PEDOLÓGIAI-SZEDIMENTOLÓGIAI VIZSGÁLATOK LÖSSZEL BORÍTOTT TERÜLETEKEN, SZEMELY-HEGYES KÉSŐNEOLITIKUS KÖRÁROKRENDSZER PÉLDÁJÁN

CASE STUDY OF PEDOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL INVESTIGATIONS ON LOESS-COVERED TERRAIN (SZEMELY-HEGYES LATE NEOLITHIC RING-DITCH COMPLEX)

DEZSŐ JÓZSEF[1], BERTÓK GÁBOR[2], BOGNÁR ANNA[3], KAPOSVÁRI FERENC[4], DARÁNYI VIKTÓRIA[5], PETHE MIHÁLY[6], CSABAI ZOLTÁN[1], PÁLL-GERGELY BARNA[1], SIPOS GYÖRGY[7]

[1]PTE TTK Környezettudományi Intézet, 7625 Pécs, Ifjúság u. 6.

[2]Baranya Megyei Múzeumok Igazgatósága, 7624 Pécs, Széchenyi tér 12.

[3]8000 Székesfehérvár, Szent Gellért u. 44.

[4]Dél-Dunántúli Regionális Kutatási és Kompetencia Központ, 7635 Pécs Móra Ferenc u. 72/A

[5]PTE TTK Földrajzi Intézet, 7625 Pécs, Ifjúság u. 6.

[6]ELTE TTK FFI Geofizikai és Űrkutató Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter Sétány 1/C

[7]SZTE TTK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2-6.

Email: dejozsi@gamma.ttk.pte.hu

Abstract

According to the geopedologic protocol, the characteristics of soils, infillings and different sediments were analysed in the archaeological excavation. Beside experimental observations, textural (granulometric) analyses, measurements of carbonate and humus content are used in general. This paper presents results of geopedologic analyses, micromorphological observations, and OSL data of Szemely-Hegyes annulus. The filling sediments of the archaeological objects are generally identical on loess covered terrain. The aim of this study to show that; how laboratory analyses support the experimental observations. Reconstruct the surface process, statistical interpretation of laboratory analyses is needed. The sediments of the excavation are differing in their humus and carbonate content, and texture. We proved this in the latter case, which their genetics the traditional granulometric categories (clay, silt), better characteristic parameters initiation justified. These are the m%<phi7, and angle-valuables (α_1 α_2) originated from points of inflection to envelope of the frequency curve. The filling sediment of the annulus can be divided three units. The first unit is a filling of loess mingling with pale-brown soil. The second unit is a filling of pale-grayish yellow anthropogeneous sediment consist of charcoal which was a groin. The third unit is a filling of reddish-brown relict soil. The different parameters of samples were changed a bit by anthropogeneous impact. The first burial of the annulus was happened 4.91±0.57 ka (BP) as determined by OSL measurement, and with two different sediments, lasted about 4.11±0.45 ka (BP). In the process of backfill, in the second burial cycle reddish-brown soil was deposited into the ditch from 2.64±0.25 ka. The backfill process lasted until the Middle Ages. Currently eroded pale-brown soil covers the arable land in the area.

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)

Kivonat

A régészeti feltárásoknál alkalmazandó geopedológiai protokoll alapvető feladata közé tartozik a talajok, kitöltések, különböző genetikájú üledékek tulajdonságainak vizsgálata. A terepi megfigyelések mellett a laboratóriumban a szemcseeloszlási-, a mész- és a humusztartalom mérése az, amit a leggyakrabban elvégeznek a szakemberek. Jelen tanulmányban a Szemely-Hegyes körárokrendszer példáján keresztül mutatunk be egy ilyen geopedológiai-statisztikai vizsgálatot, kiegészítve mikromorfológiai megfigyelésekkel és az abszolút kor(OSL) mérések eredményeivel.

A lösszel fedett térszíneken gyakran előfordul, hogy a régészeti objektumokat kitöltő anyagok egymáshoz igen hasonlóak. Célunk annak vizsgálata, hogy ilyen esetekben mennyiben támasztják alá a laboratóriumi eredmények az előzetesen megalkotott mintacsoportjainkat. A csoportjaink statisztikai módszerekkel (boxdiagramok, diszkriminancia analízis) történő ellenőrzése a felszínfejlődési folyamatok rekonstruálása előtt elengedhetetlen.

A terület üledékei, árokkitöltései leginkább a humusz és mésztartalom, valamint egyes szemcse-összetételi tulajdonságukban alapján különülnek el. Ez utóbbi esetben bizonyítottuk, hogy a genetikájukat a hagyományos szemcseméret kategóriáknál (agyag, kőzetliszt frakció) jobban jellemző új paraméterek bevezetése indokolt. Ezek a m%<phi7, és a gyakorisági diagram burkológörbéjének inflexiós pontjaiból származtatható szögértékek: α_1 α_2 .

A körárokrendszer kitöltőanyagát három nagyobb egységre lehet felbontani. Az első a lösz és a fakóbarna talaj kevert kitöltéséből keletkezett kitöltés. A második a fakószürke-sárga antropogén kitöltés, színét a szénült famaradványok adják, melyek esetleg az egykori sánc cölöpanyagából származnak, de eredetük lehet égetéses-irtás művelés következménye is. A harmadik a vörösesbarna kitöltés, valószínűleg reliktumtalaj. Az árokkitöltések csak kis mértékben változtak az emberi beavatkozás hatására. A változások leggyakrabban a mésztartalomban és egyes texturális jellemzőkben tapasztalhatók. A legkorábbi datált kor két famaradvány ^{14}C-es kormeghatározásából származik: 4950 – 4790 és 4720 - 4530 (cal BC). A körárokrendszer első visszatemetődési fázisa OSL adatok alapján 4,91±0,57 ka-ra tehető, és két eltérő üledéktípussal 4,11±0,45 ka-ig tartott. A visszatöltődés folyamán a második nagyobb ciklusban fokozatosan a vörösesbarna talaj került az árkokba 2,64±0,25 ka-tól. Az OSL adatok alapján ez a visszatöltődés elhúzódott a középkorig. Jelenleg nagyrészt erodált fakóbarna talaj borítja a mezőgazdasági tevékenység által erőteljesen igénybe vett területet.

KEYWORDS: LASER PARTICLE SIZER, OSL, MICROMORPHOLOGY, CVA

KULCSSZAVAK: LÉZERES SZEMCSEANALIZÁTOR, OSL, MIKROMORFOLÓGIA, DISZKRIMINANCIA ANALÍZIS

Bevezetés

A mintegy 450x550 m átmérőjű későneolitikus körárokrendszer légifelvételek, majd a Baranya Megyei Múzeumok Igazgatósága által végzett feltárások alapján vált ismertté (Bertók et al. 2008). Az árokrendszert a részletesebb régészeti és természettudományos kutatást megelőző felszíni leletgyűjtés alapján a későneolitikus Lengyeli kultúra idejére kelteztük, amit a 2006-os szondázó ásatás leletanyaga is megerősített. Ugyanakkor a keltezés finomítása az ásatási anyag alapján csak részben volt elérhető: a leletanyag legfontosabb, számszerűleg is legnagyobb része egyetlen objektumból, egy nagy méretű gödör betöltéséből került elő, míg az árkokban kevés, és tipológiai szempontból csak korlátozottan használható anyagot találtunk. A jól meghatározható kerámiaanyag a Lengyeli kultúra neolitikus időszakának végére, kb. Kr. e. 5. évezred közepére tehető.

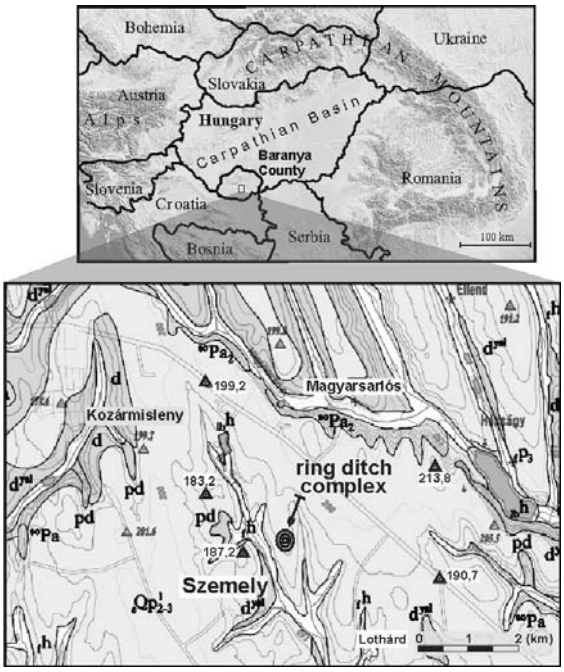
A területről származó Lengyel kultúrát reprezentáló kerámiatöredékek vizsgálata (Kreiter & Szakmány 2008) és az árokkitöltések talajtani-földtani feldolgozása (Dezső et al. 2008) a régészeti feltárásokkal párhuzamosan haladt.

A földtani-talajtani vizsgálatokkal a következő kérdésekre kerestük a választ:

- a talajokat, természetes üledéket (lösz) milyen irányban és milyen mértékben befolyásolta az emberi beavatkozás,
- az árokkitöltések anyagának talajtani-szedimentológiai tulajdonságai diszkriminancia analízissel vizsgálva milyen mértékű elkülönülést mutatnak,
- a kitöltések jellemzői és mikromorfológiai jegyei utalnak-e területhasználat-változásra.

A vizsgált terület földtani környezete

A vizsgált terület Pécstől DDK-i irányban mintegy 10 km-re található (46˚01’ 00,56”N; 18˚20’17,13”E). A területet az átlagosan 200 m tszf magasságot elérő, völgyek szabdalta löszből felépülő dombok jellemzik (**1. ábra**). A körárokrendszer (**2. ábra**) egy löszplatón helyezkedik el, melyet K felől „V” alakú, Ny felől szélesebb völgytalppal és aktív vízfolyással fiatal völgyek határolnak A körárokrendszertől néhány kilométerre több helyütt a völgyfejlődés az idősebb felső pannon üledékeket, a Somlói Formáció homokos kőzetlisztes rétegeit exhumálta.



