

A dél-dunántúli eocén (paleogén) képződmények lehordási területének meghatározása – I. Ásványtani, kőzettani és palinológiai vizsgálati eredmények

Provenance of Eocene (Palaeogene) siliciclastic rocks from Southern Transdanubia (Tisza Megaunit, Hungary). Part one: Mineralogical, petrological and palynological results

R. VARGA Andrea¹ – RAUCSIK Béla² – †KEDVES Miklós³

(7 ábra, 3 táblázat, 2 tábla)

Tárgyszavak: agyagkő, homokkő, lehordási terület, röntgen-pordiffrakció, palinológia, eocén, Szentlőrinci Formáció, Dél-Dunántúl

Keywords: mudrock, sandstone, provenance, X-ray diffraction, palynology, Eocene, Szentlőrinc Formation, Southern Transdanubia

Abstract

The present paper reports on mineralogical, petrographic and palynological characterisations of archive samples of the Palaeogene Szentlőrinc Formation from boreholes Szentlőrinc–XII, Becefa–1 and Szigetvár–III, Southern Transdanubia, Hungary.

Eocene sediments in the lower part of borehole Szentlőrinc–XII are composed of polycrystalline quartz grains and metamorphic rock fragments. This composition suggests that the grains are derived directly from rocks with a crystalline basement. Intensive chemical weathering of the source area is indicated by altered feldspar grains and a predominance of kaolinite in the clay mineral suite. This succession shows an upward increase in Palaeozoic acidic volcanic clasts and K-feldspar grains.

The provenance of sedimentary rocks from boreholes Becefa–1 and Szigetvár–III is similar to that described above for the borehole Szentlőrinc–XII, but these sediments contain a lot of carbonate clasts. In the conglomerate samples, there are Palaeozoic metamorphic (crystalline basement) and acidic volcanic clasts, fine-grained sandstone clasts, Triassic limestone and dolomite. Along with Jurassic limestone, marl clasts, and also Cretaceous limestone clasts derived from the Mecsek–Villány Zone have been recognised. Ooidic-peloidic grainstone-packstone on the base of borehole Szigetvár–II (1002.0 m) can be correlated with the Jurassic Szársomlyó Limestone Formation of the Villány area.

Palynological data suggest that the studied brown coal sample was formed in the Middle Eocene. Based on the fossils identified and the main results from previous studies, the Palaeogene sequence was classified in the Middle Eocene – Lower Oligocene(?).

Összefoglalás

Munkánkban a Szentlőrinc–XII. szerkezetkutató fúrás, a Becefa–1 és a Szigetvár–III fúrások archív, a paleogén rétegsort (Szentlőrinci Formáció) reprezentáló mintáinak ásványtani, kőzettani és palinológiai vizsgálatát végeztük el.

¹ELTE Kőzettani és geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c, e-mail: vargaab@ludens.elte.hu

²Veszprémi Egyetem, Föld- és Környezettudományi Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10, e-mail: raucsik@almos.vein.hu

³Szegedi Tudományegyetem, Növénytani Tanszék Sejtbiológiai és Evolúciós Mikropaleontológiai Laboratórium, 6701 Szeged, Egyetem u. 2

A szentlőrinci fúrás alsó szakaszán az eocén üledékek szemcséinek anyaga uralkodóan polikristályos kvarc és metamorf közettörmelék. Ez az összetétel a paleogén rétegsor fekjét alkotó kristályos aljzat eróziójából származó törmelékanyag felhalmozódására utal. A lehordási terület intenzív kémiai mállását a földpátok jelentős átalakulása és a kaolinit kiemelkedő mennyisége jelzi. A rétegsorban felfelé haladva megnövekszik a paleozoikumai savanyú vulkanit közettörmelék és a kálföldpát szemcsék mennyisége.

A Szigetvár–III fúrás és a Becefa-1 fúrás üledékes kőzeteinek lehordási területe hasonló a Szentlőrinc XII fúrás kőzeteinek forrásterületéhez, azonban ezek a képződmények jelentős mennyiségű karbonátos törmelékanyagot is tartalmaznak. A konglomerátum minták kavicsanyagában a paleozoikumai metamorf (kristályos aljzat) és savanyú vulkanitklasztok mellett aprószemcsés homokkő törmelékét, valamint a Mecsek-villányi zónából származó triász mészkövet és dolomitot, jura mészkő és márga kavicsokat, továbbá kréta mészkőtörmelékét is sikerült meghatározni. A Szigetvár–III fúrás bázisán (1002,0 m) található ooidos-peloidos grainstone-packstone szövetű mészkövet a Villányi zóna jura rétegsorából ismert Szársomlyói Mészkővel azonosítottuk.

A palinológiai feltárás adatai szerint a vizsgált barnakőszén a középső-eocénben képződött. A meghatározott fossziliák és a korábbi kutatások legfontosabb eredményei alapján a paleogén rétegsor képződése így a középső-eocén–kora-oligocén(?) intervallumra tehető.

Bevezetés

A Mecseki alegységben bizonyítottan eocén (paleogén) korú képződményeket (Szentlőrinci Formáció) a Szentlőrinc és Szigetvár között lemélyített fúrások (Szentlőrinc–XII. szerkezetkutató fúrás, Szigetvár–I –III fúrás, Becefa-1 fúrás) tártak fel. Az ősföldrajzi jelentőségű, kontinentális kifejlődésű üledékes rétegsort elsősorban WÉBER (1982, 1985) munkássága révén ismerhettük meg, aki publikációiban BÓNA J. (in: WÉBER 1982, 1985) palinológiai vizsgálatainak eredményeire fektette a legnagyobb hangsúlyt. Annak ellenére, hogy a paleogén kőzetanyagból a makroszkópos dokumentáción túl csak szórványos ásványtani és kőzettani vizsgálatok készültek (néhány homokkő, ill. kavics vékonycsiszolati jellemzése; a XII szerkezetkutató fúrás kőzeteinek röntgen-pordiffrakciós vizsgálata), a fúrások kőzetanyagának jelentős része napjainkra megsemmisült.

A Magyarország tektonikai fejlődésével és geológiai helyzetével kapcsolatos kutatások, valamint a Tiszai főegységen belül a Mecseki egység ősföldrajzi kapcsolatait feltáró legújabb eredmények – különösen a miocén Szászvári Formáció kavicsanyagából előkerült, áthalmozott középső-eocén karbonátos paleotalaj görgetegek vizsgálati eredményei (VARGA et al. 2002a, 2002b) – azonban szükségessé tették a még hozzáférhető paleogén kőzetanyag részletes újvizsgálatát.

A Szentlőrinc–XII szerkezetkutató fúrás, a Becefa-1 és a Szigetvár–III fúrás archív, a paleogén rétegsort reprezentáló mintáinak részletes revíziós vizsgálatát tudományos diákköri munkaként – SZAKMÁNY Gy. (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék) témavezetése mellett – R. VARGA (2002) végezte el.

Tanulmányunkban a fent megnevezett fúrások kőzetanyagának részletes ásványtani, kőzettani és palinológiai vizsgálati eredményeit ismertetjük, különös tekintettel a paleogén rétegsor lehordási területének jellemzésére. Terjedelmi okokból a konglomerátum minták kavicsanyagának részletes szöveti és mikro-fációs vizsgálatának eredményeit publikációnk tervezett második részében közöljük.

A dél-dunántúli paleogén képződmények megismerésének története

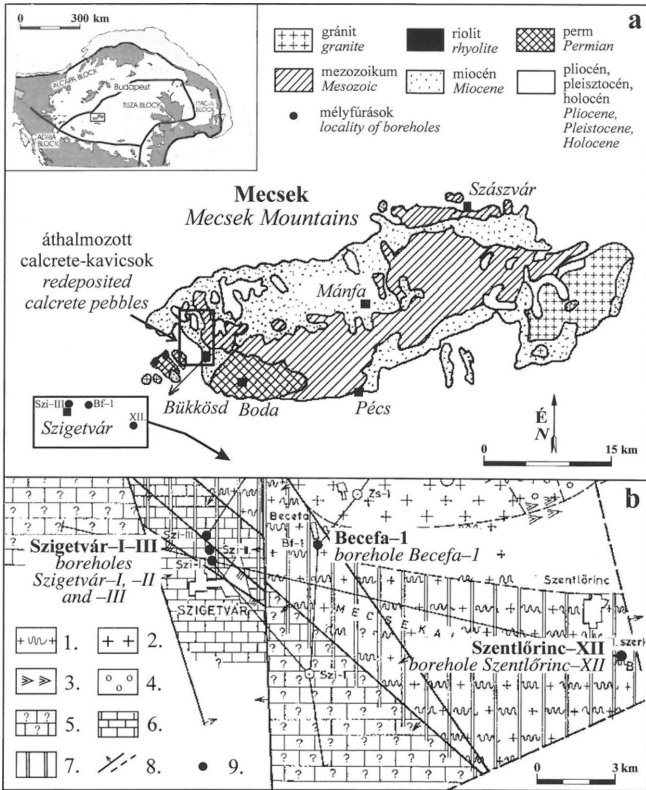
A Mecseki alegységben (1. ábra) először a Mecsek-alja árok területének kutatása során, 1978-ban váltak ismertté paleogén képződmények. A Szentlőrinc községtől délre mélyített XII szerkezetkutató fúrás barnakőszén rétegeinek palinológiai vizsgálatakor ugyanis eocén sporomorfat határoztak meg (WÉBER 1982). A feltárt rétegsor a kristályos aljzat helyben maradt, koptatatlan üledékére települt, az ezt követő rétegek – üledékfolytonosság alapján – feltételezhetően oligocén korúak, amelyek a fedő alsó-miocén képződményektől éles határral különülnek el. A szentlőrinci fúrás rétegsorát aprókavicsos homok, kőszenes agyag, barnakőszén, agyag, aleurolit, valamint homokkő rétegek váltakozása alkotja. A fúrásban olyan – szárazföldi, folyóvízi-ártéri vagy tavi-lápi környezetre utaló – oxidált, gumós agyag-aleurolit rétegek is megjelentek, amelyek biogén eredetű mészcsonomákat és féregjárat maradványokat tartalmaztak (WÉBER 1982).

1979-ben KISHÁZI jelentést készített a szentlőrinci fúrás 10 mintájának ásványos összetételéből, azonban ebből csak 8 minta tartozott a paleogén rétegsorba (3 minta biztosan eocén). KISHÁZI (1979) a kőzetminták minőségi és durva becsléses mennyiségi összetételét határozta meg röntgen-pordiffrakciós vizsgálat eredményeire támaszkodva, az adatokat biztos, valószínű és bizonytalan elegyrész kategóriákba sorolta. Jelentése alapján a paleogén képződményekben közepes mennyiségű, illetve sok a kvarc, változó arányban (közepes mennyiségű, kevés, vagy nem jelenik meg) fordul elő a kalcit, a dolomit, a kaolinit, a metahalloysit, a földpát és az illit. Néhány mintában kis mennyiségű montmorillonitot és goethitet mutatott ki.

