

A legmagasabban fekvő mecseki pannon-tavi üledékek helyzete és kora

SEBE Krisztina¹, KONRÁD Gyula¹, MAGYAR Imre²

¹Pécsi Tudományegyetem, Földtani Tanszék; 7624 Pécs, Ifjúság útja 6., e-mail: sebe@gamma.ttk.pte.hu; konrad@ttk.pte.hu

²MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, 1431 Budapest, Pf. 137., e-mail: immagyar@mol.hu

On the position and age of the highest-lying Lake Pannon deposits in the Mecsek Mts (SW Hungary)

Abstract

Sediments of the Late Miocene Lake Pannon occur at elevations up to nearly 400m a.s.l. on the slopes of the Mecsek Mts. However, up until now the age of the highest-lying outcrops has only been inferred from indirect data. Here we describe a section of a wave-eroded shoreline from a new exposure, where the age is proved by a bivalve fossil, and discuss the tectonic implications.

Based on the occurrence of *Dreissenomya cf. intermedia* FUCHS and on the history of the regression process of Lake Pannon, the described shoreline sediments can be dated to the first part of the *Prosodacnomya vutskitsi* chron — i.e. to approximately 7–6 Ma. Nearby boreholes support the assumption that Lake Pannon sediments were deposited at elevations even higher than the present outcrop and covered most of the Mecsek Mountains. The presently high elevation of the sediments could have been equally caused by lake level oscillations and by post-sedimentary vertical tectonic movements; the contribution of each factor, however, is difficult to untangle. Wave-cut platforms of Lake Pannon are not suitable to trace syn-sedimentary vertical tectonic movements due to the low resolution of biostratigraphic methods used to date the raised beaches and to the high speed of lake level changes.

Keywords: Mecsek Mts (Hungary), Lake Pannon, Upper Miocene, wave-cut platform, uplift

Összefoglalás

A Pannon-tó üledékei a Mecsekben ma közel 400 m tszf. magasságig fordulnak elő, de a legmagasabban fekvő előfordulások korára eddig csak közvetett adatok utaltak. Egy új feltárás alapján leírjuk egy tavi abrúziós part szelvényét, ahol ősmaradvány bizonyítja az üledék korát, valamint tárgyaljuk a korbesorolás tektonikai vonatkozásait.

A litorális üledék kora a talált *Dreissenomya cf. intermedia* FUCHS maradvány alapján és a Pannon-tó visszahúzóási folyamatának ismeretében a *Prosodacnomya vutskitsi* kron első felére, mintegy 7–6 millió évre tehető. Környékbeli fúrások alapján feltételezhető, hogy a Pannon-tó üledékei ennél nagyobb magasságban is lerakódtak, és a Mecsek legnagyobb részét befedték. A feltárt rétegsor magas helyzetét a tó vízszintingadozásai és az utólagos szerkezeti mozgások egyaránt okozhatták, a két tényező aránya nem állapítható meg. A Pannon-tó abrúziós teraszai a korbesoroláshoz használt biosztratigráfiai módszerek gyenge időbeli felbontása és a vízszintváltozások gyors üteme miatt alkalmatlanok szinszediment függőleges szerkezeti mozgások nyomonkövetésére.