1. ábra: A körárokrendszer földtani környezete

Jelmagyarázat

Holocén: $_{f}$h: folyóvízi üledékek; $_{fb}$h: fluviális-ártéri üledékek.
Pleisztocén-Holocén: $_{e}$Qp$_{2-3}$: fiatal eolikus lösz sorozat; pd: proluviális, deluviális üledékek; d^{val}: deluviális kőzettörmelékes aleurit); $_{f}$P$_{3}$: folyóvízi üledék
Miocén-Pliocén, Felső-pannoniai (s.l.): ^{so}Pa$_{2}$, ^{so}Pa: pannóniai üledékek (Somlói Kavics Formáció)
(MÁFI térképsorozat, Budai 2005)

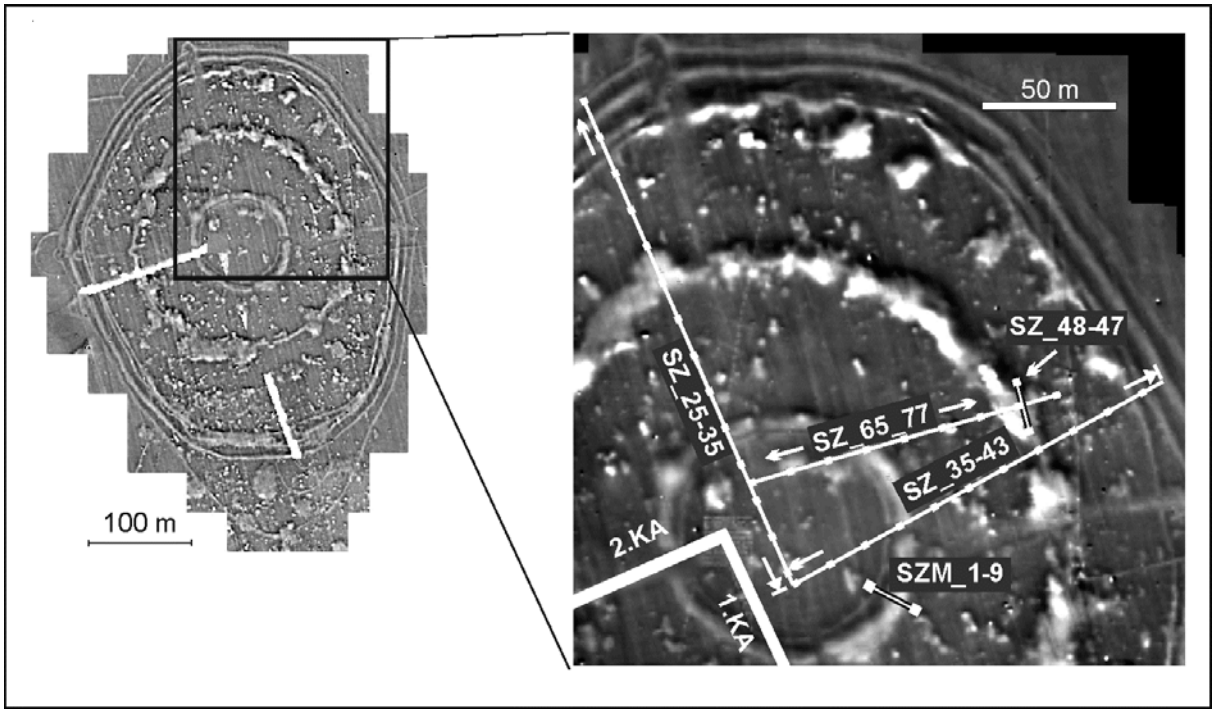
A körárokrendszer morfológiai helyzetéből adódóan a lösztől eltérő genetikájú üledék nem keveredhetett az itt található talajokhoz, árokkitöltésekhez. A két fő kitöltéstípus a fakósárga meszes lösz és változatai, valamint a rajtuk kialakult mésztelen, kis humusztartalmú barna talajtípusok. Érdekesség, hogy az árokrendszer még ma is érzékelhető mikrodomborzatként, néhány 10 cm-es magasságkülönbségek formájában.

Alkalmazott kutatási módszerek

A területen az I. sz. É-D-i irányú régészeti kutatóárok öt rétegét, valamint 71 fúrás 285 mintáját vizsgáltuk. A három körárokcsoportra osztott rendszerben (Bertók et al 2008) 30 alkalommal kézi talajfúróval történt a minta vétele, ami a többit egy bolygatatlan minta vételére alkalmas berendezés segítségével gyűjtöttük (**3. ábra**). A mintavevő berendezés 3,5 m hosszú lafettával rendelkezik, amelyen egy 60 kg-os súly ejtésével érhető el a szárak leverése, így elkerülhető a rotációs mozgásból adódó roncsolódás. A mintavevő fej egyszerre 80 mm átmérőjű és maximum 350 mm hosszú magmintát képes a felszínre hozni, ami a vékonycsiszolatok készítéséhez kielégítő méret.

A magnetométeres felmérés elkészítéséhez (Pethe 2007) GSM-19 típusú Overhauser-effektus elvén működő magnetométert használtunk.

A talajtani vizsgálatok a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Természetföldrajzi Laboratóriumában történtek.



2. ábra: A Szemely-Hegyes körárokrendszer magnetométeres felmérési képe, régészeti kutatóárkokkal (1.KA.;2KA), és a fúrások nyomvonalaival

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)

1. táblázat: A ^{14}C-es kormeghatározás eredményei

	minta kód	minta név	□^{13}C(PDB) □ 0,2 [‰]	konvencionális radiokarbon kor (BP)	kalibrált kor (BC) (1□)
1.	deb-14830	Szemely-Hegyes II-4 obj.	-27,0	5980 ± 30	4950 - 4790
2.	deb-14829	Szemely-Hegyes I-30 obj.	-26,9	5780 ± 40	4720 - 4530

2. táblázat. Az OSL vizsgálatok eredményei (SZM9-es fúrás)

Sample (field)	depth (m)	W	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)	D'$_{cosmic}$ (Gy/ka)	D'$_{total}$ (Gy/ka)	D$_e$ (Gy)	Optical age (ka)
SZM9 62-84	0.70	0.18	22.32 ± 0.22	6.27 ± 0.06	1.94 ± 0.02	0.17 ± 0.01	6.77 ± 0.67	11.97 ± 0.18	1.77 ± 0.18
SZM9 84-120	1.00	0.26	22.32 ± 0,22	6.27 ± 0.06	1.94 ± 0.02	0.17 ± 0.01	5.81 ± 0.54	15.34 ± 0.26	2.64 ± 0.25
SZM9 143-180	1.60	0.16	18.58 ± 0.19	6.34 ± 0.06	1.91 ± 0.02	0.16 ± 0.01	6.42 ± 0.67	26.4 ± 0.88	4.11 ± 0.45
SZM9 180-216	1.95	0.28	14.84 ± 0.15	6.40 ± 0.06	1.88 ± 0.02	0.15 ± 0.01	5.38 ± 0.55	26.41 ± 1.42	4.91 ± 0.57

A szénsavas mésztartalmat Scheibler-féle kalciméterrel, a humuszt kénsavas közegben káliumbikromátos roncsolás után (MSZ-08-0210:1977.04) 601nm-es hullámhosszon SPEKOL (Carl Zeiss Jena) fotométerrel határoztuk meg. A szemcseeloszlási vizsgálat előkészítésekor a minták 10%-os HCl-al, hidrogénperoxiddal (H_2O_2), és Na-acetáttal történő kezelése után nedves szitálást alkalmaztunk 2mm és 0,250 mm-es szitán, majd az átesett frakciót FRITSCH Analysette A22-32 típusú lézeres szemcseméret meghatározó készülékkel mértük. A lézeres szemcseméret-meghatározó készülék 300µm-0,3µm mérési tartományon belül interpolálás nélkül 62 esetben méri a frakciótartományokat. Az adatokat SPSS 16 és SYN-TAX 2000 szoftverkörnyezetben diszkriminancia analízis segítségével elemeztük. A 13 db vékonycsiszolat készítéséhez a mintákat 40 ˚C-on kiszárítottuk, –800 mbar vákuumban impregnáltuk Struers EpoFix Kit műgyantával. A csiszolást MINOSIX típusú félautomata géppel végeztük, majd a polírozást kézzel, 1 µm-es gyémánt pasztával (Struers, DP-Paste M) fejeztük be. A szöveti tulajdonságokat fénymikroszkóppal vizsgáltuk, leírásuknál Brewer (1964), Bullock et al (1985) és Szendrei (2000, 2001) leírásait követtük. A csiszolatokat EPSON Perfection 4490-es típusú síkszkennelővel, 3600, egyes részleteket 4800 dpi felbontásban szkenneltük polárfólia közt. Célunk ezzel a pórusok és nagyobb méretű talajtani jelenségek statisztikai vizsgálata volt. A szkennelt képet Adobe Photoshop és ImageJ képelemző programmal adjusztáltuk és elemeztük, az adatokból SPSS szoftverrel statisztikai értékelést végeztünk a szénült, opak maradványok jellemzőiről.

Az abszolút kormeghatározások a Szegedi Tudományegyetem OSL laboratóriumában, a ^{14}C-es vizsgálatok az ATOMKI (Debrecen) laboratóriumában készültek. A lumineszcens kormeghatározásra szánt minták a SZM1–SZM9 fúrássorozat SZM9-es fúrásából származnak. A mérések célja annak megállapítása, hogy a vizsgált anyag mikor került utoljára napfényre, azaz a mintázott üledék mikor képződött. A laboratóriumi feltárásokat Mauz et al. (2002) módszereit követve készítettük elő kis intenzitású sárga fényforrás mellett. Az előállított mintarészeken végeztük el az OSL méréseket ún. kettős regenerációs protokollt alkalmazva (DSAR) (Roberts & Wintle 2001). A DSAR során a mintarészeket először infravörös fénnyel (870 nm) stimuláltuk, így eltávolítottuk a földpát alkotókban tárolt lumineszcens jelet. Ezt követően kék fény (470 nm) segítségével mód nyílt a kvarcszemcsékben tárolt lumineszcens jel elkülönített mérésére. A besugárzott dózis és a generált lumineszcens jel közti összefüggést RISOE DA-15 automatizált TL/OSL műszer segítségével állítottuk fel alumínium mintahordozó korongra kalibrált 0,089 Gy/s dózisteljesítményű ^{90}Sr/^{90}Y béta sugárforrást felhasználva.

