

A ceglédberceli útbevágás kvarter üledékeinek ásványtani, üledékföldtani és őskörnyezeti vizsgálata

KALMÁR János, KUTI László¹, POCSAI Tamás²

¹Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Budapest, 1143 Stefánia út 14.

²MOL Nyrt., H-1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 18
johannkalmar@gmail.hu, kuti.laszlo@mfgi.hu, tpoasai@mol.hu

Mineralogical, sedimentological and palaeoenvironmental study of Quaternary sediments from Ceglédbercel road cut, Hungary

Abstracts

This study looks at the locality of Ceglédbercel and, using a process of detailed mapping and systematical sampling, describes a 700m-long cut of the nearby road highway 4. The aim of this research was to obtain information about the loess and other overlying sediments on the SW slope of the Kálvin Hill (191.5 m). More precisely, the aim was to examine the mineralogy, the grain-size and distribution of loess particles, the pollen and gastropoda content, the ¹⁴C age and finally, marks indicating the brittle deformation of sediments. The observations focused mainly on the loess-type deposits.

The three outcropping, slightly clayey loess levels (l₁, l₂ and l₃) were separated by two buried, partly eroded palaeo-soil levels (t₁ and t₂). The grain-size distribution of loess levels l₁ and l₃ demonstrated their aeolian character, while l₂ level illustrated the character of the mixed (aeolian-aquatic) sedimentation. By studying the variation coefficients of the grain-size distribution (as mean diameter M_z, dispersion σ, skewness S_k, and kurtosis K_G for several loess levels) it was possible to ascertain that the dust was transported from the east; furthermore, the dust probably originated in barren, frost-shattered Oligo-Miocene sediments, including their finest (clayey) grain-size fractions. Thus the ordered lattice of the clay minerals of the loess may be explained by the “inherited” character of these minerals. At the same time, the deposition of the loess seems to have taken place over a long period of time (especially in the case of level l₃); it was also apparent that the intensity of the deposition was relatively constant, as was the direction of dust-carrying winds.

Given the results of the palaeontological and geochronological data, the evidence suggests that the studied loess column originated approximately 19,780 years ago. Furthermore, it continued to spread over the soil levels of Jászfelső-szentgyörgy (18,500 years ago) and Mende (19,780 years ago), until the last (W₃) cold and dry period of the Pleistocene. The post-glacial ice melting is marked by three coarse sand levels (h₁, h₂ and h₃), while the upper, black soil which covers the non-conforming surface of these sand levels (t₃) was formed during the QC phase of the Early Holocene Climatic Optimum. It is important to notice that the neo-tectonic, brittle deformations (i.e. the lime veins, “dry” joints and micro-faults) stopped below the Holocene/Pleistocene boundary.

Keywords: Ceglédbercel, loess, grain size distribution, mineralogy, pollen, loess-snails, ¹⁴C

Összefoglaló

A Ceglédbercel külterületén négysávosra bővített 4. sz. főút egy 700 m hosszú bevágásán végeztünk részletes szelvényezést és mintavételt. Kutatásaink a Kálvin-hegy (191,5 m) DNy-i oldalán átszelt löszösszlet keletkezésére és korára vonatkoztak. E célból megvizsgáltuk az üledék ásványos összetételét, szemcseméret eloszlását. Vizsgálatainkat pollen-, csigafauna- és ¹⁴C-kormeghatározással egészítettük ki, megfigyeltük a töréses deformációkra utaló jeleket (repedéseket, vetőket), végül az üledékképződést követő (diagenetikus) elváltozásokat.

A vizsgált üledékszelvényből részletesen a lösz és a benne lévő eltemetett talajokat elemeztük meg, de megvizsgáltuk a lösz fedő három folyóvízi homokréteget is.

A vizsgált szakasz három löszréteg között két eltemetett, részben erodálódott paleotalajt tartalmaz. Az alsó l₁ és felső l₃ löszréteg szemcseeloszlása és ásványi összetétele alapján eolikus eredetű, a köztes l₂ szint valószínűleg áthalmazott betelepülés a két talaj között. A szemcseméret és a variációs koeficiens eloszlása alapján megállapítható, hogy a porhullás kelet felől jött, valószínűleg magával hozva az akkor fedetlen, fellazult oligocén vagy miocén agyagos üledékekből származó finom frakciót is. Ez magyarázza a löszben lévő agyagásványok rendezett rácsszerkezetét is.

Ugyanakkor a löszhullás (legalább is a felső I_3 lösz esetében) egy folyamatos, aránylag állandó erősségű és irányítottaságú, földtani léptékben is hosszú történet volt, beleértve a diagenetikus változások nagy részét is.

Az őslénytani-öskörnyezeti adatokat figyelembe véve a feltárt ceglédberceli lösz keletkezése 19 780 évvel ezelőtt kezdődött és a jászfelsőszentgyörgyi (18 500 éves), ill. mendei (16 750 éves) „Dunaujváros–Tápiószőlő” követő utolsó (W_3) hideg és száraz időszak végéig tartott. A glaciális végét jelző olvadás a három homokrétének, az alsó-holocén QC fázisának a homokrétégre települő erdőtalajnak felel meg. Ezen belül a neotektonikus deformáció itt csak a pleisztocén idején működött, kiemelve a Kálvin-hegyet több tíz méterre a környező síkság szintje fölé.

Tárgyszavak: Ceglédbercel, lösz, szemcseméret eloszlás, ásványtan, pollen, löszcsigák, ^{14}C

Bevezetés

A 4. sz. főútvonal modernizációja részeként a ceglédberceli útbevágáson 2004 őszén a földmunkák befejeződtek. Ezáltal kb. 700 m hosszban feltárták a terület üledékeit, amelyből feldolgoztunk és megmintáztunk 655 m rézsűt. A feltárás többi részét eltakarta a szelvény két végére hordott feltöltés.

A feltárás kiértékelése, a mintaanyag elemzése és feldolgozása eredményeként pontosítottuk a terület rétegtani felépítésére, az üledékek ásványi összetételére, szedimentológiájára, a paleontológiai és szénizotóp alapon való korbesorolására és az üledékekben végbement diagenetikus folyamatokra, így az agyagásványokra, a vasfelhalmozódásra és a karbonátokra vonatkozó információkat.

Földrajzi adatok

A feltárás Albertirsa és Cegléd között, Pest megye területén található, ahol a 4. sz. főút átszeli a Gödöllői-dombság legdélibb magaslatának, a Kálvin-hegynek (191,5 m) délkeleti oldalát, a Golyófogó- és a Kisasszony-völgy közötti Nagy-földeken. Itt találkozik a Gödöllői-dombság kistáj a Monor–Irsai-dombság kistájával. Úgy ÉK, mint DNy felé ez az enyhén hullámos dombvidék belesimul a környező Cegléd–Abonyi-síkságba. A dombok teteje sík, közel vízszintes felület, oldalaik max. 5°-os lejtőkkel csatlakoznak a síksághoz, amelynek az átlagos tszf. magassága 100 m körül van. A két „löszdombok közötti korróziós völgy” (KUTI 1973) és a kisebb vízmosások oldalai meredekek, fenekük sík, csak jelentős csapadékhulláskor folyik bennük víz, amely a Gerje-patakban gyűlik össze.