A Szigetvár környéki vízkutató fúrások kőzetanyagát újrvizsgálva WÉBER (1985) megállapította, hogy a Szigetvár-I fúrásban (mélyült 1966-ban) az alsó-kréta mészkőre, a Szigetvár-II (mélyült 1977-ben) és a Szigetvár-III fúrásban (mélyült 1979-ben) a felső-jura–alsó-kréta mészkő alaphegységre szintén paleogén törmelékes képződmények települnek. Ezekben a fúrásokban a kontinentális kifejlődésű kőzetegyüttes karbonátos kötőanyagú konglomerátum, karbonátos vagy agyagos homokkő, homokos aleurolit, kavicsos agyag, agyag, agyagmárga, márga, valamint mészmárga rétegek váltakozásából áll (WÉBER 1985).

A Szentlőrinci Formáció képződményeit tárta fel a Becefa-1 fúrás (mélyült 1982-ben) is, amelyben az eocén üledékösszlet mezozoos mészkő és dolomit anyagú, jól koptatott kavicsokból álló, kemény, tömör konglomerátum réteggel kezdődik. A törmelékes kőzeteket – a szigetvári fúrásokhoz hasonlóan – karbonátos kötőanyagú homokkő, homokos aleurolit, márga, agyagmárga, agyag, továbbá agyagkő rétegek alkotják (WÉBER 1985).

WÉBER (1982, 1985) ősföldrajzi rekonstrukciója alapján a paleogén szárazföldi üledékgyűjtő feltöltésében – a kristályos alaphegység kőzetein kívül – a tengeri kifejlődésű triász–kréta alaphegységből lepusztult kőzetanyag szerepe is jelentős. Az eocén képződmények lerakódása idején dús, mocsári vegetáció létezett. A felhalmozódó növényi szervesanyagból kisebb kőszéntelepek képződtek. A törmelékes üledékes kőzetek anyaga trópusi-szubtrópusi éghajlaton, vízfolyások közvetítésével jutott a szárazföldi üledékgyűjtőbe (WÉBER 1982, 1985).



1. ábra. a: a Mecsek hegység áttekintő földtani térképe (VARGA et al. 2002a); b: neogén alatti képződmények Szigetvár és Szentlőrinc között (WÉBER 1985 nyomán); jelmagyarázat: 1: kristályos alaphegység; 2: granitoid; 3: szerpentinit; 4: alsó-perm képződmények; 5: mezozoikum(?); 6: felső-jura- alsó-kréta mészkő; 7: paleogén üledékek; 8: vető, feltolódás; 9: mélyfúrások.

Fig. 1. a: Generalized geological map of the Mecsek Mts. (VARGA et al. 2002a); b: pre-Neogene formations between Szigetvár and Szentlőrinc (after WÉBER 1985); legend: 1: crystalline basement; 2: granitoid; 3: serpentinite; 4: Lower Permian sediments; 5: Mesozoic(?); 6: Upper Jurassic - Lower Cretaceous limestone; 7: Palaeogene sediments; 8: normal/reverse fault; 9: locality of boreholes.

A csak mélyfúrásokból ismert dél-dunántúli paleogén üledékgyűjtő WÓRUM (1999) kutatási eredményei alapján vált „láthatóvá”, aki szakdolgozatában a Nyugati-Mecsek déli előterének szerkezetét vizsgálta szeizmikus reflexiós szelvények felhasználásával. Munkájában az É-D irányú Gö-3 és Gö-5 jelzésű szelvényen, valamint a DNY-ÉK irányú Gö-4 jelzésű szeizmikus reflexiós szelvényen (amely a Mecsekalja vonallal kis szöget bezárva a Mecsekalja árokba fut bele) egyértelműen kirajzolódnak a paleogén képződmények. A XII szerkezetkutató fúráson keresztülhaladó Gö-3 szelvényen, a paleogén összleten belül a rétegek gyűrtek, valamint két, dél felé feltolódott pikkelyt alkotnak. A Gö-4 szelvény szintén érintette a szentlőrinci fúrást, ebben a vékony miocén képződmények eróziós diszkordanciával érintkeznek a paleogén rétegsorral. Az utóbbi szelvényen a szerkezetkutató fúrás közvetlen környezetében pozitív virágszerkezet jelenik meg, amely a pannon üledékeket jól felismerhető módon, a paleogént pedig nagy valószínűséggel érinti. WÓRUM (1999) eredményei alapján feltételezhető egy oligocén végi kompressziós esemény, amely a gránit paleogénre való feltolódását és deformációját okozta. Ez a paleogén összlet kibillenésével és eróziójával járt együtt.

A dél-dunántúli paleogén képződmények kutatásának a nyugat-mecseki miocén konglomerátumból (Szászvári Formáció) előkerült két eocén karbonátos paleotalaj görgeteg adott új lendületet. A meghatározott spóra és pollenszemek alapján az áthalmozott calcrete-ek a Szentlőrinci Formáció kontinentális rétegsorához kapcsolhatók (VARGA et al. 2002a, 2002b). A Szentlőrinci Formáció képződményei között eddig nem ismertek fel calcrete szinteket, azonban analógiák alapján valószínűsíthető (GIERLOWSKI-KORDESCH et al. 1991), hogy ehhez a szilicikus-karbonátos rendszerhez olyan üledékképződési környezet kapcsolódott, amelyben karbonátos paleotalaj horizontok kialakulásához kedvező feltételek uralkodtak (VARGA et al. 2002a, 2002b).

Mintagyűjtés, vizsgálati módszerek

Munkánk alapját azok a reprezentatív fúrómagminták jelentették, amelyeket a Szentlőrinc–XII szerkezetkutató fúrásból (11 kőzetminta), a Becefa-1 (5 minta) és a Szigetvár–III (5 minta) fúrások maganyagából Wéber B. korábbi vizsgálataihoz kiválasztott és megőrzött (I. táblázat).

A paleogén kőzetminták ásványtani és kőzettani jellemzése makroszkópos megfigyelésekre, petrográfiai mikroszkópos és röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok eredményeire épült. Munkánk során az ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszékén 24 db normál, illetve nagyméretű vékonycsiszolat leírását végeztük el.

A röntgen-pordiffrakciós mérések a Veszprémi Egyetem Föld- és Környezet-tudományi Tanszékén készültek, amelyekhez – az előzetes kőzettani vizsgálatok alapján – 12 homokkő-, márga- és agyagkőmintát választottunk ki (9 a XII szerkezetkutató fúrásból, 2 a Szigetvár–III fúrásból, 1 a Becefa-1 fúrásból). A felvételeket Philips PW 1710 típusú készülékkel, CuK α sugárforrással, grafitegykristály-monokromátor és proporcionális számláló detektor alkalmazásával készítettük. A minták ásványos összetételének meghatározásához a porított kőzetmintákból négy méréssorozat készült: teljes minta, orientálatlan diffrakciós felvétel, ún. „rázós”

I. táblázat. A Szentlőrinc–XII fúrásból, a Becefa–1 és a Szigetvár–III fúrásból vizsgált minták jegyzéke

Table I Samples studied from boreholes Szentlőrinc–XII, Becefa–1 and Szigetvár–III

Szentlőrinc–XII szerkezeti fúrás		
jelölés	mélység (m)	kőzettípus
XII/1	880,6	tarka, vörös-sárgásbarna foltos, agyagos, kőzetlisztes homokkő (darakavicsos)
XII/2	888,4	tarka (vörös, sárga, szürke) kőzetlisztes, csillámos agyagkő (gyökérmommal és bioturbációs járatokkal)
XII/3	957,8	lila, barnáslila, finomkavicsos, kőzetlisztes homokkő
XII/4	973,7	vörös, darakavicsos, kőzetlisztes agyagkő
XII/5	1088,25-1088,4	barnásfekete, enyhén laminált, fényes törési felületű barnakőszén
XII/6	1089,1–1089,5	szürke, darakavicsos, durvaszemcsés homokkő
XII/7	1089,1–1089,5	szürke, darakavicsos homokkő (finomkonglomerátum)
XII/8	1103,2–1103,8	zöldesszürke, darakavicsos, durvaszemcsés homokkő (mátrixvázú finomszemcsés konglomerátum)
XII/9	1110,8–1111,2	zöldesszürke, limonitfoltos, középszemcsés homokkő
XII/10	961,2	barnásfehér, karbonátos-limonitos kongréción
XII/11	1087,2–1087,4	világosszürke, karbonátos-kőzetlisztes kongréción
Becefa–1. fúrás		
jelölés	mélység (m)	kőzettípus
Bec1/1	537,4	zöldesszürke, középszemcsés homokkő
Bec1/2	553,1	sötétszürke, szürkésfekete, mikrites mészkő-ökavics
Bec1/3	556,1	szemcsevázú konglomerátum
Bec1/4	557,1	kavicsos finomkonglomerátum
Bec1/5	554,1–558,9	dolomit, mészkő és bontott vulkanit anyagú kavicsok a konglomerátumból (3 db)
Szigetvár–III. fúrás		
jelölés	mélység (m)	kőzettípus
SZIII/1	713,4–717,4	tarka, szemcsevázú, polimikt konglomerátum
SZIII/2	713,4–717,4	tégla-vörös, kőzetlisztes agyagkő-aleurolit (sárgásfehér, karbonát anyagú foltokkal, gumókkal)
SZIII/3	752,0–755,0	világosszürke agyagmárga-márga
SZIII/4	817,6–820,0	zöldesszürke, középszemcsés homokkő, valamint szemcsevázú, polimikt konglomerátum
SZIII/5	1002,0	sárgásfehér, sztiliolitos, ooidos mészkő (talpinta)

mintatartóban; 4 v/v%-os ecetsavas kezelést követő oldási maradék, orientálatlan felvétel; <2 µm szemcseméretű frakció vizsgálata, desztillált vizes ülepítést és ultrahangos kezelést követően, légszáraz minta; a 3. sorozat mintáiról etilén-glikolos kezelést (4 óra keresztül, 80 °C-on) követően készített felvételek. A földpátok egymáshoz viszonyított arányának megbecslésére a káliföldpát 3,24 Å-nél és az albit 3,19 Å-nél jelentkező 100-as intenzitású 002 és 040 csúcsainak, valamint a káliföldpát 4,22 Å-nél, az albit 4,03 Å-nél jelentkező 61-es, illetve 45-ös intenzitású csúcsainak integrált területét vettük figyelembe. A rétegszilikatokat a bázisreflexiók helyzete alapján különítettük el. Félmennyiségi meghatározásukhoz a reflexiókhoz tartozó számított integrált területeket és a következő korrekciós faktorokat használtuk fel: kaolinit és klorit: 1; illit± muszkovit: 2; szmektit: 0,5. Az illit/szmektit kevert szerkezetek duzzadóképeségének

megbecsülése a diffúz reflexiók kis intenzitása miatt REYNOLDS & HOWER (1970) a/b indexének („peak and valley ratio”) felhasználásával történt.