3. táblázat: Mikromorfológiai jellemzők

sorsz.		mikromorfológiai leírás / kód	makroszövet						üregek, repedések minősége (makro szinten)					alapszövet (alapanyag/vázrészek viszonya)				vázrészek
			morzsás	szemcsés	csatornákkal tagolt	kamrás porozitású	finom pórusrendszerű	pórus rendszerű	hólyagüregek	csillagszerű repedések	szabálytalan pórusok	csatornák	repedések	szemcse halmaz	szemcseközi alapanyaghidas	érintkezési pontoknál dúsuló	bevonatos és érint.pontoknál dúsuló	polimikt
1.	recens Ramann talaj	sob (SZM9 0_30)		10									5			2	8	10
2.	vörösesbarna reliktumtalaj és antropogén változata	vobA (Sz46 20_53_I)		7	3				5		3	2				2	8	10
3.		vob (Sz46 20_53_II)		7	1				5		5					2	8	10
4.		vob (1KA 60_70)	3	7		5					10					2	8	10
5.		vobA (Sz47 20_75)		10		4					10					2	8	10
6.	szürkés árokkitöltés	vszA (1.KA 70_90)					10				10				7			10
7.	lösz és antropogén hatásra bolygatott változatai	loessA (Sz47_109_110)									10			10				10
8.		loessA (Sz46_205_270_A)						10		10				10				10
9.		loessA (Sz46_205_207_B)						10		10				10				10
10.		loessA (Sz46_202_217)					10				10			10				10
11.		loess (Sz46 246_278)					10				10			10				10
12.		loessA (Sz47 192_233)					10				10			10				10
13.		loess (Sz_49_192_233)					10				10			10				10

sorsz.	kód	alapanyag k-szövete (átlátszósága, pozíciója, anyaga)						Talajtani jelenségek (Brewer '64, Bullock '85, Szendrei '00 alapján): anyagának minősége			anyagának pozíciója			felülethez nem kötődő göbecsek tulajdonságai					
		limpiditás (0-10); 0=nem átlátszó	vázrészek körül	véletlenszerű zónás	keresztrovátkált	vasas-agyagos	szerves	összetétele finomanyag	anyaga beágyazó anyag	anyaga NEM a beágyazó anyag	fogyatkozó anyagú	szöveti koncentrálódás és szeparálódás	összetett koncentrálódás és szeparálódás	anyagának eredete: 1.: pedomorf 2.: litomorf	mérete (mm)	tipikus göbecs	excrementumok	éles határvonalú	elmosódó
1.	sob (SZM9 0_30)	2	2	8		5	5	10		10				2					
2.	vobA (Sz46 20_53_I)	0	5		5	10		10	10				10	2			5		
3.	vob (Sz46 20_53_II)	0	5		5	10		10	10				10	2			5		
4.	vob (1KA 60_70)	2	10			10			10										6
5.	vobA (Sz47 20_75)	2	10			10			10										6
6.	vszA (1.KA 70_90)	0		5	5	10		10	10		5			2			5		
7.	loessA (Sz47_109_110)		10							10				2		8	3		
8.	loessA (Sz46_205_270_A)									10									
9.	loessA (Sz46_205_207_B)									10		10							
10.	loessA (Sz46_202_217)	2						10		10			10	2		7	8	10	
11.	loess (Sz46 246_278)	10	10					10		10							8		
12.	loessA (Sz47 192_233)	10						10		10			10	2	3	10			
13.	loess (Sz_49_192_233)	10						10		10			10	2		8	8		

sorsz.	kód	felülethez kötődő bevonatok, hártyák, kitöltések: anyaguk					alakjuk, szerkezetük					antropogén eredetű törmelékek					
		vasas - agyagos	szénsavas mész	szénsavas mész szegélyként	szerves színezőanyag	amorf finomanyag	típusos	rétegzetlen bevonat	halo	tömött, folyamatos	laza, folyamatos	szerves anyag	patics,	égett agyag	kerámia	csontszilánk	ásványtöredékek műtárgyakról
1.	sob (SZM9 0_30)	4				4					5						
2.	vobA (Sz46 20_53_I)	10			2			7	3		6				5		
3.	vob (Sz46 20_53_II)	10			2		2	10			6						
4.	vob (1KA 60_70)				2						10	8		2			
5.	vobA (Sz47 20_75)				2						10	4		6			
6.	vszA (1.KA 70_90)	10						10			3	6	2			2	
7.	loessA (Sz47_109_110)			2	3	5						2	2	2	2		2
8.	loessA (Sz46_205_270_A)		10														
9.	loessA (Sz46_205_207_B)	10			8					10							2
10.	loessA (Sz46_202_217)		10							8							
11.	loess (Sz46 246_278)			3	4	2											
12.	loessA (Sz47 192_233)		10	3	2												
13.	loess (Sz_49_192_233)		10	7	3												

Használt jelölések: 1-10 a jelenség erőssége, amely(ek) egy jelenség-, vagy tulajdonság-csoportban max. 10-es értéket érhetnek el.



3. ábra: Kézi mintavevő feje és a bolygatatlan mintavételre alkalmas berendezés

A regenerációs protokoll alkalmazhatóságát különféle vizsgálatokkal ellenőriztük: rekuperációs teszt, visszaforgatási arány mérése, illetve mesterségesen besugárzott dózisok visszamérése (Murray & Wintle 2006). A dózis értékeket 20-30 részminta dózisátlaga és szórása alapján adtuk meg. A minták környezetében található természetes sugárzó anyagok koncentrációját gamma-spektrométerrel határoztuk meg. Ebből, valamint a nedvesség taralomból illetve a kozmikus sugárzás számított intenzitásából (Prescott & Hutton 1994) számíthatóvá vált a mintákat egységnyi idő alatt érő dózis, azaz a dózisteljesítmény nagysága. A tanulmányban közölt korok i.sz. 2000-től számítandók.

A kettő független ponton vett szénült faminta ^{14}C-es kormeghatározását Sudárné Svingor Éva (ATOMKI, Debrecen) végezte és kalibrálta.

Kisebb mintaterjedelemben készült malakológiai vizsgálat az OSL vizsgálatra szánt fúrássor (SZM1-SZM9) anyagából. Két talajminta-típusból készült röntgen pordiffrakciós ásványtani vizsgálat (XRD): a barna recens talajból (sob) és vörösesbarna árokkitöltésből (vob). A mérések a Duna-Dráva Cement Kft Beremendi Gyáregység laboratóriumában történtek, kiértékelésüket Dr. Viczián István (MÁFI) végezte.

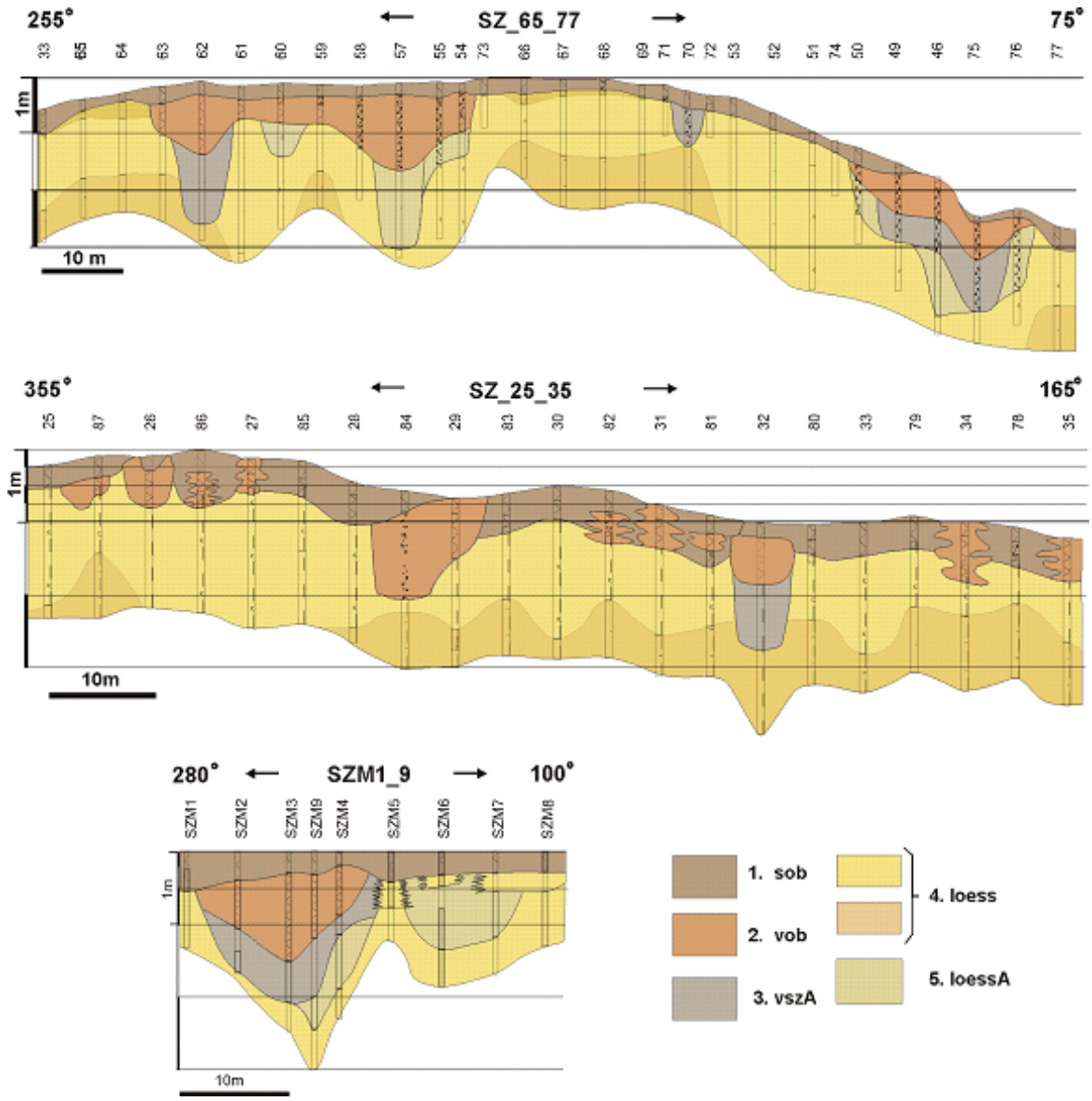
Eredmények

A vizsgált üledékek jellemzői

A két szénült, ^{14}C-es kormeghatározásra szánt faminta árokkitöltésbe ágyazva speciális helyzetet foglalt el (**1. táblázat**). Az 1. sz (deb-14830) minta az árokrendszer legbelső árkából, annak keleti kapuja mellől az árok alján, egy kb. 10 cm vastag, sok égett anyagot tartalmazó pusztulási rétegből került elő. A minta egy kb. 8 cm átmérőjű tölgyfa cölöp (Grynaeus A. szíves szóbeli közlése) szénült, 25 cm hosszúságban megmaradt darabjából való. A 2. sz. minta (deb-14829), szintén egy facölöp szénült maradványa, mely az árokrendszer legkülső árokcsoportjából származik, egy 2m mély, mindössze kb. 1,5m széles, igen meredek falú, V alakú árok legalsó betöltéséből. Ez a betöltés erősen átégett, vörös színű, paticsos tapasztás törmelékéből állt.