Az útbevágás területén ÉNy-on vegyes lombos erdő, DK-en szántóföldek és szőlők vannak.

Előzmények, földtani kutatástörténet

Ceglédbercel és tágabb környezete földtani kutatása az Alföld agrogeológiai és talajtani felvételezésével kezdődött a 20. század első felében (GÜLL 1907, SÜMEGHY 1952). A területről szórványos nyersanyagkutatási és geotechnikai jelentések ismeretesek (TREITZ 1927, VITÁLIS 1945). Az Alföld rendszeres, sekélyfúrásos földtani térképezése, amely VITÁLIS Sándor irányításával 1950-ben kezdődött, a ceglédi–ceglédberceli területre vonatkozó adatokat is tartalmaz (HAJÓS 1950, ROTARIDESZ 1950, SZUROVY 1951). Ezeket az eredményeket SÜMEGHY (1952) és RÓNAI (1956,

1960) foglalták össze. Mélyföldtani vonatkozásban a környező területről KÖRÖSSY (1953) és JUHÁSZ (1964) publikációit kell megemlíteni.

Kutatási területünkre vonatkoznak a Gödöllői- és a Monor–Irsai-dombvonulat morfológiai és földtani sajátosságait bemutató tanulmányok (BALLA 1959, SCHAREK 1980)

A jelenlegi térképek megszerkesztésére irányuló kutatások a hetvenes évek elején kezdődtek, KUTI 1973, BÓNÉ et al. 1973 és az 1:100 000-es ceglédi lap lezárásával végződtek (KUTI et al. 2000).

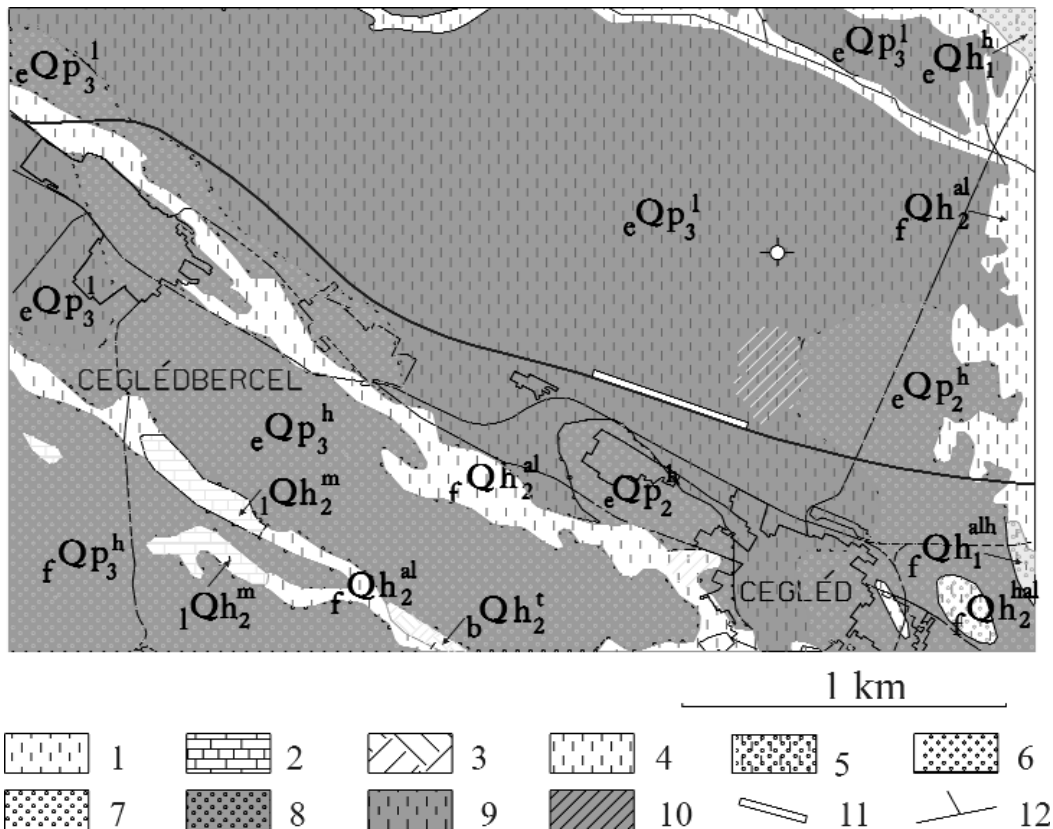
E tanulmányok során az általunk vizsgált szelvény környezetére vonatkozó felszíni–felszínközeli és mélységi rétegsor került bemutatásra. Mivel a domboságot fedő löszös üledékeire vonatkozóan a szerzők csak általános megfigyelésekre szorítkoztak, az útépités lehetőségét biztosított az üledéksor részletes vizsgálatára.

A környező terület földtani felépítése

A ceglédberceli útbevágás az Északi-középhegység előterében lévő legdélebbi dombvonulat része, amelynek a triász korú aljzata a gödöllői és a tóalmási szénhidrogén-kutató mélyfúrásokból ismeretes. Erre valószínűleg jura szürkészöld agyagpala, felső-kréta vörös és szürke homokkő települ, majd a ceglédi fúrásokból ismert paleogén vörös konglomerátum, a gödöllői fúrásokban azonosított oligocén szürke márga, valamint a badeni–szarmata homokos durvamészkö, riolituffás betelepülésekkel. A környező fúrásokban a pannóniai rétegsor 1 000 m vastagságot is elér (KÖRÖSSY 1953).

A kvarter közvetlen fekéje a Jászkisér Jk–1 fúrásban elkülönített homokos–lignitcsíkos felső-pliocén, amelyet SZENTES (1958) „Gödöllői Homok”-nak írt le. A ceglédberceli Domszél alatti szürke, finomhomokos agyag, „mocsári szintekkel” (lignitcsíkok) és az alatta lévő homok is a felső-pannóniai feltárása (HAJÓS 1950), amelyet a későbbiekben nem találtak meg, még a térképező fúrásokban sem.

A Cegléd 1:100 000-es térkép alapján (1. ábra) itt, az útbevágás területén a kvarter vastagsága kb. 200 m, de a 2007-es kéziratost kvartervastagsági térképen ez mindössze 20–30 m. Ebben, a rétegsor felső harmadában van a feltárt lösz és futóhomok. A 100 000-es térkép fúrásaiban a lösz futóhomokra települ és a sík területen 3–6 m vastag, de a domboságon eléri a 20 m-t és a fúrásokban egy vagy két vörösesbarna eltemetett paleotalaj jelenik meg. A lösz egy 1–2 m vastag homoklepel takarja, fekete talajosodott fedőréteggel.



