

## A Kárpát-medence legvastagabb és legteljesebb löszrétegsora: Az Udvari–2A fúrás szelvénye és kvarter rétegtani jelentősége

KOLOSZÁR László, MARSII István

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

---

### *The thickest and the most complete loess sequence in the Carpathian Basin: the section of the borehole Udvari–2A and its significance in the Quaternary stratigraphy*

#### Abstract

The key borehole Udvari–2A is located in Hungary at the Tolna-Hegyhat (hills), in the central part of the Carpathian Basin. Its detailed description yielded valuable information on the stratigraphy and the post-Pannonian continental sedimentation regime of this territory. Stratigraphic data provided by the borehole facilitated the drawing up of a more precise picture on the post-Pannonian palaeoenvironment and evolution history of the area. The borehole cut a thick series of the post-Pannonian Tengelic Formation and the overlying, presumably complete sequence of the continental loess sediments. The magnetostratigraphic correlation indicates that the 97 m thick loess–palaeosol series (borehole Udvari–2A) is the thickest and most complete sequence that has been recorded in Hungary so far and the deposition of loess started approximately at 1.1 Ma. In this sequence each of the four sedimentary periods of the loess are represented by distinct sediments. Based on data from SE Transdanubia a theoretical stratigraphic column of the Paks Loess Formation is given, defining and characterising its lithological units. Since the formation is widely known, it was possible to correlate the most complete sequence in SE Transdanubia with the Marine Isotope Stages (MIS), and this offers opportunities even for global correlation.

*Keywords: lithostratigraphy, loess sequence, palaeoenvironment, Pannonian s.l., Pleistocene, Marine Isotope Stages, South-eastern Transdanubia*

---

#### Összefoglalás

Az Udvari–2A alapfúrás a Kárpát-medence középső részén, a Tolnai-Hegyhaton mélyült. Részletes feldolgozása alapvető rétegtani ismeretekkel szolgált a terület pannóniai utáni szárazföldi üledékképződéséről. A fúrás rétegtani adatainak felhasználásával pontosabban felvázolható a terület pannóniai utáni ösföldrajzi viszonyai és fejlődéstörténete. A fúrás nagy vastagságban harántolta a posztpannóniai Tengelici Formációt és ennek fedőjében a régió száraz térszíni löszösszletének teljesnek tekinthető rétegsorát. A magnetosztratiográfiai korreláció alapján az Udvari–2A fúrásban feltárt 97 m vastag löszszelvény az eddig ismert legvastagabb és legteljesebb hazai szelvény, amely szerint a löszképződés kezdete kb. 1.1 Ma-ra tehető. A löszösszleten belül mind a négy nagy képződési periódus üledékei elkülöníthetőek voltak. Elvi rétegoszlopot közlünk a Paksi Löss Formáció kifejlődéséről a délkelet-dunántúli adatok alapján, definiálva és jellemezve litológiai egységeit. A formáció magas szintű ismeretessége lehetővé tette, hogy a délkelet-dunántúli legteljesebb kifejlődést korreláljuk a tengeri oxigénizotóp skálával, ami lehetőséget teremt a globális korrelációra is.

*Tárgyszavak: litosztratiográfia, löszszelvény, öskörnyezet, pannóniai s.l. képződmények, pleisztocén, stabilizotóp-szelvényezés, DK-Dunántúl*

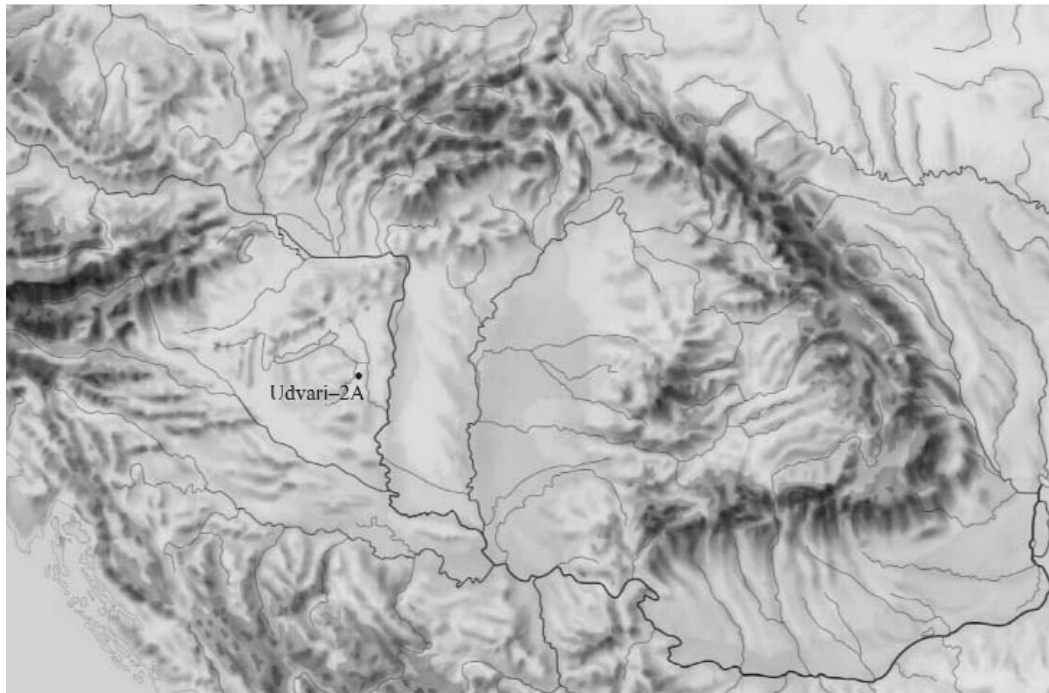
---

#### Bevezetés

Az Udvari–2A fúrás (*1. ábra*) a kis és közepes radioaktivitású hulladékok felszíni elhelyezési lehetőségét vizsgáló projekt keretében mélyült, 1996-ban. A kutatás során elsődleges feladatnak tekintettük a terület negyed-

időszaki rétegsorának megismerését és vízföldtani viszonyainak tisztázását, minthogy a hulladéktároló kialakítását eredetileg ezekben a képződményekben tervezték.

A kutatófúrás helyének kijelölése, az előzetes földani terepbejárás tapasztalatainak felhasználásával, egy löszplatóra történt. A fúrás tervezett talpmélysége 150 méter



1. ábra. Az Udvari–2A fúrás helyzete a Kárpát-medencében (ZENTAI1993)

Figure 1. Location of the borehole Udvari-2A in the Carpathian basin ( ZENTAI 1993)

volt, feltételezve, hogy a 80–100 m vastag negyedidőszaki képződmények alatt még kb. 50 méter vastag felső-pannóniai rétegsor települ. A mélyítés során a fúrás mélységét növelni kellett, mivel a negyedidőszaki képződmények vastagabbnak bizonyultak. Ily módon a végleges talpmélység 170,36 méter lett.

A fúrás elérte a célját, csaknem 100 m vastagságban a löszrétegsort, alatta több mint 50 m vastagságban egy, az erről a területről eddig ismeretlen negyedidőszaki, szárazföldi tarkaagyagösszletet és a talpon 20 m vastagságban a fekü felső-pannóniai képződményeket harántolta.

A fúrás vázlatos rétegsora (2. ábra):

0,0–0,85 m	<i>Holocén:</i> mezősegi típusú talaj; barna, löszön kialakult, A és B szintre tagolható, helyben képződött, kőzetliszt szemcse-nagyságú.
0,85–97,0 m	<i>Pleisztocén:</i> löszösszlet; négy jól elkülöníthető szakaszban a Paksi Lösz Formáció képződményei találhatóak, paleo-talajszintekkel tagolva.
97,0–150,3 m	<i>Alsó-pleisztocén:</i> Tengelici Formáció: szárazföldi tarkaagyag; négy részre tagolható, túlnyomórészt vörösesbarna, helyenként fekete mangánfoltos, alsó részén jelentős mennyiségű finomszemű homokot tartalmazó üledéksor.
150,3–(170,4) m	<i>Felső-miocén (felső-pannóniai):</i> Tihanyi Formáció: árapálysíksági üledék; alsó részén szürke, felső részén sárgásbarna, változó mértékben homokos kőzetliszt és homok.

Az Udvari–2A fúrást földtani alapfúrásnak tekintettük, s laboratóriumi vizsgálatait is ennek alapján terveztük meg. A mintákat a részletes földtani feldolgozás és fotódokumentálás után gyűjtöttük be (KOLOSZÁR 1997).