Tárgyszavak: Mecsek, Pannon-tó, felső-miocén, abrúziós színlő, kiemelkedés

Bevezetés

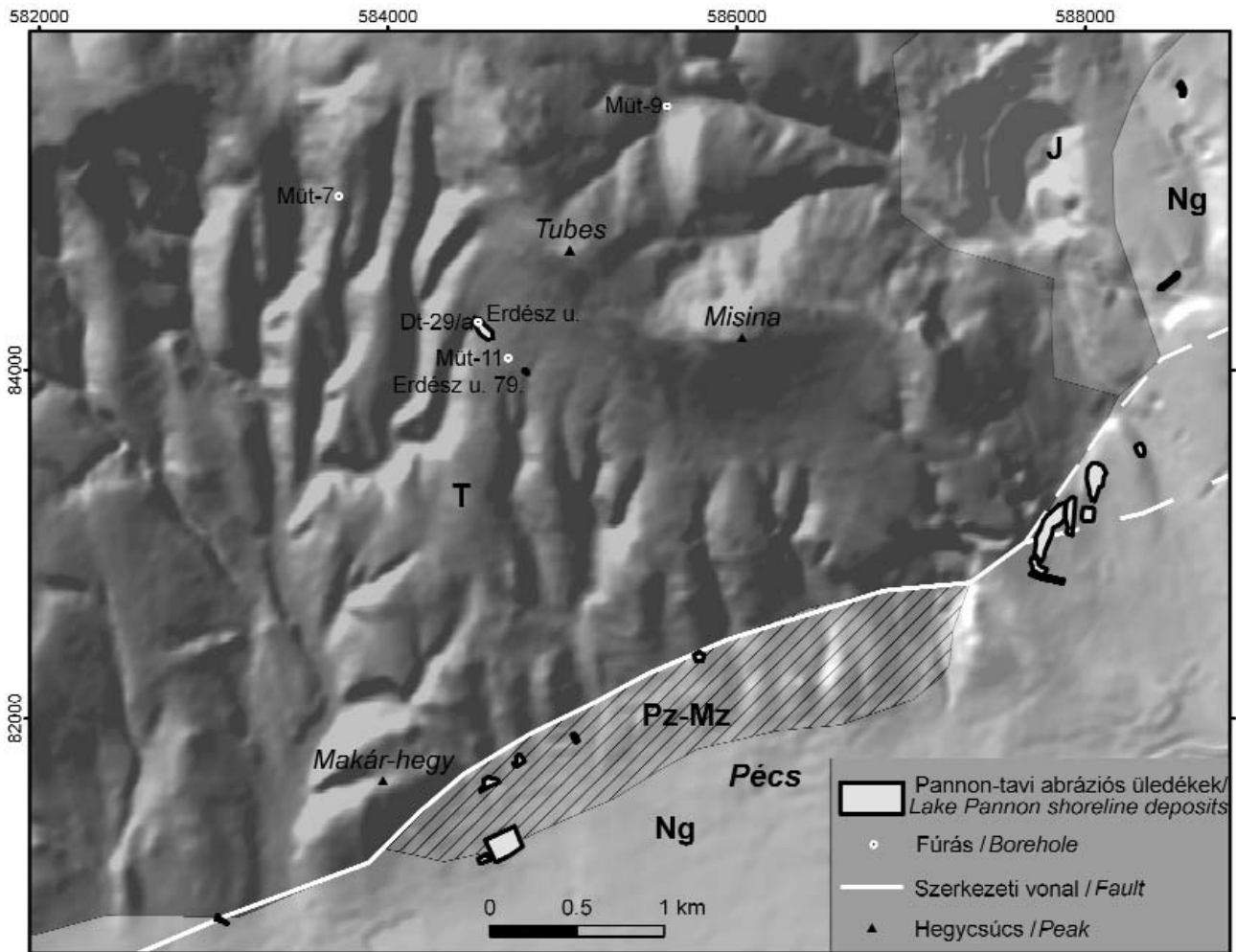
VADÁSZ 1935-ben megjelent munkája óta ismert, hogy a Mecsek területén a pannóniai üledékek lerakódásának idején jelentős tektonikai mozgások zajlottak. A mozgások a miocén után is folytatódtak és a hegység kiemelkedésével jártak (WEIN 1967). Mind a függőleges irányú mozgások-

nak, mind a Pannon-tó történetének a nyomonkövetéséhez fontos adatokkal járulhat hozzá a tavi abrúziós üledékek és színlők vizsgálata.

A Mecsekben pannóniai (felső-miocén, tavi fáciesű) üledékek nagyobb kiterjedésben a déli, hegységperemi fel-tolódásos zónában és azon túl, az előtérben fordulnak elő, de kis foltokban a déli lejtő magasabb részein is megtalálhatók

(1. ábra). A legmagasabban fekvő feltárásokat — az Erdész utca mentén — CHIKÁNNÉ & KÓKAI (1983) írták le. A főleg homokból és kevesebb kavicsból álló előfordulás Pécs

rolás tektonikai vonatkozásait és általában a Pannon-tó abrúziós színlőinek tektonikai vizsgálatokban való alkalmazhatóságát.