1. ábra. Ceglédbercel és környéke földtani térképe (KUTI et al. 2000 térképei után)

Holocén: 1 – Recens kőzetlisztes alluvium, 2 – Tavi mészisap, 3 – Tőzeg, 4 – Ártéri síkság kőzetlisztes üledéke, 5 – Alsó terasz kőzetlisztes-homokos üledéke, 6 – Futóhomok, 7 – Folyóvízi homok, Felső-pleisztocén: 8 – Fluvio-aeolikus homok, 9 – Löss, 10 – Szikes területek, 11 – A ceglédberceli útbevágás, 12 – A fontosabb úthálózat

Figure 1. Geological map of Ceglédbercel and environs after KUTI et al. (2000)

Holocene: 1 – Recent silty alluvia, 2 – Lacustrine limy mud, 3 – Peat, 4 – Floodplain with silty sediments, 5 – Lower terrace silty-sandy sediments, 6 – Wind blown sand, 7 – Fluvial sand, Upper Pleistocene: 8 – Fluvio-aeolian sand, 9 – Loess, 10 – Soda salty terrains, 11 – The Ceglédbercel road cut, 12 – Main road network

A ceglédberceli útbevágás képződményei

Az útbevágást a Kálvin-hegy DNy-i lábánál, a 4-es főút két oldalán ásták ki. A feltárás ÉNy-i oldalát szelvényeztük, a műút szintje és a bevágást megelőző erdőirtás és termőtalaj-lehordás szintje között (2. ábra). Az így kapott rézsű magassága 2–5 m közötti volt, dőlése 35–40° DK irányban. Az útbevágás a lösz rétegsor felső 4,5 m-es részét, az ezt fedő homokrétegeket és a homokot borító sötét színű talajréteget tárta föl.

Feltárt rétegsor:

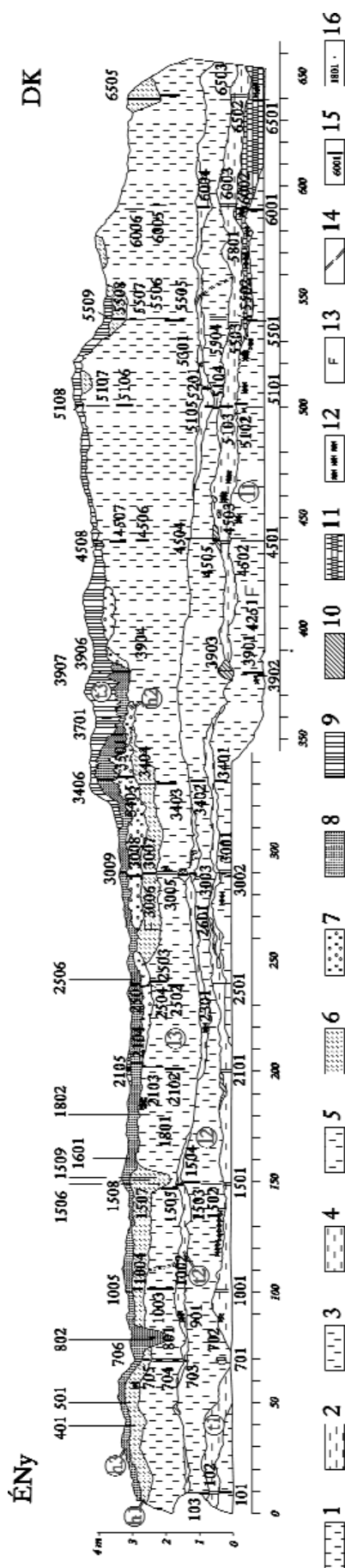
Löss. A löszön belül két paleotalajszint három löszréteget különít el, a következő sorrendben:

Alsó lösz (I_1). Csak részben van feltárva, ott, ahol az alsó paleotalaj nem fedi le, így 0–67 és 213–660 m között. Az útbevágás által feltárt szürkésárga–fakósárga vagy világossárga, helyenként piszkosfehér, tömeges, kemény lösz vastagsága 1 m körül van. A fedő t_1 paleotalaj alatt 0,1–0,5 m-re gyakran találunk mészkonkréciókat, így 380, 410, 430, 440, 455 és 590 m-nél. 535 m-től a feltárás végéig a löszben egy fakósárga vagy sárga, pados elválású, kemény, karbonátban gazdag zóna jelenik meg, amely eléri a 0,8 m vastagságot. 410–418 m között a löszben nagy mennyiségű,

kis méretű csigahéj halmozódott fel (4251. minta). 480 m-nél a t_1 -ből eredő, mészporral kitöltött gyökérszemek láthatók. 500 m-nél a fölötte lévő t_1 -ből vöröses, nyelvzerű repedéskitöltések hatolnak be a löszbe (fagyhatás?). 590 és 640 m-nél 3–5 cm átmérőjű járatok (krotovinák) vannak, mészporral és barnás színű kőzetliszttel kitöltve. A lösz és a felette lévő t_1 között az átmenet nagyrészt folyamatos.

Alsó talaj (t_1). A 66–73 m-es és a 355–386 m közötti megszakításoktól eltekintve folyamatosan követhető a 0,6–0,8 m vastag, csokoládébarna, sötét vörösesbarna vagy vörös színű, kemény, morzsás szerkezetű eltemetett talaj, amely hullámosan fedi az alatta lévő löszréteget. A talajréteg felső és középső részében 186–200 m, 247–269 m és 436–460 m között jól kirajzolódó, sötét vörösesbarna lencsék jelennek meg, 480 m-nél vasborsókkal. 86, 150 és 457–472 m között a talaj fedőjében és az alján mészkonkréciók, 330 és 440 m-nél mészerek láthatók. 480–500 m között a talaj pados elválású, harántrepedésekkel. Felső határán helyenként kemény, tömör, vöröses limonitkéreg jelenik meg.

Középső lösz (I_2). Végig követhető a feltárás egész hosszában. A sárga, szürkésárga, tömör, az előbbinél könnyebb, lazább lösz vastagsága 0,3–1,6 m között változik; a legvékonyabb 290 m-nél. 68–72 m között egy 0,4 m



2. ábra. A ceglédberceli útbevágás részletes szelvénye

1 – Alsó (t_1) talaj, 2 – Alsó (t_1) lösz, 3 – Középső (t_2) lösz, 4 – Felső (t_3) talaj, 5 – Felső (t_3) lösz, 6 – Alsó (t_1) homokréteg, 7 – Középső (t_2) homokréteg, 8 – Felső (t_3) talaj, 9 – Felső (t_3) talaj, 10 – Vasas impregnáció, 11 – Karbonátos zóna, 12 – Mészkonkréciók, 13 – Csigaházak, 14 – Mikrovető, 15 – Részinta, 16 – Pontszerű minta

Figure 2. Detailed section of Ceglédbercel road cut

1 – Lower (t_1) loess, 2 – Lower (t_1) soil, 3 – Middle (t_2) loess, 4 – Middle (t_2) soil, 5 – Upper (t_3) loess, 6 – Lower (t_1) sand level, 7 – Middle (t_2) sand level, 8 – Upper (t_3) soil, 9 – Upper (t_3) soil, 10 – Iron bearing zone, 11 – Carbonate rich zone, 12 – Lime concretions, 13 – Snail shells, 14 – Micro-fauna, 15 – Cut sample, 16 – Punctual sample

vastag, lencse lakú, vörösesbarna talaj települ bele. 264 m-nél mészpórral kitöltött pórusok, 640 m-nél mészlepedék látható. 551–558 m között négy, alul elágazó, 25–30°-os keleti dőlésű, 15–20 cm elvetésű, párhuzamos karcokkal fedett dörzstükrő követhető, amelyek közelében a lösz megkeményedett és tömörült. Az t_2 löszréteg átmenete a felette levő t_2 talajba 5–20 cm-es sávban folyamatos.