A fúrás anyagon szemcseösszetétel, karbonáttartalom meghatározás, mikromineralógiai vizsgálat, termikus és röntgen elemzés, kémiai összetétel és nyomelemtartalom vizsgálatok készültek. A minták laboratóriumi vizsgálata a Magyar Állami Földtani Intézetben történt (FÖLDVÁRI 1999, FÖLDVÁRI, KOVÁCS-PÁLFFY 2002).

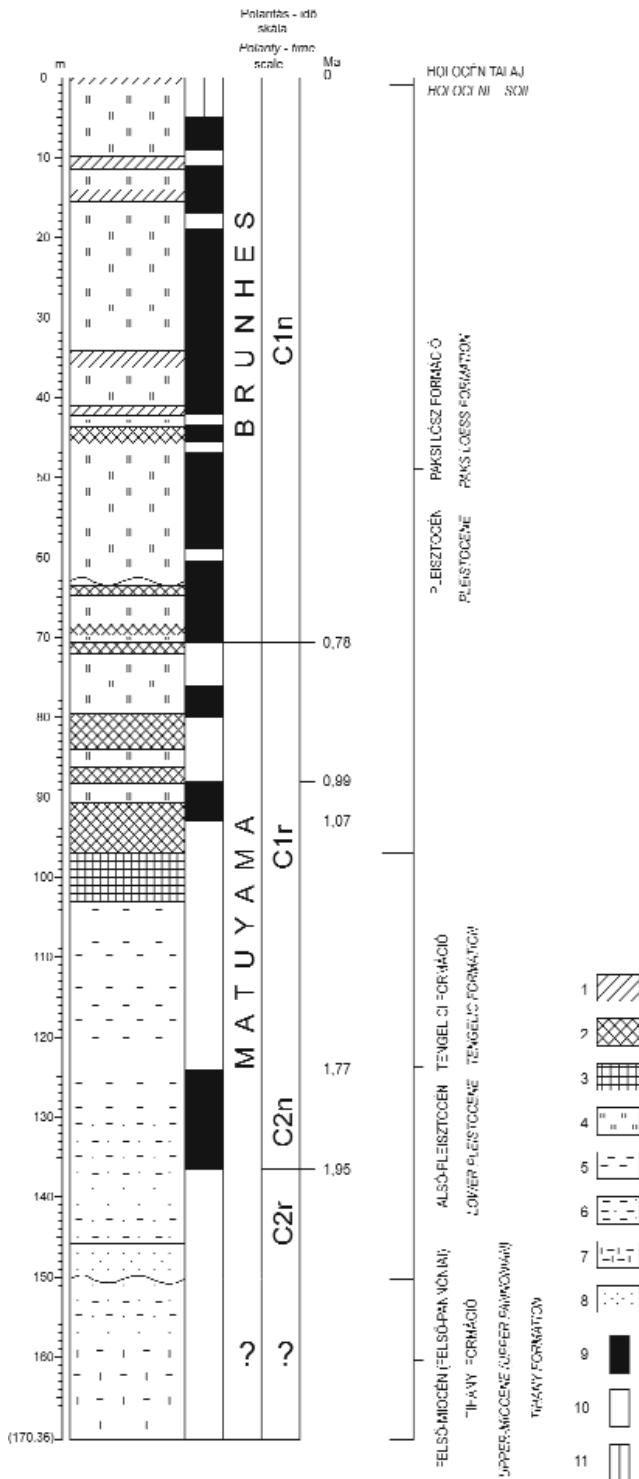
MÁRTON (ELTE Geofizikai Tanszék) utólag begyűjtött mintaanyagból elvégezte a fúrás paleomágneses vizsgálatát (MÁRTON 1998). A vizsgálatok eredményei, az Udvari–2A fúrás mágneses polaritás zónái a 2. ábrán láthatók.

A kiegészítő őslénytani mintagyűjtést SÜMEGI (Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék) végezte 2008-ban, a malakológiai kiértékelés jelenleg is folyik a Szegedi Tudományegyetemen.

### A fúrásban harántolt képződmények

A fúrás teljes hosszában szárazföldi, illetve „beltengeri” üledékes kőzeteket harántolt. A fúrás rétegsorának idő-rétegtani tagolásánál a Magyar Rétegtani Bizottság által elfogadott skálát vettük figyelembe, mely alapján a fúrásban harántolt Tihanyi Formáció késő-miocén korú.

A negyedidőszaki képződmények kronozstratigráfiai besorolásában is a Magyar Rétegtani Bizottság és a Magyar Állami Földtani Intézet által kiadott rétegtani irányelveket alkalmaztuk, ennek alapján a negyedidőszak alsó határa 2,4



2. ábra. Az Udvari-2A fúrás rétegsora, mágneses polaritás zónái és párhuzamosítása a polaritás-ido skálával, MÁRTON (1988) nyomán. Polaritási-ido skála BERGGREN et al. (1995) alapján

1 – a „Fiatal löszsorozat” paleotalaj-horizontjai, 2 – az „Idős löszsorozat” paleotalaj-horizontjai, 3 – a Tengelic Formáció paleotalaj-horizontja, 4 – lösz, 5 – agyag, 6 – homokos agyag, 7 – kőzetlisztes agyag, 8 – homok, 9 – normál polaritás, 10 – fordított polaritás, 11 – nem történt mintázás

Figure 2. Lithology and magnetic polarity zones of the Udvari-2A borehole and the correlation with the polarity-time scale based on MÁRTON (1988). Polarity-time scale is from BERGGREN et al. (1995)

1 – palaeosol horizons of the “Young loess series”, 2 – palaeosol horizons of the “Old loess series”, 3 – palaeosol horizon of the Tengelic Formation, 4 – loess, 5 – clay, 6 – sandy clay, 7 – silty clay, 8 – sand, 9 – normal polarity, 10 – reversed polarity, 11 – no samples

Ma (CSÁSZÁR 1997). A Paksi Löss Formáció belül a Magyar Rétegtani Bizottság által nem véglegesített rétegtani egységek idézőjelben szerepelnek. A térség löszképződményeinek jelen publikációban adott, ill. attól eltérő felfogásban közölt rétegtani egységei közötti kapcsolatot BALLA, GYALOG (2009) 12. táblázata adja. Az alsó- és középső-pleisztocén közötti határt a Brunhes–Matuyama paleomágneses kronok közti határ alapján 0,78 Ma korúnak tekintjük (BERGGREN et al. 1995). A paleomágneses mérések polaritási zónáit is a BERGGREN et al. (1995) polaritási-ido skálával azonosítottuk be (2. ábra).

### Felső-miocén–(felső-pannóniai), Tihanyi Formáció

A fúrás 150,3 métertől a talpig, 170,36 méterig harántolt felső-pannóniai üledékeket (2. ábra). A beltengeri összetel felső határát ott húztuk meg, ahol a rétegsorban lefelé haladva először jelentkezett az erre az üledékképződési környezetre jellemző szedimentációs bélyeg, a finom rétegzettség.

A pannóniai üledéksort finomszemű törmeléken kőzet típusok alkotják. Az alsó 13 méteren viszonylag homogén, közepszürke színű kőzetliszt, agyagos, meszes kőzetliszt települ. A felső 7 méteres szakasz színe világosbarnára változik, amelyek a diszperz limonittartalom eredményeként gyengén vörösesre fesődnek, miközben durvább, valamint finomabb szemű kőzetlaminitek váltakoznak. Ez a felső szakasz jól rétegzett, a rétegzettség többnyire párhuzamos, de hullámfodros felület és keresztarétegzés is előfordul.

Ezeken kívül a fúrás legalsó 4 méteres részén lencsés rétegzés, iszapogyási nyomok és feltépett anyagból származó kavics metszetei is látszanak. Az első ősmaradvány-tartalmú szint is ezen az alsó szakaszon található: 169,30 méternél lumasella-szerűen összemotott kagylóhéjtöredékek voltak. A fossziliák közül csak a *Congeria rhomboidea* volt meghatározható. Az egész felső-pannóniai üledéksort agyagmárga kötőanyag gyengén cementálja. A felső-pannóniai képződmények közel vízszintes településűek.

### Alsó-pleisztocén, Tengelic Formáció

A fúrás 97,0 m és 150,3 m között harántolta a szárazföldi törmeléken összetételű Tengelic Formáció képződményeit (2. ábra). A rétegsornak ez a szakasza a kőzettani bélyegek alapján négy részre osztható:

1. 145,8–150,3 méter között jól osztályozott, rosszul kerekített, erősen csillámos finomszemű homok, kőzetlisztes finomszemű homok, a pleisztocén bázisrétege települ. Ez a szakasz teljesen rétegzetlen és a szárazföldi rétegsoron belül a leghomogénebbnek tűnik, a rétegek kijelölésénél is csak a szín volt az elkülönítő bélyeg. Ez felfelé haladva világosbarnától-szürkésbarnán át a vörösesbarnáig változik. A vörös, illetve barna sávozottságot,

feltosságot a diszperz limonit- és mangánoxid-tartalom feldúsulása okozza.

