

## Pannóniai üledékképződés és szerkezeti mozgások az Északi-pikkely (Kelet-Mecsek) területén

KOVÁCS Ádám<sup>1</sup>, SEBE Krisztina<sup>2</sup>, MAGYAR Imre<sup>3</sup>, SZUROMINÉ KORECZ Andrea<sup>4</sup>, KOVÁCS Erika<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, (kovacs.adam13@gmail.com)

<sup>2</sup>PTE Földtani és Meteorológiai Tanszék; 7624, Pécs, Ifjúság útja 6. (sebe@gamma.ttk.pte.hu)

<sup>3</sup>MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, 1431 Budapest, Pf. 137. (immagyar@mol.hu)

<sup>4</sup>Mol Nyrt. KTD Kutatási Laboratórium, 1039 Budapest, Szt. István út 14. (kaszuro@mol.hu)

<sup>5</sup>Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences, Banská Bystrica, (kovacs@savbb.sk)

### *Upper Miocene sedimentation and tectonics in the Northern Imbricate Zone (Eastern Mecsek Mts, SW Hungary)*

#### Abstract

The 'Northern Imbricate Zone' along the northern edge of the Eastern Mecsek Mts, SW Hungary, are a complicated, narrow, uplifted band of basement, partly covered by Neogene sediments. The area is heavily deformed, with young, post-Miocene tectonic movements. Pannonian (Upper Miocene) lacustrine sediments are most widely distributed around the village of Nagymányok. Through their investigation it is possible to reveal the Late Miocene and subsequent evolution history. The present study concentrates on the temporary outcrops of Lake Pannon deposits created in 2015 south of Nagymányok, accompanied with fossil collection from the individual strata. This ~120 m thick sedimentary succession is atypical compared to other parts of the Mecsek Mts, with relatively fine-grained, fossil-rich clays to fine sands above the thin (<3 m), gravelly base sands of local provenance. The fauna is dominated by bivalves; however, gastropods, ostracods and fish and plant remains have also been found. The base sands belong to the *Prosodacnomya dainellii* - *P. vutskitsi* mollusc biozones, the finer sediments to the *Congerina rhomboidea* biozone.

Through the joint interpretation of the litho- and biofacies the sedimentary environments and the age of deposition of the sediments were identified, while the evolution of the wider surroundings was delineated by adding the tectonic observations, borehole data and seismic sections to the previous information. Lacustrine sedimentation first started only in the northern foreland of the mountains, accumulating offshore marls, claymarls and silts (Szák Claymarl Fm). The time of flooding is unknown in the trough directly at the foot of the mountains due to the lack of wells and palaeontological data; the wide platform north of it became flooded no sooner than 8.9 Ma based on mollusc data. This was followed by the fine sands to clays of the Alpine–Carpathian delta system (Újfalú Fm), approx. 7.3 Ma ago, as indicated by molluscs belonging to the *Prosodacnomya dainellii* and *P. vutskitsi* littoral biozones. As no clinoforms are present on seismic profiles, the northern foreland must have been a shallow underwater high at that time.

The Northern Imbricate Zone in the mountains were dryland during most of the Late Miocene. Sedimentation started here approximately coevally with the arrival of the delta system at the foot of the mountains. Flooding ensued on a dissected topography. The delta sediments with dominantly sublittoral fauna above the thin littoral base sands indicate rapid transgression.

Late Miocene sedimentation was accompanied by small-scale movements of strike-slip character. More important tectonic deformations followed afterwards: strike-slip to north-vergent reverse displacements happened along the northern master fault of the Mecsek and roughly parallel planes.

*Keywords: Mecsek Mts, Northern Imbricate Zone, Upper Miocene, Pannonian, Lake Pannon, neotectonics*

#### Összefoglalás

A Kelet-Mecsek északi peremén fekvő Északi-pikkely bonyolult felépítésű, részben neogén üledékekkel fedett keskeny, kiemelt alaphegységi sáv. Erősen tektonizált terület fiatal, miocén utáni szerkezeti mozgásokkal. A területen a pannóniai üledékek legnagyobb kiterjedésben Nagymányok körül található meg. 2015-ben keletkezett ideiglenes feltárásokat dokumentáltunk üledék- és szerkezetföldtani szempontból, réteg szerinti ősmaradványgyűjtés kíséretében. A mintegy 120 m vastag Pannon-tavi rétegsort viszonylag finomszemű, puhatestű-maradványokban gazdag agyag-közetliszt–finomhomok összlet alkotja a vékony (<3 m), kavicsos durvahomok anyagú idősebb pannóniai rétegek fölött. A faunában uralkodó kagylók mellett csiga-, kagylósrák-, hal- és növénymaradványok is előkerültek. A legidősebb rétegek a *Prosodacnomya dainellii* – *P. vutskitsi* puhatestű zónákba, míg a finomabb szemű fedőüledékek a *Congerina rhomboidea* zónába tartoznak.

A pannóniai üledékképződés kezdetben csak az északi előtérben indult meg, nyílttavi, agyagmárgás–aleuritos rétegsor formájában (Száki Agyagmárga). Őslénytani vizsgálatok hiányában az előntés kezdetének időpontját a Mecsek előtt húzódó keskeny árokban nem ismerjük; a tőle északra húzódó széles hát előntése puhatestű adatok alapján 8,9 M év után történt. Ezt az északról érkező, alp–kárpáti eredetű deltarendszer finomhomok–agyag hordalékának felhalmozódása váltotta fel (Újfalu Formáció), a Prosodacnomya dainellii és P. vutskitsi litorális molluszkazonába tartozó puhatestűek szerint ~7,3 millió évvel ezelőtt. A szeizmikus geometria alapján az északi előtér ekkor sekély vízzel borított hátság lehetett, míg az Északi-pikkely szárazulat volt. Itt az üledékképződés a deltarendszernek a Mecsek északi pereméhez történő érkezésével megközelítőleg egyidőben kezdődött meg. Az előntés tagolt domborzatú térszínért. A helyi, mecseki forrásból származó, partközeli lerakódott vékony kavicsos homokrétegek után következő, jórészt szublitorális faunájú deltaüledékek következtek. A pannóniai üledékképződés során kisebb léptékű eltolódásos mozgások zajlottak. Erősebb tektonikai hatások annak lezárulása után érték a területet: a hegység északi peremvetője és vele közel párhuzamos sík(ok) mentén eltolódásos–feltolódásos szerkezeti mozgások történtek.

*Kulcsszavak:* felső-miocén, neotektonika, Pannon-tó

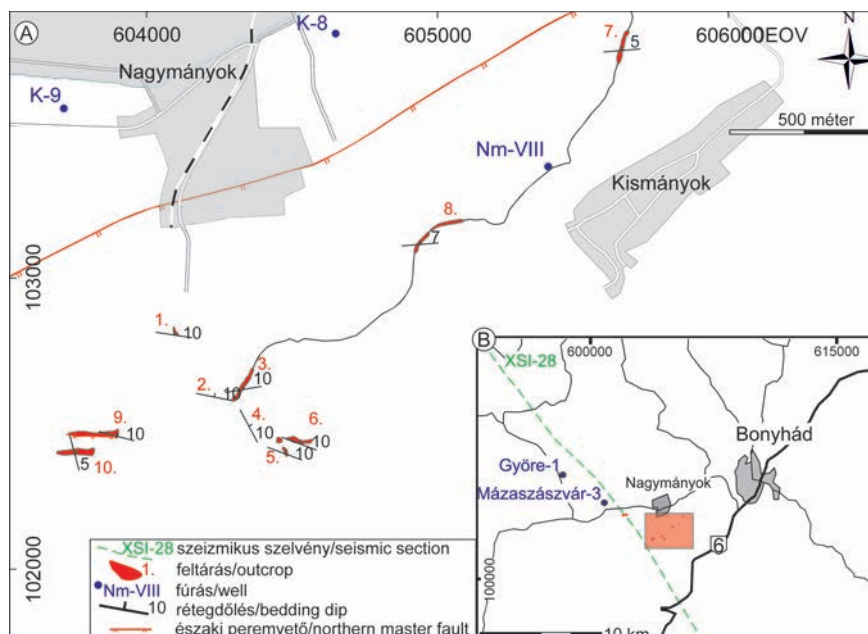
## Bevezetés

A Kelet-Mecsek északi peremén fekvő Északi-pikkely szerkezeti szempontból az egyik legbonyolultabb terület a hegységben (WEIN 1965). Az Északi-pikkely a Kelet-Mecsek központi részével megegyező kőzetekből álló, ám attól neogén üledékekkel elválasztott és részben fedett, keskeny, kiemelt alaphegységi sáv (1. ábra). Igen tektonizált terület, nagyszámú szerkezeti elemmel és fiatal (posztmiocén) szerkezeti mozgásokkal (TARI 1992, CSONTOS et al. 2002). Területén a Pannon-tavi üledékek legnagyobb kiterjedésben Nagymányok körül találhatók meg. Míg a Nyugat-Mecsekben vagy a Mórággyi-rög környékén a közelmúltban részletesen vizsgálták a pannóniai képződményeket őslénytani, rétegtani és tektonikai szempontból is a Pannon-tóra vonatkozó, a közelmúltban kialakult fejlődéstörténeti kép (MAGYAR 2010) felhasználásával (pl. CZICZER 2014; SEBE et al. 2013, 2015; SZTANÓ et al. 2015), addig az Északi-pikkely felső-miocén üledékeivel utójára KLEB (1973) foglalkozott részletesen. Jelen munka apropóját az adja, hogy 2015-ben egy mészkő-

bánya nyitására kapcsolódó földmunkáknak köszönhetően több ideiglenes feltárás keletkezett Nagymányoktól délre. A felszínre bukkant pannóniai rétegsor mecseki viszonylatban nagy vastagságúnak számít, ősmaradványokban gazdag, és eltér a hegységperemen megszokott durvahomokos összletektől. A munka célja a friss és a közeli régebbi feltárások dokumentálása és értelmezése volt a tágabb földtani környezet keretében, képet adva ezzel a terület pannóniai fejlődéstörténetéről.

