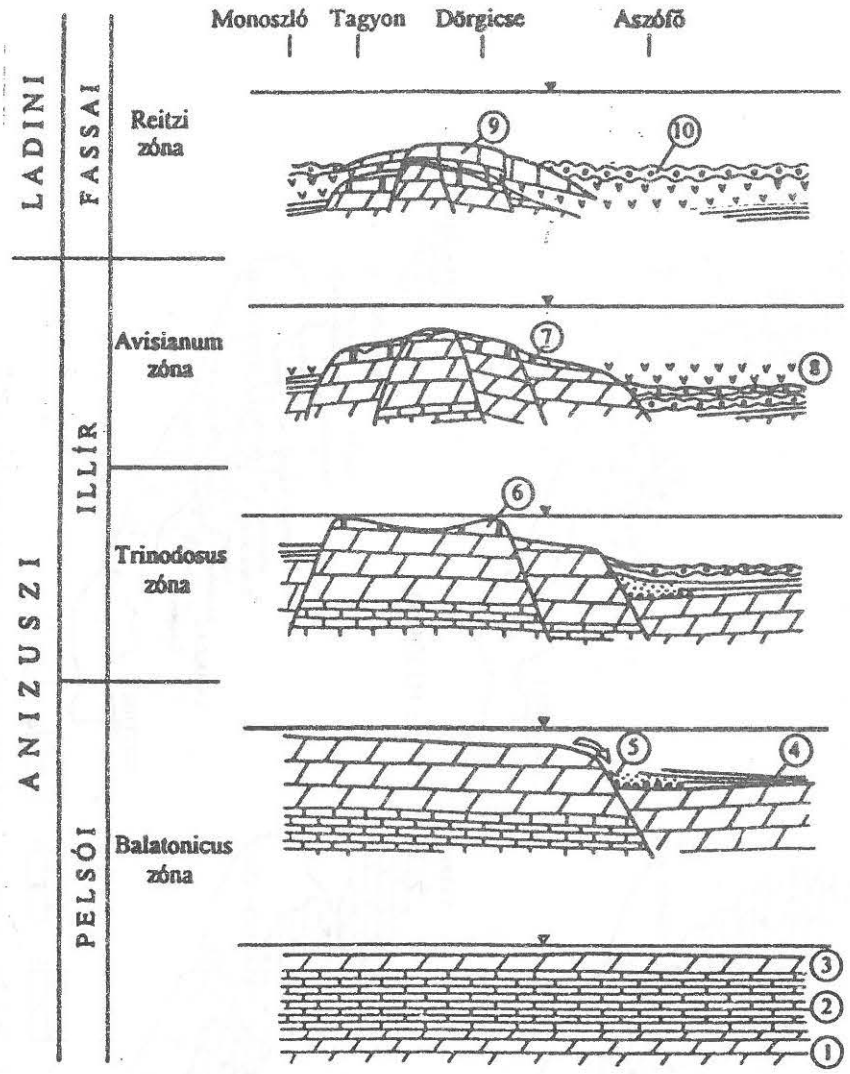
A vizsgált szelvény a Megyehegyi Dolomit platform lagunárissabkha fáciesű, felfelé egyre sekélyebb vizű szakaszát képviseli, amelyet egyszerű és összetett, szubaerikus diszkontinuitási felszínek (D_1-D_6) sorozata szakít meg. Közülük legjelentősebb a 237 Mé körüli vízszintesést jelző, összetett D_3-D_4 felszín (*8. ábra*), amelynek vulkáni eredetű, laterites paleotalaj szintje kismértékű morfológiai tagoltságot, üledékhézagot és eróziót, valamint epizodikus édesvízi hatást tükröz.