1. ábra. A vizsgált feltárás elhelyezkedése

T - triász; J - jura; Ng - neogén; Pz-Mz: paleozoos-mezozoos kibúvások a Mecsek-alja-övben

Figure 1. Location of the studied outcrop

T - Triassic; J - Jurassic; Ng - Neogene; Pz-Mz: Palaeozoic-Mesozoic rocks in the Mecsek-alja Dislocation Zone

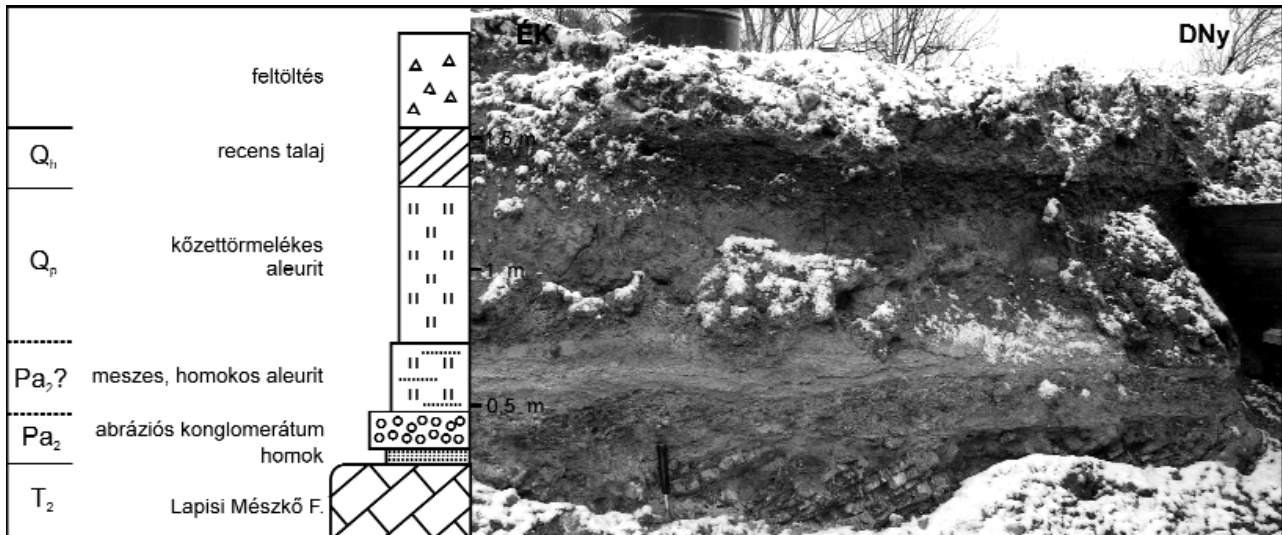
északi részén, 370–390 méteres tszf. magasságban húzódik, és a Pannon-tó abrúziós színlőjét képviseli. A már korábban is ismert, de bizonytalan korú homokfoltokat a fenti szerzők részletesen vizsgálták, és a „felső-pannóniai alsó-középső felébe” sorolták. E besorolás korjelző ősmaradványok hiányában elsősorban szedimentológiai vizsgálatokra alapozva, analógiák alapján történt. Bár az alaphegység és a kavicsos-homokos üledék érintkezését csak fúrás tárta fel, a képződmények abrúziós eredete egyértelmű volt.

2010-ben egy házalap az Erdész u. 79. keleti oldalán lévő telken (EOV: 584798; 83982; z=378 m; 1. ábra) nemcsak a litorális üledéket, hanem magát az abrúziós partot is feltárta. A rétegsorból viszonylag jó megtartású kagylómaradvány került elő, ami aránylag pontos korbesorolást tett lehetővé. Mivel a magas helyzetű képződmény a Mecsek emelkedés-története szempontjából is fontos, érdemesnek látjuk az új feltárást röviden bemutatni. Emellett tárgyaljuk a korbeso-

Az abrúziós part rétegsora

A sziklás part sötétszürke, vékonyréteges, ÉK-ies dőlésű, középső-triász Lapisi Mészkövön alakult ki (2. ábra). Az abrúziós terasz, azaz a dőlő mészkövőretek lenyesett felszíne egyenetlen, de közel sík. Erre vékony, de változatos abrúziós rétegsor települ. A litorális összlet vastagsága a feltárás ÉNy-i részén csak 0,5–0,6 m, míg a medence irányában 2,5–3 m-re nő. A rétegek nem kitartóak: két, az egykori partvonalra merőleges, egymástól kb. 4 m-re lévő falban a jellemző rétegcsoportok ugyan párhuzamosíthatók, de az egyes rétegek nem feltétlenül.