## Vizsgált terület

Nagymányok környékén a földtani megkutatottság főleg a szénbányászatnak köszönhető (WEIN 1965). A falutól délre közel 100 évig működött mélyművelésű szénbánya, jelenleg egy mészkőbánya üzemel. Az alaphegységet mezozoos kőzetek alkotják: triász karbonátok, alsó-jura szenes összlet és a fedő mészmárgás rétegsor (VADÁSZ 1935, HÁMOR 1966, HÁMOR et al. 1968) (1. ábra). Ezek kis területen vannak



1. ábra. A) A vizsgált feltárások és fúrások a térképen. B) Áttekintő ábra a terület és a bemutatott szeizmikus szelvény (6. ábra) helyzetéről

*Figure 1. A) The investigated outcrops and boreholes on the map. B) The overview map shows the location of the study area and the seismic section*

felszínen, a terület nagy részét a rájuk települő pannóniai (felső-miocén) üledékek borítják, a legtöbb helyen kvarter — rendszerint lösz és lejtőtörmelék — fedővel. A szűk vizsgálati területen a pannóniainál idősebb miocént csak egy vékony, erősen bontott, tektonikusan becsípett riolituffa képviseli, melyet HÁMOR (1970) az „alsó riolituffához” sorolt, azaz alsó-miocénnek tekintett. Kevesebb mint 1 km-re, a Völgyesség-patak vízválasztójának déli oldalán, Hidas felé azonban már nagy kiterjedésben található meg az alsó- és középső-miocén üledékek.

A vizsgált területen az alaphegység eróziós felszínére legfeljebb néhány méter vastag limonitós, éretlen, kavicsos durvahomok, majd „kék agyag” települ, amely faunája alapján pannóniai korú. Ezen rétegek molluszkáival részletesen LÖRÉNTHEY Imre (1890, 1893) foglalkozott; 1890-es munkájában a környék általános földtani felépítését is ismertette.

### Módszerek

Jelen munka során lehetőség nyílt LÖRÉNTHEY rétegsorának pontos üledékföldtani leírására és fölfelé történő kiegészítésére. A vizsgált 2 km<sup>2</sup>-es területen 10 feltárást — útbevágásokat, bányát és természetes kibúváásokat — írtunk le (I. táblázat). Ezek többsége friss, de LÖRÉNTHEY (1890, 1893) feltárássai is köztük voltak.

I. táblázat. A feltárássok elhelyezkedése

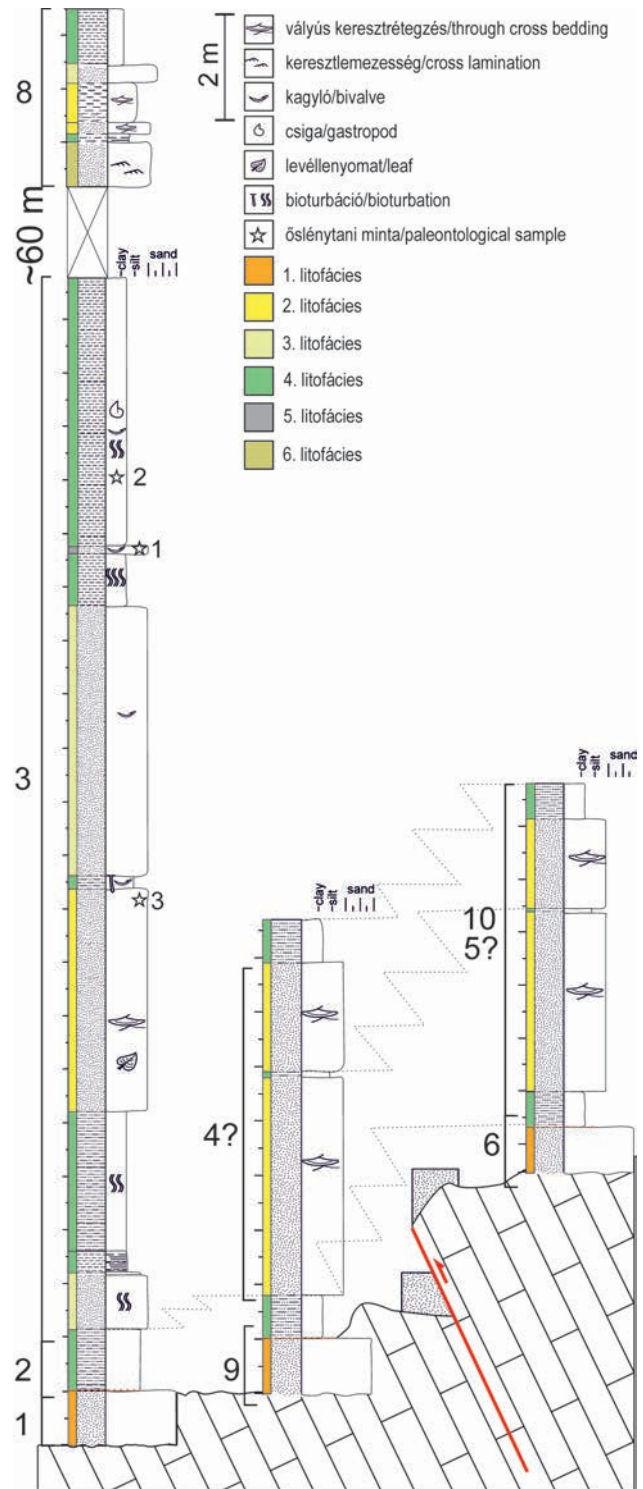
Table 1. Location of the outcrops

Feltárásszám	Leírás	EOV
1	Rezső-tároló bejárata fölött, 4×2 m (Lörenthey)	604182;102843
2	út melletti vízelvezető csatorna, 3×1 m	604320;102630
3	Kismányokba vezető bányaut, nagy bevágás, 100×20 m	604409;102654
4	9×4 m természetes fal	604448;102526
5	régi földút bevágásában, 3×1 m (Lörenthey)	604560;102436
6	5-től K-re a szurdokvölgyben, 10×7 m	604601;102470
7	az bányába vezető út Kismányok felőli oldala, 60×4 m	605707;103798
8	az útbevágás legmagasabban fekvő része, 45×3,5 m	604939;103112
9	mészköbánya, alsó szint	603901;102461
10	mészköbánya, felső szint	603712;102379

A munka legfontosabb része az ideiglenes feltárássok leírása volt. Az üledékes bélyegek megfigyelése és az ősmaradványok gyűjtése rétegekre lebontva történt. A feltárássok részletes dokumentációja KOVÁCS (2017) munkájában olvasható. A fossziliák preparálását a PTE TTK Földtani és Meteorológiai Tanszékén végeztük, a konzerválás polivinil-butirállal történt. A gyűjtött ősmaradványok az MTM Növénytarában és Őslénytani és Földtani Tárában lettek elhelyezve, leltári számuk HNHM-PBO 2016.4.2., HNHM-PBO 2018.366.2., INV 2018.161-2018.205. és VER 2018.1890-1893. Az egyik kagyló az MTM Bakonyi Természettudományi Múzeumának gyűjteményéből származik, leltári száma 2016.8.3. A mikropaleontológiai mintákat H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-vel kezeltük. Az eredmények tágabb környezetbe illesztéséhez tanulmányoztuk a környékbeli szeizmikus reflexiós szelvényeket és a közelükbe eső fúrási rétegsorokat.

### A pannóniai rétegsor

A vizsgált feltárássokat korrelálva az alaphegység fölött egy 25 m vastag folyamatos rétegsort lehetett összeilleszteni (2. ábra). A 8. feltáráss rétegtanilag jóval a többi fölött



2. ábra. A terület pannóniai rétegsorai és azok korrelációja az alaphegység felett. Utóbbi magassági ábrázolása a pannóniai képződményekhez képest nem méretarányos

Figure 2. Sedimentary logs of the study area with the positions of the individual outcrops. Basement topography is not to scale with Pannonian sediment thicknesses

helyezkedik el, köztük az Nm–VIII fúrás és a dőlésadatok alapján ~60 m üledék nem vizsgálható. A kapcsolatot a két szakasz között a Nm–VIII jelenti, ami 118 m pannóniai üledéket tárt fel.