A XII/5 jelű minta minőségi és mennyiségi palinológiai vizsgálata a Szegedi Tudományegyetem Növénytani Tanszékének Sejtbiológiai és Evolúciós Mikropaleontológiai Laboratóriumában készült. Az elemzéshez a borsószem nagyságúra megtört barnakőszénmintát 20%-os salétromsavas oxidációval (24 órán keresztül), majd mosást követően 10%-os NaOH-oldatos kezeléssel tártuk fel. A szervetlen alkotók feloldása HF felhasználásával történt. Ismételt mosás után bórsavas sósav-oldattal távolítottuk el a kolloidális szennyezéseket. A fénymikroszkópos vizsgálatokhoz a preparátumok glicerín-zselatinát felhasználásával (hidratációs fok: 39,6%) készültek.

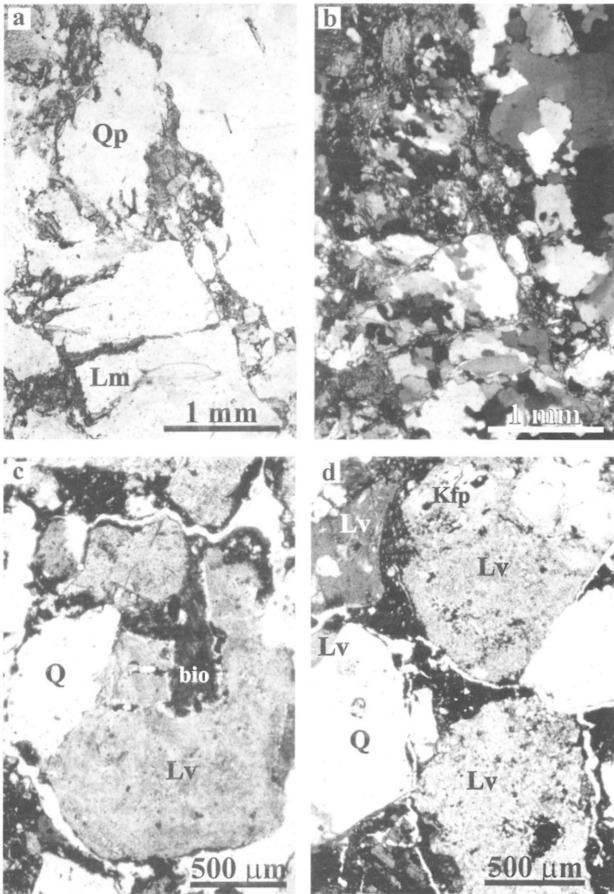
A paleogén minták kőzettani összetétele

Szentlőrinc–XII szerkezetkutató fúrás

A XII szerkezetkutató fúrás vizsgált kőzetanyaga uralkodóan rosszul osztályozott, laza vagy gyengén cementált, szürke, zöldesszürke, darakavicsos, közép- és durvaszemcsés homokkövekből áll (I. táblázat). A petrográfiai mikroszkópos vizsgálatok eredményei alapján ezek a homokkövek két petrofáciesbe sorolhatók: (1) a fúrás idősebb rétegeiben található metamorf kőzettörmelékes homokkövek (XII/8 és XII/9 minta), valamint (2) éretlen litarenitek, amelyek jelentős mennyiségű földpátot és vulkáni eredetű kőzettörmelékkel tartalmaznak (XII/6 és XII/7 minta).

Az első típusba tartozó, rosszul osztályozott, kalcittal cementált, foltokban hematitos, limonitos, közép-durvaszemcsés homokkövek szemcséi szögletesek, gyengén koptatottak (2a–b. ábra). Legnagyobb mennyiségben sok alkristályból álló polikristályos kvarcot (Qp) tartalmaznak, amelyek között szutúrásan érintkező és egyensúlyi kristályosodásra utaló változatok egyaránt gyakoriak. A monokristályos kvarc mennyisége elhanyagolható. A földpátokat üde vagy különböző mértékben átalakult (agyagásványosodott), poliszintetikusan ikres plagioklász ásványszemcsék képviselik. A kőzettörmelékek mennyisége jelentős, anyaguk döntően instabilis, metamorf eredetű. Szövetük granoblasztos (kvarc, albit) vagy lepidito-granoblasztos (kvarc, muszkovit és/vagy biotit). Alárendelten, a durvább szemcsefrakcióban milonitosodott vagy gneisz szerkezetű kőzettörmelékek is megfigyelhetők. Ez utóbbi szemcsékben közel izometrikus, kalcittal kitöltött, plagioklász(?) utáni pseudomorfózák találhatóak. Az akcesszóriákat törmelékes muszkovit, kloritosodó és opak szemcséket tartalmazó biotit, cirkon, rutil és szögletes, zöldesbarna-sárgásbarna pleokroizmusú turmalin alkotja.

A 2. petrofáciest olyan durvaszemcsés homokkövek képviselik, amelyek legnagyobb mennyiségben szintén polikristályos kvarcot tartalmaznak. A sok alkristályból álló Qp szemcséken belül az alkristályok kioltása unduláló, érintkezésük uralkodóan szutúrással, amely metamorf eredetre utal. A monokristályos kvarc aránya elhanyagolható. A vizsgált litarenitek kis mennyiségben káliföldpát és átalakult plagioklász ásványszemcséket, továbbá törmelékes muszkovított



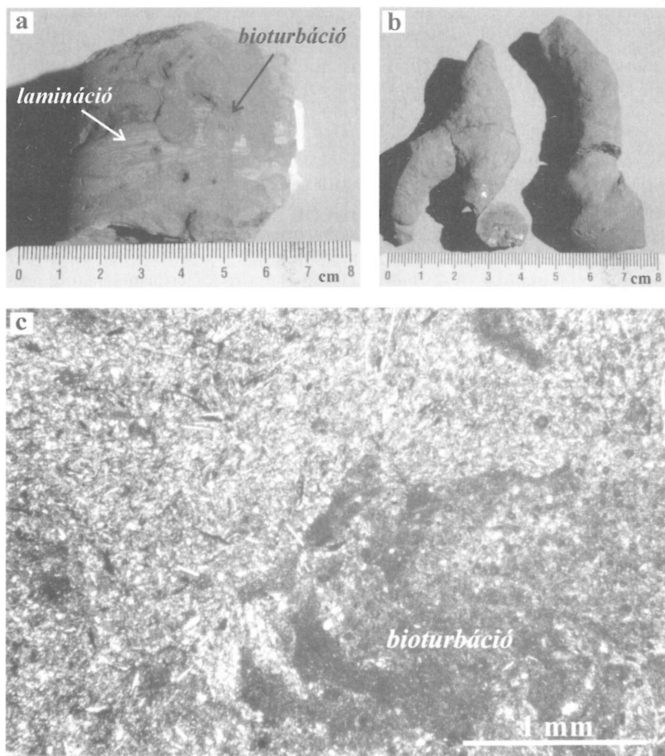
2. ábra. Közettörmelések homokkő mikroszkópos képe. a–b. Polikristályos kvarc (Qp) és metamorf eredetű közettörmelék (Lm) szemcsék a rosszul osztályozott litarenitben (XII/8 minta, 1N és +N); c–d. Kvarc (Q), biotit (bio) és átalakult kálicföldpát (Kfp) fenokristályokat tartalmazó vulkanit (Lv) szemcsék (XII/6 minta, 1N)

Fig. 2 Photomicrographs of petrographic thin sections of litharenite samples. a–b poorly sorted litharenite with polycrystalline quartz grains (Qp) and metamorphic rock fragments (Lm), sample XII/8, 1N and +N; c–d volcanic rock fragments with quartz (Q), biotite (bio) and altered K-feldspar phenocrysts (Kfp), sample XII/6, 1N

tartalmaznak. A közettörmelékek mennyisége jelentős, anyaguk döntően instabilis, vulkáni (Lv) és metamorf (Lm) eredetű. A vulkáni eredetű közettörmelékek koptatottsága általában jobb, mint a metamorf eredetű törmelékéké vagy a kvarc szemcséé. Az Lv csoportot elsősorban átalakult, átkristályosodott, helyenként kovásodott vulkáni alpanyagtörmelékek alkotják, amelyek között felzites, vitroporfíros, hialopilites, szferolitos és folyásos szövetű szemcsék különíthetők el. Ezekben a vulkanitokban rezorpció vagy sajtalakú kvarc; átalakult szanidin; kloritosodó, opak foltokat tartalmazó biotit fenokristályok; valamint cirkon, biotit utáni pszeu-domorfózásban rutil és opakásvány akcesszóriák figyelhetők meg (2c–d. ábra). Ezek a bélyegek a forrásterületen egyértelműen savanyú vulkanit (riolit) lepusztulására utalnak. A 2. petrofációs metamorf közettörmelékeit granoblasztos szövetű, polikristályos kvarcból, kloritosodó biotitból és átalakult (agyagásványos, szericités, hematitos) plagioklászából álló szemcsék (kvarc-albit-pala, ortogneisz?), valamint lepidó-granoblasztos, finomszemcsés kvarcból és muszkovitból álló (fillit?) töredékek alkotják.

Kisebb mennyiségben lila vagy tarka, vörös-sárgásbarna foltos, darakavicsos, agyagos-közetlisztes homokkő; vörös, darakavicsos, morzsalékosan széteső, közetlisztes agyagkő; barnásfekete, fekete, enyhén laminált, fényes törési felületű barnaköszén szintén megjelenik a fúrás paleogén rétegsorában. Ezek a kőzetek határozható makrofaunát nem tartalmaztak, azonban bioaktivitásra utalnak a laminált, tarka, közetlisztes (monokristályos kvarc, muszkovit, klorit) agyagkőben (XII/2 minta) megjelenő gyökér- és bioturbációs nyomok (3a. és 3c. ábra). A járatokat kb. 1 cm széles, szabálytalanul elágazó, függőleges csatornák alkotják, amelyek belső szerkezete óraüvegszerű. Ez a meniszkuszos jellegű, aktív járatkitöltés üledékfaló életmódot folytató élőlényre utal, továbbá folyamatos, vagy epizodikus, de gyors üledék-felhalmozódást jelez, amelyhez a benne élő élőlénynek alkalmazkodnia kellett (BABINSZKI et al. 2003).