A mészkövőfelszínen szórtan abrúziós tömbök hevernek. Általában közepesen-jól kerekítettek, átmérőjük 80 cm-ig terjed. Nagyrészt a Lapisi Mészkövő Formációból származnak, de a kisebbek között vannak dolomit anyagúak is, melyeket az ebben a magasságban kb. 800 m-rel észak-



2. ábra. A feltárás ÉK-i, partközeli része

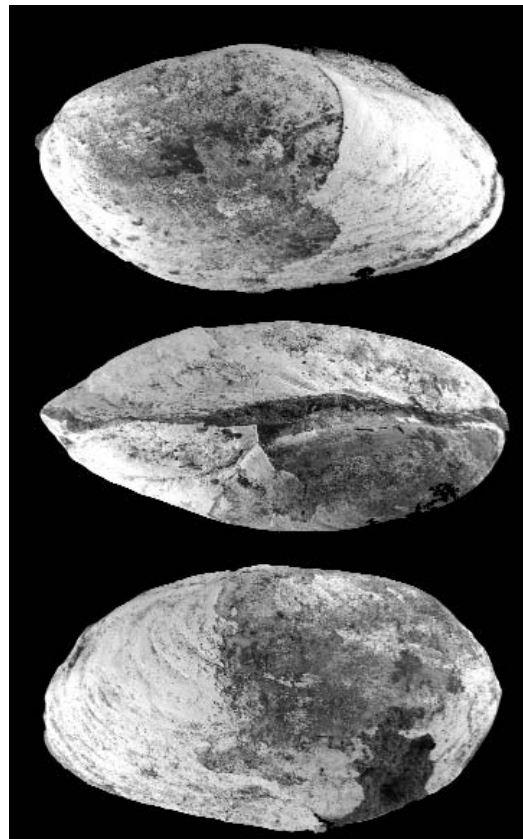
Figure 2. The north-western, proximal part of the exposure

nyugatabbra kibukkanó Rókahegyi Dolomit szolgáltatott. A tömböket megtalálhatjuk a szomszédos házak kertjében is, valószínűleg ugyanígy, házalapozáskor kerültek a felszínre.

A mészkőre az abrázíós tömbök között és azokat befedve 0,2–3 m összvastagságban homok- és konglomerátumrétegek, helyenként -lencsék települnek változó számban, vastagságban és kiterjedésben. A rétegsor alján kavics, illetve konglomerátum jellemző. A feltárás hegységhez közelebbi részén, ahol a litorális összlet kis vastagságú, ehhez csak kevés homok társul, míg a déli részen vastag homok fedi, amelyben följebb, kiemelkedő lencseként jelenik meg újra a kavics. A homok világos vörösszürke, jól osztályozott, közép(-nagy)szemű, erősen csillámos. A konglomerátumrétegek rendszerint jól osztályozottak és jól kerekített kavicsokból állnak, bár előfordul közepesen koptatott kavicsokból álló lencse is. A konglomerátumokat karbonát cementálja. A cementáltság és a jellemző kavicsméret rétegenként változó, de egy-egy rétegen belül egységes. Az Erdész utca északi oldalán több helyen bukkan ki számban álló abrázíós breccsa is. Ezek alig koptatott, középső-triász mészkő és dolomit anyagú kavicsokból állnak és erősen cementáltak.