Középső talaj (t_2). Az előbbinél vékonyabb, max. 0,5 m vastag, fakó vörösesbarna vagy barnászvörös, helyenként szürkés, kemény, morzsás, lencsés kifejlődésű talaj, amely 31–42 m, 50–58 m, 173–196 m, 320–462 m és 612–660 m között hiányzik. 70 és 510 m-nél szenesedett növénytöredékek, 286 m-nél, 296–300 m között és 540 m-nél a fedőhöz közel három sötét vörösesbarna vas-oxidos lencse jelenik meg. A talajban mészkonkréciókat 86 és 230 m-nél, mészlepedéket 540 m-nél találtunk. 530 m-nél a fekéhez közel 2–30 cm átmérőjű, „breccsás” üregkitöltések (krotovinák?) láthatók, 0,5–2,0 cm-es szenesedett gyökérmaradványokkal, meszes kérgű löszdarabokkal, barnászvörös agyagok mátrixban. 113–114 m között a talaj fedőjét egy 25–30° keleti dőlésű, dörzstükrös, normál vető kb. 5 cm-el keleti irányba elveti. Egy hasonló vető, 30° keleti dőléssel, 4 cm elvetéssel 530 m-nél jelenik meg és folytatódik az t_3 löszben is.

Felső lösz (t_3). Homogén, egyenletes kifejlődésű, sárga vagy világossárga, kemény, átlagosan 1,4 m, max. 1,8 m vastag réteg, csak a 79 m-nél és 152 m-nél bemélyült „meder” alatt vékonyodik el 0,2 m-re. Szövete tömeges, felső felében enyhén rétegzett, csillámos, diffúz homoklencsékkel, 192–194 m között két vörösbarna vas-oxidos lencsével, 174, 180, 183–187 m között a felső részében, közvetlenül a t_2 talaj alatt apró mészkonkréciókkal, 680 m-nél mészfoltokkal. 110–113 m között a lösz egy 20–25° keleti dőlésű dörzstükrös vető szeli át, amely a fölötté levő homokrétegben nem folytatódik.

Az t_3 lösz a t_2 talajra vagy közvetlenül az t_2 löszre települ, egy élesen kirajzolódó, eróziós felület mentén. A lösz fedője szintén egy hullámos, eróziós felület 5–15 cm-es, de két helyen 1 m-t is meghaladó árkos mélyedésekkel. A szintet fedő t_1 homok pár cm vastag, megkeményedett, kissé vöröses színű felületre rakódott rá.

Homok. A löszet lencsés kifejlődésű, három rétegből álló homoklepel takarja a következőképpen:

Alsó homokréteg (h_1). Az útbevágásban ez a legnagyobb kiterjedésű homokréteg, 5–76, 83–160, 249–355 és 633–649 m között. Vastagsága 0,3–0,6 m között változik, de egyes helyeken, így a 144–158 m közötti mélyedésben eléri az 1,3 m-t. A homok az t_3 lösz eróziós, részben oxidációs kéreggel borított felületére települ, fedőjét a t_2 homokréteg, vagy a t_3 talaj képezi.

A h_1 homokréteg első 10 cm-es része finomszemcsés, tömeges, világos színű, amelyben 150 m-nél egy durvább, sötétbarna, agyaggal és limonittal kötött lencse jelenik meg, alatta egy 40 cm-es kőzetlislencsével. A 249–355 m-es szakaszban a homok színe fokozatosan a barna, rozsdabarna árnyalataiba megy át. Megjelenik a rétegzettség, a csillámlapocskák és a szint legalján elszórtan 2–4 mm-es kvarc

gyöngykavics-szemcsék (290 m), ép és töredezett csigahéjakkal (290 és 330 m, 3009. minta).

Középső homokréteg (h_2). Egyrészt lencses kifejlődésű (203–255, 264–368, 395–420, 505–556 és 562–579 m között), másrészt több helyen lepusztult, ezért nem képez folytonos réteget. Anyaga a h_1 -nél kissé finomabb és homogénebb, finoman rétegzett homok, színe barna, sárgásbarna, de összességében a sárgás árnyalat dominál. 240 m-nél (2504. minta) sötétbarna, centiméteres, hullámosan réteges homoklencsék jelennek meg, fekete, humuszos kötőanyaggal.

Felső homokréteg (h_3). Csak a bevágás középső részén jelenik meg, 268–384 m között, 0,3–0,6 m vastagságban. Az l_3 löszre és a h_2 homokrétegre települ, az utóbbira egy igen egyenetlen eróziós felület mentén. Az előzőnél kissé durvább, sötétebb színű, barna, rozsdabarna árnyalattal. A homok 330 m-nél csillámos, 354 m-nél réteges, mindkét helyen limonittal, humusszal és agyaggal kötött.

Felső talaj (t_3). Részben a földmunkák, részben a természetes erózió miatt csak két foltban látható, 6–270 és 310–550 m között. Vastagsága 20–40 cm között változik. Az l_3 lösz és mindhárom homokréteget lefedi egy eróziós felület mentén, amely a h_3 homokréteg esetén igen komplikált formákat ölt, szűk, tekervényes csatornákat és domború gerinceket. Anyaga nagyon változatos, az agyagos kőzetlisztől a durva szemű homokig. Jellegzetes a sötét szín: sötétbarna, csokoládébarna, fekete, gyakorta igen erősen kötött, tömeges vagy lencsesen rétegzett, apró mészkonkréciókkal (185 m), gyökérnyomokkal (440–500 m között). Fontos megjegyezni, hogy a recens talajréteget, amely 20–40 cm vastag, morzsás, fekete csernozjom volt, a bevágás egész területéről eltávolították, ugyanis ezzel az anyaggal füvesítették a rézsűt.

Az üledékeken végzett anyagvizsgálatok eredményei

Jelen kutatásaink során ásványtani, szemcseméret-eloszlás, paleontológiai vizsgálatot és ^{14}C kormeghatározást végeztünk.

Ásványtan

Az üledékek ásványtani összetételét optikai és pásztázó elektron mikroszkóppal, valamint egyes mintákon röntgen-diffrakciós analízissel határoztuk meg.

A lösz ásványi összetétele

Az l_1 löszréteg szögletes, <0,05 mm-es kvarc- és kalcium-szemcsékből, alárendelten földpáttörödékekből, kilúgozott muszkovit- és kalcium-szemcsékből, limonitosodott biotitból álló, pelyhes agyagásványokkal kötött aleurit, kb. 20% finoman hintett, mikronos nagyságú karbonátszemcsékkel, amelyek helyenként 0,03–0,05 mm-es mikropátitos, kerekded fészkekbe tömörülnek (I. tábla, 1. kép). A löszben helyenként diffúz, szabálytalan, 0,1–0,4 mm-es, vörösbarna limonitos zóna látható, erekkel, 0,01–0,03 mm-es, gömbölyded limonit-göbcecsekkkel, amelyek felülírják a karbonátfészkeket (I. tábla, 2. kép). A mintában számos, szabálytalan, 0,01–0,03 mm-es pórus, valamint néhány 0,3 mm körüli kerekded szelvényű csatorna található, amely körül a szemcsék átrendeződtek és a karbonát feldúsult. Ezek valószínűleg hajszálgyökérnyomok.