A szentlőrinci fúrás agyagos-aleurolitos kőzeteiből származnak azok a barnásfehér vagy világosszürke, szabálytalanul elágazó, 1–2 cm átmérőjű, hengeres konkréciónak (3b. ábra), amelyek finomszemcsés, mikrites, agyagos és karbonátos alpanyagban közetliszt méretű monokristályos kvarc, polikristályos kvarc, mikroklin, albit, törmelékes muszkovit, biotit és klorit szemcséket tartalmaznak (XII/10 és XII/11). A XII/11 jelű konkréciónak központi részén 4 db ovális, sötétbarnafekete színű szemcse figyelhető meg, amelyekben szintén közetliszt méretű ásványtörmelékek (kvarc, muszkovit) találhatóak. Az egyik ovális, sötét szemcsében rossz megtartású növényi maradvány őrződött meg, amely sejtszerkezete felismerhető. A felsorolt bélyegek egyértelműen bizonyítják, hogy ezek az ovális szemcsés állati eredetű ürülékcsomók (fekális pelleték), így ez a minta bioturbációs járatban kialakult diagenetikus konkréciónak tekinthető. A járatot a benne lakó élőlény töltötte ki (aktív járatkitöltés), amelyre a jellegzetes pelletes belső szerkezet utal (BABINSZKI et al. 2003). A bemutatott biogén eredetű életnyomok valószínűleg állandó lakóhelyek voltak, ezért a Domichnia csoportba sorolhatók (BABINSZKI 2002).



3. ábra. a. Bioturbált, kőzetlisztes agyagkő (XII/2 minta). b. Konkréciók a Szentlőrinc–XII fúrásból (XII/11 minta); c. A bioturbált, kőzetlisztes agyagkő vékonycsiszolati képe (XII/2 minta, 1N)

Fig. 3. a Bioturbated silty claystone (sample XII/2); b Concretions from borehole Szentlőrinc–XII (sample XII/11); c Photomicrographs of petrographic thin section of bioturbated silty claystone sample (sample XII/2, 1N)

Becefa–1 fúrás

A Becefa–1 fúrásból rendelkezésünkre álló minták durvább szemcseméretűek, mint a XII szerkezetkutató fúrás bemutatott kőzetanyaga (I. táblázat). Az egyetlen homokkő minta kalcittal cementált, zöldesszürke, kitűnően osztályozott, közép-szemcsés homokkő, amely döntően kvarc és kőzettörmelék szemcséket tartalmaz. A fúrás jellegzetes képződményei a közepesen osztályozott, szemcsevázú

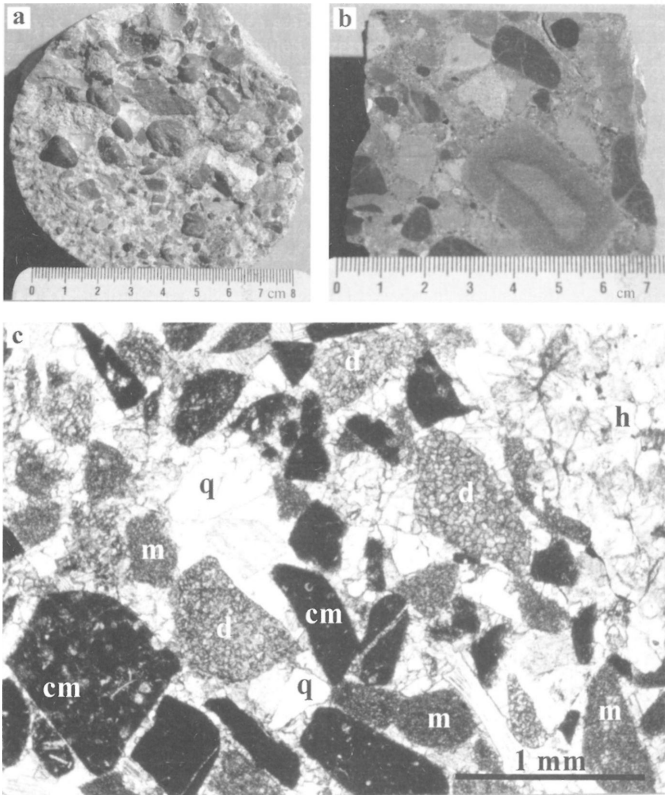
konglomerátum, amelyek közepesen-jól kerekített, uralkodóan sötétszürke, mikrites mészkő, valamint világos szürkésbarna, repedezett, finomkristályos (cukorszövetű) dolomit kavicsokat tartalmaznak (4a. ábra). Kisebb mennyiségben sárgásfehér mikrites mészkő, sárgásbarna márga, kvarcit, vörös homokkő, metamorf eredetű kőzettörmelék, szürke-zöldesszürke átkristályosodott vulkanit és kvarc anyagú klasztok szintén elkülöníthetők. A karbonátos kavicsanyag felületén visszaoldódási nyomok láthatók, amelyeket a kémiai kompakció következtében fellépő nyomási oldódás hozott létre. A kalcittal cementált konglomerátumok alapanyagát a kavicsokkal megegyező összetételű durvaszemcsés homokkő alkotja.

Szigetvár–III fúrás

A Szigetvár–III fúrás újvizsgálatra átvett paleogén kőzetanyaga egyrészt finomszemcsés üledékes kőzetekből (agyagkő, agyagmárga), másrészt tarka, szemcsevázú (helyenként mátrixvázú), polimikt konglomerátum-mintákból áll (1. táblázat). Az archivált maganyag a fúrás talpmintáját is tartalmazta (sárgásfehér, sztilolitos, ooidos mészkő), amely szöveti és mikrofácies vizsgálata lehetővé tette a paleogén rétegsor fekéjének pontosítását az adott fúrásban.

A finomszemcsés kőzeteket képviselő két minta kőzettani jellemzői eltérőek: a világosszürke agyagmárga-márga szerkezete homogén, felületén rossz megtartású, szenesedett levélmaradványt tartalmaz; a téglavörös, kőzetlisztes agyagkőben azonban sárgásfehér karbonát (kalcit) anyagú, nem éles határvonalú csomók, gumók figyelhetők meg. Ez utóbbi minta alapanyaga – a petrográfiai mikroszkópos észrevételek alapján – agyagos-karbonátos, kőzetliszt méretű kvarc, muszkovit, mállott földpát és törmelékes kalcit szemcséket, valamint diszperz eloszlású hematitot tartalmaz. A szabálytalan eloszlású, világosabb, mikrites karbonátból álló foltok, gumók nem kapcsolódnak járátkitöltéshez. Szöveti jellemzőik alapján felhalmozódásuk valószínűleg pedogén eredetű (calcrete?).

A Szigetvár–III fúrásból származó tarka, szemcsevázú konglomerátum minták kavicsanyaga polimikt, rosszul osztályozott, a kavicsok maximális mérete 8,8 cm (sárgásbarna mállási kérgű márga), az átlagos átmérőjük 1–2 cm. A kavicsok típusa csökkenő gyakorisági sorrendben: közepesen kerekített, szürke-sötétszürke, mikrites mészkő; gyengén kerekített, sárgásfehér-rózsaszínű mikrites mészkő; sárgászöld, kitűnően kerekített, sárgásbarna mállási kérgű márga; barna átkristályosodott mészkő (dolomit?); rózsaszínű, kifakult aprószemcsés homokkő; barna, limonitos aprószemcsés homokkő; fillit és kvarcit (4b. ábra). A mészkő- és a márgakavicsok felülete egyenetlen, helyenként mikrosztilolitos, amely nyomási oldódásra utal, mennyiségük a fúrás fiatalabb szakaszán nagyobb. A konglomerátum alapanyagát rosszul osztályozott, apró-középszemcsés homokkő alkotja, amely különböző szövetű karbonátos kőzettörmelékekből (mészkő, dolomit, márga), továbbá szögletes, monokristályos kvarc és polikristályos kvarc ásványtörmelékekből áll, amelyhez kisebb mennyiségben tűzkő, granoblasztos és lepidó-granoblasztos szövetű metamorf kőzettörmelék, átkristályosodott vulkanit alapanyag és muszkovit keveredett (4c. ábra). A cementet pátos kalcit alkotja.

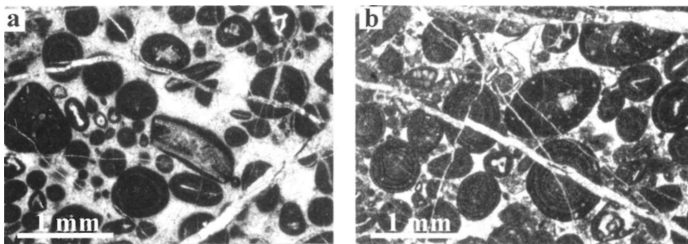


4. ábra. a. Közepesen osztályozott konglomerátum, uralkodóan sötétszürke, mikrites mészkőkavicsokkal (Bec1/3 minta). b. Szemcsevázú, polimikt konglomerátum (SZIII/1 minta); c. A SZIII/1 minta alapanzag'nak általános szöveti képe (1N); jelmagyarázat: m: mikrites mészkő; d: dolomit; cm: calpionellás mészkő; h: homokkő; q: kvarc

Fig. 4 a Moderately sorted polymictic conglomerate of borehole Becefa-1 (sample Bec1/3), the clasts are dominated by gray micritic limestone; b Clast-supported polymictic conglomerate of borehole Szigetvár-III (sample SZIII/1); c Petrographic features of matrix of sample from borehole Szigetvár-III. Legend: m: micritic limestone; d: dolomite; cm: calpionellid limestone; h: sandstone; q: quartz

A paleogén rétegsor lehordási területének jellemzése szempontjából nagy jelentőségű a konglomerátum-minták kavicsanyagának szöveti és mikrofaciés elemzése. Munkánk során mind a Becefa-1 fúrás, mind a Szigetvár-III fúrás konglomerátum mintáinak kavicsanyagában számos képződményt sikerült azonosítani (a kristályos aljzat metamorf képződményei, savanyú vulkanitok, mecsek-villányi típusú középső-triász karbonátos kavicsanyag, jura „foltos márga”, Várkonyi Mészki, Szársomlyói Mészki, továbbá kréta Mária-vári Mészki, Nagyarsányi Mészki), azonban ezek jellemzésére jelen tanulmányban nem térünk ki, ismertetésükre publikációnk tervezett második részében kerül sor.

A Szigetvár-III fúrás talpmintája (1002,0 m) olyan sárgásfehér, sztilolitos, repedezett, fehér kalciterekkel átjárt, ooidos mészkő, amelyet a korábbi leírásokban felső-jura-alsó-kréta ooidos mészkőként dokumentáltak (WÉBER 1979, 1985). Vizsgálati eredményeink alapján az ooidos-peloidos grainstone-packstone szövetű mészkő szemcséi uralkodóan 100–1000 μm átmérőjű (átlagosan 500 μm -es), sok koncentrikus laminából álló ooidok. Magjukat leggyakrabban echinodermata vázelem, kagyló és csiga héjtöredék, foraminifera vagy sacco-coma alkotja (5. ábra). Kisebb mennyiségben többmagvú ooidokat, mikroonkoidokat, mikrites peloidokat, aggregátumokat, továbbá sajátanyagú intraklasztokat tartalmaz. Az alapanyag általában pátos kalcit, de foltokban mikrites kitöltés szintén előfordul. Az ooidok magjában, továbbá önálló bioklasztként saccocoma vázelemeket, *Globochaete* maradványokat, *aptychust* és *Tubiphites*(?) töredékeket tartalmaz, amelyek alapján a mészkő kora egyértelműen felső-jura, kimmeridgei-alsó-tithon (CSÁSZÁR G. szóbeli közlés). Figyelembe véve a környező terület (Mecsek és Villányi-hegység) mezozoikumi képződményeit, ez a mészkő a Villányi zóna jura rétegsorából ismert Szársomlyói Mészkiel azonosítható.