Efölött 0,2–0,4 m vastag, hullámos, elmosódó rétegszerű, illetve lencsés, közepesen cementált homokos kőzetliszt következik. Sötét lilásszürke, rozsdabarna és világosszürke rétegekből áll, erősen meszes. Valószínűleg már nem a tavi rétegsorhoz tartozik, hanem annak rövid távú áthalmozásával jöhetett létre. A magas mésztartalom későbbi, pedogén eredetű lehet, egy fiatalabb paleotalaj mészfelhalmozódási szintjét képviseli. E talaj magasabb szintjét az a vöröses, kőzetlisztes agyagréteg jelölheti, ami a legtöbb helyen már lepusztult, de a feltárás ÉNy-i részén foltokban, néhány méter hosszan és legfeljebb 20 cm vastagságban megőrződött a tárgyalt tarka rétegek fedőjében. Kora bizonytalan; a plio-pleisztocén Tengelici Formációba vagy a kvarter lözrsorozat alsó részébe tartozhat.

Az alsó, durva kavicsréteg fölötti homokból került elő a 3. ábrán látható *Dreissenomya* kagyló. A *Dreissenomya* nemzetség pannon-tavi endemikus forma, bár egyes fajai később meghonosodtak a Dáciai- és Euxin-medencében is. Az egyetlen innen előkerült példány nem törött, mégsem nevezhető igazán jó megtartásúnak, mert a héja erősen visszaoldódott. A maradvány nem élethelyzetben, azaz



3. ábra. *Dreissenomya* cf. *intermedia* FUCHS az abrázíós rétegekből (hossz: 4 cm)

Figure 3. *Dreissenomya* cf. *intermedia* FUCHS from the shoreline deposits (length 4 cm)

függőlegesen, az üledékbe beásódva őrződött meg, hanem vízszintesen feküdt a homokban. Nagyobb távolságú áthalmozódása azonban nem valószínű, mert a váz zárt teknőkkel maradt meg, a belsejét homok tölti ki. A *Dreissenomya* nemzetség gyakran pionír formaként jelenik meg a vízmozgás vagy az oxigénellátottság szempontjából extrém környezetekben (l. pl. MAGYAR et al. 2006). A faj szintű, biztos határozás még jó megtartás esetén sem feltétlenül lehetséges, mert MARINESCU 1977-es monografikus feldolgozása óta a csoport modern rendszertani vizsgálata nem történt meg. Az Erdész utcai példány mindazonáltal erősen hasonlít a Pécs-Nagyárpádról leírt *Dreissenomya intermedia* FUCHS fajra, kora pedig az árpádi kísérőfauna alapján (SZÓNOKY et al. 1999) valószínűleg megfelel a miocén végi *Prosodacnomya vutskitsi* kronnak (ca. 7–5 millió év). Mivel a Pannon-tó feltöltődése e kron első felében érte el a Mecseket (MAGYAR 2010), az üledék kora megközelítőleg 7–6 millió évre tehető.

A pannon-tavi üledékek magassági elterjedése a Mecsekben

Az Erdész utcai feltárások képviselik a biztosan pannon-tavi üledékek legmagasabb helyzetű ismert mai előfordulását a Mecsekben, de utalnak adatok arra, hogy a tó a hegység magasabb részeit is elborította.

Az Erdész utcától ÉNy-ra, 416 m tszf. magasságban (l. ábra) indított Magyarűrög térképező Müt-7 fúrás 5–12 m közötti mélységben, kvarter lejtőtörmelék alatt változó mértékben agyagos-közetlisztes–finomhomokos közettörmeléklet fúrt, melynek mátrixa főleg durva közetliszt és finomhomok. A törmelék anyaga 0,3–18 cm átmérőjű, szögletes vagy alig koptatott mészkő, ami a közvetlen fekéből, a Viganvári Mészkő Formációból származik (CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1982). Ugyan egyik sem kizáró ok, de az agyagtartalom, a változatos szín a vörösetől a szürkésfehérig, valamint a 11 m környékéről leírt mészkonkréció-töredékek felvetik, hogy az összlet már nem a Pannon-tó üledéke. Pécs és környékén számos helyen láthatunk ilyen megjelenésű üledékeket, amelyek anyaga döntő részben a pannóniai homokok igen rövid távú áthalmozásából származik. (Valószínűleg ezek közé tartozik a fent bemutatott Erdész utcai hálózat feltárásának középső része is.) A besorolás bizonytalanságát mutatja, hogy a Müt-7 fúrás leírói is kérdőjellel adtak „Pliocén – felső-pannóniai/?” kort az összletre (CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1982). Hasonló anyagú és hasonlóan kérdéses korbesorolású a Müt-11 fúrásban 0,6–8,1 m közt harántolt rétegsor is (CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1982).