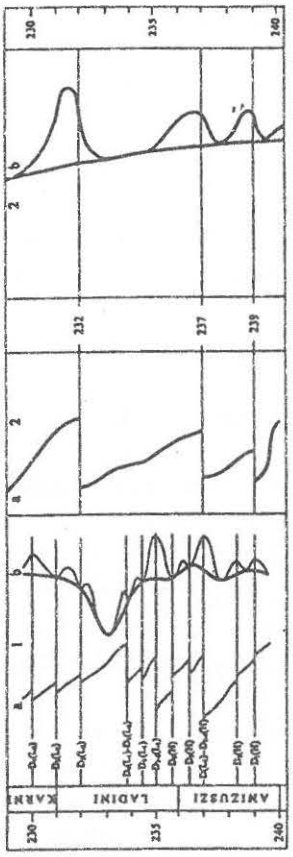
8. ábra: A litéri és a hajmáskéri paleokarszt szelvények korrelációja
Jelmagyarázat: 1. Parti „onlap" változások, 2. Tengerszint változások (A=rövid idejű, B=Hosszabb idejű), Ammonitesz előfordulás, D=Diszkontinuitási felszín.
Fig. 8. Correlation of the Litér and Hajmáskér paleokarst profiles
Legend: 1. Coastal onlap curves, 2. Sea-level curves (A: short-term, B: long-term), © Occurrence of Ammonites, D=Discontinuity surface.



9. ábra: A karbonátplatform ősföldrajza a középső-felső anizuszi idején (BUDAI és VÖRÖS 1992)
Jelmagyarázat: 1. Iszkahegyi Mészkő, 2. Megyehegyi Dolomit, 3. Tagyoni Mészkő, 4. Felsőörsi mészkő, 5. Buchensteini Formáció.
Fig. 9. Middle Late Anisian paleogeography, Balaton Highland (BUDAI and VÖRÖS 1992)
Legend: 1. Iszkahegy Limestone, 2. Megyehegy Dolomite, 3. Tagyon Limestone, 4. Felsőörs Limestone, 5. Buchenstein Formation.



10. ábra: A balatonfelvidéki karbonátplatform fejlődése (BUDAI és VÖRÖS 1992)
Jelmagyarázat: 1. Aszófői Dolomit, 2. Iszkahegyi Mészkő, 3. Megyehegyi Dolomit, 4-5. Felsőörsi Mészkő: 4. Ammoniteszes laminált mészkő, 5. Brachiopodás intraklasztos mészkő (lejtő), 6. Tagyoni Mészkő, 7-10. Buchensteini Formáció: 7. Krinoideás, ammoniteszes mészkő, dolomit, 8. Tufa, tufit (pietra verde), 9. „Vászolyi Mészkő, 10. „Nemesvámosi Mészkő".
Fig. 10. Middle Triassic platform evolution, Balaton Highland (BUDAI and VÖRÖS 1992)
Legend: 1. Aszófő Dolomite, 2. Iszkahegy Limestone, 3. Megyehegy Dolomite, 4-5. Felsőörs Limestone: 4. ammonitic laminated limestone, 5. brachiopodal intraclastic limestone(slump), 6. Tagyon Limestone, 7-10. Buchenstein Formation: 7. crinoideal, ammonitic limestone, dolomite, 8. tuff, tuffite (pietra verde), 9. "Vászoly Limestone", 10. "Nemesvámos Limestone", Anizuszi=Anisian, Ladini=Ladinian, Pelsói=Pelsoian, Illír=Illirian, Fassai=Fassaian.



11. ábra: A balatonfelvidéki középső triász paleokarszt szintek és a globális tengervízszint esések korrelációja
Jelmagyarázat: 1. Balatonfelvidék: a. Parti „onlap" változások, b. tengerszint változások, 2. Globális változások HAQ et al. (1987) után: a. parti „onlap" változások, b. tengerszint változások, $D_1(H)$=Hajmáskéri 1. sz. diszkontinuitási felszín, $D_3(L_1)$=Litér első szelvény 3. sz. diszkontinuitási felszíne, $D_2(L_2)$= Litéri második szelvény 2. sz. diszkontinuitási felszíne.
Fig. 11. Correlation of the Middle Triassic paleokarst horizons in the Balaton Highland with the global sea-level changes
Legend: 1. Balaton Highland: a. coastal onlap curves, b. sea-level curves, 2. Global changes after HAQ et al. (1987): a. coastal onlap curves, b. sea-level curves, $D_1(H)$=Discontinuity surface Nr. 1., Hajmáskér, $D_3(L_1)$=Discontinuity surface Nr. 3. Litér-1, $D_2(L_2)$=Discontinuity surface Nr. 2., Litér-2, Anizuszi=Anisian, Ladini=Ladinian, Karni=Carnian.