Ez a finomszemű homokhorizont rosszul kötött és cementálatlan, a felső-miocénben történt leülepedését követően a pleisztocén szárazföldi periódusban áthalmozódott, a karotázsszelvény tanúsága szerint egy felfelé finomodó folyóvízi félciklus.

2. 130,1–145,8 méter között a felfelé finomodó szemcsenagyságú törmelékes rétegsornak egy köztes, átmeneti szakasza található, ahol a finomhomok frakció még számottevően jelen van az agyag- és a kőzetliszt-tartalom mellett. A felső határát is ott lehet kijelölni, ahol az utolsó keverten finomhomokos réteget találjuk. Az egész összlet rétegtelen, tömeges, a kijelölt réteghatárok fokozatosak és folyamatosak. Nemcsak a kőzet-tani összetétel, hanem a szín is igen változatos képet mutat. Alapvetően világosbarna, sárgásbarna, vörösésbarna, sötétbarna-fekete sávokkal, foltokkal. A sötétbarna feltosságot a mangán-dúsulás okozza, mely diszperz módon az egész szakaszon megtalálható, de egyes szintekben feldúsul. Szórtan gömb alakú, 1–5 mm-es, fekete mangán-pizoidokat is tartalmaz. A mangán-oxid kicsapódása néhol rétegszerű, ezek a legsötétebbre festődött szintek. Az egész szakasz erősen kötött, jól cementált, kiszáradva leveles elválású.

3. 103,0–130,1 méter között kőzetanilag viszonylag homogén tarkaagyagos rétegsor települ. A szakasz gyakorlatilag rétegtelennek tekinthető, a rétegi-jelölések itt a színváltozásokhoz köthetők. Az összlet színe a világosbarnától a vörösésbarnán át a sötétbarnáig változik. A sötétbarna-fekete, valamint a piszkosfehér feltosság végig jellemző. Az utóbbi a mállott, elmosódó körvonallú, szórt elhelyezkedésű mészkonkréciók eredménye. A sötétbarna színezettséget a diszperz mangántartalom helyenkénti, akár rétegszerű feldúsulása okozza. Az összlet nedvesen viszonylag erősen kötött, kiszáradva fellevelesedik, rögzösen szétesik.

4. 97,0–103,0 méter között a szárazföldi törmelékes sorozat zárótagja települ. Ez a szint mediterrán típusú fosszilis talajhorizontnak tekinthető, melynek alsó, fél-méteres szakaszán a mészfelhalmozódási szint is kialakult. A kőzet vörösésbarna színű, szürke-zöldesszürke foltos, anyaga csillámmentes agyag, szórt elhelyezkedésű mészkonkréciókkal. A mészfelhalmozódási szint világosbarna, fehér foltos, ezen a szakaszon a mállott, gyengén összecementált mészkonkréciók dominálnak.

### *Pleisztocén, Paksi Lösz Formáció*

A rétegsor 0,85 és 97,0 méter közötti szakaszán a Paksi Lösz Formáció tanulmányozható (2. ábra).

A DK-Dunántúlon mintegy 60 igen részletesen feldolgozott fúrás és sok feltárás adata alapján elkészítettük a térség löszösszleteinek elvi rétegoszlopát (3. ábra, KOLOSZÁR et al. 2000).

IDŐ (Ma)	KOR	LITOLÓGIAI EGYSÉGEK						ZONÁLIS PALEO- TALAJTÍPUSOK		
		ALHORIZONTOK			HORIZONTOK					
		lős.	talaj	ELVI RÉTEGOSZLOP	lős.	talaj				
0,01	Késő	„Felső összlet”	Ps1L	Ps1/1			L1	Csernozjom-jellegű paleotalajok		
			Ps1/2							
		„Felső összlet”	„Felső összlet”	Ps3L	Ps3/1			L3	Erdőössztyepp (csernozjom: barna erdőtalaj) típusú talajok	
				Ps3/2						
0,125	Középső	„Felső összlet”	BT				L4	Erdőössztyepp (csernozjom: barna erdőtalaj) típusú talajok		
		„Felső összlet”	„Felső összlet”	Ps6L	Ps6/1			L5	Barna erdőtalaj típusú paleotalajok	
				Ps6/2						
0,78	Kora	„Felső összlet”	Ps7L	Ps7/1			L6	Barna erdőtalaj típusú paleotalajok		
			Ps7/2							
		„Alsó összlet”	„Alsó összlet”					L7	Mediterrán típusú paleotalajok	
-1,2							L8			
							L9			
							L10			
							L11			
							L12			

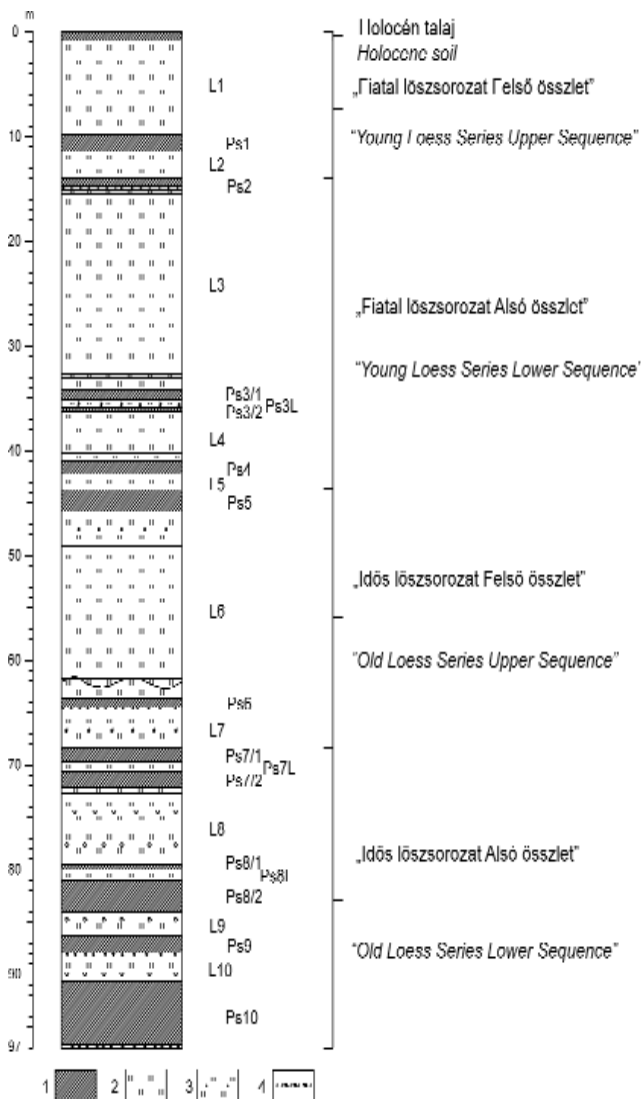
3. ábra. A Paksi Lösz Formáció litosztratigráfiai felosztása a DK-Dunántúlon  
Horizontok: Paleotalaj-horizontok: Ps1–Ps11, Löszhorizontok: L1–L12. Alhorizontok: Paleotalaj-alhorizontok: Ps1/1–7/2, Löszalhorizontok: Ps1L–Ps7L. BT: „Bagi tefra”

Figure 3. Lithostratigraphic subdivision of the Paks Loess Formation in the region of the South-eastern Transdanubia

Horizons: Palaeosol horizons: Ps1–Ps11, Loess horizons: L1–L12. Subhorizons: Palaeosol subhorizons: Ps1/1–Ps7/2, Loess subhorizons: Ps1L–Ps7L. BT: “Bag tefra”

A rétegoszlop litológiai egységeit formációtól alhorizont szintig dolgoztuk ki. PÉCSI (1995) nyomán a formációt „Idős” és „Fiatal löszsorozatra” tagoltuk, a sorozatokat tovább bontva „Alsó-” és „Felső összletre”. A paleotalaj-horizontokat (paleotalaj komplexumok) és a löszhorizontokat sorszámokkal jelöltük. Az ábrán feltüntetett koradatokat a paleomágneses vizsgálatok eredményei szolgáltatták (MÁRTON 1998). Az ábra elkészítésében figyelembe vettük a Délkelet-Dunántúl legfontosabb negyedidőszaki szelvényeinek magnetosztatigráfiai korrelációját is (KOLOSZÁR, LANTOS 2001).