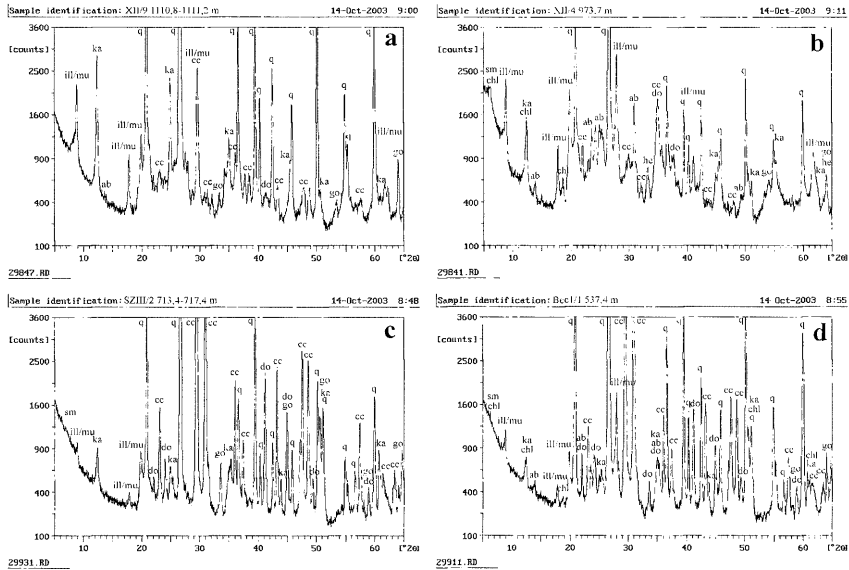


5. ábra. a-b. a Szigetvár-III fúrás talpmintájának mikrofaciése (ooidos grainstone, SZIII/1 minta, 1N)

Fig. 5 a-b: ooidic grainstone from borehole Szigetvár-III (sample SZIII/1, 1N)

A röntgen-pordiffrakciós vizsgálat eredménye

A szentlőrinci fúrásban a teljes kőzetmintákból készült alapfelvételek eredményeit felhasználva (6a-b. ábra, II. táblázat) – litológiától függetlenül – a kvarc uralkodó részaránya jellemzi a vizsgált paleogén kőzetanyagot. A rétegsor idősebb szakaszán a földpátok mennyisége kicsi (XII/8, XII/9), ezekben a



6. ábra. A paleogén minták teljes kőzetből készített röntgen-pordiffraktogramjai. a–b. Szentlőrinc–XII fúrás; c. Szigetvár–III fúrás; d. Becéfa–1. fúrás. Jelmagyarázat: q: kvarc; ab: albit, ill/mu: illit±muskovit; sm: szmektit; ka: kaolinit; go: goethit; he: hematit; cc: kalcit; do: dolomit, chl: klorit

Fig. 6 X-ray powder diffraction patterns of the Palaeogene sedimentary rocks, bulk samples. a–b borehole Szentlőrinc–XII; c borehole Szigetvár–III; d borehole Becéfa–1. Legend: q: quartz; ab: albite, ill/mu: illite±muscovite; sm: smectite; ka: kaolinite; go: goethite; he: haematite; cc: calcite; do: dolomite, chl: chlorite

II. táblázat. A teljes kőzetminták röntgen-pordiffrakciós vizsgálatának eredménye és a <2 µm-es frakció félmennyiségi összetétele

Table II Results of X-ray powder diffraction (XRD) analysis (bulk rock and <2 µm fraction)

Minta	a teljes kőzetminták ásványos összetétele		a <2 µm-es frakció félmennyiségi összetétele				
	uralkodó ásványok	kis mennyiségű fázisok	ill±mu	chl	ka	sm±ill/sm	exp
			%				
XII/1	q, fp (Ab>K), ill±mu, ka	sm, goe	25	-	15	60	95
XII/2	q, fp (Ab>K), ill±mu, chl	sm, goe, ka, cc?, do?	60	>7	<25	8	84
XII/3	q, fp (Ab>K)	ill±mu, ka, sm, goe	25	-	10	65	100
XII/4	q, fp (Ab>K), ill±mu	chl, sm, goe, he?, ka, cc?, do?	55	>5	<20	20	93
XII/6	q, fp (Ab>K), ill±mu, ka	sm, pyr, chl	15	>15	<60	10	85
XII/7	q, fp (Ab>K), ill±mu, ka	sm, chl, cc?, do?	12	>6	<70	12	83
XII/8	q, ill±mu, ka	fp (Ab>K), sm, cc?, do?	35	-	30	35	10
XII/9	q, ill±mu, ka	goe, fp?, cc?, do?	30	-	30	40	10
XII/11	q, ill±mu, ka, sid	fp					
SZIII/2	q, cc, sm, ka	ill±mu, goe, do?	25	>15	<35	25	81
SZIII/3	q, cc, ill±mu, sm	fp, chl, ka, do?	60	>10	<20	10	85
Bec1/1	q, cc, sm, fp (Ab>K)	ill±mu, chl, ka, do?	40	>10	<15	35	98

Jelmagyarázat: q: kvarc; fp: földpát; Ab: albit; K: kálföldpát; ill±mu: illit±muszkovit; sm: smektit; ill/sm: illit/smektit kevert szerkezet; ka: kaolinit; chl: klorit; goe: goethit; he: hematit; cc: kalcit; do: dolomit; sid: sziderit; pyr: pirit; exp: duzzadóképes hányad a kevert szerkezeten belül; ?: bizonytalan meghatározás

Legend: q: quartz; fp: feldspar; Ab: albite; K: K-feldspar; ill±mu: illite±muscovite; sm: smectite; ill/sm: illite/smectite mixed-layer; ka: kaolinite; chl: chlorite; goe: goethite; he: hematite; cc: calcite; do: dolomite; sid: siderite; pyr: pyrite; exp: expandability; ?: ambiguous determination

mintákban a kvarc, a 10 Å-ös fázis (illit±muszkovit) és a kaolinit szerepe meghatározó. A fúrás paleogén szakaszának fiatalabb képződményeiben azonban lényeges mennyiségű földpát mutatható ki, amelyhez szintén jelentős mennyiségű 10 Å-ös fázis és kaolinit (alárendelten klorit – XII/2 minta) társul. A vizsgált mintákban a plagioklászok (albit) aránya meghaladja a kálföldpátok mennyiségét. A szentlőrinci fúrás törmelékes kőzeteiben járulékos elegyrészként leggyakrabban goethit, smektit, kalcit és dolomit jelenik meg az alapfelvételeken; a XII/6 minta kimutatható mennyiségű piritet, a XII/4 minta hematitot tartalmaz. A szeparált konkreció (XII/11) karbonátos alapanyagát sziderit alkotja. Ez a minta – a kvarc és a sziderit mellett – jelentős mennyiségű 10 Å-ös fázist és kaolinitet tartalmaz.

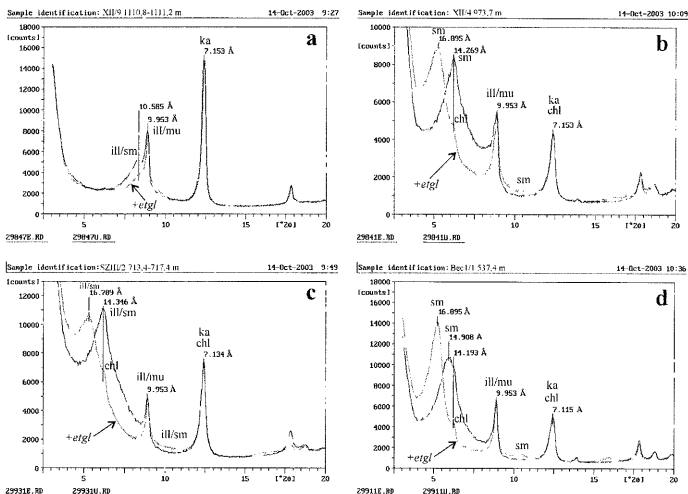
A Szigetvár–III fúrás finomszemcsés kőzeteiben a kvarc, a kalcit, a smektit, a 10 Å-ös fázis és a kaolinit az uralkodó ásvány (6c. ábra). Ezek a minták járulékos elegyrészként goethit, földpátot, kloritot és dolomitot tartalmaznak (II. táblázat).

A vizsgált becefai minta ásványos összetétele döntően a szigetvári kőzetekéhez hasonló: a teljes kőzetmintából készült röntgen-pordiffraktogramon legnagyobb mennyiségben kvarc, kalcit, smektit és földpát jelenléte mutatható ki, amelyhez

kis mennyiségben 10 Å-ös fázis, klorit, kaolinit és dolomit társul (6d. ábra, II. táblázat).

Az alapfelvételek alapján több mintában dolomit jelenlétére lehetett számítani, amelyet azonban az ecetsavas oldási maradékokból készült orientálatlan felvételek nem erősítettek meg.

A vizsgált minták <2 µm-es frakciójának minőségi és félmennyiségi összetételét a II. táblázat tartalmazza. A paleogén kőzetekben az illit±muszkovit, a klorit, a kaolinit és a szmektit±illit/szmektit kevert szerkezet változatos arányban alkotja ezt a frakciót. A félmennyiségi összetétel meghatározásának bizonytalanságát növeli az a módszertani probléma, hogy több mintában a klorit és a kaolinit együtt fordult elő. Ebben az esetben a 7 Å-ös reflexió integrált területe a két ásvány reflexiójának eredője (a kaolinit és a klorit elkülönítésére a XII/2, a XII/4, a XII/6 és a XII/7 mintáinál 500 °C-os felfűtést, finomabb résszert és kisebb felvételi sebességet alkalmaztunk). Ezért a II. táblázat „ka”-val jelzett oszlopában legtöbbször a lehetséges maximális értéket tüntettük fel. A klorit 14 Å-ös csúcsa viszont a vele együtt előforduló duzzadó komponenssel fed át, így aránya csak bizonytalanul, az etilén-glikolos kezelést követően becsülhető. A II.