Már 32–64-szeres nagyításnál látható, hogy a kvarc- és kalcium-szemcsék éles peremű, szabálytalan pikkelyeket vagy szögletes lapokat képeznek. A pásztázó elektronmikroszkópos képeken e szemcsék repedésekkel, gyakran fűrészes éllel, felületükre tapadt agyagásvány-lemezekkel jelennek meg. Láthatók a VELICHKO & TIMIRIEVA (1995) által leírt deráziós barázdák amelyek szerintük 10–12 m/s szélesség esetén jelentkeznek. Ugyancsak megfigyelhetők az általuk leírt, homokszemcsék koptatására utaló barázdák és lesimított éllel a löszben lévő durvább frakciók kvarc- és kalcium-szemcséin (II. tábla, 4. kép).

Az agyagásványok különálló, 1–3 μm -es, kerekded vagy szíriomszerű lemezeket képeznek vagy 5–10 μm -es, gumós halmazokba tömörülnek.

A röntgen-diffrakciós vizsgálat alapján (II. táblázat) az l_1 löszrétegből vett minták 4–11% montmorillonitot, 9% illit-montmorillonit kevert szerkezetű agyagásványt, 7% illitot, 1% kaolinitet, 4% kloritot, 37–45% kvarcot, 6–9% földpá-

I. táblázat. Löszök mintáinak variációs koefficiensei. A paramétereket FOLK-WARD-módszerrel számítottuk ki, φ egységekben

Table I. The variation coefficients of loess levels. The parameters were calculated in φ values, using FOLK-WARD method

T.összint		l_1			l_2			l_3			Összes löszréteg		
Paraméterek		min	közép- érték	max	min	közép- érték	max	min	közép- érték	max	min	közép- érték	max
Minták száma	N	13			6			26			39		
Medián, mm	φ_{50}	0,010	0,038	0,058	0,008	0,018	0,050	0,009	0,043	0,058	0,008	0,037	0,058
Közepes szemcseméret	Mz	5,465	6,332	7,191	6,076	6,896	7,389	5,208	6,106	7,271	5,208	6,303	7,389
Szórás	σ	2,106	2,619	3,184	2,505	2,870	3,473	2,118	2,544	3,052	2,106	2,619	3,473
Ferdeség	Sk	0,950	0,663	0,204	0,878	0,338	0,085	1,014	0,724	0,283	1,014	0,644	-0,085
Csúcsosság	K_{ii}	0,603	1,068	1,295	0,509	0,776	1,274	0,509	1,061	1,463	0,509	1,019	1,463

Horizontal bare: Loess level; l_1 , l_2 , l_3 , All of loess levels (minimal, mean and maximal values).

Vertical bare: Parameters; Number of samples; Median, in mm; Mean grain size; Dispersion; Skewness; Curtois.

II. táblázat. Löss és eltemetett talajminták röntgendiffrakciós vizsgálatának eredménye (%)
 Table II. XRD results of loess and buried soil samples in percentage

Minta	montmorillonit	illit-montmorillonit	illit	muszkovit	kaolinit	klorit	kvarc	káiföldpát	plagioklász	kalcit	dolomit	amfibol	hematit	goethit	pirit	amorf fázis
I ₁ lösz																
3901	4	9			1	4	37	3	3	23	13					3
4501.	11		7			4	45	2	7	13	1	1		5		4
4502.	2	2	9			4	35	2	6	26	10		1			3
t ₁ talaj																
2101.	5	3		7	2	4	41	2	5	24	2				1	4
3002.	3		8			4	26	2	3	46	8					
I ₂ lösz																
2601.	13	3	8			4	52	4	4	4		1	2	2		4
t ₂ talaj																
3003.	12	2	7			3	54	3	7	5		1		2		4
5103.	12		7			6	43	3	6	24	3		2			4
I ₃ lösz																
5107.	2			8 (2M ₁)		4	41	1	2	29				2		3

tot, 13–23% kalcitot, 13% dolomitot, 1% amfibolt, 5% goethitet és 3-4 röntgenamorf fázist tartalmaznak (3901. és 4501. minták).

A 450–600 m alatt feltárt kemény, pados üledék anyaga meszes aleurit, A fő törmelékes ásvány a kvarc, kevés plagioklással és mikroklinnal. A kvarc itt is kevés szegletes, élein koptatott, 0,02–0,08 mm-es szemcséket képez. A nagyrészt bontott muszkovitlapocskák mellett kevés biotit, amfibol és közettörmelék (szericites kvarcit, kova) azonosítható, összesen kb. 40%-ban.

Az alapanyag gyenge kettőtörésű agyagásványokból és fészkeket képező mikronos nagyságrendű karbonátszemcsékből áll, kevés rozsdás színézéssel és 0,02–0,04 mm-es limonitgöbcecsekkkel. Ebben az alapanyagban helyenként 0,03–0,05 mm-es kalcitromboéderek láthatók, valamint 0,01–0,05 mm-es, szabálytalan alakú pórusok. Egy nagyságrenddel nagyobb, 0,5–1 mm átmérőjű pórusok (gyökércsatornák) is jelen vannak, alakjuk ovális vagy szögletes-szabálytalan, belső faluk sima, körülöttük az alapanyag tömörebb és karbonátban gazdagabb. Az elektronmikroszkópos felvételeken a karbonát sajátalakú, romboéderez szemcséket képez, lemezes agyagásványokkal (II. tábla, 6. kép).

A 4502. minta röntgendiffrakciós elemzése a következő ásványi összetételt eredményezte. Montmorillonit 2%, illit-montmorillonit kevertszerkezetű agyagásvány 2%, illit 9%, klorit 4%, kvarc 35%, földpátok 8%, kalcit 26%, dolomit 10%, hematit 1%, röntgenamorf fázis 3%.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a típusos és a

karbonáttal hintett lösz ásványi összetétele között, a karbonátok részarányán kívül nincs lényeges különbség.

A löszrétegben — a meszes, pados résztől eltekintve — irányítottság vagy rétegződés se makroszkópos, se mikroszkópos szinten nem észlelhető, a gyökércsálak körül megmaradt mészyűrű pedig azt igazolja, hogy az üledék eredeti szerkezete és szövete érintetlen.

Az I₂ löszréteg ugyancsak 0,1 mm-nél kisebb, éles kvarcszilánkokból, kis mennyiségű mikroklinból, bontott, ~0,12 mm-es muszkovitlapocskából és opak ásványokból áll, 45–70% gumós szövetű alapanyaggal. Ez utóbbi mikronos méretű agyagásványokból, szilánkos kvarcból és fészkeket képező, sajátalakú karbonátszemcsékből áll. A limonit egyes minták esetében jelentős mennyiségben van jelen, 0,2 mm-es fészkeket képezve.

A 2601. minta ásványi összetétele a röntgendiffrakciós analízis alapján a következő: montmorillonit 13%, illit-montmorillonit kevertszerkezetű agyagásvány 3%, klorit 4%, kvarc 52%, földpátok 8%, kalcit 4%, amfibol 1%, hematit 1%, goethit 2%, amorf fázis 4%.