A fúrásokból három szelvény készült (**4. ábra**). Szabálytalan futású foltokkal jelöltek azok a szelvényrészletek, amelyek kisebb-nagyobb, magnetométerrel is kimutatott régészeti objektum részeként értelmezhetők, de nem szerkeszthetők egy objektummá (pl.: 26, 27, 87-es fúrások). E szabálytalan formájú ábrázolás inkább az információhiányt, és nem a földtani értelemben vett összefogazódást, egyidejű keletkezést hivatott jelezni.

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)



4. ábra: Fúrásszelvények. Jelkulcs: 1: sötétbarna recens talaj (sob); 2: vörösesbarna idősebb talaj (vob); 3: szürkés-világossárga árokkitöltés (vszA); 4 világossárga mészlepedékes típusos lösz változatai (loess) . 5. világosbarna árokkitöltés (loessA)

A belső árokrendszer SZM1-SZM9-es szelvényének SZM9-es fúrásából készültek abszolút kor (OSL) vizsgálatok (**2. táblázat**).

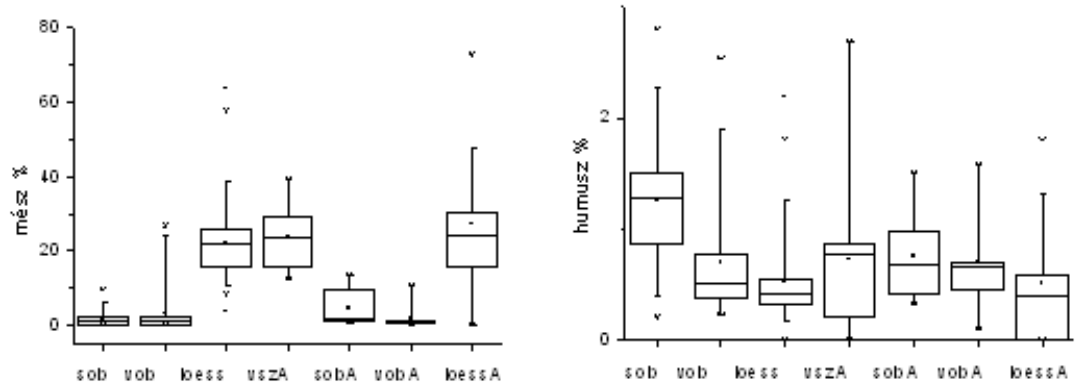
A vizsgált mintacsoportok főbb mész- és humusztartalmának boxdiagramját az **5. ábra**, a szemcse-összetételi paraméterek boxdiagramját és az egyes paraméterek értelmezését a **6. ábra**, a minták mikromorfológiai jellemzőit a **3. táblázat** mutatja.

A felszínen a szárazon fakóbarna (10YR 5/4), nedvesen sötétbarna (10YR 5/4) Ramann-féle barna erdőtalaj (barnaföld, Cambisol), morzsás-poros szerkezetű, erodált, szántott-bolygatott, növényi szárakkal kevert, legfeljebb 30-40 cm vastag szintje található (kódja: **sob**). Jellemző még az agyagbevonatok hiánya a talajmorzsák felületén.

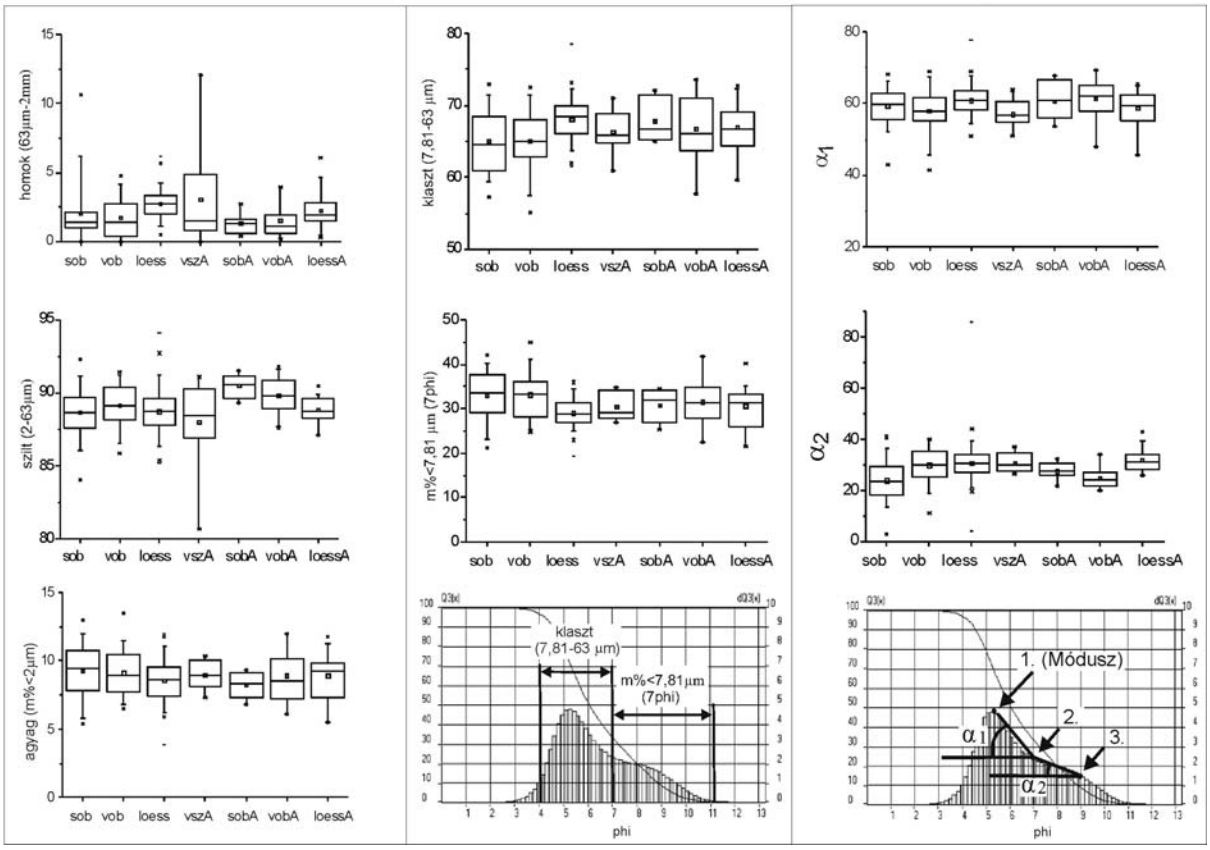
ásvány	kód	
	sob	vob
illit/montmorillonit	2	3
illit	19	21
klorit	x	6
kvarc	58	55
plagioklász	17	15

4. táblázat: A barna recens (sob) és a vörösesbarna eltemetett (vob) talajtípus %-os ásványi összetétele (kiértékelést végezte: Dr Viczián István)

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)



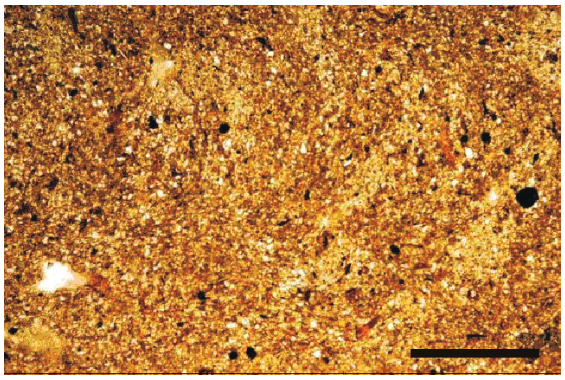
5. ábra: A vizsgált minták mész- és humusztartalmának boxdiagramjai. Jelkulcs: sob: fakóbarna recens talaj és sobA: antropogén változata; vob: vörösesbarna idősebb talaj és vobA: antropogén változata; vszA: szürkés-világossárga árokkitöltés; loess: világossárga mészlepedékes típusos lösz; loessA világosbarna árokkitöltés



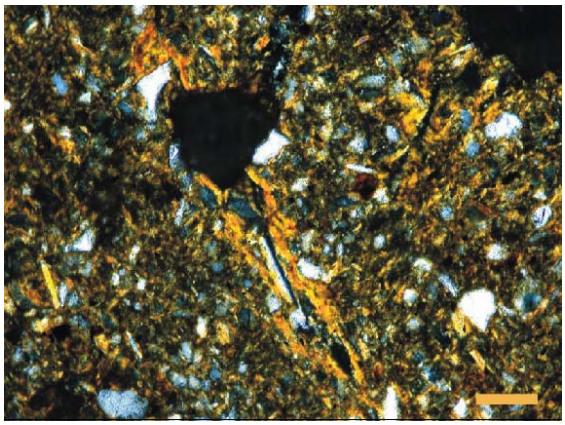
6. ábra: A vizsgált minták szemcseeloszlási paramétereinek boxdiagramjai és értelmezésük (kódok: mint 5. ábra)

Mikroszerkezetét tekintve szemcsés, morzsás, bioturbáció által átrendezett. Talajtani jelenségek közül legjellemzőbb a bioturbáció hatására létrejött foltos-sávos átrendeződés, mely a vázszemcséket és a barna szervesanyagot egyaránt érintette (**7. ábra**). Gyakoriak a repedések, a vázrészek anyaga polimikt, löszhöz hasonló, de sok szerves törmeléket tartalmaz. A vázszemcsék közti alapanyag vasas-agyagos. Orientációja zónákban észlelhető, a zónák elszigetelt foltokban találhatók, irányítottságuk nem egyértelmű. Az alapanyag a vázrészeken bevonatot képez, a szerkezeti elemek érintkezésénél dúsul. Limpiditása alacsony (alig átlátszó), nem alakultak ki folyamatos, összefüggő vöröses kiválások.