A Misina-Tubes vonulat északi oldalán mélyült Müt-9 fúrás 378 m tszf. magasságban indult. A 2,4–9,2 m közt megfúrt, közetliszt és finomhomok dominanciájú, változatos színű anyag BODOR E. (in CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1982) palinológiai vizsgálatai alapján pannóniai, de idősebb kainozoos és mezozoos korú áthalmozott alakokat is tartalmaz, kora „felsőpannónnál fiatalabb, késői pleisztocén, vagy korai holocén” (CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1982).

Mindezen feltárások arra utalnak, hogy náluk — egyben az Erdész utcai színlőnél — magasabban is rakódtak le pannóniai üledékek a Mecsekben, amelyek képződési helyüknél valamivel lejjebb, áthalmozott formában őrződtek meg.

A kiemelt helyzet magyarázata, tektonikai megfontolások

A magas helyzet alapvetően két tényezővel, a tó magas vízállásával és/vagy a hegység emelkedésével magyarázható.

A közelmúltban végzett vizsgálatok (MAGYAR 2010, UHRIN 2011, UHRIN & SZTANÓ 2012) kimutatták, hogy a Pannon-tó relatív vízszintje éghajlati hatásra több alkalommal jelentős mértékben, akár 150–200 m-rel is megemelkedhetett. Ezek a vízszintváltozások viszonylag rövid idő alatt zajlottak le: UHRIN (2011) 8,9–6,0 Ma között 12 ilyen ciklust írt le a Dunántúl nyugati részén, 250 ezer év átlagos időtartammal. A vízszint tehát többször is végigvándorolhatott a hegy lejtőjén, különböző magasságokban alakítva ki teraszokat. A többszöri vízszintváltozást támasztja alá, hogy az Erdész utcában mélyült Pécs-Donátus Dt-29/a fúrásban 0,2 és 1,5 m közt harántolt, szálaban álló pannon-tavi litorális összlet konglomerátuma „pannóniai homokkőtörmelék” koptatott darabjait is tartalmazza (CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1982), azaz a tó újra feldolgozta saját, korábban lerakott és diagenizálódott üledékeit.

A szinsziment emelkedés nyomozására többen tettek kísérletet abráziós teraszok segítségével (pl. LOVÁSZ 1970, KRIVÁN in CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1983, KOCH 1988). A jórészt morfológiai alapon körülhatárolt, abráziós teraszként értelmezett felszínmaradványokból több szintet különítettek el. Az egyre alacsonyabban fekvő szinteket egyre fiatalabbnak tekintették, feltételezve, hogy a vizsgált időszakban a hegység folyamatosan vagy szakaszosan, de süllyedésszerű események nélkül emelkedett.

A „felső-pannóniai” homokos üledékek lerakódásával egyidős kompressziós, emelkedéssel is járó tektonikai aktivitás VADÁSZ (1935) óta ismert. Érdekes azonban figyelembe venni a lehetséges emelkedési rátát is. A közvetlen déli előtér medenceüledékeinek segítségével a pannóniai üledékekre számolt átlagos süllyedési ráta (0,03–0,14 mm/év, KONRÁD 2005) nagyságrendje többé-kevésbé megfelel a hasonló lemeztektonikai helyzetben lévő területekre jellemző emelkedési rátáknak is. Még viszonylag magas, 0,1 mm/éves emelkedési ütemmel számolva is 100 m szintkülönbség 1 millió év alatt tud kialakulni, a tektonikus emelkedés tehát körülbelül egy nagyságrenddel lassúbb, mint a vízszint éghajlati okokra visszavezethető változásai. Emiatt nem állítható, hogy az Erdész utcai terasz más pannon-tavi üledékekhez képest magas helyzetét a szinsziment emelkedésnek köszönheti, illetve általánosságban elvethető az a feltételezés, hogy a magasabban fekvő teraszok szükségszerűen idősebbek. A magasságban legközelebbi olyan abráziós parti üledékek, amelyeket mai