A második löszben helyenként a szövet réteges, a csiszolatokban irányított muszkovit látható és a karbonátnak az eloszlása is sávós. Nem zárható ki, hogy e réteg áthalmozott jellegű. Itt is megjelennek a 0,3–1,5 mm átmérőjű, hengeres vagy csillagszerű, esetenként deformált gyökérnyomok és sok mészkonkrécio, max. 15%-ban 0,02–0,15 mm-es törmelékes szemcsékkal (kvarc, plagioklász, biotit), irányított, 0,5×0,08 mm-es csigahéj-töredékekkel (I. tábla, 5. kép). A

karbonát 1–3 µm-es, részben sajátalakú szemcsékből áll, 0,1–0,2 mm-es átkristályosodott mezőkkel. Látható a kvarc-szemcsék éleinek a koptatottsága, a kvarcra rakódó kovagumók és az alapanyagban azonosíthatók a lemezes illit és a lepszzerű, szabálytalan montmorillonit valamint néhány sajátalakú kaolinit is.

A harmadik löszréteg tetejéből vett 5107. minta összetétele, röntgendiffrakciós vizsgálat alapján a következő: montmorillonit 2%, 2M₁ politípusú muszkovit 8%, klorit 4%, kvarc 41%, földpátok 3%, kalcit 29%, goethit 2%, amorf fázis 3%.

A kvarc itt is pikkelyszerű, éles-fogas szemcsékben jelenik meg (II. tábla, 2. kép), fagyási repedésekkel és deráziós barázdákkal (II. tábla, 3. kép).

Az I₃ lösz nagy része tömeges, helyenként oszlopos elválású. A vékony gyökérszálak helyén maradt üregek, az üregek körüli szemcse-átrendeződés, a lemezes ásványok „kártyavár” szerkezete (II. tábla, 1. kép) egyértelműen az eredeti üledék bolygatatlanságát bizonyítja. Kivétel ez alól a 450–600 m közötti szakasz legfelső része, ahol enyhe irányítottág és szabad szemmel is észlelhető csillámfeldúsulás jelenik meg. Itt, a feltárt réteg legtetején valószínű a (rövid távon történt) átrendeződés, lemosódás.

Ezek alapján látható, hogy a három löszréteg egyveretűségén belül észlelhető különbségek vannak egyes ásványi komponensek megjelenése-részaránya és a szerkezeti-szöveti sajátosságok szintjén.

Az eltemetett talajok ásványi összetétele

A t₁ talaj ásványi összetétele a 2101. röntgendiffrakciós minta alapján ismert. A minta 8% montmorillonitot, 3% illitet, 7% muszkovitot, 2% kaolinitot, 4% kloritot, 41% kvarcot, 7% földpátot, 24% kalcitot, 2% dolomitot, 1% piritet és 4% amorf fázist tartalmaz.

Az eltemetett talajréteg fekjéhez közel több mészkonkrécio jelenik meg, 3–6% pátos kalcitkiválással (I. tábla, 3. kép). Az opak szemcsék között néhány, max. 0,6 mm-es, barna gombafonál és egy lencsés gombaspóra látható (I. tábla, 4. kép) valamint sok, finom agyaggal kitöltött száradási repedés.

Egy hasonló mészgumó ásványi összetétele a 3002. minta röntgendiffrakciós elemzése alapján 3% montmorillonit, 8% illit, 4% klorit, 26% kvarc, 5% földpát, 46% kalcit és 8% dolomit.

A t₂ talaj kissé homokos, keményebb részéből vett 901. minta tömeges aleurit, vörösbarna, agyagos-karbonátos, limonittal erősen színezett alapanyaggal. A 3405. minta fő agyagásványa a montmorillonit, amely 4–5 µm-es, részben sajátalakú, csipkés szélű lemezeket képez (II. tábla, 5. kép). Az üledékben diffúz, sötétbarna (humuszos?) foltok és növénytöredékek jelennek meg.

A mintát hengeres vagy szabálytalan, 0,5–1,5 mm átmérőjű, részben karbonáttal kitöltött pórusok (valószínű, gyökérnyomok) szelik át, körkörösön tömörödött, sugaras szerkezetű, világosbarna, max. 0,5 mm széles szegéllyel (I. tábla, 7. minta).

Két röntgendiffrakciós minta (3003. és 5103.) össze-

tétele a következő: 12% montmorillonit, 2% illit-montmorillonit kevertszerkezetű agyagásvány, 7% illit, 3–6% klorit, 43–57% kvarc, 9–10% földpát, 5–24% kalcit, 3% dolomit, 2% hematit, 4% amorf fázis.

A második talaj alján is sok mészgumó jelenik meg, köztük a 2301. mintában a mikritben 0,3 mm-es, mikropátitos, átkristályosodott zónákkal.

A két talaj és a lösz ásványi összetétele között lényeges különbség nincs, gyenge agyagásvány-feldúsulással, humuszos foltokkal, karbonáttal kitöltött gyökérszálakkal. Az elektronmikroszkópos felvételekben látható fodros-redőnyös montmorillonit a talajokban végbemenő agyagásvány-degradációra utal.

E két eltemetett, csonka talajszelvény, mikromorfológiai és ásványtani sajátosságai alapján a barna erdőtalajok alsó (agyagbemosódásos, ill. vasakkumulációs) szintjeihez hasonlítható, amelyben esetenként foltokban (hajdani vizes helyek alatt) a mészfelhalmozódás is tetten érhető (90, 300, 350, 390 és 510 m).

A t₃ talajréteg, amely a feltárt szelvény tetején fekszik, színben is, szemcseeloszlásban és főleg ásványi összetételében különbözik a löszbe betelepült talajoktól. A legfelső talajban keményebb, homokkőszerű lencsék vannak, pl. a 3507. mintában.

A 3507. minta 65%-át 0,08–0,35 mm átmérőjű kvarc-szemcsék képezik, amelyek nagyrészt éleiken koptatott, poliédres alakúak. A többi ásvány 5%-ot képvisel: gyengén szericitesedett plagioklász, üde mikroklin, hornblende, augit, cirkon, kevés üde muszkovitlapocskák. A közettörmelék kb. 10%: jól legömbölyített csillámos kvarcit, bontott vulkáni kőzet, szericites kvarcit, vas-oxidos kova, vörös, finomszemcsés homokkő. Szórványosan található még a pátos és a mikrites mészkő és néhány éles csigahéjtöredék.

A homok ásványtani összetétele

A szelvényben elkülöníthető három homokréteg ásvány-kőzettani szempontból meglehetősen egyveretű. A közöttük lévő különbség egyrészt a kvarc-szemcsék morfológiája, másrészt a földpát részaránya, a járulékos ásványok és a közettörmelék között mutatható ki.

A h₁ réteg kvarc-szemcséi jól és közepesen kerekítettek, nagymértékben koptatottak, ugyanakkor az eredeti koptatott szemcséken lemezes fellazulás és másodlagos kovakicsapódás látható. A földpátok részaránya csekély, úgyszintén a járulékos ásványoké és a közettörmeléké, amelyeket kevés bontott vulkáni kőzet- és homokkőszemcsé képvisel. A réteg alján a gyöngykavicslemek mellett több helyen 1–5 mm-es áthalmozott löszklasztok láthatók.