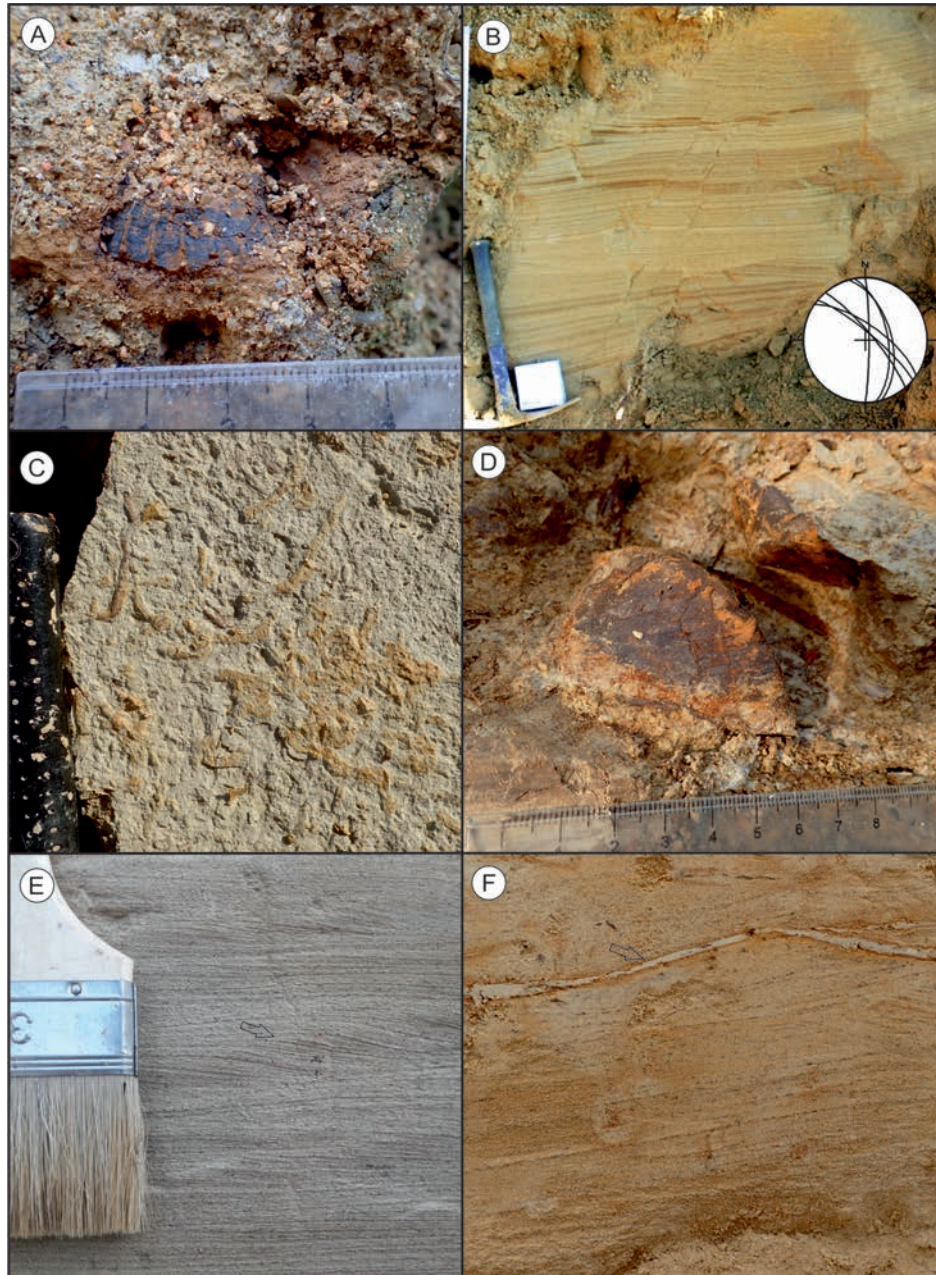
A folyamatos leírható pannóniai rétegsor három egyébségből áll. A középső-triász mészkőre szögdiszkordanciával max. 3 m kavicsos durvahomok települ, amire finomszemű homokrétegek következnek 15–17 m vastagságban. A rétegsor egy kb. 6 m vastagságú pelit összlettel zárul.

### Jellemző litofáciesek és értelmezésük

A rétegsorban hat jellemző kőzettípust lehetett elkülöníteni (3. ábra). Ezeket letről felfelé haladva ismertetjük. Rétegsorbeli elhelyezkedésüket a 2. ábra mutatja.

#### Kavicsos durvahomok

Szerkezetmentes, rosszul osztályozott üledék, a pannóniai üledékek bázisát képezi (3. ábra, A). Közvetlen a



3. ábra. Jellemző litofáciesek a feltárások számaival

A) Kavicsos durvahomok *Lymanocardium schmidti* egy teknőjének köbelével (6.), B) vályusan keresztretegzett finomhomok szinszediment vetőkkel és azok sztereogramjával (3.), C) agyaggal kitöltött, 1 cm átmérőjű horizontális járatok a kőzetlisztes agyagréteg talpán (3.), D) finomszemű homokréteg összehalmozott *Congeria rhomboidea* köbelével (3.), E) kúszó keresztletegzés finomszemű homok (8.), F) keresztletegzés finomhomok agyaglepellel kiemelve (8.)

**Figure 3.** Typical sedimentary structures in the investigated outcrops

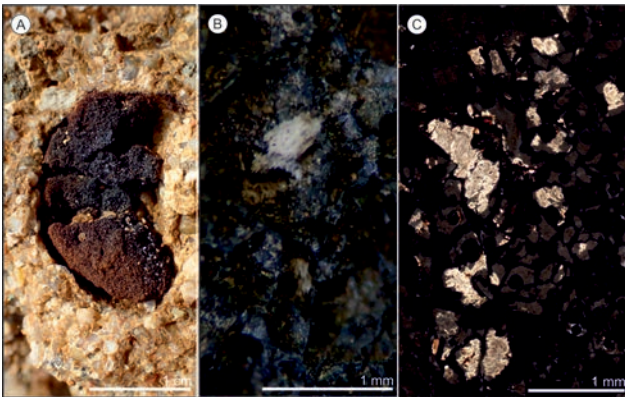
A) pebbly sand, with a *Lymanocardium schmidti* mould B) trough cross-bedding in sand with synsedimentary faults, C) 1 cm diameter horizontal burrows in the bottom of silt/clay layers, D) very fine grained sand with *Congeria rhomboidea* moulds, E) climbing cross-laminated sand, F) cross-laminated sand with a clay drape

középső-triász mészkőre (Lapisi és Zuhányai Mészkő Formáció) települ. A mészkőbánya felső szintjének (10. feltárás) nagy, letisztított kőzetfelszínén megfigyelhető, hogy a mészkő karrosodott, és a karsztos mélyedésekbe azonnal a pannóniai homok települ. A homok anyaga földpát, kvarc és gránittörmelék, a szemcsék alig koptatottak. Kötőanyaga karbonát, illetve limonit. Maximális vastagsága 3 m. Sok kagylóteknő-lenyomat és -kőbél található benne.

A földpátgazdag, alig koptatott, éretlen kőzetanyag arra utal, hogy keveset szállítódott, közvetlen közletről lepusztuló anyagról van szó. A gránittörmelék alapján a forráskőzet az innen néhány száz méterre délre ma is megtalálható alsó-miocén Szászvári Formáció. A szemcseméret és a molluszkák megtartása alapján erősen mozgatott vízben rakódott le.

#### Gipszhomokrétteg a Pannon-tóban

A durvahomokban található kavicsok közt a mészkőbánya (9., 10. feltárás) északi részén, a tektonikai adatok c. fejezetben tárgyalt nagy feltolódás északi előterében egy különleges kőzettípus is előfordult (4. ábra). A jellemzően <5 cm nagyságú, jól koptatott, fekete kavicsok porózusak,



4. ábra. Fekete, porózus, Mn-oxid anyagú, eredetileg gipszhomokot is tartalmazó kavics a durvahomokban. A) a kavicsos homok makroszkópos képe; B) kavics közelképe; egyes üregekben még látható a gipsz anyagú homokszemcse maradványa; C) vékonycsiszolat (keresztezett nikolok közt)

**Figure 4.** Black, porous pebble (made of MnO) in the very coarse sand, which originally also contained gypsum sand. A) macroscopic view of the pebbly sand; B) close up photo of the pebble; the gypsum sand residue is still visible in some of the cavities; C) cross section ( $\times N$ ).

puhák, kézzel morzsolhatók és nagyon könnyűek, úsznak a vízben. Szerkezetük nem mutat irányítottságot, pórusaik izometrikusak, 0,1–1 mm átmérőjűek. A fekete anyag  $H_2O_2$ -ra füstölve pezseg, azaz Mn-oxid-vegyület. Sztereomikroszkóp alatt a pórusok egy részében láthatóvá válik egy kristályos szemcse vagy annak maradéka. Vékonycsiszolatban a kristályok gipsznek bizonyultak optikai tulajdonságaik alapján: szálas-rostos megjelenés, hasadási nyomvonalak, kicsi kettőtörés, elsőrendű szürke interferenciaszín. A mészkőbányában dolgozó gépkezelő elmondása szerint ugyanez az anyag valamivel mélyebben a durvahomokban egy 10–15 cm vastag, folyamatos réteg formájában is előfordult; ottjártunkor sajnos ezt már letermelték. A ma porózus anyag tehát eredetileg egy gipsz-

homokrétteg lehetett, amit Mn- és Fe-oxid cementált homokkővé. Később a homokszemcsék nagy része kioldódott, a homokkőnek a cementje maradt meg, maga a gipszhomok csak nyomokban.

#### Vályúsan keresztretegzett finomszemű homok

Világos sárgásbarna, jól osztályozott, finomszemű homok (3. ábra, B). A szemcseanyag az összes homokban kvarc és muszkovit, a kötőanyag karbonát. A vályúk kötegvastagsága 10–25 cm. A rétegsor legmagasabb szakaszán néhány m széles és kb. fél m mély csatornakitöltéseként is megjelenik ugyancsak keresztretegzett homokba vágódva, ahol a csatorna alját 2–8 cm hosszú szürke agyagkavicsokból álló réteg béleli. Molluszkák elsősorban találhatóak benne. A szemcseanyag alapján érett, messziről szállítódott üledék, ami a csendes áramlási tartományban rakódott le, az áramló közeg vastagsága minimum 1,75 m lehetett.