7. ábra. A paleogén minták <2 µm-es frakciójának jellegzetes röntgen-pordiffraktogramjai. a–b. Szentlőrinc–XII fúrás; c. Szigetvár–III fúrás; d. Becefa–I fúrás. Jelmagyarázat: etgl: etilén-glikolos kezelést követő felvétel; ill/mu: illit±muszkovit; sm: szmektit; ill/sm: illit/szmektit kevert szerkezet; ka: kaolinit; chl: klorit

Fig. 7 Typical XRD patterns of the <2 µm fraction of the Paleogene sediments. a–b borehole Szentlőrinc–XII; c borehole Szigetvár–III; d borehole Becefa–I Legend: etgl: diffraction pattern after ethylene-glycol saturation; ill/mu: illite±muscovite; sm: smectite; ill/sm: illite/smectite mixed-layer; ka: kaolinite; chl: chlorite

táblázat „chl”-val jelzett oszlopában található értékek ezért a lehetséges minimális mennyiséget mutatják. A bizonytalanságokra a „<” és „>” jelek utalnak.

A szentlőrinci fúrás kőzeteiben a rétegszilikátok minőségi és mennyiségi eloszlása változatos, azonban a szemcseméret és a mélység függvényében is lényeges eltéréseket figyelhetünk meg. A finomabb szemcseméretű kőzetek (agyagkövek – XII/2 és XII/4) <2 µm-es frakciójában kiemelkedő az illit± muszkovit mennyisége (55–60%), amely összhangban van azzal az általános tapasztalattal, hogy folyóvízi üledékekben – a hidrodinamikai osztályozódásnak megfelelően – a törmelékes rétegszilikátok (leggyakrabban muszkovit) mennyisége az agyagkövekben és az aleurolitokban nagyobb, mint a homokkövekben. A mélység szerinti változást a két legidősebb (XII/8 és a XII/9) minta elkülönülő ásványos összetétele tükrözi, amelyek kevésbé duzzadóképes (10%), nagy illit hányadú illit/szmektit kevert szerkezetet tartalmaznak a közel azonos mennyiségű illit± muszkovit és kaolinit mellett. A rétegsor fiatalabb szakaszáról származó mintákban az illit/szmektit kevert szerkezet erősen duzzadóképes, sőt néhány esetben (kb. 90% expandálóképesség felett) tiszta szmektitnek tekinthető (7a–b. ábra).

A szigetvári és a becefai fúrásból származó kőzetek <2 µm-es frakciójának ásványos összetétele a szentlőrinci fúrás paleogén részének fiatalabb szakaszáról származó minták összetételével párhuzamosítható. A rétegszilikátok minőségi és mennyiségi eloszlása szintén változatos, az illit/szmektit kevert szerkezet a szigetvári mintákban erősen duzzadóképes (81 és 85%), a becefai mintában tiszta szmektitnek tekinthető (7c–d. ábra, II. táblázat).

A palinológiai vizsgálat eredménye

A Szentlőrinci Formáció barnakőszén és kőszenes agyag rétegeinek első palinológiai célú feltárását BÓNA J. végezte. A XII szerkezetkutató fúrás (Szentlőrinc), a Szigetvár–I, a Szigetvár–III és a Becefa–1 fúrásokból kimutatott spóra és pollenanyagot a THOMSON & PFLUG (1953) által Németország területéről ismertetett „borkeni pollenképpel” azonosította, amely a késő-eocéntól a koroligocénig élt trópusi örökzöld növényzet spóra és pollenegyüttesének felelt meg (WÉBER 1982, 1985).

Újabb palinológiai vizsgálatokhoz a paleogén rétegsort harántolt mélyfúrások kőzetanyagából egyedül a XII szerkezetkutató fúrás XII/5 jelű (1088,25–1088,4 m) mintája állt rendelkezésünkre, amely a korábbi Po–2056 (WÉBER 1982) mintával azonos mélységtartományból származott. BÓNA J. határozása alapján ez utóbbi minta legnagyobb mennyiségben Taxodiaceae–Cupressaceae, uralkodóan *Leiotriletes* fsp., *Polypodiidites* fsp. és *Laevigatosporites* fsp. páfrányspórákat tartalmazott (WÉBER 1982).

A XII/5 jelű barnakőszénből meghatározott mikrofosziliák minőségi és mennyiségi adatait a III. táblázat, valamint az I. és a II. táblák tartalmazzák. Az azonosított fajok közül a *Cicatricosisporites dorogensis*, a *Leiotriletes adriennis*, a *Leiotriletes microadriennis* fvar. *triplan*, a *Cf. Punctatisporites luteticus*, a *Verrucatosporites* fsp., a *Cycadopites* fsp. és a *Triatriopollenites* fsp. a korábbi publikációk alapján már előfordult a paleogén rétegsort harántolt fúrásokban (WÉBER 1982,

III. táblázat. A barnaköszén mintából (XII/5) meghatározott mikrofosziliák
Table III Microfossils identified from brown coal (sample XII/5)

Pteridophyta Schizaeaceae Anemia – Moria (15,0 %) cf. <i>Lygodium</i> (22,9 %)	<i>Cicatricosisporites dorogensis</i> POT. et GELL. 1933 subfsp. <i>dorogensis</i> fvar. <i>triplan</i> KEDVES 1961 <i>Leiotriletes adriennis</i> (POT. et GELL. 1933) KRUTZSCH 1953 fvar. <i>triplan</i> KEDVES 1961 <i>Leiotriletes microadriennis</i> KRUTZSCH 1959 <i>Leiotriletes microadriennis</i> KRUTZSCH 1959 fvar. <i>triplan</i> KEDVES 1961 Cf. <i>Punctatisporites luteticus</i> KRUTZSCH 1959
Gleicheniaceae (0,4 %)	<i>Toroisporis (Toroisporis) teuplitzensis</i> KRUTZSCH 1962 subfsp. <i>mediocris</i> KRUTZSCH 1962
Polypodiaceae (53,4 %)	<i>Verrucatosporites saalensis</i> KRUTZSCH 1959
Gymnospermatophyta Taxodiaceae (1,9 %)	<i>Cupressacites hiatipites</i> (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971 Taxodiaceae v. Cupressaceae
Cycadaceae (1,9 %)	<i>Cycadopites cycadioides</i> (ZAKLINSKAYA 1957) KEDVES 1968
Incertae (0,4 %)	
Angiospermatophyta Aquifoliaceae (0,4 %)	<i>Triatripollenites minimus</i> (GLADKOVA 1965) KEDVES 1974, Juglandaceae, Engelhardtia
Myricaceae (0,4 %)	<i>Triatripollenites intermedius</i> (GLADKOVA 1965) KEDVES 1974
Fagaceae (3,4 %)	<i>Cupuliferoidaepollenites quisqualis</i> (POTONIÉ 1934) POTONIÉ 1960, Fagaceae v. Leguminosae <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> (POTONIÉ 1934) POTONIÉ 1960, Fagaceae, cf. <i>Castanea</i>

1985). A *Cupressacites hiatipites*, a *Cycadopites* fsp. és a *Cupuliferoipollenites pusillus* azonosítása az áthalmazott calcrete-görgeteg alapanyagából is megtörtént (VARGA et al. 2002a). A XII/5 jelű barnaköszénmintából meghatározott *Cicatricosisporites dorogensis* subfsp. *dorogensis* fvar. *triplan*, a *Leiotriletes adriennis* fvar. *triplan*, a *Toroisporis (Toroisporis) teuplitzensis*, a *Verrucatosporites saalensis*, a *Cycadopites cycadioides*, a *Triatripollenites minimus*, a *T. intermedius* és a *Cupuliferoidaepollenites quisqualis* fajok viszont először kerültek elő a dél-dunántúli paleogén képződményekből. A bemutatott palinológiai eredmények így olyan új információkat szolgáltattak, amelyek tovább bővítik ismereteinket az egykori paleogén flóra összetételével kapcsolatban.

Az összesített mennyiségi eredmények alapján a vizsgált mintában a trópusi környezetet jelző páfrányok spórái uralkodnak (*Lygodium*, *Anemia – Moria*), kisebb mennyiségben azonban más – szintén trópusi klímát jelző – fosziliák is megjelennek, mint a szágópálma (*Cycadaceae*) vagy a mocsárciprus-félék (*Taxodiaceae*). A *Myricaceae* megjelenése a mocsári környezetet erősíti meg (III. táblázat).

A XII/5 jelű mintából feltárt asszociáció a hazai paleogén előfordulások közül a „dorogi típusú” középső-eocén kifejlődésekre jellemző. A Dorogi-medence barnaköszénrétegekből feltárt spóra- és pollenegyüttesét a pálmafélék (*Monocolpopollenites tranquillus*) uralma jellemzi, amelyek mellett nagy mennyiségben fordulnak elő *Taxodiaceae–Cupressaceae* és *Myricaceae* fajok (KEDVES 1961, 1962). Ezek – a korábban alsó-eocénnek tartott képződmények – a magyarországi, németországi és franciaországi (Párizsi-medence) klasszikus kifejlődési terüle-

tekről megismert fő típusok szintézise alapján ma a középső-eocénbe sorolandók (KEDVES 1967). A XII/5 jelű minta nem tartalmazott pálmaféléket, azonban mind a korábban vizsgált kőzetekben (WÉBER 1982, 1985), mind a miocén konglomerátum kavicsanyagába áthalmazódott, középső-eocén calcrite-ben (VARGA et al. 2002a) megtalálható volt a *Monocolpopollenites tranquillus* palma. A vizsgált barnakőszénben a keményfalú spórák kiemelkedő gyakorisága felveti a szelektív fosszilizáció lehetőségét, amelyet a pollenek alárendelt szerepe mellett a pálmafélék hiánya (rendkívül érzékeny mikrofosztiliák) is alátámaszthat. Ezeket a tényeket figyelembe véve, a hasonló mikrofosztiliaegyüttes alapján a XII/5 jelű minta képződése szintén a középső-eocénre tehető. Az ismételt palinológiai feltárás tehát megerősítette a vizsgált barnakőszén képződésekor feltételezhető trápusi környezetet és a paleogén kort, azonban az új vizsgálati eredmények valamilyen korábbra (késő-eocén helyett középső-eocén) teszik a minta képződését.

A paleogén rétegsorból kiragadott egyetlen minta, sajnos, nem teszi lehetővé a dél-dunántúli kontinentális üledékképződés pontos időbeli behatárolását, azonban felhívja a figyelmet arra, hogy a Szentlőrinci Formáció definíciójában (BERNHARDT 1996) megadott késő-eocén (priabonai) kor leszűkíti a törmelékes képződmények keletkezésének időintervallumát. A bemutatott palinológiai eredmények, valamint a miocén konglomerátumból származó, áthalmazott calcrite-görgetegek mikrofosztiliái ugyanis arra utalnak, hogy a formáció kőzetanyagának felhalmozódása már a középső-eocénben elkezdődött (VARGA et al. 2002a). A rétegsor fiatalabb képződményeiből korjelző ősmaradványok nem kerültek elő, azonban WÉBER (1982) nem zárta ki az alsó-oligocén üledékek megjelenését sem. Eredményeink alapján a Szentlőrinci Formáció képződési kora így a középső-eocén-kora-oligocén(?) intervallumba tehető.