A h₂ homokréteg kvarc-szemcséit a változatos szemcseméret és alakzat jellemzi. A vizsgált csiszolatokban jelen van a 0,2–0,3 mm-es, közepesen koptatott, poliédres alakú és a 0,08 mm-nél finomabb, éles, szilánkos szemcsékből álló frakció. Kevés a földpát, viszont jelen van a zöld, üde hornblende (I. tábla, 6. kép), változatos járulékos ásványok és közettörmelék jelenik meg, így az 1509. mintában, amely a kvarc-szemcséken kívül földpátokat (plagioklász, néhány ellipszoid-alakú mikroklin), néhány amfibolhasábot, augi-

tot és szórványos muszkovitlapocskákat tartalmaz. A 10%-ot kitevő kőzettörmelék összetétele bontott savanyú vulkáni kőzet, bontott bázikus vagy intermedier üveg, kovás homokkő, szericites pala, néhány mikrites mészkőszemcse (valószínűleg mészkonkrécio töredéke). A kötőanyag agyagos aleurit, humuszos, ill. limonitos színeződésű.

A metamorf kőzetekből jövő kvarcsemcsék nagy része eredetileg jól legömbölyített volt, amely későbbi, lemezes kioldást szenvedett (II. tábla, 7. kép).

Végül a h_3 réteg vegyesen tartalmazza a lekerekített, deráziós és szegletes kvarcsemcséket (II. tábla, 8. kép), felületükön kioldásokkal, kovakicsapódással és száradási repedésekkel. A földpát részaránya eléri a 15%-ot. Több mintában, pl. a 3009. minta 0,3–0,5 mm-es frakciójában a szemcsék 60–65%-át a nagyrészt több kristályegyedből álló, jól vagy közepesen koptatott, gömbölyded kvarcsemcsék képezik, amelyhez a 10–15%-ban megjelenő földpát járul: szericitesedett, savanyú plagioklász és mikroklin, Szórványosan találunk biotitlapokat, hornblende- és piroxén-szemcsék töredékeit, néhány szem gránátot és turmalint. A kőzettörmelék részaránya eléri 20%-ot.

Az ásványtani vizsgálat arra enged következtetni, hogy a homokszemcsék némileg különböző helyekről (idősebb homokos üledékek más-más szintjeiből vagy feltárásaiból) származnak. A h_1 rétegben a fellazult szerkezetű kvarcsemcsék fagyhatásra, míg a h_3 réteg repedezett szemcséi erőteljes kiszáradásra utalnak. Mindhárom réteg szemcséin jelen vannak a víz által okozott kioldások nyomai, és kovakicsapódások figyelhetők meg rajtuk.

Szemcseméret-eloszlás

A ceglédberceli útbevágásból vett mintákon az üledékek szemcseméret-eloszlását szitálással és a 0,06 mm alatti frakciókat nedves (KÖHN) módszerrel vizsgáltuk meg a Magyar Állami Földtani Intézet Szediment-laboratóriumában. Szemcseméret-eloszlás szempontjából a löszök, a talajok és a homokszintek között jelentős különbség mutatkozik. A szemcseeloszlás jellegében a szelvény hosszanti irányában is kimutathatók bizonyos változások.

A löszrétegek szemcseméret-eloszlása

Lösz. A három löszréteg szemcseméret-eloszlása első nézetre egyveretűnek tűnik, mivel a frakciók látszólag egyenletesen oszlanak el a legfinomabb agyagtól a durva homokig. Valójában a szintek között jelentős különbség van a löszre nem jellemző agyagfrakció, illetve a homokfrakció részarányát illetően. A különbség még evidensebb, ha ezeket a lösz jellegzetes szemcsefrakciójához, a 0,02–0,06 mm-es durva kőzetliszt részarányához viszonyítjuk. Ha csak az átlagot nézzük, látható, hogy az l_2 szint jelentősen különbözik a másik kettőtől, oly annyira, hogy az üledék löszjellege is megkérdőjelezhető. A homoktartalom alapján az l_1 és l_3 között is van különbség, az utóbbi lényegesen homokosabb.

A három szint közötti, keletkezési okokra vezethető különbségeket a szemcseeloszlások variációs koefficiensének összehasonlítása alapján lehet számszerűsíteni. Ezeket a kummulatív szemcseeloszlások paramétereinek alapján a FOLK-WARD (1957) módszerrel számítottuk ki.

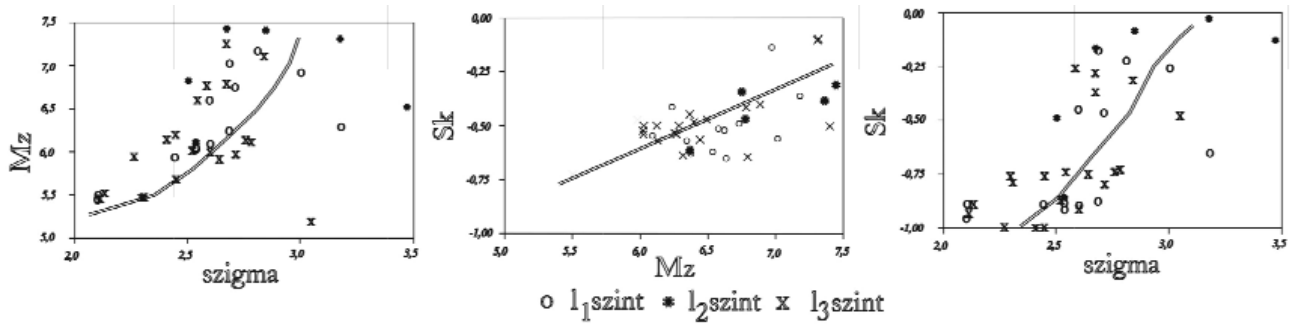
A medián (ϕ_{50}) a minta 50%-nak megfelelő szemcseméret, amely az üledék jellegét meghatározza. A lösz esetében a medián egyértelműen a durva kőzetliszt (0,02–0,06 mm; 4,1–5,6 ϕ) tartományába kellene, hogy essen, ami az l_1 és l_3 szintek mediánja a finom kőzetlisztbe esik. Ennek ellenére a közepes szemcseméret (M_z) az összes löszmintánál a *finom* kőzetliszt tartományában, 0,008 és 0,015 mm (6,106–6,986 ϕ) között van. Mind a két paraméter a szállító közeg energiáját jelzi: az eolikus üledékek esetében a szemcséket még lebegtetni bíró szél energiájának a határértékét (FAROUK & SELIM 2001).

A szórás (σ) a közepes szemcsemérettől való eltérést fejezi ki, tehát az osztályozás mértékét, a szállító közeg fluktuációjának függvényében. Fontos megfigyelés, hogy a finom szemű üledékek esetében az osztályozás mértéke igen csekély. A berceli lösz esetében is így van, szignifikáns különbség csak az l_2 szint esetében mutatkozik ($\sigma = 2,87 \phi$) a többi szinthez viszonyítva ($\sigma = 2,54$ – $2,62 \phi$).