#### Bioturbált, molluszkatörmelékese finomszemű homok

A legelterjedtebb litofácies, világos sárgásbarna, jól osztályozott finomhomok. A rétegsor alsó részén elsősorban apró (<8 mm) kvarc- és tűzkő kavicsok vannak benne. Néhány helyen gyengén látszik az elsődleges szerkezet (vályús keresztretegzés) maradványa, de ezt a bioturbáció eltünteti. Sok molluszka héjtöredéket és lenyomatot tartalmaz, emellett halmaradványok és két növénylenyomat is előkerült. Az életnyomok tengeri beosztása BABINSZKI et al. (2003) alapján a Pannon-tóra is alkalmazható, így az 1–2 cm átmérőjű vertikális járatok a *Skolithos* ichnofáciesbe tartoznak. Ez szintén érett, messziről szállítódott üledék, de az alsóbb részekben a közeli térszínek lepusztuló anyaga is keveredett hozzá.

#### Szerkezet nélküli kőzetlisztes agyag

Világos kékeszürke, kagylós elválású kőzet. Rétegtalán kb. 1 cm átmérőjű, kacskaringós horizontális járatok vannak (3. ábra, C). Az üledékben sok ép csiga és duplateknős kagyló található. Az ősmaradványok szórtan, jellemző irányítottság nélkül őrződtek meg. Ez az üledék nyugodt, vízmozgásmentes időszakot jelez, amit a puhatestűek megtartása és fajösszetétele (1. alább) is alátámaszt. Az életnyomok a *Cruziana* ichnofáciesbe sorolhatóak.

#### Összehalmozott molluszkákat tartalmazó, finomszemű homok

Ez a kőzettípus egyetlen rétegben figyelhető meg a 3. feltárás felső szakaszán, a kőzetlisztes agyagrétegek között (3. ábra, D). Rengeteg nagy méretű kagylókőbél fordul elő a rétegben összehalmozva, jellemzően domború oldalukkal felfelé. Elsődleges üledékszerkezet a bioturbáció miatt nem látszik, azonban az összemossott héjak alapján egy pillanatszerű behordási eseményre, például egy vihar üledékére következtethetünk.

### Kúszó keresztlemezes, finomszemű homok

Ez a jól osztályozott finomhomok (3. ábra, E) csak a rétegsor legmagasabb szakaszán fordult elő (8. feltárás). Ósmaradvány nem került elő belőle. A keresztlemezes asszimmetrikus, azaz a szerkezet áramlási fodorokhoz tartozik. A kúszás pedig folyamatosan utánpótlódó homokot szállító áramlásra utal. Ezeket néhol agyaglepel fedí (3. ábra, F), ami az áramlás megszűnését jelzi.

### Ósmaradványok

A vizsgált feltárásokból több mint 150 makrofossziliát gyűjtöttünk. Ezek túlnyomórészt puhatestűek, de előkerült halcsigolya, -pikkely, úszósugártüske és otolith, valamint néhány levéllenyomat is (I. tábla). Az egyes taxonok litofációs szerinti eloszlását a II. táblázat mutatja be.

A kavicsos durvahomokban kevés, nagy méretű faj van nagy egyedszámmal képviselve. Az üledékből összehalmozott kőbelek, lenyomatok és héjtöredékek kerültek elő. A *L. schmidti* és a *C. rhomboidea* mind a litorális, mind a szublitorális övben megtalálható, míg a *Dreissena auricularis* egyértelműen litorális forma (JUHÁSZ & MAGYAR 1993; MAGYAR 1995). LÖRENTHEY (1893) HOFMANN gyűjtéséből olyan tipikus litorális fajokat is határozott innen, mint a *Lymnocardium arpadense* (a leírása alapján valószínűleg *L. diprosopum*) és a *Congeria balatonica*.

A finomszemű homokban változatosabbá válik a fauna, a litorális *Dreissenomya intermedia* mellett megjelenik a szublitorális környezetre jellemző *Lymnocardium szaboi*, *L. stevanovici* és *Paradacna okrugici*. A rétegekben a puhatestűek elsősorban fordulnak elő, jellemzően kisebb méretűek és vékony héjjal rendelkeznek. Megtartásuk változatos,

héjtöredékek és kőbelek mellett kétketnős példányok is előkerültek. A táblázatban felsorolt fajok a korábban felderített ökológiai igények (MAGYAR 2010) alapján kisebb energiájú, nyugodtabb környezethez alkalmazkodtak. Ósmaradványok főképp a bioturbált homokokból kerültek elő.

Az aleurit-agyag rétegeiből szintén elsősorban kerültek elő az ósmaradványok. Itt a *Prosodacnomya* sp. és a *Dreissena auricularis* kivételével a szublitorális zónára (vagy a litorális és szublitorális zónákra együttesen) jellemző fajok találhatók. A kagylók túlnyomó többsége két teknővel őrződött meg. Az általunk is megtalált fajokon túl LÖRENTHEY (1890, 1893) számos tipikusan szublitorális fajt sorol fel az agyagból: *Congeria croatica*, *C. zagrabiensis*, *Lymnocardium cristagalli*, *L. majeri*, „*Pontalmyra*” *otiophora*, *Valenciennius reussi*.

LÖRENTHEY (1893) az összes üledéktípusból összevonva 38 puhatestű taxont sorolt fel Nagymányokról. Az általunk azonosított formák közül csak a *Pisidium* sp. nem szerepel a listáján (a mi *Paradacna* sp.-ként jelölt formánk azonos lehet LÖRENTHEY „*Lymnocardium* nov. form.” taxonjával). Érdekes, hogy a korhatározás szempontjából fontos *Prosodacnomya* nemzetségből ő is csak egyetlen töredéket talált (nála „*Lymnocardium semisulcatum*”).

A puhatestű maradványok alapján biosztratigráfiailag a kavicsos durvahomok (amennyiben LÖRENTHEY diagnózisa helyes, és valóban *L. diprosopum*-ot tartalmaz) legvalószínűbben a *Prosodacnomya dainellii* litorális puhatestű zónába tartozik, míg a fedőjében feltárt finomabb szemű üledéksor a *Congeria rhomboidea* szublitorális biozónába sorolható (sensu MAGYAR & GEARY 2012). Az utóbbiban talált egyetlen *Prosodacnomya* teknő áthalmozással kerülhetett a litorális övből a szublitorálisba. Megtartása nem

II. táblázat. Az előkerült ósmaradványok gyakoriság szerint rendezve

Table II. Fossils of the study area

Faj	Kavicsos durvahomok	Keresztrétegzett /bioturbált finomhomok	Szerkezetmentes kőzetlisztes agyag	Összehalmozott molluszkás finomhomok	Kúszó keresztlemezes finomhomok
<i>Lymnocardium schmidti</i>	x	x		x	
<i>Lymnocardium szaboi</i>		x	x		
<i>Lymnocardium stevanovici</i>		x	x		
<i>Lymnocardium ferrugineum</i>	x				
<i>Lymnocardium banaticum</i>	x				
<i>Caladacna steindachneri</i>		x	x		x
<i>Prosodacnomya</i> sp.			x		
<i>Paradacna okrugici</i>		x			
<i>Dreissenomya intermedia</i>		x			
<i>Dreissena auricularis</i>	x		x		
<i>Congeria rhomboidea</i>	x		x	x	
<i>Pisidium</i> sp.			x		
<i>Zagrabica</i> sp.			x		
halesontok és -pikkelyek		x			
<i>Umbrina cirrhosoides</i> otolith			x		
<i>Celtis</i> sp. levél		x			
<i>Alnus cecropiifolia</i> levél		x			

tette lehetővé a pontos határozást, de a példány vagy a *dainellii*, vagy a *vutskitsi* fajhoz tartozik. A rétegsor bázisán lévő durvahomok vékony, és üledékfolytonossággal települ rá a finomhomok–agyag rétegsor, ezért nem indokolt feltételezni, hogy a két képződmény kora lényegileg különbözne. A vizsgált rétegsor kora így legvalószínűbben 7,5 és 7,0 M év közé tehető, de ennél fiatalabb miocén kor sem zárható ki teljesen.

LŐRENTHEY (1890) említ kisméretű fogakat Nagymányokról, amelyek esetleg segíthetnének a kor pontosításában. Sajnos ezek a maradványok ma nem találhatók meg sem a Magyar Természettudományi Múzeum Óslénytárában, sem a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat földtani gyűjteményében.

A makrofossziliák gyűjtésén kívül mikropaleontológiai vizsgálatokat is végeztünk. A minták helyét a 2. ábrán jelöltük. Az előforduló mikrofossziliákat gyakorisági sorrendben a 3. táblázat tartalmazza.