Az eredmények értelmezése – a paleogén rétegsor lehordási területe

A szentlőrinci, a szigetvári és a becefai fúrásokból származó kőzetanyag ásványtani és kőzettani vizsgálatának eredményei rámutattak arra, hogy a vizsgált minták összetételében térbeli különbségek vannak, továbbá a szentlőrinci fúráson belül a kőzetösszetétel időben is markánsan változik. A leghatározottabb eltérést a földpát-, valamint a vulkáni eredetű kőzettörmelék-tartalomban, továbbá a karbonátos komponensek mennyiségében figyelhetjük meg. Ezek a különbségek a lehordási terület változására vezethetők vissza.

A szentlőrinci fúrás bázisán olyan éretlen, metamorf kőzettörmelékben gazdag homokkőveket találunk (XII/8 és XII/9 jelű minták), amelyek szemcséi – kőzettani összetételüknek megfelelően – uralkodóan a paleogén rétegsor fekéjét alkotó kristályos aljzat eróziójából származnak. Ezt SZEDERKÉNYI (in: WÉBER 1982) és TÖRÖK (1986) vizsgálata alapján gránátos, staurolitos, kyanitos, turmalinos biotit-muszkovit csillámpala alkotja. Az eocén üledékképződés kezdetekor először ennek lepusztult és erősen mállott törmelékanyaga halmozódott fel. A lehordási terület intenzív kémiai mállását a földpátok jelentős átalakulása jelzi, amelyre a kőzetminták ásványos összetételében a kaolinit kiemelkedő mennyisége is utal.

A rosszul osztályozott, koptatatlan szemcsékből álló, valószínűleg helyben felhalmozódott mállási takarót a Szentlőrinc–XII fúrásban olyan litarenitek követik, amelyek – a kristályos aljzat eróziójából származó metamorf eredetű törmelékenyagon túl – nagy mennyiségű vulkáni eredetű kőzettörmeléket és földpátokat tartalmaznak. A savanyú vulkanit (riolit) szemcsék közepes-jó koptatottsága nagyobb szállítási távolságra, azaz távolabbi forrásterületre utal. Erős átalakultságuk, kovásodásuk alapján, valamint a terület földtani felépítésének ismeretében idősebb, valószínűleg paleozoikumi kőzetek lepusztulásához köthetők. A Dél-Dunántúlon nagy területen megtalálható a permi Gyűrűfői Riolit Formáció lepusztult kőzetanyaga, azonban a karbon Tésenyi Homokkő konglomerátum-rétegeinek kavicsanyagában hasonló szövetű, idősebb (karbon?) savanyú és neutrális vulkanizmus nyomait lehetett azonosítani (SZAKMÁNY *et al.* 2001; R. VARGA *et al.* 2003). A vulkaniszemcsék lehordási területe, illetve forrás-köze ezért pontosabban nem adható meg.

A szentlőrinci mintákhoz hasonlóan, a <2 μm -es frakció ásványos összetételének mélység szerinti változását számos hazai harmadidőszaki üledékes kőzetben megfigyelhetjük. VICZIÁN (1984, 1987, 1995), valamint TANÁCS & VICZIÁN (1995) kutatási eredményei alapján a magyarországi terciér üledékek három agyagásvány-asszociációval jellemezhetők: 1.) „kaolinit+illit”, 2.) „illit+szmektit+klorit”, 3.) „szmektit+illit+kaolinit”. A kaolinit+illit agyagásvány-asszociáció általában elterjedésű a pretercierre eróziósan települő bázisképződ-ményekben, függetlenül azok rétegtani szintjétől. A kaolinit dominanciájával jellemzett teresztrikus képződményeket a késő-kréta és a terciér alatt többször ismétlődő intenzív trópusi mállás többé-kevésbé áthalmazott termékének tekintik. A másik két agyagásvány-együttes a fiatalabb terciér képződményekre jellemző. Általános az a tapasztalat, hogy míg a kaolinit+illit agyagásvány-együttes illit/szmektit kevert-szerkezetű fázisai maximum 20–30% szmektit-hányadot mutatnak, addig az illit+szmektit+klorit és a szmektit+illit+kaolinit együttesen az illit/szmektit kevert szerkezet >90% duzzadó hányadot tartalmaz. A Szentlőrinc–XII fúrásban az agyagásványok korábban részletezett minőségi és mennyiségi eloszlása jól egyezik ezekkel a megfigyelésekkel.

A Szigervár–III fúrásból és a Becefa–1 fúrásból származó paleogén minták sziliciklasztos elegyrészeinek (kvarc, földpátok, törmelékes rétegszilikátok, metamorf és vulkáni eredetű kőzettörmelékek) feltételezett forrásterülete nem különíthető el a szentlőrinci minták lehordási területétől. Ezek a kőzetek elsősorban durvább szemcseméretükben (konglomerátumok gyakorisága) és a karbonátkavicsok kiemelkedő gyakoriságában térnek el a XII szerkezeti fúrás kőzeteitől. A különböző szövetű mészkövek, dolomitok és márgák mikrofáciése alapján az üledékes kőzettörmelékek fő forrását a Mecsek-villányi zóna triász képződményei szolgáltatták, amelyekhez változó arányban jura és kréta karbonátos kőzetek lepusztulásából származó kőzetanyag keveredett.

Korrelációs szempontból különösen jelentős a SZIII/2 jelű minta, amely téglavörös, kőzetlisztes-agyagos alapanyagában szabálytalan eloszlású, valószínűleg pedogén eredetű karbonátfelhalmozódás figyelhető meg (elmosódó körvonalú gumók). A rétegsorban gyakoriak a hasonló megjelenésű gumók, a változatos színű (szürke, sárga, vörös) agyagos-aleuritos kőzetek (WÉBER 1979), amelyek felvetik karbonátos paleotalajok kialakulásának lehetőségét. A szigetvári fúrás-

ban megfigyelt szöveti bélyegek nem egyeznek meg a miocén konglomerátumból származó, áthalmazott eocén calcrete mikromorfológiai jellegeivel (VARGA et al. 2002a, 2002b), de a fúrásban kimutatható karbonátos paleotalaj hasonló környezeti és képződési feltételeket jelez.

Eredményeink alapján a paleogén képződmények kőzetanyaga többnyire lokális forrásból került az üledékgyűjtőbe, valószínűleg ezzel magyarázható a megfigyelhető jelentős területi különbség is. Nem zárható ki azonban a lepusztulási terület időbeni változása sem, hiszen a fúrások képződményei között nem áll rendelkezésünkre pontos korreláció.

Összefoglaló következtetések

Munkánkban a Szentlőrinc–XII szerkezetkutató fúrásból, a Becefa–1 és a Szigetvár–III fúrásokból származó, a paleogén rétegsort reprezentáló kőzetek részletes ásványtani és kőzettani jellemzését, valamint lehordási területének meghatározását végeztük el. Ezt kiegészítette egy – a szentlőrinci fúrásból származó – barnakőszénminta palinológiai elemzése.

Az ismelt palinológiai feltárás megerősítette a vizsgált barnakőszén képződésekor feltételezett trópusi környezetet, azonban – a korábbi késő-eocén helyett – a meghatározott mikrofosszíliaak középső-eocén kort jeleznek. A bemutatott palinológiai eredmények és a korábbi kutatások adatai alapján (WÉBER 1982; VARGA et al. 2002a) a Szentlőrinci Formáció képződési kora így a középső-eocén – kora-oligocén(?) intervallumba helyezhető.

Az eocén üledékképződést a szentlőrinci fúrásban a paleogén rétegsor fekjét alkotó kristályos aljzat eróziójából származó törmelékanyag felhalmozódása vezette be, amelyre a rosszul osztályozott, szögletes szemcséket tartalmazó, metamorf kőzettörmelékben gazdag üledékes kőzetek utalnak. A lehordási terület intenzív kémiai mállását a földpátok jelentős átalakulása és a kaolinit kiemelkedő mennyisége jelzi (kaolinit+illit agyagásvány-együttes). Erre a helyben felhalmozódott mállási takaróra olyan litarenitek következnek, amelyek – a kristályos aljzat eróziójából származó metamorf eredetű törmelékanyagon túl – nagy mennyiségű savanyú vulkanit kőzettörmeléket tartalmaznak.

A Szigetvár–III fúrás (a bázisán található mészkő a Villányi zóna jura rétegsorából ismert Szársomlyói Mészkővel azonosítható) és a Becefa–1 fúrás paleogén mintái elsősorban a konglomerátumok gyakoriságában és a karbonátkavicscok mennyiségében térnek el a XII szerkezetkutató fúrás kőzeteitől. A különböző szövetű mészkövek, dolomitok és márgák mikrofáciése alapján az üledékes kőzettörmelékek fő forrását a Mecsek–villányi zóna triász–jura és kréta képződményei szolgáltatták. A sziliciklasztos elegyrészek feltételezett forrásterülete nem különíthető el a szentlőrinci minták lehordási területétől.

Köszönetnyilvánítás

A fúrásokból származó kőzetanyagot WÉBER Béla (Mecsekérc Környezetvédelmi Rt.) biztosította számunkra. Szeretnénk megköszönni önzetlen

segítségét és tanácsait, valamint a hasznos konzultációkat, amelyekkel megalapozta munkánk eredményességét. A szerzők köszönettel tartoznak SZAKMÁNY Györgynek, aki megteremtette az eocén képződmények újvizsgálatának lehetőségét, továbbá hasznos tanácsaival hozzájárult munkánk sikeréhez. Köszönettel tartozunk BABINSZKI Editnek, CSÁSZÁR Gézának, JOZSA Sándornak, MERÉNYI Lászlónak, MINDSZENTY Andreának, TÖRÖK Kálmánnak és VICZIÁN Istvánnak a kutatás különböző szakaszaiban nyújtott segítségükért.