4. Fejlődéstörténet

Szelvényeink fejlődéstörténetét *BUDAI T.-VÖRÖS A.* (1992), valamint *BUDAI T. et al.* (1993) munkái alapján vázoljuk (*9, 10. ábrák*). Ennek főbb állomásai a következők:

1. A Megyehegyi Dolomit egységes, tagolatlan rámpájának kialakulása, mintegy 239-238 Mé táján (középső anizuszi, pelsói alemelet alsó része).
2. A dolomitrámpa feldarabolódása, a Felsőörsi medence felnyílása, ÉK-i és DNy-i szegélyén továbbélő dolomitplatform maradványokkal 238-237,5 Mé körül (középső anizuszi, pelsói alemelet felső része).
3. A Felsőörsi–medence további növekedése, a DNy-i dolomitplatform szegély süllyedésének és a vulkánizmus megindulásának kezdete 237,5-237 Mé között (felső anizuszi, illir emelet alsó része).
4. A Felsőörsi–medence felnyílásának maximuma, a DNy-i dolomitplatform szegély végleges, az ÉK-i szegély epizodikus elsüllyedésével kisérve 237-233 Mé közötti időben (felső anizuszi, illir alemelet felső része - alsó ladini, fassai alemelet - felső ladini, longobárdi alemelet).
5. A Felsőörsi–medence bezáródásának kezdete, az ÉK-i dolomitplatform szegély fokozatos térhódításával kisérve, mintegy 233-229 Mé között (felső ladini, longobárdi alemelet - alsó karni, cordevolei alemelet).

A vizsgált litéri és hajmáskéri szelvényeink az ÉK-i dolomitplatform szegély DNy-i peremén találhatók, s a mintegy 239-230 Mé közötti időintervallumot képviselik. Globális és helyi

tengerszintváltozások által vezérelt fejlődésükben (*8, 11. ábrák*) az alábbi ciklusok rekonstruálhatók:

A 239-237 Mé közötti első ciklus, felfelé egyre sekélyebb vízi platformdolomit kifejlődésekkel.

A 237-235 Mé közötti második ciklus, felfelé egyre sekélyebb vízi platformdolomit kifejlődésekkel és 237 Mé-nél az első vulkáni dátummal.

A 235-233 Mé közötti harmadik ciklus, felfelé fokozatosan mélyülő, pelágikus kifejlődésekkel, 233 Mé körüli maximummal és ezzel egybeeső utolsó vulkáni dátummal.

A 233-232 Mé közötti negyedik ciklus, felfelé egyre sekélyebb vízi pelágikus, majd platform kifejlődésekkel.

A 232-230 Mé közötti ötödik ciklus, felfelé egyre sekélyebb vízi platformdolomit kifejlődésekkel.

Közülük a 239, 237 és 232 Mé dátumú ciklusokat véljük azonosíthatónak a harmadrendű globális ciklusokkal (*HAQ B. H. et al.* 1987), s feltételezzük, hogy az általunk 235 Mé-nél kimutatott harmadrendű ciklushatár a globális görbe inflexiós pontján megjelenő, eddig még nem detektált határt jelez. Az ezeken belüli határokat rövid idejű, másodrendű ciklusokkal hozzuk kapcsolatba, s valószínűnek tartjuk, hogy azok helyi tényezők által kiváltott vízszintesések eredményei.