### III. táblázat. A 3. feltárásból leírt mikrofauna

Table III. Microfauna of the outcrop no. 3

1. minta	2. minta	3. minta
<i>Candona (Casiolla) parabalcanica</i> KRSTIĆ	<i>Candona (Casiolla) parabalcanica</i> KRSTIĆ	<i>Candona (Casiolla) parabalcanica</i> KRSTIĆ
<i>Candona (Casiolla)</i> sp.	<i>Candona (Casiolla)</i> sp.	<i>Candona (Casiolla)</i> sp.
Szivacstű	<i>Candona (Reticulocandona) orientalis</i> KRSTIĆ	<i>Candona (Hastacandona) longitesta</i> KRSTIĆ
Radiolaria (átkristályosodott, koptatott)	<i>Candona (Hastacandona) pontica</i> AGALAROVA	<i>Candona (Hastacandona) pontica</i> AGALAROVA
	<i>Candona (Hastacandona) longitesta</i> KRSTIĆ	<i>Candona (Hastacandona)</i> sp.
	<i>Cypria tocorjescui</i> HANGANU	<i>Candona (Zalanyiella)</i> sp.
	<i>Candona (Sirmiella) arcuatooides</i> KRSTIĆ	<i>Candona (Reticulocandona)</i> sp. (juv)
	<i>Candona (Zalanyiella)</i> sp.	<i>Cypria tocorjescui</i> HANGANU
	<i>Candona (Typhlocypris?)</i> sp.	<i>Leptocythere (Amnicythere)</i> sp.
	<i>Loxoconcha alitera</i> KRSTIĆ	

A szerkezetmentes, kőzetlisztes agyagrétgeből vett 1. mintából rendkívül szegényes és rossz megtartású ostracoda fauna került elő. A *Candona (Casiolla) parabalcanica* KR. és a *Candona (Casiolla)* sp. néhány sérült félteknője alkotta az együttest. Ez a közel monospecifikus összetétel, továbbá a kisebb juvenilis példányok hiánya arra enged következtetni, hogy a szegényes együttes allochton.

Az ostracodák mellett még kevés szivacstűtöredék, átkristályosodott radiolaria példány is előfordult. Ennek alapján az üledékképződés során a felszínen lévő idősebb képződmények anyaga is belekerült a vizsgált rétegsorunk kőzetanyagába.

Szárazföld közelségét jelzi, hogy a kőzetanyag hidrogén-peroxidos kezelése után több, különböző forrásanyagú kavics (2–5 mm) is előkerült az iszapalási maradvékból.

A szintén szerkezetmentes, kőzetlisztes agyagból, de felsőbb szakaszról vett 2. minta jó megtartású és diverz ostracoda együttest tartalmazott. Az együttesben domináltak a *Candona* genus tagjai (az együttes 99%-a), melyek egy kivételével sima, vékony, megnyúlt teknőjű formák, melyek nagyobb mélységek lakói (HOFMAN 1966). Az egyetlen kivétel a *Candona (Reticulocandona) orientalis* KRSTIĆ faj,

amely egy vastagfalú, díszített forma és feltehetően a litorális zónából került nagyobb vízmélységbe (SZUROMINÉ KORECZ 1991).

A *Candonák*on kívül csak két egyéb genust (*Cypria tocorjescui* HANGANU, *Loxoconcha alitera* KRSTIĆ) találtunk, azokat is nagyon alacsony példányszámban. Korábbi vizsgálataink szerint (SZUROMINÉ KORECZ 1991) a *Cypria tocorjescui* HANGANU és a *Candona (Hastacandona)* subgenusba tartozó fajok a sekélyebb vizek (< 15 m) lakói lehettek.

Az együttesben számos juvenilis egyedet figyeltünk meg, ami az asszociáció autochton jellegét bizonyítja (RUIZ et al. 2003). Nagyon kevés a kettős teknőjű példány, ami nem túl gyors üledékképződésre utal (HOLMES 2001).

A tipikus parti, litorális genusok (*Cyprideis*, *Hemicythere*, *Amnicythere*, *Loxoconcha*) szinte teljes hiánya mélyebbvízi, szublitorális vízmélységre utal (BOOMER et al. 2005).

A 3. minta finomszemű homokjában viszonylag jó megtartású (finomhomokkal kitöltött félteknők) és diverz ostracoda faunát válogattunk ki. Az asszociáció nagy hasonlóságot mutatott a korábban ismertetett 2. minta (aleurit, agyag) együtteséhez: mindkettőben a *Candonák* (elsősorban a *Casiolla*- és *Hastacandona*-félék) domináltak, a *Candonák*on kívül csak néhány *Cypria tocorjescui* HANGANU és *Leptocythere (Amnicythere)* sp. példányt találtunk. A juvenilis egyedek jelenléte itt is igazolta az együttes autochton jellegét (RUIZ et al. 2003). Az ostracoda teknőknek csak kisebb hányada volt kettős teknő, ami nem túl gyors sebességű üledékképződésre utal (HOLMES 2001).

Az ostracoda együttes leggyakoribb fajának (*Candona (Casiolla) parabalcanica* KRSTIĆ) sótartalomigényét mio-mezozóliának (3–9 ezrelék) tartjuk (SZUROMINÉ KORECZ 1991), ezért feltételezzük, hogy az egykori üledékgyűjtő vize is az említett két érték között ingadozhatott. Édesvízi–oligohalin (0–3 ezrelék) sótartalomigényű taxont (például: *Ilyocypris*, *Candona [Candona]* stb.) nem találtunk.

Az ostracoda együttes tagjainak nagyobb részét KRSTIĆ (1968, 1972a, b) írta le a Pannon-medence szerbiai részének „felső-pontusi” képződményeiből.

### A rétegsor értelmezése

A rétegsor a kőzetkifejlődések és ősmaradvány-tartalom együttes figyelembe vételével értelmezhető.

A rétegsorban sekélyvízi, és hullámbázis alatti, nyugodt környezet üledéktípusai fordulnak elő. Az alsó, folyamatosan vizsgálható részen fokozatos szemcseméret-csökkenés figyelhető meg. A durvahomok litorális üledék, a közletről származó törmelékanyag gyenge átmozgatásával keletkezett, a terület víz alá kerülését jelzi.

A gipszhomok megjelenése a rétegsor alján sekély, bepárlódó, valamilyen szinten sós vízre utal. Míg a badeni és szarmata emeletekben nem ritka az evaporitok előfordulása, köztük gipszé, illetve anhidrité sem (pl. SELMECZI et al. 2012), a Pannon-tóban nem sok helyről ismerjük jelenlétét. Rudabánya idős pannóniai mocsári agyagjaiban rózsákban vagy változó vastagságú kötegekben figyeltük meg. A Bakony DK-i előterében JÁMBOR (1980, 75. o.) ír le gipszkiválásokat az Ősi Tarkaagyag repedéseiben, képződésüket az — egyébként is sekély — üledékgyűjtő kiszáradásához köti. Térben és időben a legközelebbi gipszelőfordulást BARABÁS András (2010) írta le a Somberek–2 fúrásból a szarmata és pannóniai képződmények határáról. A 1,5 cm vastag gipszréteget az eredeti fúrásleírás a szarmata összehozhat sorolja; az előzőekkel ellentétben mélyvízi üledékek között található. A nagymányoki előfordulás új helyszínt ad hozzá az eddig ismertekhez, és a vízszint többszöri mozgásáról tanúskodik. Hogy a gipszhomok eredetileg homok méretű szemcsékként vált-e ki, vagy egy korábbi, akár agyaggal vegyes réteg eróziójával keletkezett, az nem eldönthető. A szemcsék nem vagy alig koptatott volta mindenestre igen rövid idejű mozgatásra utal. A gipszhomokrétegeket leülepedésük után Mn- és Fe-oxid-ásványok cementálták. Egyes rétegek, amelyek gyorsan betemetődtek, megmaradtak; másokat a Pannon-tó hullámverése felszaggatott, ezek koptatott kavicsok formájában őrződtek meg a partközeli üledékekben. Az, hogy ennyire puha kőzetanyag a hullámveréses övben megmaradhatott, gyors betemetődésre utal, a vízszint, illetve a partvonal nem sokáig lehetett stabil.

Az ezt követő finomhomok, majd kőzetlisztes agyagrétegek faunájukkal együtt az erózióbázis szintjének látszólagos emelkedését és az egyensúlyi partprofil eltolódását jelzik. A vályús keresztretegű és bioturbált homokok a deltatorokolatok üledékei lehetnek. A finomhomok már messziről szállított, érett üledék, a Pannon-tavat ÉNy-ről feltöltő deltarendszer üledékeként értelmezhető (Újfalu Formáció). Felhalmozódási üteme gyors lehetett, az élővilágnak nem mindig volt ideje birtokba venni és átkeverni, ilyenkor megmaradt az eredeti üledékszerkezet. A sekély vizet szintén jelzik a litorális kagylófajok, a szárazföld közelségét pedig a ritkán megjelenő kvarckavicsok. A finomhomokot fedő kékes agyag megjelenéséig a legalacsonyabban elhelyezkedő, 1–2–3. sz. feltárásokban jóval vastagabb rétegsor rakódott le, mint a többi helyszínen (2. ábra), ez arra mutat, hogy a tó tagolt domborzatú területet öntött el. A kékeszürke, kőzetlisztes agyag deltasíksági öblökben rakódhatott le, a hullámbázis és viharhullámbázis között. Itt

is megfigyelhetők hirtelen üledékbehordással járó események, pl. viharok nyomai az agyagba települő finomhomokrétég formájában, amelyben litorális és szublitorális kagylófajok különálló, általában domború oldalával fölfelé elhelyezkedő teknői figyelhetők meg sűrűn egymás mellett. Ezek az üledékek a deltasíkság alsó részére jellemzőek, ahol a vízborítás állandó volt. A rétegsor felsőbb részéről a Nm–VIII fúrás hiányos dokumentációja miatt nem vonhatók le további, pl. a vízmélység változására vonatkozó, következtetések.