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)



7. ábra: barna bioturbált recens talaj (sob), IN (méretarány 1mm)

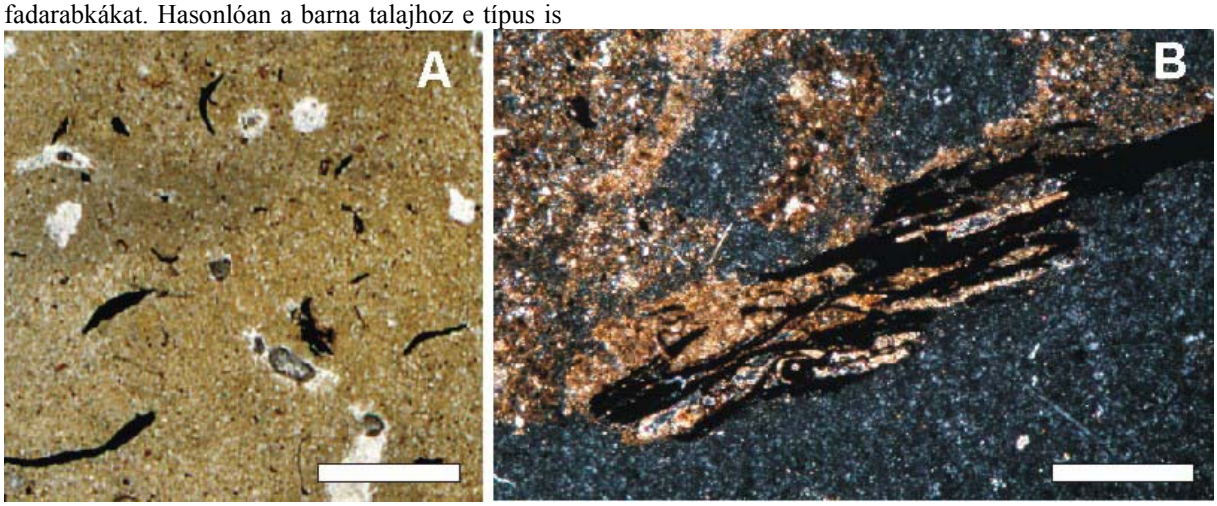


8. ábra: A vöröses eltemetett talaj (vob) alapanyag-koncentrálódása, XN, (méretarány:0,05 mm)

A vörösesbarna, szárazon 7,5YR 4/4 színű talaj (kódja: **vob**) a fakóbarna talaj (sob) alatt található, attól eróziós határral választódik el, de ásványtani összetételében lényegében megegyezik vele (**4. táblázat**).

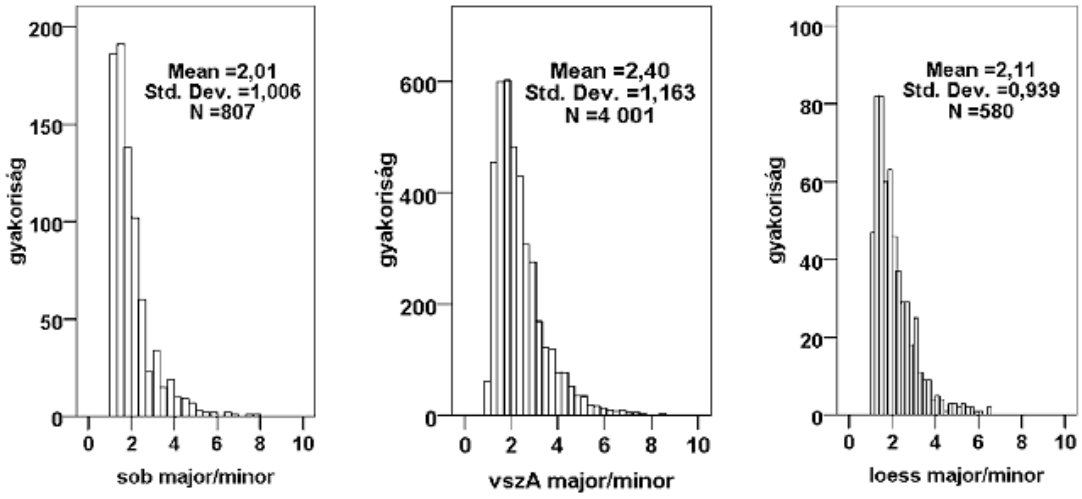
Szinte minden esetben tartalmaz antropogén törmelékeket, paticsdarabokat, szénült fadarabkákat. Hasonlóan a barna talajhoz e típus is morzsás szerkezetű, bár kissé tömörebb, makropórusokban szegényebb, bioturbált, kisebb agyagtartalommal. Mikromorfológiai képletében lényegi különbség az előzőhöz képest, hogy az alapanyag keresztrovátkált (cross-striated). A szemcsék távolsága kisebb, mint a vázrészek átmérője; ez utóbbiak többnyire kvarcszemcsék. A bevonatok a kettőstörő alapanyag átrendeződéséből jöttek létre, melyek elmozdultak a repedések, szabad helyek irányába. A kvarc(váz)szemcsék körül, repedéseknél, szemcséket határoló csatornáknál, üregecskéknél laza, folyamatos bevonatot képeznek, vastagságuk 20-50 µm (**8. ábra**). A repedésekben azonban hiányoznak az agyagvándorlásra utaló formaelemek. A bevonatok egyben kijelölik a jól illeszkedő, eltérő anyagi minőségű formaelemek határát. Magasabb szerveződési szinten pórusos mikroszerkezetű anyag. Amennyiben a mintákon megállapítható volt, hogy az említett két talajféleség zavart, bolygatott, akkor **sobA** és **vobA** csoportba soroltuk, jelezvén az antropogén hatást.

A világosszürke, szürkéssárga**,** löszhöz erősen hasonlító kitöltés (kódja: **vszA**) többnyire a vob kitöltések alatt található. Jellemző színét (10YR 6/2) a magasabb opak alkotórész tartalomnak köszönheti, emiatt átlagos humusztartalma magasabb a lösznél (1,13%). Mikromorfológiájára jellemző, hogy az vázszemcse szövetű, illeszkedési hézagokkal. A szövete mész-mikroaggregátumok által gyakran fedett, a vöröses alapanyag igen ritka. Bioturbációra utaló vázrész-átrendeződések észlelhetők. Antropogén hatás jelei az említett opak, többnyire szögletes maradványok. Rostjaik közt a hamuanyagokra jellemző mikrites mész nem tapasztalható, így valószínű, hogy nem égetés, hanem lassú oxidáció folyamán keletkeztek (**9. ábra**).



9. ábra: A: szürke árokkitöltés (vszA) opak alkotórészei, B: fahamu (Szederkény, római kori szemetesgödör, 1648-as objektum) (méretarány: 1 mm)

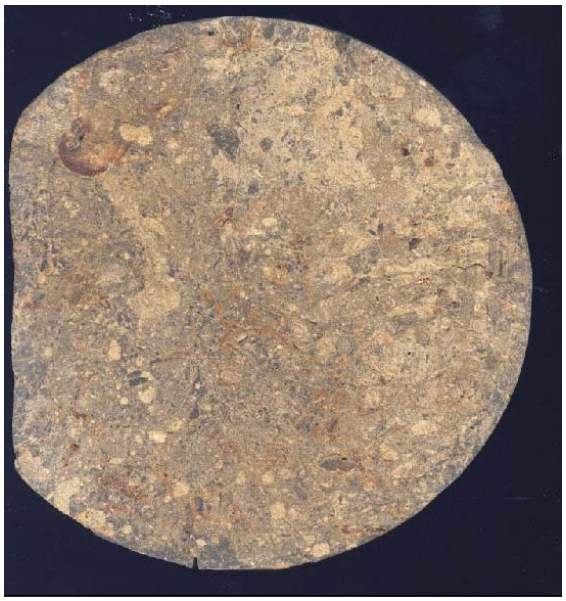
HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)



10. ábra: Az opak részecskék hosszúság/szélesség (major/minor) értékének gyakorisági diagramja recens barnatalaj (sob), szürke árokkitöltés (vszA) és a lösz (loess) típusoknál, valamint statisztikai jellemzői: Mean: középérték, Std. Dev.: átlagtól való eltérés, N: egységnyi felületre eső darabszám

Képanalízissel megállapítható, hogy egységnyi felületen a löszhöz, de még a recens barnatalajhoz képest is többszörös az opak alkotórészek száma. Hosszúságukból és rá merőleges szélességi értékből képzett major/minor hányados értéke jelzi, hogy valamivel nyújtottabbak (**10. ábra**).

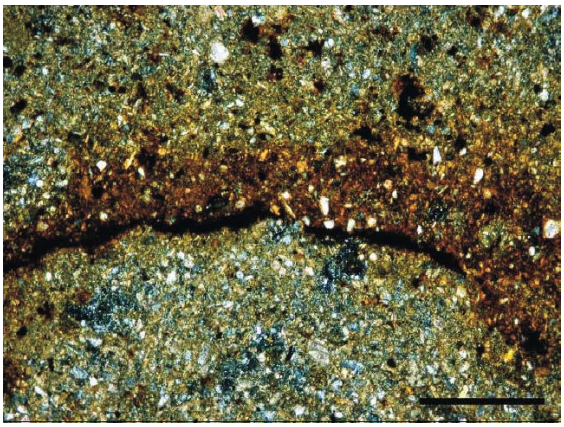
Más opak részek (feltehetően szintén szénült növényi maradványok) nem szögletesek. Körülöttük, hozzájuk kötődően elmosódó vöröses bevonatok tapasztalhatók, valószínűleg szerves színezőanyag nyomai. Ez utóbbiak képződése eltér az előző maradványoktól.