A lösz- és a paleotalaj-horizontok összletekbe sorolásánál a paleotalajokat és az alapkőzetüket alkotó löszhorizontokat egy összletbe tartozónak tekintettük, így az összletek kezdő szintje egy-egy lösz-, záró tagja egy paleotalaj-horizont.



4. ábra. Az Udvari-2A fúrás lösz szelvénye

1 – recens talaj, paleotalaj, 2 – lösz, 3 – lösz mészkonkréciós horizonttal, 4 – mészkonkréciós horizont, Ps1–Ps10: Paleotalaj-horizontok, L1–L10: Löszhorizontok, Ps3/1–8/2: Paleotalaj-alhorizontok, Ps3L–Ps8L: Löszalhorizontok

Figure 4. The loess profile of the borehole Udvari-2A

1 – recent soil, palaeosols, 2 – loess, 3 – loess with horizons of calcareous concretions, 4 – horizons of calcareous concretions, Ps1–Ps10: Palaeosol horizons, L1–L10: Loess horizons, Ps3/1–Ps8/2: Palaeosol subhorizons, Ps3L–Ps8L: Loess subhorizons

A paleotalajok fő típusai összletenként váltakoznak, az „Idős löszsorozatban” alul mediterrán vörös talajok, felül barna erdőtalajok települnek, a „Fiatal löszsorozat” „Alsó összletét” erdőssztyepp-, a „Felsőt” csernozjom jellegű paleotalajok tagolják (3. ábra).

Az Udvari-2A fúrásban a 97 m vastag löszösszletet fosszilis talajsíntek tagolják, összesen 13 db fosszilis talaj-horizontot és alhorizontot lehetett a fúrásban elkülöníteni (4. ábra). Az Udvari-2A fúrás löszszelvényét négy szakaszra bontottuk.

#### Alsó–középső-pleisztocén: „Idős löszsorozat Alsó összlet”

68,3–97,0 méter között az „Idős löszsorozat Alsó összlete” települ (4. ábra). Az összlettel korrelálható rétegsorban négy fosszilis, mediterrán típusú talajsíntet lehetett elkülöníteni, melyek közül a két alsó alatt 0,2–0,4 m vastagságban a mészfelhalmozódási, cementációs szint is kialakult. A sorozat bázisán kifejlődött négy vastag fosszilis talajsíntet az elvi rétegoszlop Ps10–Ps7 paleotalaj horizontjával korrelálható (3. ábra).

Az udvari fúrásban az első, közvetlenül a Tengelici Formációra települő fosszilis talaj (Ps10) a legkifejlettebb. Ez kerekén 6 méter vastag, szórtan mangánpizoidos, élénk-vörös, kőzetlisztes agyag. Alatta 0,3 méter vastagságban megtalálható mészfelhalmozódási szintje is, mely közvetlenül a tarkaagyag-összletre települ. Ennek a fosszilis talajnak a kora (2. ábra) kb. 1,1 Ma a magnetosztatigráfiai korreláció alapján (MÁRTON 1998, KOLOSZÁR, LANTOS 2001).

A két felső paleotalaj-horizont (Ps7–8) dupla kifejlődésű, ezek színe már nem élénk-vörös, hanem vörösbarna, barna. A paleotalaj-horizontok erősen kötöttek, homogének, rétegzetlenek. A Brunhes–Matuyama paleomágneses határ (0,78 Ma) a Ps7/2 paleotalaj alhorizont legfelső részén található (2. ábra) (MÁRTON 1998, KOLOSZÁR, LANTOS 2001).

A nem talajosodott löszhorizontok, alhorizontok vastagsága 1–7 méter között változik. Túlnyomórészt fakósárga, piszkossárga, sárga színű a kőzet, de két szintben okkersárga színű, barna foltos. Ezek a paleotalaj alhorizontok közötti átmeneti szakaszok (löszalhorizontok), ahol a barna foltosságot az áthalmazott paleotalaj-aggregátumok okozzák.

A lösz kőzetanilag homogén, gyengén finomcsillámos kőzetliszt, mészkonkréciós szintekkel tagolva. A mészgöbcecsek-mészkonkréciók szórtan az egész löszösszletben megtalálhatók, de néhány helyen rétegszerű betelepülésként jelentkeznek. A konkréciók mérete 1–8 cm között változik, aprókristályos szövetűek, kemények, ép megtartásúak. 90,2–90,35 méter között a löszben egy mésszel keményen összeceментált, kagylós törésű szint (lösz-mészke) települ. A lösz — meszebb rétegeit leszámítva — rétegzetlen, jól osztályozott, közepesen kötött-cementált, kiszáradva megkeményedik.

#### Középső-pleisztocén: „Idős löszsorozat Felső összlet”

43,7–68,3 méter között az „Idős löszsorozat Felső összlete” települ (4. ábra). Ezt a szakaszt a típusos lösz

dominanciája jellemzi. A rétegsor alsó és legfelső részén kifejlődött két, vörösbarna, barna erdőtalaj típusú fosszilis talajszint az elvi rétegoszlop Ps6–Ps5 paleotalaj horizontjaival korrelálható. Ezek közül a felső a kifejlettebb: több mint 2 méter vastag, és ez a legfelső, a legfiatalabb olyan fosszilis talaj az egész löszösszleten belül, amely még vörösbarna színű. Anyagát tekintve mindkét paleotalaj csillámmentes kőzetlisztes agyag. Jól kifejlett mészfelhalmozódási, cementációs szint az alsó fosszilis talajnál alakult ki.

A vastag, homogén, típusos löszrétegek fakósárga, szürkésárga színűek, apró, sötétbarna mangánoxid pettyesek és fehér mészeresek, mészpelyhesek. Anyaguk gyengén–közepesen csillámos kőzetliszt. Nagyobb mennyiségben a mészkonkréciók ettől a szakasztól lefelé jelentkeznek a löszösszletben. A kőzet jól osztályozott, szemcse-nagyság-változás nem látszik, homogén, rétegzetlen.

A fúrás teljes löszszelvényében egy helyen jelentkezik redukív közegben, vízzel borított térszínen keletkezett kőzettípus, az ún. „mocsári lösz”. Ez az „Idős löszsorozat Felső összletével” azonosítható szakasz alján (61,7–62,6 m között) települ, világosszürke színű, közepesen kötött, rétegzetlen, homogén, jól osztályozott csillámmentes kőzetliszt-betelepülés.

A fúrás ezen szakaszán üledékhiányt tételezhetünk fel a rétegsorban (2., 4. ábra), mert a DK-Dunántúl más területein (pl. Mórági-rög) ebben a rétegtani helyzetben összetett paleotalaj (Ps6) települ (lásd. elvi rétegoszlop, 3. ábra). A réteghiány mértéke ismeretlen.

#### Középső–felső-pleisztocén: „Fiatal löszsorozat Alsó összlet”

14,0–43,7 méter között az „Fiatal löszsorozat Alsó összlete” települ (4. ábra). Ezen a szakaszon is a típusos lösz kifejlődése dominál. Az összlet alsó, középső és legfelső részén kifejlődött három, vékony, szürkésbarna, csernozjom barna erdőtalaj típusú fosszilis talaj az elvi rétegoszlop Ps4–Ps2 paleotalaj horizontjaival korrelálható. A középső (Ps3) dupla fosszilis talajt, két paleotalaj-alhorizont építi fel. Anyagát tekintve mind a négy paleotalaj-horizont és alhorizont csillámmentes, kőzetlisztes agyag. Jól kifejlett mészfelhalmozódási, cementációs szint csak a Ps2 fosszilis talajnál alakult ki, de a dupla paleotalajt tagoló löszréteg (Ps3L) is csak egy nagyobb mértékű szint két paleotalaj alhorizont között.

A vastag, homogén, típusos löszrétegek fakósárga, szürkésárga színűek, apró, sötétbarna mangánoxid pettyesek és fehér mészeresek, mészpelyhesek. Anyaguk gyengén–közepesen csillámos kőzetliszt, apró mészgöbcecseket csak elvétve tartalmaznak. A kőzet jól osztályozott, szemcse-nagyság-változás nem látszik, homogén, rétegzetlen. A lösz nedvesen igen képlékeny, kiszáradva széteső.

A típusos löszkifejlődés mellett vékony, 0,5–1 méter vastagságú rétegekben okersárga színű, barnafoltos kőzetváltozat is jelentkezik, ahol az elmosódó körvonallú, 2–5 mm-es nagyságú sötétbarna foltosság az áthalmazódott paleotalaj-aggregátumok szétesésének eredménye.