### Tektonikai adatok

A vizsgált feltárásokban több tektonikai esemény nyomait sikerült megfigyelni. A 3. feltárás keresztretegű finomszemű homokrétegeiben fölfelé elhaló, szinzediment vetők láthatók (3. ábra, B). Ezek meredekségük, valamint az egymás mellett megfigyelhető, néhány cm-es, látszólagos normál és feltolódásos elvetések jelenléte miatt alapvetően eltolódások lehetnek.

A szerkezeti elemek egy másik csoportja az új mészkőbányában (9–10. feltárás) tárult fel. Itt számos párhuzamos, déli dőlésű vető látható a triász mészkő meredeken dőlő réteglapjai mentén, és más irányú vetősíkok is megfigyelhetők. A síkokon változatos irányú karcok láthatók, tehát többször reaktiválódtak; nagyobbik részük ferde vagy vízszintes. A vetők közül a legnagyobb a bánya északi részén található, 180/75° dőlésű, és oldalirányban több mint 100 m hosszan követhető (5. ábra). E sík mentén a triász mészkő észak felé a pannóniai rétegekre tolódott, a két összlet között a sík mentén 0,5–1 m vastagságban erősen nyírt, világoszürke, nagy földpátszemcséket tartalmazó agyag látható. A feltolódás két oldalán, a bánya alsó és felső szintjén azonos rétegsor, triász mészkőre települő pannóniai homok és agyag található. Ezek magasságkülönbsége alapján a függőleges elvetés mértéke 13–16 m, és biztosra vehető, hogy a vető legalább a pannóniai összlet lerakódása után (7,5 M év) aktív volt.

A vető menti agyag azonosítható LŐRENTHEY (1890, 47. o.) „riolit-kaolin”-jával, illetve a HÁMOR et al. (1968, 20. o.) és HÁMOR (1970, 47. o.) által leírt, erősen mállott, alsó-miocénnek tartott riolituffával. A szénbánya vágataiban számos helyen és a felszínen is észlelték ezt a képződményt és legalább két sávban térképezték a jelenlétét, mindig vetőhöz kapcsolódva: a triász és jura összlet tektonikus érintkezése („pikkelyhatár”) mentén több m vastagságban, valamint ettől északra, a triász karbonátokon belül. A karbonáton belüli sáv oldalirányban 1 km-nél, a triász-jura határon lévő (LŐRENTHEY 1890) 1,5 km-nél nagyobb távon követhető. A vető függőleges kiterjedése is jelentős: a most a mészkőbányában 220–230 m tszf. magasságban észlelt becsípott riolituffát a közvetlen alatta húzódó Rezső-táróban 157 m tszf. magasságban dokumentálták (HÁMOR et al. 1968, HÁMOR 1970). Ez legalább 80 m függőleges irányú elmozdulást jelent a riolituffa keletkezése óta. Mivel a pannóniai képződmények talpának függőleges elvetése 20 m alatti, a mozgás jelentős része a késő-miocén





5. ábra. A feltolódás látkepe ÉK-ről (A) és a kapcsolat a pannóniai durvahomokkal (B)

Figure 5. Panoramic view of the reverse fault from NE (A) and the contact with the Pannonian very coarse sand (B)

előtt kellett hogy végbemenjen. A triász és jura képződményeket elválasztó vető dőlése csapás mentén változik — nyugatról keletre a délies  $70^\circ$ -os dőlés  $65^\circ$ -os északira vált (HÁMOR et al. 1966) —, ami az eltolódások jellemzője. Mindezen adatok fényében megállapítható, hogy egy jelentős vetőzóna húzódik keresztül K–Ny-ias irányban a területen, amely a kora- és/vagy középső-miocénben feltolódásos és jelentős horizontális komponenssel működött. Korábbi elemzések (CSONTOS et al. 2002) a kora-miocénre rekonstruálnak transzpressziót, ez alapján a Nagymányokon tapasztalt mozgások a kora-miocén végén, a tufaszórás után történhettek. A késő-miocén üledékképződés után ezek a vetők újultak fel, ismét feltolódásos összetevővel. Fentiek megerősítik TARI (1992) transzpressziós modelljét az Északi-pikkely miocén–posztmiocén szerkezetalakulásáról.

A bányában feltárt feltolódásokhoz hasonló helyzetű az Északi-pikkely peremvetője, amely Nagymányoknál a falu déli részén fut keresztül (HÁMOR et al. 1966; 1. ábra). A Nagymányok K–8 és K–9 fúrások (1. ábra) közvetlen a peremvető előtt (attól északra) fúrtak 300 m pannóniai üledéket. A mészkőbánya feltárása azt mutatja, hogy a terület posztpannóniai emelkedése nem csak a peremvető mentén zajlott, hanem vele párhuzamos, kisebb vetőágak is hozzájárultak.

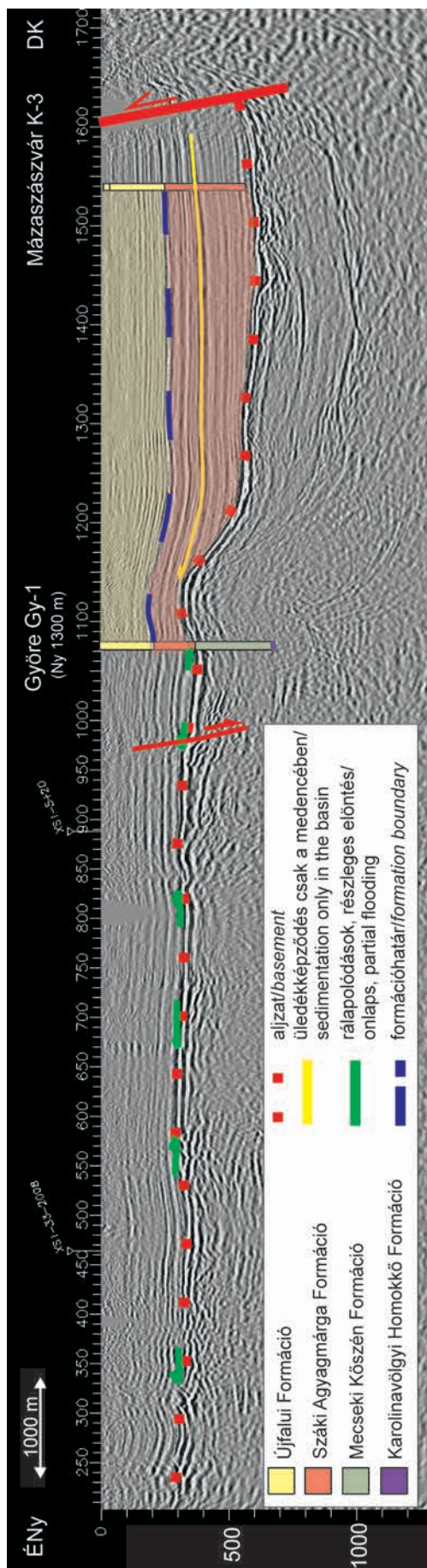
A harmadik jelenség a rétegek dőléséhez kapcsolódik, azok kivétel nélkül északias irányúak  $5$ – $15^\circ$  dőlésszöggel (1. ábra). Mivel deltaüledékek legfeljebb  $5^\circ$  dőléssel rakódnak le (MAGYAR et al. 2013), és a rétegek dőlése között nagy eltérés nem volt, ezért ebből egy egységes posztpannóniai billenés is feltételezhető. Ez a billenés létrejöhetett akár az előbb ismertetett feltolódásos mozgások hatására is, azaz lehet velük egykorú.

### Szeizmikus szelvények és fúrások

A feltárások tágabb környezetben való elhelyezéséhez, illetve a hegységi és előtéri fejlődéstörténet összehasonlításához az északi előteret ábrázoló szeizmikus szelvényeket

használtuk fel. Az elérhető szelvények közel párhuzamos lefutásúak voltak és nagyon hasonló földtani jellegeket mutatnak. Közülük a legjellemzőbbet mutatjuk be, amelynek közelében megtalálhatók voltak a szelvény értelmezéséhez felhasználható, dokumentált, akár alaphegységet ért fúrások (6. ábra).

Pannóniai üledékképződés kezdetben csak a Mecsek lábánál húzódó árokszerű medencében zajlott. A pannóniai fekvő fúrások hiányában itt nem ismerjük. A Mázaszászvár K–3 fúrás alapján szürke, csillámos agyagmárgarétegek rakódtak le összesen több mint 380 m vastagságban. Az összletet nyílttavi képződményként értelmezhetjük és a Száki Agymárga Formációba soroljuk. A medence feltöltődése után a magasabban fekvő, a Györe–1 fúrás rétegsora alapján alaphegységi kőzetekből álló területek is fokozatosan víz alá kerültek. Ebben a fúrásban a pannóniai rétegsor vékony (7,2 m) kavicsos homokrétegekkel indult (KLEB 1973). A rálapolódások fölötti reflexiók már végigkövethetők a szelvényen. A lerakódott üledék a Györe–1 megőrzött magmin-tái alapján viszonylag homogén, sötétszürke agyagmárga, gazdag molluszkafaunával. A fúrás idősebb szakaszában előforduló puhatestűek (így például *Congerina unguicarpa*, *C. zagrabiensis*, *Paradacna okrugici*) azt mutatják, hogy a széles, alaphegységi kőzetekből álló hátság teljes elöntése a *Congerina praerhomoidea* biokron (sensu MAGYAR & GEARY 2012) idején vagy az után, legkorábban 8,9 millió éve történt. A 6. ábra kék szaggatott vonala mentén sűrűsödnek a reflexiók, az Mz–3 fúrás földtani naplója és a Györe–1 maganyaga alapján e fölött agyagmárga és finomhomok rétegei váltakoznak. Ezt az összletet az Újfalui Formációba soroljuk és sekély deltaüledékként értelmezzük. A lejtő-reflexiók hiányát a kis vízmélység okozhatja. Az Újfalui Formációba, azaz az alp–kárpat hegységkeretből érkező delta üledékeihez való sorolást alátámasztják a Györe–1 nehézsárvány-vizsgálatai, amelyek ebből a szakaszból alpi típusú metamorf kőzetek ásványait mutatták ki (SCHWÁB 1960). A Györe–1 fúrásban 245 m mélységben előforduló



6. ábra. Az XS1-28 szelvény. Lefutása az 1. ábra térképén látható.