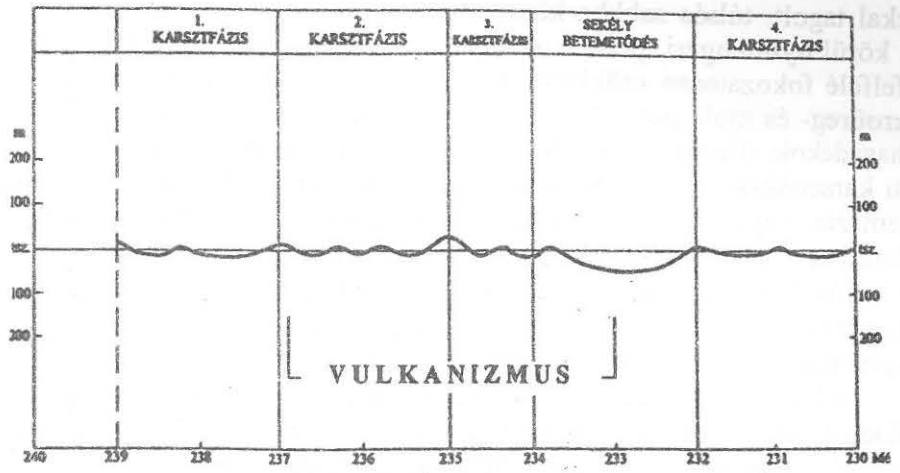
Vizsgálati területünk tehát végig platformperemi helyzetű, s csupán egyszeri alkalommal, a 235-232 Mé közötti vízszintemelkedéskor vált a nyílttengeri pelágikus medence részévé. Következésképpen az alacsony vízszintű és szubaerikus fejlődési szakaszok meghatározóak voltak a korai paleokarsztok kialakulásában.

5. Karsztfejlődési modell

Területünk paleokarszt rendszereinek kialakulásában és fejlődésében a következő négy fázis volt elkülöníthető (*12. ábra*):

1. karsztfázis - 239-237 Mé,
2. karsztfázis - 237-235 Mé,
3. karsztfázis - 235-234 Mé,
4. karsztfázis - 232-230 Mé.

Az egyes karsztfázisok fejlődése szorosan kapcsolódik a Megyehegyi Dolomit platform ciklusos fejlődéséhez.



12. ábra: A litéri és a hajmáskéri terület paleokarszt fejlődési modellje
Fig. 12. Model of paleokarst evolution of the Litér-Hajmáskér area
1. 2. 3. és 4. Karsztfázis=Karst phases Nr. 1, 2, 3, and 4, Sekély betemetődés= Shallow burial, tsz.=sea-level, Vulkanizmus=vulcanism.

1. karsztfázis (239-237 Mé)

Alsó és felső határa a 239 és 237 Mé-es, globális vízszintesés által kiváltott harmadrendű diszkontinuitási felszín. Környezete túlsós, sabkha fáciesű, karsztfáciese szintén tengeri. A gyengén fejlett, vékony laterites paleotalaj szintek, valamint csekély mikroüreg és mold porozitás tagolatlan, lapos tengerparti karsztsíkságot jelez, kismértékű tengeri pórusvíz áramlással.

2. karsztfázis (237-235 Mé)

Alsó és felső határa a 237 és 235 Mé-es, harmadrendű diszkontinuitási felszín. Mindkét határfelülete jelentősebb morfológiai tagoltságot, illetve üledékhiányt és belső eróziót tükröző, lapos szögű unkonformitás. A karsztrendszer környezete szintén túlsós, sabkha fáciesű, a karsztfácies kezdetben vadózus, majd ezt követően freatikus tengeri. A jól fejlett laterites paleotalaj szintek, a főleg mikroüreg- és mold-, alárendelten nagyobb üreg és hasadék porozitás, valamint a kisméretű paleokarsztos zsebek még mindig lapos, azonban már tagolt tengerparti karsztsíkságra utalnak. Az erőteljese, kezdetben vadózus áramlási rendszert tengervízi váltotta fel. A karsztrendszer fejlődését ÉK-DNy irányú, tágulásos tektonika határozta meg.