Irodalom – References

- BABINSZKI E. 2002: A nyomfossziliák szerepe az ökoszisztémák értelmezésében: áttekintés. – *Földtani Közöny* 132/3–4, 423–447.
- BABINSZKI E., SZTANÓ O. & MAGYARI Á. 2003: Epizodikus üledékképződés a Pannon-tó Kállai-öblében: a Kállai Homok nyomfossziliái és szedimentológiai bélyegei. – *Földtani Közöny* 133/3, 363–382.
- BERNHARDT B. 1996: Szentlőrinci Formáció. – In: GYALOG L. (szerk.): A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása, MÁFI kiadvány, Budapest, 91 p.
- GIERLOWSKI-KORDESCH, E., GÓMEZ-FERNÁNDEZ, J. C. & MELÉNDEZ, N. 1991: Carbonate and coal deposition in an alluvial-lacustrine setting: Lower Cretaceous (Weald) in the Iberian Range (east-central Spain). – In: ANADÓN, P., CABRERA, LL. & KELTS, K. (Eds): *Lacustrine Facies Analysis, Spec. Publs Int. Ass. Sediment.* 13, Blackwell Scientific Publications, 109–125.
- GLADKOVA, A. N. 1965: Fossil Myricaceae of Western Siberia. – *Trud. VNIGRI* 239, 142–190. (oroszul)
- KEDVES, M. 1961: Études palynologiques dans le bassin de Dorog, II. – *Pollen et Spores* 3, 101–153.
- KEDVES, M. 1962: Palynologic investigations on the freshwater limestone layer of Lábatlan, and an attempt to divide the Hungarian Lower Eocene floras on palynologic basis. – *Acta Biologica (Acta Universitatis Szegediensis)* 8/1–4, 63–69.
- KEDVES, M. 1967: Sur quelques problèmes de stratigraphie appliquée au Tertiaire inférieur en Europe. – *Pollen et Spores* 9/2, 321–334.
- KEDVES, M. 1968: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la Région Parisienne. III. Pollens inaperturés, à ballonnets, polypliqués, monocarpés, disulqués, trichotomosulqués, et proxaperturés. – *Pollen et Spores* 10/2, 315–334.
- KEDVES, M. 1974: Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains Part II. – *Stud. Biol. Acad. Sci. Hung.* 13, 1–124.
- KISHÁZI P. 1979: Különböző kőzetminták ásványos összetételének vizsgálata (IV). – Kézirat jelentés, MÉV adattár, 3 p.
- KRUTZSCH, W. 1959: Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. – *Geologie* 8, 1–425.
- KRUTZSCH, W. 1962: Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen-sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. I. Laevigate und toriate trilete Sporenformen. – *VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften*, Berlin, 108 p.
- KRUTZSCH, W. 1971: Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen-sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas VI. Coniferenpollen (Saccites und »Inaperturates«). – *VEB Gustav Fischer Verlag*, Jena, 234 p.
- POTONIÉ, R. 1934: Zur Mikrobotanik des eoänen Humodils des Geiseltales. – *Arb. aus Inst. Paläobotanik u. Petrogr. Brenngesteine* 4, 25–125.
- POTONIÉ, R. 1960: Synopsis der Gattungen der Sporae disperse, III. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites mit Generalregister zu Teil I–III. – *Beih. Geol. Jb.* 39, 1–189.
- POTONIÉ, R. & GELLETICH, J. 1933: Über Pteridophytensporen einer eoänen Braunkohle aus Dorog in Ungarn. – *Sitz.-Ber. naturf. Fr.*, 317–328.
- REYNOLDS, R. C. & HOWER, J. 1970: The nature of interlayering in mixed-layer illite-montmorillonite. – *Clays and Clay Minerals* 18, 25–36.
- R. VARGA A. 2002: A dél-dunántúli eocén (paleogén) képződmények kőzettani vizsgálata és lefordási területének meghatározása. – Tudományos Diákköri Dolgozat, ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék, Budapest, 65 p.

- R. VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S. & MÁTHÉ, Z. 2003: Petrology and geochemistry of Upper Carboniferous siliciclastic rocks (Tésény Sandstone Formation) from the Slavonian–Drava Unit (Tisza Megaunit, S Hungary) – summarized results. – *Acta Geologica Hungarica* 46/1, 95–113.
- SZAKMÁNY, Gy., VARGA, A., JÓZSA, S., HARTYÁNI, Zs. & SZILÁGYI, V. 2001: Geochemistry and provenance of Upper Carboniferous siliciclastic rocks in South Hungary: Remnants from the European Variscides. – *International Association of Sedimentologists, IAS 2001 21st Meeting, Davos, Switzerland, 3–5 September 2001, Abstracts & Programme*, 127.
- TANÁCS, J. & VICZIÁN, I. 1995: Mixed-layer illite/smectites and clay sedimentation in the neogene of the Pannonian Basin, Hungary. – *Geologica Carpathica – Series Clays* 4/1, 3–22.
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. D. 1953: Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. – *Palaeontographica B.* 94, 1–138.
- TÖRÖK K. 1986: Adatok a Dél-Dunántúl kristályos aljzatának felépítéséhez. – Diplomadolgozat, ELTE Közzetani és Geokémiai Tanszék, Budapest, 75 p.
- VARGA A., SZAKMÁNY Gy., RAUCSIK B., KEDVES M. & JÓZSA S. 2002a: Eocén calcrete kavicsok a nyugat-mecseki miocén konglomerátumból. – *Földtani Közöny* 132/1, 57–82.
- VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy. & RAUCSIK, B. 2002b: Micromorphology and mineralogy of the Eocene calcrete gravel from the Mecsek Mountains (S Hungary). – *Acta Geologica Hungarica* 45/3, 287–299.
- VICZIÁN, I. 1984: Zur Ausgangsphase der diagenetischen Mineralreaktion Illit/Smektit-Illit. – *Z. geol. Wiss.* 12, 469–475.
- VICZIÁN I. 1987: Agyagásványok Magyarország üledékes kőzeteiben. – Akadémiai doktori értekezés, Budapest. 205 p.
- VICZIÁN, I. 1995: Clay minerals in Mesozoic and Paleogene sedimentary rocks of Hungary. – *Romanian Journal of Mineralogy* 77, 35–44.
- WÉBER B. 1979: Szigetvár–III. termálkút. – Kéziratot jelentés, MÉV adattár, 9 p.
- WÉBER B. 1982: A Mecsek-alja árok neogén és paleogén képződményeiről. – *Földtani Közöny* 112, 209–240.
- WÉBER B. 1985: Paleogén rétegek Szigetvár környékén. – *Földtani Közöny* 115/1–2, 1–21.
- WODEHOUSE, R. P. 1933: The oil shales of the Eocene Green River Formation. – *Bull. Torr. Club.* 60, 479–524.
- WÖRUM G. 1999: A mecsek-villányi térség szerkezete és fejlődéstörténeti eseményei szeizmikus szelvények alapján. – Szakdolgozat, ELTE Geofizikai Tanszék és Általános- és Történeti Földtan Tanszék, 135 p.
- ZAKLINSKAYA, E. D. 1957: Stratigraphic value of the Cenozoic gymnospermous pollen of the Pavlodarsk stretch of the Irtysh river and the northern Aral Coast. – *Trud. GIN of URSS* 6, 1–184. (oroszul)
- Kézirat beérkezett: 2003. 11. 04.

Táblamagyarázat – Explanation of plates

I. tábla – Plate I

Spóra-pollen a XII/5 jelű eocén barnakőszénből (1000×)

Spores and pollens from the Eocene brown coal (sample XII/5; 1000×)

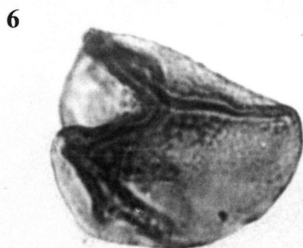
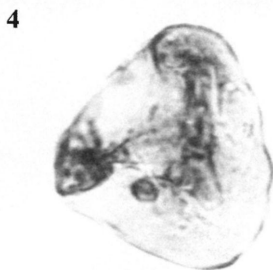
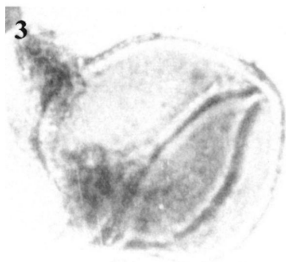
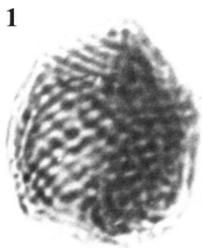
1. *Cicatricosisporites dorogensis* R. POT. et GELL. 1933 subfsp. *dorogensis* fvar. *triplan* KEDVES 1961 (slide: Szl–XII/5–4, keresztasztszám [cross-table number]: 17,9/123,1)
2. *Cicatricosisporites dorogensis* R. POT. et GELL. 1933 subfsp. *dorogensis* fvar. *triplan* KEDVES 1961 (slide: Szl–XII/5–4, keresztasztszám [cross-table number]: 24,4/134,1)
3. *Leiotriletes adriennis* (R. POT. et GELL. 1933) KRUTZSCH 1953 fvar. *triplan* KEDVES 1961 (slide: zl–XII/5–2, keresztasztszám [cross-table number]: 8,6/139,7)
4. *Leiotriletes microadriennis* KRUTZSCH 1959 (slide: Szl–XII/5–5, keresztasztszám [cross-table number]: 18,8/125,8)
5. *Leiotriletes microadriennis* KRUTZSCH 1959 fvar. *triplan* KEDVES 1961 (slide: Szl–XII/5–5, keresztasztszám [cross-table number]: 10,3/123,2)
6. Cf. *Punctatisporites luteticus* KRUTZSCH 1959 (slide: Szl–XII/5–4, keresztasztszám [cross-table number]: 7,7/122,3)

II. tábla – Plate II

Spora-pollen a XII/5 jelű eocén barnakőszénből (1000×)
 Spores and pollens from the Eocene brown coal (XII/5; 1000×)

1. *Toroisporis (Toroisporis) teuplitzensis* KRUTZSCH 1962 subfsp. *mediocris* KRUTZSCH 1962, (slide: Szl–XII/5–5, keresztasztszám [cross-table number]: 11,2/137,3)
2. *Verrucatosporites saalensis* KRUTZSCH 1959 (slide: Szl–XII/5–3, keresztasztszám [cross-table number]: 8,8/132,6)
3. *Verrucatosporites saalensis* KRUTZSCH 1959 (slide: Szl–XII/5–3, keresztasztszám [cross-table number]: 13,7/132,2)
4. *Verrucatosporites saalensis* KRUTZSCH 1959 (slide: Szl–XII/5–4, keresztasztszám [cross-table number]: 8,7/128,4)
5. *Cupressacites hiatipites* (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971 (slide: Szl–XII/5–1, keresztasztszám [cross-table number]: 8,8/133,9)
6. *Cycadopites cycadioides* (ZAKLINSKAYA 1957) KEDVES 1968 (slide: Szl–XII/5–7, keresztasztszám [cross-table number]: 22,1/127,6)
7. *Triatriopollenites minimus* (GLADKOVA 1965) KEDVES 1974 (slide: Szl–XII/5–7, keresztasztszám [cross-table number]: 23,3/127,9)
8. *Triatriopollenites intermedius* (GLADKOVA 1965) KEDVES 1974 (slide: Szl–XII/5–10, keresztasztszám [cross-table number]: 16,5/140,2)
9. *Cupuliferoideaepollenites quisqualis* (POTONIÉ 1934) POTONIÉ 1960 (slide: Szl–XII/5–3, keresztasztszám [cross-table number]: 16,2/133,7)
10. *Cupuliferoipollenites pusillus* (POTONIÉ 1934) POTONIÉ 1960 (slide: Szl–XII/5–7, keresztasztszám [cross-table number]: 7,6/124,3)

I. tábla – Plate I



II. tábla – Plate II