#### Felső-pleisztocén: „Fiatal löszsorozat Felső összlet”

0,85–14,0 méter között a „Fiatal löszsorozat Felső összlete” települ (4. ábra). Ezt a szakaszt is a típusos lösz dominanciája jellemzi. Az összlet alsó szakaszán egy humuszos betelepülést (Ps1) tartalmaz, mely az L2 lösz-horizonton alakult ki. A fosszilis talajosodott szint csernozjom jellegű, világosbarna színű, lazán kötött, morzsalékosan széteső.

A löszrétegsor e szakasza egy majdnem 10 méter vastag, homogén, rétegzetlen, közepesen csillámos, jól osztályozott kőzetlisztréteggel kezdődik. Ez fakósárga, piszkossárga, barna színű mangán- és vöröses limonitpettyes, néhol gyengén mészeres.

#### Holocén

A fúrás 0,0–0,85 méter között tárta fel a jelenkori talajszintet (2. ábra). Ez barna színű, morzsalékos, széteső, gyengén csillámos kőzetlisztből (L1) kialakult, gazdag humusztartalmú mezősegi típusú talaj. Alsó 0,2 m-es szakaszát a gyengén kifejlődött B szint alkotja (4. ábra).

Szoros értelemben a holocén talaj is a löszformáció részének tekintendő, hiszen az L1 löszhorizonton, lösz alakközeten keletkezett a jelenkori interglaciálisban.

#### Földtani fejlődéstörténet

Az Udvari–2A fúrásban feltárt legidősebb képződmény a felső-pannóniai Tihanyi Formáció. A felső-pannóniai üledéksor faunaegyüttese sekélytengeri, partközeli, alig sósvízi fáciest jelez, édesvízi jelleggel. Az oxigénben gazdag, jól szellőzött és mozgatott, kis vízmélységű környezet váltakozik pangó vízzel, tavi, alkalmanként mocsári fáciessel. Az összemosott fauna jelzi, hogy a víz mozgási energiája szelektálta a faunát. Az Udvari–2A fúrás egyetlen faunás szintje, a *Congerina rhomboidea*-s lumasella csak az energiaviszonyok megváltozását jelzi, az üledéksor pontosabb szintezésére nem alkalmas. Kizárólag a faunaegyüttes alapján tehát nem állapítható meg, hogy az összlet melyik szakaszát harántolta a fúrás.

A pannóniai összlet finomszemű kőzettípusai, rétegzettségi viszonyai nyugodt üledékképződést jeleznek. E nyugodt körülményeket néhányszor megszakítják nagyobb szállítási energiájú közegre utaló szakaszok, ahol iszap-royási nyomok, felszakított kőzetdarabokból, kavicsokból, összemosott kagylóhéjtöredékek láthatók.

A felső-pannóniai árapálysíkosság, deltasíkosság feltöltődése után szárazföldi lepusztulási térszínné vált a terület. A Dunántúl különböző területrészein az eróziós időszak hosszára vonatkozóan az egyetlen támpontot a pannóniai üledékek őslénytani vizsgálata szolgáltatta. Ezek alapján a késő-pannóniai üledékképződés kb. 6,5 Ma ezelőtt fejeződött be a DK-Dunántúlon (MAGYAR et al. 1999).

Az Udvari–2A fúrásban 97,0–150,3 méter között harántolt Tengelic Formáció a késő-pannóniai utáni lepusztulási

folyamatok eredményeként kialakult száraztérzsiní üledékgyűjtőben halmozódott fel. Ez a szárazföldi rétegsor a kezdeti, alluviális, viszonylag durvaszemű bázisréteg fölött eluviális-deluviális eredetű, tehát az egykori mélyedésekben helyi mállással, illetve lejtőn történő átmozgatással keletkezett. Kőzettani változásait az egykori környező lepusztulási térszín felépítése határozza meg. A felfelé finomodó szemcsenagyság a lepusztulási anyaközet, a felső-pannóniai üledékösszlet kőzettani változását tükrözi.

A tarka szövet a felhalmozódási időszak klimatikus változásainak következménye. A meleg-száraz időszakok hideg-nedves periódusokkal váltakoztak, és az ingadozó redoxpotenciál-viszonyok hatására alakult ki az összetartkasága. A sötétbarna–fekete színű szakaszok, „rétegek” keletkeztek a legoxidatívabb viszonyok között, ez segítette elő a mangánoxid szintserű, helyi kiválását.

A Tengelic Formáció korát illetően ősmaradványtartalom híján csak a paleomágneses vizsgálatok eredményeire támaszkodhatunk. A magnetosztatográfiai korreláció szerint kb. 2,0–2,1 millió évvel ezelőtt kezdődött a posztpannóniai üledékképződés a vizsgált területen (2. ábra, MÁRTON 1998). Elfogadva a Tihanyi Formáció fent említett korát, jelentős mértékű — kb. 4,5 millió éves — lepusztulási időszak tételezhető fel a két formáció között.

Az üledékgyűjtő fokozatos feltöltődése zajlott a Tengelic Formáció keletkezése alatt egészen a löszképződés megindulásáig. A magnetosztatográfiai korreláció alapján az Udvari–2A fúrásban feltárt 97 m vastag löszszelvény az eddig ismert legvastagabb és legteljesebb hazai szelvény, és a löszképződés kezdete kb. 1.1 Ma-ra tehető (2. ábra, MÁRTON 1998). A legidősebb hazai lösz alapú talajszorozat (3. ábra) a közeli Diósberény–1A fúrásban települ (1,2 Ma; KOLOSZÁR, LANTOS 2001).

A száraz térszíni löszösszlet üledékfolytonosan rakódott a többé-kevésbé kiegyenlített felszíni alsó-pleisztocén térszínre. A termoanalitikai vizsgálatok alapján a határ a fúrásban a Tengelic és a Paksi Lösz Formáció között a Ps10 fosszilis talajban húzható meg, melynek alsó szakasza a Tengelic, míg felső szakasza lösz anyaközetben alakult ki (FÖLDVÁRI 1999).

A löszképződés már a kora-pleisztocénben megkezdődött és a pleisztocén végéig tartott. A 97 méter vastag löszösszletet fosszilis talajszintek tagolják, melyek rétegsoron belüli ciklusos váltakozását a löszrel a pleisztocén jellemző éghajlati ingadozások okozták. A pleisztocén glaciális és stadiális szakaszaiban gyors üledékképződés folyt, ezekben az időszakokban keletkeztek a löszváltozatok. Az interglaciálisokban és interstadiálisokban szünetelt vagy erősen lelassult a löszképződés, és az üledékképződés fő folyamata a talajosodás lett.

A Paksi Lösz Formáció nagy vastagsága és nyugodt települése azt jelzi, hogy Udvari közvetlen környéke változatlanul üledékgyűjtő térszín maradt a pleisztocén további részében is. A feltételezhető lepusztulási intervallumokat szedimentológiai jelenségek nem bizonyítják a rétegsorban. Egy kisebb üledékhiányt valószínűsíthetünk a Ps6 paleotalaj rétegtani helyzetében (2., 4. ábra), ezt leszámítva a fúrás löszrétegsora teljesnek tekinthető.