11. ábra: Kevert árokkitöltés (loessA), gyökér utáni vöröses kiválásokkal, fúrásból D=80 mm



12. ábra: Gyökér utáni vöröses kiválások, melyet meszes átnyúlás („interfingering") harántol (méretarány: 5 cm)



13. ábra: Az aszimmetrikus vöröses kiválás mikromorfológiai képe (méretarány: 0,5 mm)

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)



14. ábra: I. kutatóárok, 134. sz. objektum, „interfingering"-szerű meszes átnyúlások

A vszA típusú kitöltésektől színárnyalatában különböznek az árkok löszbázisú sárgásbarna, halványsárga kitöltései (kód: **loessA**). Néha kisebb-nagyobb mértékben keverednek más, tisztázatlan eredetű barna talajféleséggel. Ez utóbbiak mikromorfológiai megjelenése néha gumós, többnyire sajátalakú. E típushoz kapcsolódóan a kitöltések mellett még jelentős információt szolgáltattak az I-es régészeti kutatóárokban dokumentált, majd a fúrásokban több helyütt megtalált ívelt-koncentrikus vasas kiválások, amelyek morfológiájuk alapján egy korábbi erdősült állapothoz, gyökérzónához kapcsolhatók. (**11., 12. ábra**). Mikromorfológiai képük aszimmetrikus (**13. ábra**). Ugyanitt az árkot fedő talajtípusok hosszan tartó kilúgozásához köthetők azok az ujjas átnyúlásokra („interfingering") hasonlító meszes kiválások, amelyek gyakran keresztezik a mélyebb árokkitöltések formaelemeit (**14. ábra**). A mészvándorlás az egykori gyökerek mentén történt.

A lösz (kód: **loess**) képezi a terület bázisát. Típusos, makropórusos, halványsárga (10YR 7/4) mélyebb szinteken mészlepedékes, mészgöbecses, meglehetősen egyveretű. Helyenként kissé tömörebb, vályogos. A tipikus lösz vázszemcse-halmazú, makropórusokkal sűrűn tagolt, laza halmaz típusú alapszövet, mely a mész által gyakorta erősen fedett: megfigyelhetők az apró mész-agyag csomósodások, mikroaggregátumok.

Szemcseeloszlási vizsgálatok

A lézeres szemcseméret-meghatározó készülék alkalmazása mellett a lényegi, kőzetliszt-durva agyag intervallum igen jó felbontóképessége és reprodukálhatósága szól. A korszerű szemcseméret-meghatározási módszerek között is jelentős eltérések mutatkoznak (Goossens 2008, Blott & Pye 2008), melyek egyrészt az eltérő méréstechnikai elvekből fakadnak, másrészt a szemcseméret értelmezése során kialakult egyszerűsítésből származnak, ahol a szemcsék térbeli dimenzióját egyetlen adattal, az átmérővel kívánjuk meghatározni. Mindenesetre a lézeres elven működő szemcseeloszlási mérések egyre gyakoribbak a finomszemcsés üledékek vizsgálatakor (Dezső et al 2007, Kovács 2008).

A 7,81µm (7phi) alatti, finom kőzetliszt-agyag tömegszázalék-frakció (m%<7,81 µm) a mikromorfológiai képletben az alapanyagot (groundmass) reprezentálja. Az e fölötti (közepes-durva) kőzetliszt frakció a klaszt, melynek ásványos összetétele löszös területeken többnyire kvarc. E paraméterek összefüggenek a mikromorfológiai tulajdonságokkal, nevezetesen az alapanyag és a vázrészek arányával, jellemzőivel, így a szemcseeloszlási jellemzők visszatükrözik a természetes üledékek, talajok genetikai viszonyait. Azt tapasztaltuk, hogy a phi7-es (7,81µm) szemcseméret határnál rendre megváltozik a vizsgált löszös üledékek gyakorisági diagramjának jellege, ami a diagram oszlopait burkoló görbe futásával szemléltethető leginkább (**6. ábra**). A hagyományos szemcseeloszlási jellemzők mellett ezért két újabbat is bevezettünk a statisztikai értékeléshez. Ezek az α_1; α_2 szögértékek, a gyakorisági diagram származtatott értékei: az X tengelyen phi beosztást alkalmazva, valamint az Y tengely %-os értékeit (a Módusz és a két inflexiós pontot) felhasználva két egyenes határozható meg, amelyeknek az X tengellyel bezárt szögeik az α_1; α_2 szögek (**6. ábra**). Ha az α_1 értéke nő, akkor a klaszt szemcseméret-tartományán belül a móduszhoz közel eső méretű alkotók uralkodóak: a vázrészek, klasztok egyveretűbbé válnak, szemcseváz-szerkezet alakul ki, a mikromorfológiai képen többnyire a „kimerülés" jelei mutatkoznak. Ha csökken α_1 értéke, akkor az alkotórészek közt több a klaszt komponens, apró törmelék. Az α_2 az alapanyag mennyiségi változásait jelző érték; csökkenése az alapanyag dúsulást jelzi.

A diszkriminancia analízis célja, módszere

A szemelyi árokkitöltések anyaga meglehetősen hasonló tulajdonságokkal rendelkezik. A laboratóriumi mérések eredményeinek és a belőlük származtatott paraméterek bemutatása leíró statisztikát, boxdiagramot használtunk (**5., 6. ábra**).

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)

5. táblázat: A diszkriminancia analízis eredményei

	mintacsoportok							figyelembe vett mintatulajdonságok, F értékek: 9., 18., 27., 36., 45., 54., 63., 72., 81. sorok (csoporton belüli/csoportok közötti variancia)									C%
	bolygatatlan mintacsoportok			bolygatott mintacsoportok				szemcseösszetételi paraméterek									
minta db	64	28	138	11	7	16	20										
esetek	barna recens talaj (sob)	eltemetett talaj (vob)	lösz (loess)	szürkés árokkitöltés (vszA)	sobA	vobA	loessA	agyag m%<2µm	szilt 2 62µm	homok 62µm-2mm	klaszt 7,81-63µm	α_1	α_2	m%<phi7 (7,81µm)	mész%	humusz%	
1.	44		84					x	x		x			x			63,4
2.	40		100									x	x	x			69,3
3.	38		107									x	x				71,8
4.	41		127									x	x	x			81,4
5.	38		121								x	x	x	x			78,7
6.	51		125					x	x	x	x	x	x	x			87,1
7.	64		135												x	x	98,5
8.	62		136					x	x	x	x	x	x	x	x	x	98
9.								9,264	0,052	9,954	42,11	4,798	35,642	41,323	326,483	134,429	-
10.	37	17						x	x								58,7
11.	29	18									x			x			51,1
12.	50	20										x	x				76,1
13.	49	20										x	x	x			75
14.	51	21									x	x	x	x			78,3
15.	51	21						x	x	x	x	x	x	x			78,3
16.	47	26													x	x	76,1
17.	53	22						x	x	x	x	x	x	x	x	x	81,5
18.								0,205	2,107	0,475	0,025	1,447	11,554	0,15	2,456	20,911	-
19.	26	13	75					x	x								49,6
20.	16	13	97								x			x			54,8
21.	38	13	60									x	x				48,3
22.	39	14	91									x	x	x			62,6
23.	36	13	89								x	x	x	x			60
24.	43	17	109					x	x	x	x	x	x	x			73,5
25.	48	22	126												x	x	85,2
26.	48	22	126					x	x	x	x	x	x	x	x	x	85,7
27.								5,062	1,848	8,431	24,005	5,563	18,081	25,069	202,581	63,280	-
28.					5	7	13	x	x								58,1
29.					5	7	11				x			x			53,5
30.					3	11	14					x	x				65,1
31.					2	22	15					x	x	x			65,1
32.					4	11	16				x	x	x	x			72,1
33.					4	12	19	x	x	x	x	x	x	x			81,4
34.					3	12	15								x	x	69,8
35.					4	11	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	81,4
36.								0,479	6,697	2,488	0,186	1,15	13,736	0,18	25,998	1,182	-
37.				5	5	4	6	x	x								37
38.				5	3	9	5				x			x			40,7
39.				5	3	11	8					x	x				50
40.				4	2	11	8					x	x	x			48,1
41.				4	2	11	10				x	x	x	x			50
42.				7	3	11	12	x	x	x	x	x	x	x			61,1
43.				4	3	12	12								x	x	57,4
44.				7	3	11	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	63
45.								0,391	4,192	1,941	0,224	1,85	10,579	0,18	21,585	0,698	-
46.	25	2	34	4	5	2	0	x	x								25,4
47.	13	9	58	4	2	3	1				x			x			31,7
48.	28	2	38	6	0	9	4					x	x				30,6
49.	27	9	56	4	0	8	2					x	x	x			37,3
50.	29	10	47	4	3	5	3				x	x	x	x			35,6
51.	31	13	62	4	2	8	6	x	x	x	x	x	x	x			44,4
52.	47	3	69	3	2	12	11								x	x	51,8
53.	45	16	81	5	2	9	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	59,5
54.								1,884	3,06	4,283	7,671	2,966	8,683	8,05	75,62	20,579	-
55.	45				5			x	x								70,4
56.	44				7						x			x			71,8
57.	35				6							x	x				57,7
58.	37				5							x	x	x			59,2
59.	52				5						x	x	x	x			80,3
60.	52				5			x	x	x	x	x	x	x			80,3
61.	59				4										x	x	88,7
62.	58				6			x	x	x	x	x	x	x	x	x	90,1
63.								1,993	9,64	0,871	3,256	0,501	1,479	1,069	9,573	5,481	-
64.		16				8		x	x								57,1
65.		19				9					x			x			66,7
66.		22				12						x	x				81
67.		21				12						x	x	x			78,6
68.		21				12					x	x	x	x			78,6
69.		21				12		x	x	x	x	x	x	x			78,6
70.		7				12									x	x	45,2
71.		23				12		x	x	x	x	x	x	x	x	x	83,3
72.								0,104	0,739	0,21	1,415	3,548	5,99	0,797	0,77	0,05	-
73.			82				14	x	x								60,8
74.			86				13				x			x			62,7
75.			88				11					x	x				62,7
76.			92				13					x	x	x			66,5
77.			83				14				x	x	x	x			61,4
78.			85				12	x	x	x	x	x	x	x			61,4
79.			90				11								x	x	63,9
80.			108				11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	75,3
81.								1,018	0,126	3,298	2,67	3,873	0,6	3,994	4,887	0,005	-

A boxdiagrammok sejtetik az egyes mintacsoportok jellemzőit, de a vizsgált tulajdonságoknak a csoportképzésre gyakorolt hatásáról és mértékéről csak ritkán adnak teljes képet. A rétegek elkülönítése, az árokkitöltések csoportosítása nem alapult kizárólag laboratóriumi mérési eredményeken. Az üledékek csoportosításához figyelembe vettük a nem-paraméteres tulajdonságokat is: szín, szöveti jellemzők, mészkiválások típusai, makroszkopikus talajszerkezeti tulajdonságok stb. A diszkriminancia analízis célja, hogy ellenőrizzük, a mérések eredményei mennyiben igazolják az általunk alkotott csoportok valódiságát és fordítva: a valósnak elfogadott csoportjainkat mennyire jellemzik a mért adatok, az egyes tulajdonságok

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)

(mért paraméterek) kombinálása esetén mikor különülnek el leginkább a csoportok és az elkülönülésért az egyes tulajdonságok milyen mértékben felelősek.