Figure 6. The XS1-28 seismic section. Its layout can be seen on the map of Figure 1.

*Prosodacnomya dainellii* és az ugyanitt és e fölött számos helyen előforduló *Prosodacnomya vutskitsi* alapján (SCHWÁB 1960) a deltasíksági üledéksor lerakódása a *dainellii* litorális molluszkák biokron végétől, kb. 7,3 M év után történt.

A szelvény DK-i végén található vető mentén a Mecsek alaphegységi blokkja az előtéri üledékekre tolódott. Az előtéri árokban a reflexiók vastagsága nem változik a vető felé, ez alátámasztja a feltolódás posztpannóniai voltát. A Györe–1 fúrástól északra látható vető a szelvényen megjelenő normál elvetés mellett meredeksége alapján alapvetően eltolódásos. Ebből a vetőből csak rövid szakasz látszik egyértelműen, a szelvény felső részén nem látható, hogy a vető elvégződik-e a pannóniai üledékekben. Emiatt nem állapítható meg, hogy valamikor az üledékképződés során vagy azt követően működött, de a széthúzásos komponens miatt valószínűbb az első lehetőség.

### Fejlődéstörténet

A feltárások, fúrások és szeizmikus szelvények segítségével rekonstruálható a terület késő-miocén fejlődéstörténete.

Nagymányok környékén a pannóniai üledékképződés kezdetben csak az északi előtérben indult meg: a Pannon-tó először az Északi-pikkely északi lábánál húzódó, néhány km széles árkot, majd attól északra az alig tagolt alaphegységi hátat öntötte el. Vizében nyílttavi, agyagmárgás-aleuritos rétegsor rakódott le (Száki Agymárga). Őslénytani vizsgálatok hiányában a transzgresszió kezdetének időpontját nem ismerjük; az árokban a nyíltvízi üledékfelhalmozódás rendszerint lassú üteme (MAGYAR et al. 2004) és az üledéksor nagy vastagsága alapján a terület akár a pannóniai korszak nagy részében víz alatt lehetett. Az ároktól északra húzódó széles hát elöntése 8,9 M év után történt.

A nyílttavi üledékképződést később felváltotta az északról érkező, alp-kárpáti eredetű deltarendszer hordalékának felhalmozódása (Újfalui F.). Ez az északi előtér lapos hátán 7,3 M év körül történhetett meg. A delta érkezésének koráról a tágabb környezetben is rendelkezünk adattal. Nagymányoktól valamivel nyugatra, az Északi-pikkely közvetlen előtérében, Vázsnok és Kisvaszar mellett az Újfalui Formációba sorolható rétegsorok faunája a *Prosodacnomya dainellii* litorális molluszkákhoz tartozott (HORVÁTH et al. 2008), tehát az összlet keletkezési ideje 7,3–7,5 millió évre tehető. A deltarétegsorok a gyors ütemű üledékbehordás miatt egy adott helyen függőleges szelvényben gyakorlatilag — a biosztratigráfiai felbontás lehetőségeit figyelembe véve — egykorúnak vehetők (MAGYAR 2010), így ezt a két kort a hegység közvetlen északi előtérében a teljes Újfalui Formációra kiterjeszhetjük. Ez összhangban van azzal, hogy a Pannon-tó selfpereme 8 millió évvel ezelőtt a Kapostól valamivel északra helyezkedett még el (SZTANÓ et al. 2013, MAGYAR et al. 2013, TÖRŐ et al. 2012). A klinoformok hiánya kis vízmélységre utal, a terület sekély vízzel borított hátság lehetett (hasonlóan a Mecsek nyugati előtéréhez, l. SZTANÓ et al. 2015).

Az Északi-pikkely alaphegységi blokkján a fiatal Pannon-tavi rétegsor közvetlenül a triász mészkőre települ, azaz a terület a pannóniai korszak korai szakaszában szárazulat volt. Itt az üledékképződés a deltarendszernek a Mecsek lábához történő érkezésével egyidőben, vagy nagyon kevés idővel előtte kezdődött meg. Gyors transzgresszió hatására kezdetben a Kállai Kavics Formációba sorolható éretlen durvahomok rakódott le sekélyvízi, partközeli környezetben. Anyaga helyi lepusztulástermék, a közelben megtalálható alsó-miocén Szászvári Formációból származtatható. Ezt a törmelékét gyorsan követték a deltarendszer üledékei (Újfalui F.). A delták által kezdetben lerakott üledékekhez a környező magasabb térszínek anyaga is keveredett. A fokozatos vízszintemelkedéssel ez egyre kevésbé jelentkezett, de a Mecsekből az itt látható pannóniai rétegsor teljes alsó szakaszának lerakódása során végig szállított helyi lepusztulástermék, melyet a rétegekben előforduló kavicsanyag bizonyít. Ez lehetett a kiemelt területek anyaga, vagy a korábban lerakott litorális üledékek áthalmazódása is.

A pannóniai üledékképződés során kisebb léptékű eltolódásos mozgások nyomait látjuk feltárásban, és vélhetőleg ugyanilyen korú a szeizmikus szelvényen látható normálvető is. A szeizmikus szelvényen ugyanakkor nem látszik, hogy a Mecsek északi határát alkotó fő vetőzóna aktív lett volna.

A miocén üledékképződés legvégén, vagy annak lezárulása után erősebb tektonikai hatások érték a területet. Az Északi-pikkely alaphegységi tömbje az északi előtérrel toldott; a vetőzóna mereksége alapján valószínűleg eltolódásos összetevővel is rendelkezett. A peremvetővel közel párhuzamos sík(ok) mentén a hegység belső részében is

történtek hasonló jellegű, kisebb elvetést okozó mozgások. Úgy tűnik, hogy a posztmiocén tektonikai események a területen alapvetően eltolódásos–feltolódásos nyírózónában mentek végbe, hasonlóan TARI (1992) modelljéhez, illetve a szomszédos Bonyhádi-medencében korábban leírtakhoz (WÓRUM & HÁMORI 2010). A feltárások rétegdőlései alapján a pannóniai rétegsor egységesen kibillent észak felé; a billenés akár az előbb felsorolt vetők aktivitásához is kapcsolódhat, időbeli viszonyuk a rendelkezésre álló adatok alapján nem tisztázható pontosan.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk SZTANÓ Orsolyának a konzultációért, valamint HABLY Lillának a növénymaradvány, BOSNAKOFF Mariannak pedig az otolith meghatározásáért. Hálásak vagyunk UHRIN Andrásnak és PETRIK Attilának a kézirat lektorálásáért és építő kritikáikért. A terepi munkában NAGY Gábor, JANKOVITS András és ÉVA Zsombor volt segítségünkre. Az *I. tábla F* képén látható kagylót KATONA Lajos Tamás (MTM Bakonyi Természettudományi Múzeuma, Zirc) gyűjtötte, és neki köszönjük a B, C, F, G, H, I képek fotóit is. Köszönjük FODOR Károlynak (Dafotók Kft.), hogy lehetővé tette a mészkőbányában végzett munkát, valamint a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatnak, hogy engedélyezte a szeizmikus szelvény publikálását. A munkát támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH/OTKA) PD104937 és 116618 projektje, valamint a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj. Ez a tanulmány az MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 273. közleménye.