### Az Udvari–2A fúrás löszrétegsorának párhuzamosítása a polaritási-idő és a tengeri oxigénizotóp skálákkal (MIS)

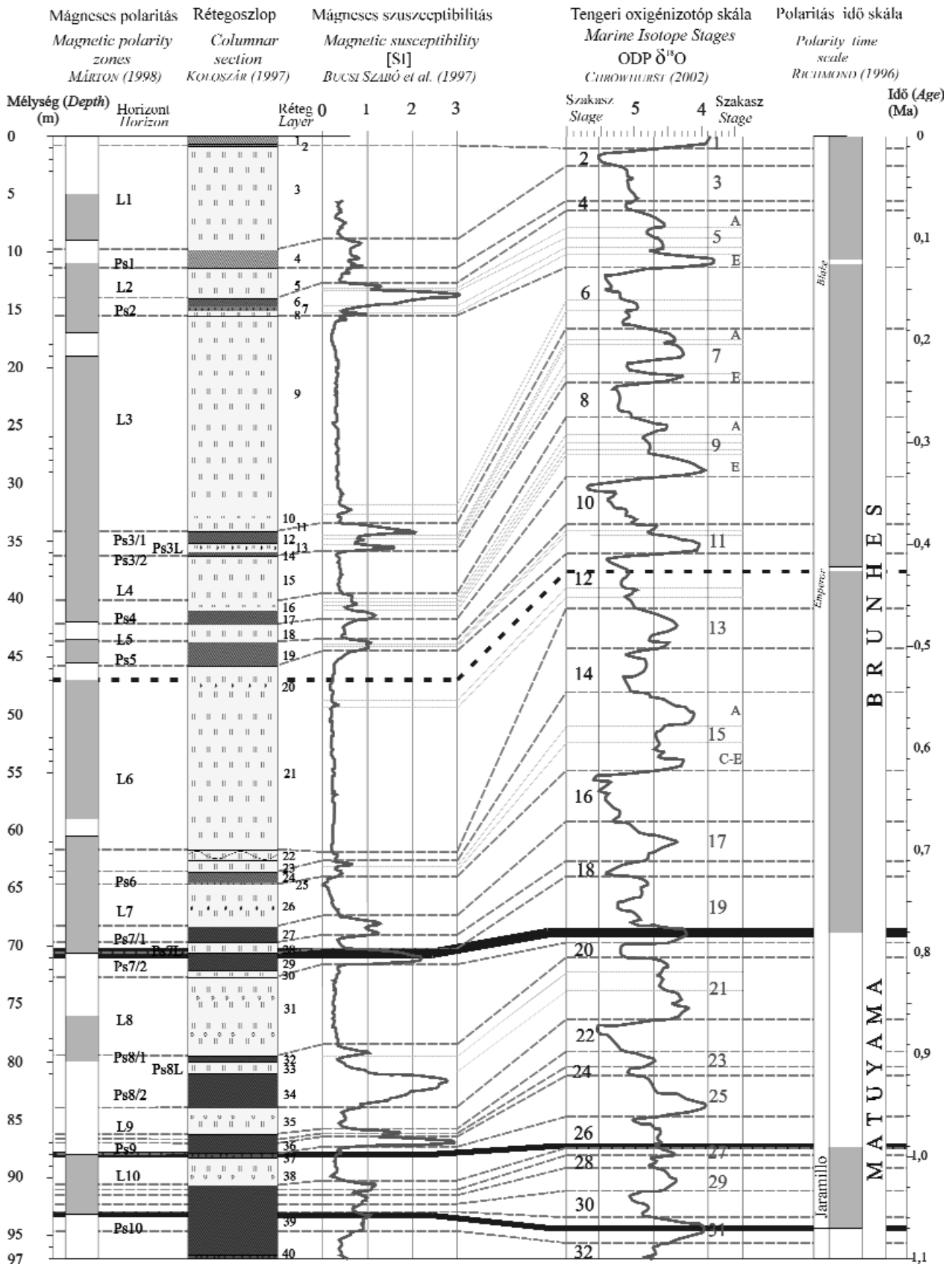
Elkészítettük az Udvari–2A fúrás löszrétegsorának a polaritási-idő és a tengeri oxigénizotóp skálákkal való korrelálását a fúrás összes elérhető fontos adatának felhasználásával (5. ábra).

A fúrás löszszelvényének rétegoszlopát ábrázoltuk először (KOLOSZÁR 1997), balra ettől a lösz- és paleotalajszintek, míg jobbra az Udvari–2A fúrásban elkülönített rétegek számozása látható. A rétegoszloptól balra a fúrás paleomágneses vizsgálatának eredményeként elkülönített mágneses polaritás zónáit (MÁRTON 1998), míg jobbra a mélyfúrás-geofizikai vizsgálatok mágneses szuszeptibilitási görbéjét ábrázoltuk (BUCSI SZABÓ et al. 1997). Másrészről kiegészítettük az ábrát a tengeri oxigénizotóp és a polaritási-idő skálákkal, GIBBARD & COHEN (2008) alapján.

A párhuzamosítás első lépéseként a magnetosztatográfiai korrelációt végeztük el a fúrás mágneses polaritás zónái és a polaritási-idő skála között. Négy paleomágneses eseményt tudtunk korrelálni: mindenekelőtt a Brunhes–Matuyama polaritásváltást (0,78 Ma), azaz az alsó- és középső-pleisztocén határt (legvastagabb vonal). Ezen kívül két idősebb esemény párhuzamosítása is lehetséges volt a Jaramillo szubkron alsó és felső határán (1,07 és 0,99 Ma) (vastag, folyamatos vonalak), valamint egy fiatalabb — az Emperor esemény (0,43 Ma) — korrelálása (vastag, szaggatott vonal). Ezekkel a radiomatrikus koradatokkal sikerült a fúrás löszrétegsorát a valóságos időkeretbe beágyazni.

Következő lépésként a fúrás elkülönített rétegeit és a mágneses szuszeptibilitási görbe nagyobb változásait korreláltuk a tengeri oxigénizotóp görbével (vékony szaggatott vonalak). Így a fúrás lösz- és paleotalaj-rétegeihez hozzárendelhetünk egy-egy hideg, illetve meleg tengeri oxigénizotóp szakaszt (Stage). Pontos egyezés figyelhető meg a korrelációban, mindössze egyetlen nonkomformitás tapasztalható: a 13-as számú meleg oxigénizotóp szakasznak megfelelő paleotalaj hiányzik a fúrás szelvényéből (5. ábra). A löszösszlet részletes tárgyalásánál említettük, hogy a fúrás ezen szakaszán üledékhiányt tételezhetünk fel a rétegsorban, mert a DK-Dunántúl más területein ebben a rétegtani helyzetben összetett, dupla vagy tripla paleotalaj (Ps6) települ, míg az udvari fúrás esetében csak egy paleotalaj-horizontot találunk. Jelen korreláció megerősíti ezt és a mértékére is választ ad, mintegy 40 ezer éves üledékhiányt valószínűsíthetünk. Az üledékhiánynak számos oka lehet, pl. szerkezeti kiemelkedéshez köthető eróziós folyamatok; mikromorfológiai tényezők megváltozása stb. A 13-as számú meleg oxigénizotóp szakasz (OIS 13) idején lezajlott eróziós folyamatokkal GÁBRIS (2007) is foglalkozik a paksi téglagyári rétegsor kapcsán, megemlítve, hogy a paksi feltárásban az MB (Ps5) és a Phe (Ps6/1) talajok között található a legjelentősebb eróziós hiány.

A korreláció utolsó állomásaként nagyon pontos párhuzamosítást végeztünk a tengeri oxigénizotóp alszakaszok



5. ábra. Az Udvari-2A fúrás löszrétegsorának párhuzamosítása a polaritási-ido és a tengeri oxigénizotóp skálákkal (MIS). A polaritási-ido és a tengeri oxigénizotóp skálák GIBBARD & COHEN (2008) alapján

Figure 5. Correlation of the loess profile of the borehole Udvari-2A with the Polarity-time scale and Marine Isotope Stages. Marine Isotope Stages and Palaeomagnetic record is from GIBBARD & COHEN (2008)



(substages) és a fúrás mágneses szuszceptibilitási görbéjének (BUCSI SZABÓ et al. 1997) finom változásai között (legvékonyabb vonalak). Itt gyakorlatilag a két görbe apróbb változásait párhuzamosítottuk és a lősrétegsor nagy részén, ahol ez elvégezhető volt, igen szoros egyezés tapasztalható.

### Következtetések

A hazai lősrétegtannak mindig is sarkalatos kérdése volt az elkülöníthető lősz- és fosszilis talaj horizontok képződési ideje.

A lősrétegsor tagolása egyre finomodott, egyre pontosabb lett, köszönhetően elsősorban a Paks és Dunaföldvár környéki feltárásoknak és fúrásoknak és az ezekkel foglalkozó szakembereknek (PÉCSI 1993). A hazai nevezéktan nem változott sokat az idők folyamán, talán az egyetlen komolyabb változtatásra akkor került sor, amikor a Mende Bázis paleotalaj a rétegtani besorolásban átkerült az „Idős lőszorozat Felső összetébe” (PÉCSI 1995).

Ily módon olyan rétegtani felosztás jött létre, melyben mind a négy összlet zonális fejlettségű (éghajlati hatást tükröző) paleotalaj-horizontjai összletenként azonos mezoklíma alatt keletkeztek (azonos klímazonális talajtípusokat képviselnek), a különböző összletek paleotalajai pedig típus szinten (STEFANOVITS et al. 1999) különböznek egymástól.

Ez a változtatás alapvetően segíti a négy összlet térképezhetőségét, hiszen ha egy paleotalajt pontosan definiálunk terepen, akkor az összlet szintű elkülönítés lehetővé válik. Ugyanez sajnos nem igaz az összletek lőszhorizontjaira, mert ezek nem rendelkeznek speciális, összletenként változó terepi bélyegekkkel.