A diszkriminancia analízis eredményeit az **5. táblázat** tartalmazza, ahol hét csoportot (változókat) valamint a kilenc tulajdonságot vontunk be a vizsgálatba. A sorok számai egy-egy statisztikai vizsgálati esetet jelölnek, ahol a csoportok és tulajdonságok kiválasztása kombinálódik. A mintacsoportok oszlopaiban szereplő értékek kifejezik, hogy az egyes csoportok tagjaiból mennyi az, ami az adott kombinációban valóban megfelel a csoportkategóriának. Ezen érték csak akkor érheti el a csoport elemeinek számát, ha teljes (100%-os) az elkülönülés. Az elkülönítés akkor tekinthető statisztikai értelemben sikeresnek, ha az analízis során a C%, a korrekt csoportosítás %-os értéke magas (75% felett jónak mondható). A C% -ra példa a 26. statisztikai vizsgálati esetben (26. sor):

$$C\% = \frac{\text{vizsgálatban szereplő minták (db)}}{\text{csoportkategóriába tartozó minták (db)}} = \frac{48+22+136}{64+28+138} \times 100 = 85{,}70\%$$

Az egyes csoportkombinációk végén szintén a diszkriminancia elemzés eredményei kerültek, ezek az F értékek: a csoportok közötti és a csoporton belüli varianciának a hányadosai (Podani 1997, 2001), melyek kifejezik, hogy az egyes tulajdonságok milyen mértékben járultak hozzá az elkülönüléshez (9., 18., 27., 36., 45., 54., 63., 72., 81. sorokban található értékek).

Az új szempontú szemcseeloszlási paraméterek (α_1 α_2, m%<phi7(7,81µm)) bevonásával jobban elkülönülnek a csoportok, 10-15%-os javulást mutatva a C% értékben. A legtöbb esetben kielégítő, 80% körüli C% értéket kapunk ha az összes szemcseeloszlási paramétert bevonjuk a vizsgálatba.

A természetes talajok és a lösz (vob, sob, loess) nyilvánvalóan jobban elkülönülnek egymástól, mint az antropogén hatású mintacsoportok (v.ö. 26., 35., 44. eseteket). A három természetes mintacsoport (sob, vob, loess) elkülönülésért a mésztartalom, valamint a szemcseeloszlási paraméterek esetén a mikromorfológiai jellemzőket meghatározó klaszt és m%<phi7(7,81µm) a felelős (19-26. esetek). A recens és az eltemetett talaj esetén (sob, vob) a humusz és α_2 érték a döntő (10-17. esetek), e talajtípusok tehát a humusztartalom mellett az alapanyag struktúrájában is különböznek. A vszA mintacsoport bevonása a vizsgálatba a löszhöz való hasonlósága miatt rontja az elkülönülést (37-44. esetek). Az összes mintacsoport egyidejű vizsgálata nem célravezető (46-53. esetek).

A természetes képződmények és antropogén módosulatainak vizsgálatakor három-négy paraméter felelős az elkülönülésért, ami az F érték relatíve kiugró értéke jelez. A barna talaj (sob) esetében a szilt, mész, humusz, a vörösesbarna talajnál (vob) α_1 α_2, valamint a lösz (loess) és módosulata (loessA) összehasonlításakor a homok, klaszt, α_1, m%<phi7(7,81µm) és a mész% F értékei.

Az analízis eredményeinek archeológiai-pedológiai vonatkozásai

A területhasználat folyamán a természetes talajok és üledékek módosultak, ennek mértéke és jellege eltérő volt; de soha nem haladta meg azt a mértéket, hogy ne hasonlítanának a kiindulási anyagaikhoz.

A jelenkori természetes talaj (sob) és bolygatott változata (sobA) esetében a különbséget a szilt-, klaszt-, humusz- és mésztartalom okozza (62. eset); humusztartalma jelentősen csökken és a durvábbszemű összetevők (klaszt) részaránya megnő, amit a boxdiagramok is alátámasztanak (**6. ábra**). Sajnos, a sobA mintacsoport csupán hét mintát (elemet) tartalmaz, ezért az eredmény interpretációjánál óvatosan kell eljárni. Az α_2 értékének növekedése azt jelenti, hogy az alapanyagban kimerülés mutatkozik, az áthalmozódása során vesztett finomabb elegyrészéből. Összességében eredeti állapotához képest kilúgozott, alapanyagát vesztett típus.

A vörösesbarna talajváltozatok (vob és vobA) csekély mértékű elkülönülése elsősorban szemcseeloszlási tulajdonságokra vezethető vissza (71. eset), vázrészeinek aránya, különösen szilt frakciója nőtt, de elkülönülésben az α_1 és α_2 szemcseeloszlási paraméterek a meghatározók.

Az áthalmozott lösz típusú árokkitöltés (loessA) és az in situ lösz (loess) elkülönülésében a csökkenő α_1 érték, a növekvő alapanyag (m%<phi7) és a diverzifikáltabb humusztartalom a döntő (81. eset). A boxdiagramok csökkenő klaszt, növekvő alapanyag (m%<phi7(7,81µm)) tartalma is arra utal, hogy ez a kitöltés természetes módon iszapolódott az árkokba, az alacsonyabb homokfrakció mennyisége is erre enged következtetni.

Malakológiai vizsgálatok eredményei

A kiiszapolt kevésszámú 41 fosszilis löszcsigahéj öt fajhoz és három magasabb taxonhoz tartozott (**6. táblázat**). A tipikus löszcsigák *Vallonia tenuilabris* (A. B. Raun, 1843), *Pupilla sterri* (Voith, 1838) és *Columella columella* (G. v. Martens, 1830) napjainkban a Közép-Ázsiában és Európa magasabb hegyeiben található meg és alacsony éves átlagos hőmérsékletet jeleznek, tehát Szemely esetében a löszből származnak. Az árokkitöltésből előkerült nedvességkedvelő *Succinea oblonga* (Draparnaud, 1801). Clausiliids (*Clausiliidae indet.*) avarlakó, de sziklán is megél.

6. táblázat: A malakológiai vizsgálatok eredménye

	SzM5 72-125	SzM8 0-32	SzM8 37-55	SzM6 80-137	SzM7 67-92	SzM7 119-187
Succinea oblonga	11	1	1	1	x	x
Vallonia tenuilabris	2	2	2	1	x	1
Pupilla triplicata	3	1	2	x	3	x
Pupilla muscorum	x	x	x	x	x	2
Pupilla sp.	x	x	x	x	x	4
Vitrea sp.	1	x	x	x	x	x
Columella columella	x	x	x	x	x	2
Clausilidae indet.	x	x	x	x	x	1

Az árokrendszer kialakulásának rövid története

Régészeti leletek alapján a körárok későneolitikus Lengyeli kultúra idejére keltezhető, ezzel egyidejűnek tekinthetők a datált faminták (deb-14829, deb-14830), koruk 4720 – 4530, illetve 4950 – 4790 év cal BC. A korábbi, a legbelső körárokból származó cölöp anyagául szolgáló fadarab a Lengyeli kultúra korai időszakára keltezhető, és párhuzamosítható a nyugat-magyarországi, korai, az ún. Sé-horizonthoz tartozó egyes lelőhelyekről származó ^{14}C-es adatokkal (P. Barna 2008). A két adat mintegy 200 éves különbsége utalhat többek közt arra is, hogy az árokrendszer gyűrűi nem egy időben létesültek, voltak használatban, illetve szűntek meg, bár e két adat pontos értelmezéséhez további régészeti információk beszerzése szükséges.

A kimutatott visszatöltődési periódusok jelentős időbeli késéssel történtek.

A legbelső árok kitöltéséből vett fúrómagminták alsó 180-216 cm-es szakaszából származó OSL adatok alapján az árok első ismert, a Lengyeli kultúra időszaka utáni visszatemetődése 4,91±0,51 ka (2,91±0,51 ka BC) körül történt, tehát később, mintegy 500-1000 évvel Lengyeli kultúra rézkori szakaszának vége után. Az innen származó árokkitöltés (loessA) sok tekintetben igen hasonlít az „in situ" löszhöz (loess). A zavart szerkezet és az analízissel kimutatott domináns folyamatok (homokfrakció-vesztés, klaszt csökkenése, mészanyag iszapolódása) viszont egyértelműen elkülönítik a két réteget. Lehetséges, hogy léteznek ezeknél még idősebb rétegek amit később az újabb OSL vizsgálatok bizonyíthatnak. A vöröses koncentrikus kiválások, melyek mikromorfológiai képe aszimmetrikus, egy erdősült állapotot feltételeznek.