ismereteink szerint nem választ el jelentős, differenciált függőleges mozgásokat okozó szerkezeti vonal az Erdész utcai előfordulástól, keletre, a Pécsbányatelepi-öblözet északi részén található, 240–280 m tszf. magasságban. Vízsztintváltozásokkal tehát akkor is megmagyarázható lenne ez a magasságkülönbség, ha feltételeznénk, hogy a hegység nem emelkedett a késő-miocénben.

Az után, hogy a Pannon-tó feltöltődött a Mecsek környékén, igen jelentős tektonikai behatások érték a hegységet. Az alaphegység a déli előtérre tolódott, és a Mecsek-aljában keskeny alaphegységi közetpázták közé becsúszva is megjelennek a pannóniai üledékek (pl. NAGY & HÁMOR 1964, KLEB 1973). Az előtérhez képest az emelkedés mértéke nem ismert pontosan, de több száz (HÁMOR [1966] szerint 500–600) méterre tehető. Ezzel a feltöltődéses mozgással is megmagyarázható a hegység felső régiójában található pannóniai üledékek helyzete. Az emelkedés következtében a hegység központi blokkjáról a tavi rétegsor szinte maradéktalanul lepusztult, a diszlokációs övben is számos helyen a rátolt alaphegység védő hatása miatt maradhatott meg.

A fentiek után már kisebb jelentőségű az a kérdés, hogy egyáltalán mennyire azonosíthatók a területen a Pannon-tó abrúziós teraszai. A Mecsek déli lejtőjén leírt abrúziós teraszok kijelölése üledékmaradványok hiányában nagyrészt a domborzat alapján történt (pl. LOVÁSZ 1970, KRIVÁN in CHIKÁNNÉ & KÓKAI 1983, KOCH 1988). Az abrúziós teraszokra jellemző az igen csekély ($1-2^\circ$) lejtésű, közel sík felszín és a hozzá kapcsolódó meredek, sziklás part. Ilyen morfológia még akkor is nehezen található a Mecsek-oldalban, ha figyelembe vesszük, hogy a paleofelszínnek csak maradványait kell most keresni, és hogy az utólagos tektonikai mozgások kibillentették azokat. Az a tény, hogy noha az Erdész utcában feltárásban láthattuk az abrúziós terasz egy részletét, mégsem jelenik meg a környéken abrúziós partra utaló felszínforma, óvatosságra int a maradványfelszín morfológiai alapon történő kijelölését illetően.

Következtetések

A CHIKÁNNÉ & KÓKAI (1983) által analógiák alapján pannon-tavi abrúziós színlelként azonosított előfordulás kőzetanyagának mind fáciése, mind kora bizonyítást nyert. A litorális üledék kora a talált *Dreissenomya cf. intermedia* FUCHS maradvány alapján és a Pannon-tó visszahúzóási folyamatának ismeretében a Prosodacnomya vutskitsi kron első felére, mintegy 7–6 millió évre tehető.

Ez a pannóniai üledékek legmagasabb helyzetű bizonyított előfordulása a Mecsekben. Feltételezhető azonban, hogy a Pannon-tó üledékei ennél nagyobb magasságban is megjelentek, és a Mecsek legnagyobb részét befedték.

A feltárt rétegsor magas helyzete a tó vízszintingadozásával, illetve az utólagos szerkezeti mozgásokkal magyarázható. E tényezők hatásának az aránya a rendelkezésre álló ismeretek alapján nem állapítható meg.