A hazai lőszkifejlődés litosztratigráfiai felosztása tehát biztos alapokon nyugszik, ellentétben a kronosztratigráfiai besorolásokkal. A különböző kormeghatározási módszerek csak a lőszképződés „közelmúltjának” — néhány tízezer év (radiokarbon módszer); maximum 1-2 százezer év (OSL) — korbesorolásánál adnak pontos, vagy legalább elfogadható eredményt, az ennél idősebb képződeményeket túlságosan „fiatalítják”. Ez természetesen a módszerek hiányosságainak következménye.

Az általunk részletesen térképezett területeken (Mór-ágyi-rög, Tolnai-Hegyhat) a feldolgozott lőszszelvények és más genetikájú üledékek esetében a biosztratigráfiai vizsgálatok többnyire a képződési környezet (fácies) jellemzésére voltak alkalmasak, ritkán szolgáltatottak koradatot és ha igen, akkor is nagyléptékben, pl. kora-, középső-, késő-pleisztocén, ami persze alkalmasint igen fontos volt. Példaként említjük az üveghutai térképezés keretében folyóvízi üledékből begyűjtött mintát, melynek molluszkafaunája KROLOPP (2005) malakológiai vizsgálata alapján nagy ökológiai tűrőképességű fajokból állt, vízi és szárazföldi faunát közel azonos egyedszámban tartalmazva. A faunában előforduló *Neostyriacia carynoides* csigafaj a magyarországi középső-pleisztocén üledékek jellemző faja, így ez a faj a folyóvízi üledék középső-pleisztocén

korát is rögzítette (BALLA, GYALOG szerk. 2009). Érdekes lesz az Udvari–2A fúrás biosztratigráfiai vizsgálatának (358 db minta) majdani eredményeit összehasonlítani az egyéb koradatokkal.

Nagyobb vastagságú lősrétegsorok esetében — amilyen az Udvari–2A fúrás is —, ahol számíthatunk mágneses polaritás váltásra, a paleomágneses vizsgálatok segíthetnek a képződési időkeret meghatározásában. A magnetosztratigráfia révén szerencsés esetben megadható a rétegsor képződésének időtartama (kezdet) és néhány rétegének radiometrikus kora. Ez utóbbi a tárgyalt fúrás esetében 4 rétegnél volt lehetséges, ami igen nagy szerencse: 20. réteg=0,43 Ma; 29. réteg=0,78 Ma; 37. réteg=0,99 Ma; 39. réteg közepe=1,07 Ma. Ezen kívül a lőszképzés kezdetének radiometrikus kora — kb. 1.1 Ma — is kiszámítható volt a képződési idő figyelembe vételével.

A magnetosztratigráfia segítségével tehát rendelkezünk egy képződési időkerettel és négy biztos radiometrikus koradattal a fúrás rétegsorának időrétegtani besorolásához.

További kronosztratigráfiai tagolás csak a fúrás mágneses szuszceptibilitási görbéjének és a tengeri oxigénizotóp skálának a párhuzamosításával végezhető el. Komoly szakmai kérdés, hogy korrelálható-e két ilyen végtelenül különböző genetikájú üledékre jellemző görbe? Akkor válik párhuzamosíthatóvá a két görbe, ha mindkét üledékképződést folyamatosnak vagy pontosabban majdnem folyamatosnak (KEMP 2001) tételezzük fel. Ez a mélytengeri rétegsornál általában elfogadott kritérium, de mennyire állja meg a helyét egy szárazföldi üledéksorozatnál, ahol az erősen sérülékeny összlet eróziós hiányaival és üledékképződési szüneteivel is számolnunk kell?

A lősrétegsorokat alapvetően három összetevő építi fel: a lőszhorizontok, a fosszilis talajhorizontok és a hiátusok. Az Udvari–2A fúrás lőszösszetébe — mint fentebb vázoltuk — egy jelentősebb üledékhiány volt kimutatható; egyrészt elméletileg, az elvi rétegszloppal való összehasonlítás alapján, másrészt bizonyítottan a tengeri oxigénizotóp görbével való korreláció révén. Tehát a rétegsor ezt leszámítva teljesnek tekinthető, de mennyire folyamatos?

A lősrétegsorok képződése ciklikus (szakaszos) volt a pleisztocén klímaváltozásai által meghatározottan. Minden szakasz kétfajta képződeményből épül fel, nevezetesen a hullópor diagenezise során keletkezett löszből és a löszfelhalmozódás szüneteiben, stagnáló időszakában az előzőleg képződött löszön keletkezett paleotalajokból. Kedvező helyzetű üledékgyűjtő esetében, ahol a hullópor leülepedése és a talaj képződése is nyugodt körülmények között történhetett, és meg is maradhatott, nem kell üledékhiánnyal számolnunk, annak ellenére, hogy a talajképződés alatt új üledék felhalmozódása nem történt, az üledékképződés folyamatos volt, hiszen a talajosodás pont addig tartott és tarthatott, amíg a következő lehűlés pora be nem temette, a talajosodás „belefulladt” a löszképződésbe. A lősz- és paleotalaj-rétegek között általában nem éles a határ, a paleotalajok „A” szintjére többnyire egy átmeneti, köztes, felfelé egyre kevesebb talajosodási bélyegeket mutató réteg

**I. táblázat.** Az Udvari–2A fúrás horizontjainak képződési ideje a tengeri oxigénizotóp szakaszokkal való korreláció alapján, kiegészítve Pécsi (1995) koradataival

**Table I.** Dating the horizons of the borehole Udvari–2A based on the correlation of the Marine Isotope Stages with the complement of the ages of Pécsi (1995)

KOLOSZÁR & MARSÍ (2010)			PÉCSI (1995)	
horizont	tengeri oxigénizotóp szakasz	képződési idő (ezer év)	paleotalaj	képződési idő (ezer év)
Recens talaj	1	0–12	recens talaj	0–11.3
L1	2	12–30		
Ps1	3	30–60	h1+h2	16–32
L2	4	60–70		
Ps2	5	70–130	MF1+MF2	45–105
L3	6	130–190		
Ps3/1+Ps3/2	7	190–240	BD1+BD2	120–170
L4	8	240–280		
Ps4	9	280–330	BA	195–230
L5	10	330–380		
Ps5	11	380–410	MB1+MB2	280–360
L6	12	410–460		
Ps6/1-hiány	13	460–500	Phe1+Phe2	360–460
Ps6L	14	500–550		
Ps6	15	550–620	Mtp1+Mtp2	480–500
L7	16	620–670		
Ps7/1	17	670–710	PD1	565–585
Ps7L	18	710–730		
Ps7/2	19	730–790	PD2	600–630
L8	20	790–800		
Ps8/1+Ps8/2	21	800–870	PDK	750–765
L9	22	870–900		
Ps9	23+24+25	900–960		
L10	26	960–990		
Ps10	27–32	990–1100		

*Horizontok:* Paleotalaj-horizontok: Ps1–Ps10, Löszhorizontok: L1–L10. *Alhorizontok:* Paleotalaj-alhorizontok: Ps3/1–8/2, Löszalhorizontok: Ps6L–Ps7L.

*Paleotalaj-horizontok, -alhorizontok (Pécsi 1995):* h1+h2 – humuszos alhorizontok, MF1+MF2 – „Mende Felső” talajkomplexum alhorizontok, BD1+BD2 – „Basaharc Dupla” talajkomplexum alhorizontok, BA – „Basaharc Alsó” talajkomplexum, MB1+MB2 – „Mende Bázis” talajkomplexum alhorizontok, Phe1+Phe2 – „Paksi homokos” talajkomplexum alhorizontok, Mtp1+Mtp2 – „Paksi hidromorf” talajkomplexum alhorizontok, PD1+PD2 – „Paks Dupla” talajkomplexum alhorizontok, PDK – „Paks–Dunakömlőd” talajkomplexum.

*Horizontok:* Palaeosol horizontok: Ps1–Ps10, Loess horizontok: L1–L10. *Subhorizontok:* Palaeosol subhorizontok: Ps3/1–Ps8/2, Loess subhorizontok: Ps6L–Ps7L.

*Palaeosol horizontok, subhorizontok (Pécsi 1995):* h1+h2 – humic subhorizontok, MF1+MF2 – „Mende Upper” soil complex subhorizontok, BD1+BD2 – „Basaharc Double” soil complex subhorizontok, BA – „Basaharc Lower” soil complex, MB1+MB2 – „Mende Basal” soil complex subhorizontok, Phe1+Phe2 – „Paks sandy” soil complex subhorizontok, PD1+PD2 – „Paks Double” soil complex subhorizontok, PDK – „Paks–Dunakömlőd” soil complex.

települ, ezenkívül gyakran a lösztől a paleotalaj rétegek felé fokozatosan agyagosodó, erősebben mállott átmeneti szint is megfigyelhető (MARSÍ 2000).