Ezt követően (4,11±0,45 ka) települt be a főként löszből álló szürkéssárga kitöltés (vszA), melyhez kissebb részt fakóbarna talaj keveredik. Féregjáratos, iszapszerkezetű, visszamosódott anyagaként értelmezhető. Nem véletlen e réteg magas humusztartalma, egyéb jellemzőiben azonban igen hasonlít a löszféleségekhez, amit kifejez az egyik legalacsonyabb, 63%-os C érték is. Színét a szénült famaradványoknak köszönheti. A rétegben meglévő szénült famaradványok keletkezésének magyarázatára több lehetőség is kínálkozik. Származhatnak a famaradványok pl. a közelben leégett cölöpszerkezetes építményből, bár és a vizsgált időszakból ilyen létesítményre nincs régészeti bizonyíték. Mikromorfológiailag igazolt, hogy hosszas szállításon nem esett át az anyag. Az opak alkotórészek morfológiája arra utal, hogy nem magasabb (kb 500°C körüli) hőfokon szénültek, mert finomszemcsés kalcitkristályok nem találhatók körülöttük, illetve rostjaik közt (Courty et al 1991). Ez azonban még nem zárja ki az irtásos erdőégetés lehetőségét. Az OSL adatok által megadott időszak e része (kb. Kr.e. 3500-2800, vö. Vaday 2003) egybeesik a késő rézkorral, illetve a kora bronzkorral. Ebből a periódusból, a Badeni kultúra idejéből ismerünk felszíni leleteket a vizsgált lelőhelyről. Elképzelhető, hogy megfelelő növénytakaró védelme esetén az eredetileg 3-3,5m mélységű árok egy része az árokrendszer elhagyása után 1000-1500 évvel még fennmaradt, mely aztán a késő rézkori megtelepedők tevékenysége nyomán töltődött fel, bár az árokbetöltésekből eddig késő rézkori anyag nem került elő. Ugyanakkor a lelőhelytől ÉNY-ra, 1 km-re található egy korabronzkori erődített telep, melynek lakói jellemzően irtásos-égetéses földművelést folytathattak. Tevékenységük hozzájárulhatott az erózióhoz és a szénült maradványok felhalmozódásához.

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)

Az időben következő, vörösesbarna kitöltések két altípusát (vob, vobA) nem lehet pontosan elkülöníteni, annyira véletlenszerűen keverednek egymással. Azonban α_2 értéke alacsonyabb az antropogén törmelékekkel kevert változatának, ami az alapanyag dúsulását jelzi. Az elkülönülés magas (C=83%) értékéhez hozzájárul az α_1 értékének növekedése is. Ez utóbbi a klasztok átmérője a módusz értékéhez jobban hasonlít. Mindkettő vörösesbarna típus egy olyan kitöltést képvisel, melyekre az áthalmozódás után is zavartalan talajosodási folyamatok hatottak. Valószínűleg jellemző szerkezetük azonos az eredetileg kialakulttal, az árok-morfológia pedig a csekély alapanyag-dúsulást tette lehetővé. Az abszolút kor adatai szerint 2,6±0,25 ka – 1,77±0,18 ka BP közt temetődtek vissza. A kitöltésnek helyet adó árokrész formája eltér az előzőkétől: teknőszerűen kiszélesedett, ami a magnetométeres felmérés körárkainak egyes D-i részletein is láthatók. Nem tudni miért szélesítették ki az árkokat ebben az időszakban, talán a még meglévő terephullámok lesimítása lehetett a cél. A római korban e terület érintetlen lehetett, vagy a még esetleg meglévő mélyedéseket elkerülte a földművelő tevékenység. A kiszélesített, teknőszerű mélyedéseket kitöltő vörösesbarna talajtípus valószínűleg a maihoz képest nedvesebb (mikroklimatikus?) környezeti feltételek mellett jöhetett létre. Ezzel egyidőben alakulhattak ki a mélyebb részein a vasas kiválások, később az „interfingering"-szerű meszes átnyúlások, jelezve az erdősült állapotot. E homogén kitöltés, tudatos, gyors, ember általi visszatemetése a mikromorfológiai jegyek és az OSL adatok alapján elvethető.

Legutoljára a recens talaj, Ramann-típusú barna erdőtalaj keletkezett, melyben szintén random módon keveredik a bolygatott és a természetes rész (sob, sobA). Mikromorfológiai képlete indokolja leginkább, hogy genetikailag elválasszuk az árkokban a feküjét képviselő vörösesbarna (vob, vobA) talajtól, pedig ásványtanilag lényegében azonosak. Mikromorfológiai képlete indokolja leginkább, hogy genetikában elválasszuk az árkokban a feküjét képviselő vörösesbarna (vob, vobA) talajtól, pedig ásványtanilag lényegében azonosak. Elkülönülésükért a humusztartalom és az α_2 érték a felelős. A vörösesbarna talajnál gazdagabb humuszban ami a modern szántóföldi művelésnek köszönhető.

Az árkok használatukkor mélyebbek is lehettek, mint a feltáráskor tapasztalt 2-3,5 m, az esetleges lepusztulás mértékéről azonban a szerzők véleménye megoszlik.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr Viczián Istvánnak (MÁFI) az ásványi összetétel szíves meghatározásáért, Dr Szendrei Gézának (Magyar Természettudományi Múzeum) a mikromorfológiai vizsgálatoknál nyújtott hasznos kritikai észrevételekért. Továbbá szeretnénk megköszönni segítségüket Dr Grynaeus Andrásnak (Cincér Bt) a faanyag meghatározásában, Dr Sudárné Svingor Évának (Környezet és Földtudományi Osztály, ATOMKI, Debrecen) a ^{14}C-es kormeghatározásért. A légi felderítés és a későbbi kutatások A Baranya Megyei Múzeumok Igazgatósága által társpályázóként elnyert European Landscapes – Past, Present, Future című EU Culture 2000 pályázat (r.sz.: 2004 – 1495001-001 CLT CA22) keretén belül végezték el. A pályázat társfinanszírozója a Nemzeti Kulturális Alap is volt (6031/0010 és 2731/0009 sz. pályázatok).

Irodalomjegyzék

BERTÓK G., GÁTI CS., & VAJDA O. (2008): Előzetes jelentés a Szemely-Hegyes lelőhelyen (Baranya megye) található neolitikus körárok-rendszer kutatásáról. *Archaeológiai Értesítő* **133**: 85-106. DOI: 10.1556/ArchErt. 133.2008.1.5

BLOTT, S. J. & PYE, K. (2008): Particle shape: a review and new methods of characterization and classification. *Sedimentology 55*: 31-61. doi: 10.1111/j.1365-3091.2007.00892.x

BREWER, R. (1964): *Fabric and Mineral Analysis of Soils.* J. Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydney 470p.

BREWER, R. (1979): Relationships between particle size, fabric and other factors in some Australian soils. *Australian Journal of Soil Research* **17**: 29-41.

BUDAI, T. (ed) (2005): *Magyarország Földtani Térképe 1:100000 sorozat* L-34-61-es (Pécs) térképlap. Magyar Állami Földtani Intézet, 2005.

BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., TRUSINA, T., AQUILAR, J., ALTEMÜLLER, H.J., FITZPATRICK, E.A., KOWALINSKI, S., PANEQUE, G., RUTHERFORD, G.K. & YARILOVA, E.K. (1985): *Handbook for Soil Thin Section Description.* Waine Research Publication, Wolverhampton. 152p.

COURTY, M. A., GOLDBERG, P. & MACHPAIL, R. (1991): *Soils and micromorphology in archaeology.* Cambridge Univ Pr. 344p

DEZSŐ, J., KAPOSVÁRI, F., KOVALICZKY, G., CSABAI, Z., BERTÓK, G., BÓDIS, E. & PÁLL-GERGELY, B., (2008): Geoarchaeological research methods and investigation in the loess covered South-Danubia (Hungary). Landscape Evolution

and *Geoarchaeology. Abstract Book.* Porto Heli (Greece) June 18-21 2008, 14-16.

DEZSŐ, J., RAUCSIK, B. & VICZIÁN, I. (2007): Villányi-hegységi karsztos hasadékkitöltések szemcse-összetételi és ásványtani vizsgálata (Granulometric and mineralogical analysis of karstic fissure filling sediments in Villány Mts., S Hungary). *Acta GGM Debrecina, Geology, Geomorphology, Physical Geography* **2007/2**: 151-180.

GOOSSENS, D. (2008): Techniques to mesaure grain-size distributions of loamy sediments: comparative study oy ten instruments for wet analysis. *Sedimentology* **55**: 65-96. doi:10.1111/j.1365-3091.2007.00893.x

KOVÁCS, J. (2008): Grain-size analysis of the Neogene red clay formation in the Pannonian Basin, *International Journal of Earth Sciences* **97(1)**: 171-178.

KREITER, A. & SZAKMÁNY, GY. (2008): Előzetes tanulmány Szemely-Hegyes és Zengővárkony késő neolitikus (lengyeli kultúra) településekről származó kerámiák petrográfiai vizsgálatáról. *Archeometriai Műhely* **2008/2**: 55-68

MAUZ, B., BODE, T., MAINZ, H., BLANCHARD, W., HILGER, R., DIKAU, R. & ZÖLLER, L. (2002): The luminescence dating laboratory at the University of Bonn: equipment and procedures. *Ancient TL* **20**: 53–61.

MCKEAGUE, J.A. & GUERTIN, R.K. (1982): Fabrics of some Canadian soils in relation to particle size and other factors. *Soil Science* **133.(2)**: 87-102.

P. BARNA, J. (2007): Sormás-Török-földek: a new site of the Lengyel Culture in southern Transdanubia. *In: Kozlowski, J. & Raczky, P. eds., The Lengyel, Polgar and Related Cultures in the Middle/Late Neolithic in Central Europe.* Kraków, 2007, 365-380.

PETHE M. (2007): Szemely – *Hegyes régészeti lelőhely geofizikai vizsgálata.* Közöletlen szakdolgozat. ELTE TTK FFI Geofizikai és Űrkutató Tanszék, 56p.

PODANI, J. (1997): *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe.* Scientia Kiadó, Budapest, 442p.

PODANI, J. (2001): SYNTAX 2000. *Computer program for data analysis in ecology and systematics*. User's Manual. Scientia, Budapest. 67p.

PRESCOTT, J.R., & HUTTON, J.T. (1994): Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements* **23:** 497-500.

ROBERTS H., & WINTLE, A. G. (2001): Equvalent dose determination for polymineralic fine-grains using the SAR protocol: apllication to a Holocene sequence of the Chinese Loess Plateau. Quaternary *Science Reviews* **20**: 859-863.

SZENDREI, G. (2000): Talaj-mikromorfológia. ELTE-Eötvös Kiadó, Budapest, 220p.

SZENDREI, G. (2001): *A hazai talajtípusok mikromorfológiája*. Magánkiadás, Budapest, 163p.

VADAY, A. (ED) (2003): Kronológiai táblák. *In: Visy et al. eds., Magyar régészet az ezredfordulón.* Budapest, 473-477.

WINTLE A.G., & MURRAY A.S. (2006): A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. *Radiation Measurements* **41**: 369–391.

HU ISSN 1786-271X; urn: nbn: hu-4106 © by the author(s)