A Pannon-tó abrúziós teraszai több szempontból alkalmatlanok szinszediment függőleges szerkezeti mozgások nyomonkövetésére. Mivel elsősorban biosztratigráfiai módszerekkel, a rajtuk megőrződött litorális üledékek ősmaradványai alapján lennének korolhatóak, nagyságrendileg millió év pontosságú kort állapíthatnánk meg így. Ilyen pontosságú korolás alapján a jellemző emelkedési ráták ismeretében még jelentős szintkülönbséggel települő teraszok sem különíthetők el. Emellett a vízszintváltozások üteme nagyságrendileg gyorsabb volt, mint a szerkezeti mozgásoké (UHRIN 2011), ezért a színlelk elhelyezkedésére gyakorolt hatásuk — az adott vízszintváltozási cikluson belül — felülírja a tektonika hatását.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk RONCZYK Leventének (PTE Földrajzi Intézet), aki felhívta figyelmünket a feltárára, valamint JÁMBOR Áronnak és UHRIN Andrásnak lektori munkájukért. A munka a PD 104937 sz. OTKA projekt és a Dél-dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése (TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002) pályázat támogatásával készült. A tanulmány az MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 173. közleménye.

Irodalom — References

- CHIKÁNNÉ JEDLOVSZKY M. 1978: Pécs város építésföldtani térképsorozata. Pécsszabolcs (6. sz.). Földtani észlelési magyarázó. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, 602 p.
- CHIKÁNNÉ JEDLOVSZKY M. & KÓKAI A. 1982: Pécs város építésföldtani térképsorozata. Magyarürög (5. sz.) 1:10 000-es méretarányú térképlap. Földtani észlelési magyarázó. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, 508 p.
- CHIKÁNNÉ JEDLOVSZKY M. & KÓKAI A. 1983: Felső-pannóniai abrúziós színlelk a Misina-Tubes vonulat (Mecsek hegység) DNY-i oldalán. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1981. évről*, 249–261.
- HÁMOR G. 1966: Újabb adatok a Mecsek hegység szerkezetföldtani felépítéséhez. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1964. évről*, 193–206.
- KLEB B. 1973: A mecseki pannon földtana. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 53/3, 750–943.
- KOCH L. 1988: Geomorfológiai vizsgálatok a Ny-Mecsekben. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattár, J-1309, 24 p.
- KONRÁD GY. 2005: A Mecsek déli előtérmedencéinek szerkezetalakulása. — In: BUGYA T. & WILHELM Z. (szerk.): *Tanulmányok Tóth*

- Józsefnek. Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi Intézet, Pécs, 157–172.
- LOVÁSZ, GY. 1970: Surfaces of Planation in the Mecsek Mountains. — In: *Studies in Hungarian Geography* **8.**, Akadémiai Kiadó, Budapest, 65–72.
- MAGYAR I. 2010: *A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti viszonyai a késő miocénben.* — GeoLitera Kiadó, Szeged, 140 p.
- MAGYAR, I., MÜLLER, P. M., SZTANÓ, O., BABINSZKI, E. & LANTOS, M. 2006: Oxygen-related facies in Lake Pannon deposits (Upper Miocene) at Budapest-Kőbánya. — *Facies* **52**, 209–220.
- MARINESCU, F. 1977: Genre *Dreissenomya* Fuchs (Bivalvia, Heterodonta). — *Institut de Géologie et de Géophysique, Mémoires* **26**, 75–118.
- NAGY E. & HÁMOR G. 1964: *Magyarország földtani térképe, 10 000-es sorozat, Pécsbányatelep.* — Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- SZÓNOKY, M., DOBOS-HORTOBÁGYI, E., GULYÁS, S., MÜLLER, P., SZUROMI-KORECZ, A., GEARY, D. H. & MAGYAR, I. 1999: Árpád, a classic locality of Lake Pannon bivalves. — *Acta Geologica Hungarica* **42**, 89–108.
- UHRIN A. 2011: *Vízszintváltozási ciklusok és kialakulásuk okai a késő-miocén Pannon-tó egyes részmedencéiben.* — Doktori (PhD) értekezés, ELTE, Budapest, 127 p.
- UHRIN, A. & SZTANÓ, O. 2012: Water-level changes and their effect on deepwater sand accumulation in a lacustrine system: a case study from the Late Miocene of western Pannonian Basin, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* **101**, 1427–1440.
- VADÁSZ E. 1935: *A Mecsekhegység.* — Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest, 180 p.
- WEIN GY. 1967: Délkelet-Dunántúl hegység szerkezete. — *Földtani Közöny* **97**, 371–395.
- Kézirat beérkezett: 2012. 03. 20.