3. karsztfázis (235-234 Mé)

Alsó határa a 235 Mé-es dátumú harmadrendű diszkontinuitás, felső határa a 234 Mé körüli diszkontinuitási felszínt követő tengerszint emelkedés. Alsó határfelülete az eddigi legnagyobb morfológiai tagoltságot, üledékhiányt és eróziót tükröző, lapos szögű unkonformitás. Árapályövi csator-

nákkal tagolt, túlsós sabkha környezetét felfelé fokozatosan mélyülve, 234 Mé körül nyílttengeri, pelágikus rendszer váltotta fel. Karsztfáciese tengeri. A felfelé fokozatosan csökkenő, de jól fejlett laterites paleotalaj szintek, a mikroüreg- és mold porozitás, továbbá az alárendelt nagyobb méretű üregek és hasadékok, illetve a rekonstruált paleodolina tagolt morfológiájú tengerparti karsztsíkságot jeleznek. Ezt a fázist a legerőteljesebb áramlási rendszer jellemezte, végig tengervíz cirkulációval. A karsztrendszer fejlődését változatlanul az ÉK-DNy irányú tágulás határozta meg.

Az 1-3. karsztfázisok fejlődését a mintegy 234 Mé táján bekövetkezett vízszintemelkedés zárta le, kis mélységű betemetődést eredményezve.

4. karsztfázis (232-230 Mé)

Alsó és felső határa a 232, valamint a 230 Mé-es vízszinteséshez kapcsolódó harmadrendű diszkontinuitási felszín. Környezete felfelé egyre sekélyebb vízi, karsztfáciese tengeri. A gyengén fejlett laterites paleotalaj szintek, valamint a mikroüreg- és mold porozitás ismét kiegyenlített, tagolatlan, lapos tengerparti karsztsíkságot jeleznek, kismértékű tengeri pórusvíz áramlással.

A paleokarszt rendszer fejlődésére vonatkozó ismereteinket összegezve megállapítjuk, hogy:

A vízszintesések és a tágulásos tektonika által meghatározott, platformperemi helyzetű, tengeri fáciesű, összetett karsztrendszer morfológiai tagoltságának maximumát fokozatosan, a 235-234 Mé-es időszakban érte el.

Ez a karsztrendszer a 234-230 Mé közötti időben, kis mélységben eltemetődött. Az újabb karsztosodási ciklus 232 Mé körül indult és az ismételt kiemelkedés következménye. Az így létrejött, összetett karsztrendszer további fejlődését a későbbi szerkezetalakulás érdemben már nem befolyásolta.

A tanulmányban használt idegen szakkifejezések magyarázata:
allodapikus: még konszolidálatlan formában újraülepített üledék
anoxikus: oxigénszegény
bioturbáció: iszaplakó élőlények életnyomai
unkonformitás: üledékképződési szünet
diszkontinuitás: megszakítás
diszkontinuitási felszín: az üledékképződés megszakítását jelző felület
(dolomit)rámpa: lapos dőlésű karbonátos (ez esetben dolomitos) selfperem
dolopátit: 10-80 μm kristályméretű dolomit
duplex: nyírási övek feltolódásaihoz kapcsolódó „Z" rajzolatú szerkezet
fanglomerátum: szárazföldi iszapár
filamentum: embrionális ősmaradvány
freatikus: talaj- vagy karsztvízszint alatti telített öv
hidraulikus fej: a legmagasabb és legalacsonyabb vízszint közötti különbség
mikrit: <10 μm kristályméretű mészkő
mikropátit: 10-80 μm kristályméretű mészkő/dolomit
mold: ősmaradványlenyomat
mold porozitás: ősmaradvány lenyomat kioldódása után kialakult pórus vagy üreg
nonplanáris: nem párhuzamosan lemezes
onkoid: alaktalan, koncentrikus héjas karbonátszemcse
ooid: gömbalakú, koncentrikus héjas karbonátszemcse, belsejében maggal

pátit: >80 μm kristályméretű mészkő/dolomit
planáris: párhuzamosan lemezes
polimodális: több kristályméret maximummal jellemezhető szövet
sabkha: arid klimájú tengerpart sóvirág felszíne
sztilolit: nyomás által kiváltott oldódási hasadék
szubaerikus: szárazulati
szubaerikus diszkontinuitási felszín: szárazulati megszakítási felszín
vadózus: talaj- vagy karsztvízszint feletti telítetlen öv
vadózus mikrit: a talaj- vagy karsztvízszint feletti övben kivált <10 μm kristályméretű mészkő