## Irodalom — References

- BABINSZKI E., SZTANÓ O. & MAGYARI Á. 2003: Epizodikus üledékképződés a Pannon-tó Kállai-öblében: a Kállai Homok nyomfossziliái és szedimentológiai bélyegei — *Földtani Közlemények* **133/3**, 363–382.
- BARABÁS A. 2010: *A délkelet-dunántúli hidrogenetikus uránérclepek földtani környezete és összehasonlító értékelésük*. — Doktori értekezés, Pécsi Tudományegyetem, 170 p.
- BOOMER, I., VON GRAFENSTEIN, F., GUICHARD, F. & BIEDA, S. 2005: Modern and Holocene sublittoral ostracod assemblages (Crustacea) from the Caspian Sea: a unique brackish, deep-water environment. — *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* **225**, 173–186. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.10.023>
- CZICZER I. 2014: *Pannóniai korú puhatestű faunák a Mórógyi-rögön és délkeleti előterében: rétegtani, környezeti és ősföldrajzi értékelés*. — Doktori értekezés, SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék, Szeged. <https://doi.org/10.14232/phd.2349>
- CSONTOS, L., BENKOVICS, L., BERGERAT, F., MANSY, J.-L. & WÓRUM, G. 2002: Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). — *Tectonophysics* **357/1–4**, 81–102. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(02\)00363-3](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(02)00363-3)
- HÁMOR G. 1966: Újabb adatok a Mecsek hegység szerkezetföldtani felépítéséhez. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1964. évről*, 193–206.
- HÁMOR G. 1970: A kelet-mecseki miocén. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **53/1**, 1–371.
- HÁMOR G., NAGY E. & FÖLDI M. 1968: *Magyarország a Mecsek hegység földtani térképéhez, 10 000-es sorozat, Nagymányok*. — MÁFI kiadvány, Budapest, 40 p.
- HÁMOR G., NAGY E. & FÖLDI M. 1972: *Magyarország földtani térképe, 10 000-es sorozat, Nagymányok*. — MÁFI kiadvány, Budapest.
- HOFMAN, E. A. 1966: Ekologija sovremennik i novokaspiskij ostracod Kaspiskovo morja. — *Izd. Nauka, Moskva* 249–294. Moskva.
- HOLMES, J. A. 2001: Ostracoda. — In: SMOL, J. P., BIRKS, H. J. & LAST, H. J. (eds): *Tracking environmental change using lake sediments, Vol. 4: Zoological Indicators*. — Kluwer Acad. Publisher, Dordrecht, 125–151. [https://doi.org/10.1007/0-306-47671-1\\_7](https://doi.org/10.1007/0-306-47671-1_7)

- HORVÁTH J., CZICZER I. & UHRIN A. 2008: Pannóniai puhatestű fauna a Vázsnoki és Kisvaszari feltárásokból. — In: HABLY L., VÖRÖS A., PÁLFY J. & BOSNAKOFF M. (szerk.): *II. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget. Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető. Magyarhoni Földtani Társulat*, 14–15.
- JÁMBOR Á. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **62**, 243 p.
- JUHÁSZ Gy. & MAGYAR I 1993: A pannóniai (s.l.) litofációk és molluszk-biofációk jellemzése és korrelációja az Alföldön. Review and correlation of the Late Neogene (Pannonian s.l.) lithofacies and mollusc biofacies in the Great Plain, eastern Hungary. — *Földtani Közlemény* **122**, 167–194.
- KLEB B. 1973: A mecseki pannon földtana. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **53/3**, 750–943.
- KOVÁCS Á. 2017: A Nagymányok környéki pannóniai üledékek vizsgálata. — *OTDK dolgozat, Pécsi Tudományegyetem*, 45 p.
- KRSTIČ, N. 1968: Pontian Ostracods from Eastern Serbia: Candona and Cypria. — *Vesnik Zavoda za Geol i Geofiz. Izv. Series A.*, **26**, 243–251.
- KRSTIČ, N. 1972a: Rod Candona (Ostracoda) iz kongeriskih slojeva južnog dela pannonskog basena. — *Srpska akad. nauka i um. Pos. izd., knjiga CDL*, **39**, 2–145. Beograd.
- KRSTIČ, N. 1972b: Ostracodi kongeriskih slojeva: X. Loxoconcha. — *Bull. Mus. Hist. Nat. (A)* **27**, 243–258. Beograd.
- LŐRENTHEY I. 1890: A nagymányoki (Tolna m.) pontusi emelet és faunája. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **9**, 33–48.
- LŐRENTHEY I. 1893: A szegszárdi, nagy-mányoki és árpádi felső-pontusi lerakódások és faunájuk. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **10/4**, Budapest.
- MAGYAR, I. 1995: Late Miocene mollusc biostratigraphy in the eastern part of the Pannonian basin (Tiszántúl, Hungary). — *Geologica Carpathica* **46**, 29–36.
- MAGYAR I. 2010: *A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti rekonstrukciója a késő miocénben*. — Geolitera kiadó, Szeged, 140 p.
- MAGYAR, I. & GEARY, D. 2012: Biostratigraphy in a late Neogene Caspian-Type Lacustrine Basin: Lake Pannon, Hungary. — *AAPG Memoir* **95**, 255–264.
- MAGYAR I., JUHÁSZ Gy., SZUROMI-KORECZ A. & SÜTŐ-SZENTAI M. 2004: A pannóniai Tótkomlósi Mészmarga Tagozat kifejlődése és kora a Battonya–pusztaföldvári-hátság környezetében. — *Földtani Közlemény* **134**, 521–540.
- MAGYAR, I., RADIVOJEVIĆ, D., SZTANÓ O., SYNÁK, R., UJSZÁSI K. & PÓCSIK M. 2013: Progradation of the paleo-Danube shelf margin across the Pannonian Basin during the Late Miocene and Early Pliocene. — *Global and Planetary Change* **103**, 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.06.007>
- RUIZ, F., GONZALES-REGALADO, M. L., MUNOZ, J. M., PENDON, J. G., RODRIGUEZ-RAMIREZ, A., CACARES, L. & RODRIGUEZ VIDAL, J. 2003: Population age structure techniques and ostracods: applications in coastal hydrodynamics and paleoenvironmental analysis. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **199**, 51–69. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00485-1](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00485-1)
- SCHWÁB M. 1960: Györe-1. távlati kutatófúrás. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1957–58-ról*, 323–335.
- SEBE K., KONRÁD Gy. & MAGYAR I. 2013: A legmagasabban fekvő mecseki pannon-tavi üledékek helyzete és kora. — *Földtani Közlemény* **143/1**, 67–72.
- SEBE K., MAGYAR I., CSILLAG G. & SZTANÓ O. 2015: A mecseki pannóniai üledékek rétegtana: új adatok, eredmények és kérdések. — *Tisia konferencia kiadványa*, 72–76.
- SELMECZI, I., LANTOS, M., BOHN-HAVAS, M., NAGYMAROSY, A. & SZEGŐ, É. 2012: Correlation of bio- and magnetostratigraphy of Badenian sequences from western and northern Hungary. — *Geologica Carpathica* **63/3**, 219–232. <https://doi.org/10.2478/v10096-012-0019-1>
- SZTANÓ O., MAGYAR I., SZÓNOKY M., LANTOS M., MÜLLER., LENKEY L., KATONA L. & CSILLAG G. 2013: A Tihanyi Formáció a Balaton környékén: típusszelvény, képződési körülmények, rétegtani jellemzés. — *Földtani Közlemény* **143/1**, 73–98.
- SZTANÓ, O., SEBE, K., CSILLAG, G. & MAGYAR, I. 2015: Turbidites as indicators of paleotopography, Upper Miocene Lake Pannon, Western Mecsek Mountains (Hungary). — *Geologica Carpathica* **66/4**, 331–344. <https://doi.org/10.1515/geoca-2015-0029>
- SZUROMINÉ KORECZ A. 1991: *A DK-dunántúli pannóniai s.l. ostracoda fauna vizsgálatának eredményei (The Pannonian s.l. ostracod fauna from SE Transdanubia — in Hungarian)* — PhD thesis, Eötvös Loránd University, Department of Paleontology, Budapest, 231 p.
- TARI, G. 1992: *Late neogene transpression in the Northern Thrust zone, Mecsek mts., Hungary*. — Eötvös University, Department of Geology, Budapest, 165–187.
- TÖRŐ B., SZTANÓ O. & FODOR L. 2012: Aljzatmorfológia és aktív deformáció által befolyásolt pannóniai lejtőépülés Észak-Somogyban (Inherited and syndepositional structural control on the evolution of the slope of Lake Pannon, Northern Somogy, Hungary). — *Földtani Közlemény* **142/4**, 339–356.
- VADÁSZ E. 1935: *A Mecsekhegység*. — Magyar Tájak Földtani Leírása, Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest, 180 p.
- WEIN Gy. 1965: Az „Északi Pikkely” a Mecsek hegységben. — *Bányászati Lapok* **6**, 402–411.
- WÓRUM G. & HÁMORI Z. 2010: *A BAF-kutatás szempontjából releváns, a MOL Rt. által készített archív szeizmikus szelvények újrafeldolgozása*. — Kutatási jelentés (BAF10-H.1.2/1), Mecsekérc Zrt. Adattár, 83 p.

Kézirat beérkezett: 2018. 05. 31.

I. tábla — Plate I.



A pannóniai összlet ősmaradványai.  
Fossils of the Pannonian sediments.

- A) *Lymnocardium schmidti* (3; INV 2018.183.),  
 B–D) *L. szaboi* (3; INV 2018.169-170.),  
 E–F) *L. stevanovici* (3/9; INV 2018.167/2016.8.3.),  
 G) *L. banaticum* (9; INV 2018.201.),  
 H–I) *L. ferrugineum* (9; INV 2018.198.),  
 J) *Prosodacnomya* sp. (3; INV 2018.174.),  
 K) *Paradacna okrugici* (3; INV 2018.176.),  
 L–M) *Congeria rhomboidea* (3; INV 2018.161-162.),  
 N) *Dreissenomya intermedia* (3; INV 2018.166.),  
 O) *Dreissena auricularis* (9; INV 2018.190.),  
 P) *Pisidium* sp. (3; INV 2018.178.),  
 Q) *Zagrabica* sp. (3; INV 2018.180.),  
 R) *Alnus cecropiifolia* (3; HNHM-PBO 2018.366.2.),  
 S) *Celtis* sp. (3; HNHM-PBO 2016.4.2.),  
 T) *Umbrina cirrhosoides* otolith (3; VER 2018.1893.).

Az aránymértékek mindenütt 1 cm-nek felelnek meg, zárójelben dőlt betűvel a feltárás száma, ahonnan az ősmaradvány előkerült és a leltári számuk. Scale: 1 cm.