Ezek alapján tettünk kísérletet a fúrás mágneses szuszceptibilitás görbéjének és a tengeri oxigénizotóp skálának a párhuzamosítására, elsősorban egy részletesebb kronosztratigráfiai beosztás érdekében. A korreláció lehetőséget adott a fúrás elkülönített lösz- és paleotalaj-horizontjainak korolására.

Az adatokat táblázatos formában közöljük, kiegészítve Pécsi (1995), nevezéktanával és koradataival (*I. táblázat*).

A koradatok a radiometrikus kor skálán (idő tengely) kb. 1000 év pontossággal leolvashatók, de természetesen nem gondoljuk, hogy ilyen pontos számszerűsítés elfogadható lenne, ezért mindenhol kerekítéssel éltünk. A kronológia pontossága érdekében mindent elkövetve adatainkat azzal a reménnyel közöljük, hogy azok érdemben hozzájárulnak a hazai lösz időrétegtani tagolásához.

Ennek első lépése lehet a „Bagi tefra” rétegtag feltételezett korának megerősítése. A „Bagi tefra” löszrétegtani szempontból nagy jelentőségű, de radiometrikus korának meghatározása anyagvizsgálati módszerekkel mindeddig eredménytelen volt. A tefra feltételezett kora egy geokémiai korreláción alapszik, melynek alapján kémiai és ásványtani összetételét tekintve az olasz Volturno vulkán 350 ezer évvel ezelőtti kitörésének lehet a terméke (POUCLET et al. 1999). A „Bagi tefra” löszrétegtani helyzete pontosan ismert: mindig az L5 löszhorizont felső szakaszában települ (*3. ábra*). Az Udvari–2A fúrásban sajnos nem jelentkezik közbetelepülésként, de a fúrás L5 horizontjának korrelálása a 10-as számú hideg tengeri oxigénizotóp szakasszal (OIS 10) és a radiometrikus idő skálával megadja a löszhorizont képződési idejét 330–380 ezer év között (*I. táblázat*). Ez a korreláción alapuló időintervallum és a tefra rétegtani helyzetének ismerete megerősíti a „Bagi tefra” 350 ezer évre valószínűsített korát.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak BALLA Zoltánnak a kutatási projekt vezetőjének, amiért engedélyezte a fúrás kiegészítő őslénytani vizsgálatát. Ezen kívül köszönetet mondunk a három lektornak JÁMBOR Áronnak, SÜMEGI Pálnak és ÚJVÁRI Gábornak a dolgozat alapos és kritikus lektorálásáért, a véleményüket, a lehetséges mértékig, beépítettük a megjelenő publikációba.

A publikáció létrejöttét a CHR-16/2008 számú TÉT alapítványi szerződés és a K 75801 számú OTKA szerződés támogatta.

## Irodalom – References

- BALLA Z. & GYALOG L. (szerk.) 2009: A Mórággyi-rög északkeleti részének földtana. Magyarázó a Mórággyi-rög ÉK-i részének földtani térképsorozatához (1:10 000). — *Geology of the North-eastern Part of the Mórággy Block. Explanatory Notes to the Geological Map-series of the North-eastern Part of the Mórággy Block (1:10,000)*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 283 + 216 p.
- BERGGREN, W. A., KENT, D. V., SWISHER III, C. C. & AUBRY, M.-P. 1995: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. — In: BERGGREN, W. A., KENT, D. V., AUBRY, M.-P., HARDENBOL, J. (eds): *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*. — *Society for Sedimentary Geology Special Publication* **54**, 129–212.
- BUCSI SZABÓ, L., DRAHOS, D., LENDVAY, P., SZONGOTH, G. & ZILAH SEBESS, L. 1997: Well-logging investigations in the boreholes Üveghuta–1, Udvari–2 and Diósberény–1. — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary* **1996/II**, 307–315.
- CROWHURST, S. J. 2002: Composite isotope sequence. The Delphi project. — <http://www.esc.cam.ac.uk/new/v10/research/institutes/godwin/body.html>.
- CSÁSZÁR, G. (ed.) 1997: *Basic lithostratigraphic units of Hungary, Charts and short descriptions*. (Magyarország Litosztratiográfiai Alapegységei, Táblázatok és rövid leírások). — Geological Institute of Hungary, Budapest, 114 p.
- FÖLDEVÁRI, M. 1999: The use of corrected thermal decomposition temperature in the geological interpretation. I. — *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* **56/2**, 909–916.
- FÖLDEVÁRI, M. & KOVÁCS-PÁLFFY, P. 2002: Mineralogical study of the Tengelic Formation and the loess complex of Tolna Hegyhát and Mórággy Hills areas. — *Acta Geologica Hungarica* **45/3**, 247–263.
- GIBBARD, P. L. & COHEN, K. M. 2008: Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. — *Episodes* **31/2**, 243–247.
- GÁBRIS Gy. 2007: Kapcsolat a negyedidőszaki felszínalakító folyamatok időrendje és az oxigénizotóp rétegtan között — magyarországi lösz–paleotalaj-sorozatok és folyóvízi teraszok példáján (In Hungarian with English abstract: The relation between the time scale of the Quaternary surface processes and oxygen isotope stratigraphy — according to the loess–paleosol sequences and river terraces in Hungary). — *Földtani Közlemények* **137/4**, 515–540.
- KEMP, R. A. 2001: Pedogenic modification of loess: significance for paleoclimatic reconstructions. — *Earth Science Reviews* **54**, 145–156.
- KOLOSZÁR, L. 1997: Geological evaluation of the Udvari–2A borehole (Az Udvari–2A fúrás földtani értékelése). — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary* **1996/II**, 149–158.
- KOLOSZÁR, L., MARS, I. & CHIKÁN, G. 2000: Cainozoic sedimentary cover of the eastern part of Mórággy Hills (A Mórággyi-rög keleti részének kainozoos fedőképződményei). — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary* **1999**, 117–149.
- KOLOSZÁR, L. & LANTOS, M. 2001: DK-dunántúli negyedidőszaki szelvények magnetosztratiográfiai korrelációja (In Hungarian with English abstract: Magnetostratigraphic correlation of the Quaternary sequences in South-eastern Transdanubia). — *Földtani Közlemények* **131/1–2**, 221–231.
- KROLOPP, E. 2005: Bábaapáti minták malakológiai vizsgálata (In Hungarian: Malacological analysis of Bábaapáti samples). — *Kézirat (manuscript)*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1283.
- MAGYAR, I., GEARY, D. H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147**, 51–167.
- MARS, I. 2000: Geology of overlying beds of granites of the eastern part of the Mórággy Hills (A gránit fedőüledékeinek földtana a Mórággyi-rög K-i részén) — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary* **1999**, 149–171.
- MÁRTON P. 1998: Jelentés az udvari (U–2A) és a diósberényi (Db–1A) fúrású szelvények paleomágneses méréseinek eredményeiről (In Hungarian: Report on the results of paleomagnetic measurements of boreholes Udvari [U–2A] and Diósberény [Db–1A]). — *Kézirat (manuscript)*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- PÉCSI M. 1993: Negyedkor és löszkutatás. — *Az MTA Földrajztudományi Kutató Intézetének sorozata* **54**, Akadémiai Kiadó, Budapest, 375 p.
- PÉCSI, M. 1995: Loess stratigraphy and Quaternary climatic change. — *Loess inForm* **3**, 23–30.
- POUCLÉ, A., HORVÁTH, E., GÁBRIS, Gy. & JUVIGNÉ, J. 1999: The Bag Tephra, a widespread tephrochronological marker in Middle Europe: chemical and mineralogical investigations. — *Bulletin of Volcanology* **60**, 265–272.
- RICHMOND, G. M. 1996: The INQUA-approved provisional Lower–Middle Pleistocene boundary. — In: TURNER, C.: *The early middle Pleistocene in Europe*. Balkema: Rotterdam, 319–326.
- STEFANOVITS P., FILEP Gy. & FÜLEKY Gy. 1999: *Talajtan* (In Hungarian: Pedology). — Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 470 p.
- ZENTAI, L. 1993: Morphology of the Carpathian basin. — *Közép-Európa Atlasz*, Szent István Társulat – Piski Kiadó, 411 p.
- Kézirat beérkezett: 2010. 04. 03.