IRODALOM

BUDAI, T. (1992): Middle Triassic formations of the Balaton Highland and of the Southern Alps: Stratigraphic correlation. - Acta Geologica Hungarica, v. 35. 3. pp. 217-236.

BUDAI, T.-VÖRÖS, A. (1992): Middle Triassic history of the Balaton Highland: extensional tectonics and basin evolution. - Acta Geologica Hungarica, v. 35. 3. pp. 237-250.

BUDAI, T.-VÖRÖS, A. (1993): The Middle Triassic events of the Transdanubian Central Range in the frame of the Alpine Evolution. - Acta Geologica Hungarica, v. 36. 1. pp. 3-13.

BUDAI, T.-LELKES, GY.-PIROS, O. (1993):Evolution of the Middle Triassic shallow marine carbonates in the Balaton Highland (Hungary). - Acta Geologica Hungarica, v. 36. 1. pp. 81-94.

BUDAI, T.-CSILLAG, G.-HAAS, J.-KOLOSZÁR, L.-SZABÓ, I.-TÓTHNÉ MAKK, Á. (1993): Dunántúli-középhegység, pp. 13-99. in Haas J. et al. 1993:Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Triász. - Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

ESTEBAN, M. (1991): Paleokarst. Practical applications. in: V.P. Wright-M. Esteban-P.L. Smart eds: Paleokarsts and paleokarstic reservoirs. - Short course, PRIS, University of Reading, pp. 89-119.

HAQ, B. H.-HARDENBOL, J.-VAIL, P. R.-WRIGHT, R. C.-STOVER, L. E.-BAUM, G.-LAUTIT, T.-GOMBOS, A.-DAVIES, T.-PFLUM, C.-ROMINE, K.-POSAMENTIER, H.-JAN DU CHENE, R.-COLIN, J. P.-IOANNIDES, N.- SARG, J. F.-MORGAN, B. E. (1987): Mesozoic-Cenozoic cycle chart.

HERTELENDI, E.-SÁNDOR LNÉ.-VERES, M. (1992): Karbonátok és barnakőszén minták delta ^{18}O és delta ^{13}C izotóp vizsgálata. - Kézirat, ATOMKI, Debrecen

HERTELENDI, E.-SÁNDOR LNÉ.-VERES, M. (1993): Paleokarsztok izotópanalitikai vizsgálata. - Kézirat, ATOMKI, Debrecen

KORPÁS, L. (1998): Palaeokarst studies in Hungary. - Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa, p. 141

KORPÁS, L.-JUHÁSZ, E. (1990): Paleokarszt földtani modellek. - Karszt és Barlang II. pp. 105-116.

KORPÁS, L.-JUHÁSZ, E.-SZABÓ, I. (1992): Middle and Upper Triassic Paleokarst in the Transdanubian Central Range, Hungary. International Association of Sedimentologists, 13th IAS Regional Meeting of Sedimentology, Jena, Abstracts, p. 77.

KORPÁS, L.-DUDKO, A. (1993): A balatonfelvidéki középső triász paleokarszt rendszerek (Litér-Hajmáskér). - Kézirat, Magyar Geológiai Szolgálat Országos Földtani és Geofizikai Adattára

SZABÓ, I.-RAVASZ, CS. (1970): Investigation of the Middle Triassic volcanics of the Transdanubian Central Mountain, Hungary. Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung. ps. Min. et Pal. 62. pp. 31-51.