A szemcseeloszlás ferdesége (S_k) a szemcseméretgyakorisági görbéjének szimmetriáját, ill. aszimmetriáját fejezi ki. Mind a három löszszint mintánál negatív ferdeségi értékek jelennek meg, ami azt jelenti, hogy az üleptető közeg mozgási energiája hosszabb ideig volt nagyobb az átlagnál (BINDA 1983). A három réteg közül a szimmetrikus eloszláshoz az l_2 szint áll legközelebb ($S_k = -0,238$), a másik két rétegnél „nagyon negatív” jellegű ($S_k < -0,3$) az aszimmetrikus eloszlás.

Végül a csúcosság (K_G) értéke alapján is jól elkülöníthető az l_2 szint lapos szemcseeloszlási görbéje ($K_G = 0,776$), a többi szinttől, amelyek közel normális eloszlásban jelennek meg. Ez ellentétes a ferdeség kiszámított értékeivel, amely egyértelműen aszimmetrikus eloszlást mutatott ki. Ilyen ellentmondásos esetben feltételezhető, hogy az üledékképződéshez több tényező is közreműködött, pl. az eolikus üledék esetenként vízben szállított üledékkel keveredett (MOLNÁR 1981).

A FRIEDMAN (1976) által a homokos üledékekre ajánlott diszkriminációs diagramok (M_z/σ , S_k/M_z , S_k/σ és S_k/K_G) közül az első háromnál mutatható ki egy korrelációs tendencia, főleg az l_3 szint esetében. Ezek szerint a szórás és a csúcosság az átlagos szemcseméret csökkenésével arányosan növekszik (3. ábra), ami a levegőből leülepedő por esetében kézenfekvő. Másrészt a közepes szemcseméret és a szóródás, ill. a ferdeség közötti sajátos, parabolikus trendvonal számszerűen kifejezi az intenzív löszös porhullás során történő „szűrést” (WHITNEY 1993). Az aránylag nagyobb, több tíz mikronos szemcsék estükben a porfelhőben lévő finom (mikronos) port magukkal ragadják, kiszűrlik. (Erre alapszik a környezetbarát aeroszol-mentesítés a szénalapú hőerőművek esetében, l. YEHEVISH et al. 2009).

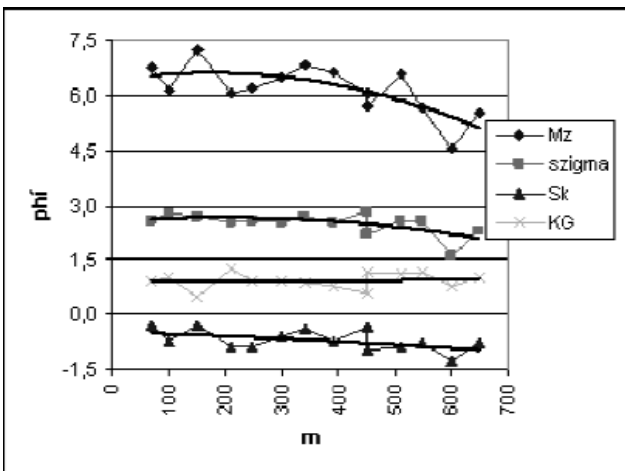


3. ábra. FRIEDMAN (1976) diszkriminációs diagramjai a közepes szemcseméret (M_z), szórás (σ) és a ferdeség (S_k) között, a három löszréteg esetében. Az átlagos szemcseméret csökkenésével csökken a löszszemcsék osztályozottsága és ugyanakkor közeledik a szimmetrikus szemcseméret-eloszláshoz.

Figure 3. FRIEDMAN'S (1976) discrimination diagrams between mean grain size (M_z), dispersion (σ) and skewness (S_k) for the samples of three loess levels. By decreasing of the mean grain size, the selection degree of the grains is diminishing and the distribution of grain size classes is coming near to the symmetric distribution curve. Circle: l_1 loess level; asterisk: l_2 loess level; x, l_3 loess level

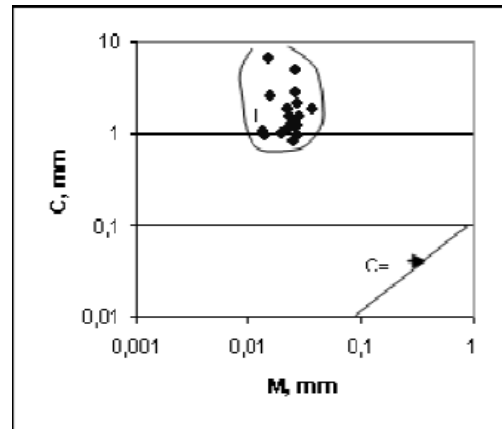
A löszök homogenitását függőlegesen irányban és a feltárás irányába egyaránt megvizsgáltuk. Erre az l_3 szint volt alkalmas, ahol egy keresztaszelvényben több mintát vettünk. E célból felosztottuk a réteget három (felső, középső és alsó) alrétegre és megfigyeltük a variációs koefficiensnek változását. A három szint között az értékek minimális eltérést mutatnak. Közülük a nagyobb különbség csak a ferdeségnél jelenik meg (max. 10%). Ezért az l_3 szintet a feltárt területen homogénnek lehet venni és keletkezését egy hosszú, folyamatosnak tekinthető porhulláshoz kötni.

Az l_3 szint a feltárás ÉNy–DK irányában a variációs koefficiensnek a szórás kivételével jelentős változást mutatnak. Az egyaránt rosszul osztályozott üledék közepes szemcseméretnél $M_z \sim 1\phi$ amplitúdós oszcillációk láthatók és ez a csúcossággal párhuzamosan kelet felé nő, ugyanakkor az eloszlás ferdesége is némileg növekszik (4. ábra). Ez egyértelműen arra utal, hogy az anyag szállítása délkelet felől északnyugat irányba történt, hosszú időn át szabályosan pulzáló szállító közegben. Ugyanakkor az üledék 50%-át (M) és 99%-át (C) jellemző szemcseméret összehasonlítása a PASSEGA-diagramban a bal felső sarkához közel, a lebegtetve (és nem görgötve) történt szállítást jelzi (5. ábra).



4. ábra. Az l_3 löszszint variációs koefficiensai a feltárás mentén, polinomiális trendvonalakkal

Figure 4. The value of variation coefficients of l_3 loess level along the road cut, with polynomial trend lines



5. ábra. A PASSEGA C/M diszkriminációs diagram az l_3 löszszint mintáival, amelyben a minták többsége a diagram felső harmadába, a lebegtetett szemcsék (l) mezőjébe esik

Figure 5. The PASSEGA'S C/M discrimination diagram with samples of l_3 loess level, in which the majority of the samples plot in upper third of the diagram, showing the floating grains (l)

A keleti irányból történt beáramlás magyarázatot ad a vizsgált löszös üledék magas finomfrakció-tartalmára. Annak ellenére, hogy az elektronmikroszkópos vizsgálat kevés, élein hasadozott, fagy által felaprózott kvarcpikkelyt mutat, a lösz agyag- és finomkötéltiszt-tartalma meghaladja a 20, sőt a 30%-ot is, ugyanakkor jelen vannak, ellentétben a talajokkal, a rendezett rácsszerkezetű, valószínűleg örökölt („herited”) agyagásványok (montmorillonit, illit). Kézenfekvő, hogy az adott időszakban a szél a közeli, átfagyás által fellazított, finomszemcsés (oligocén, miocén, alsó-pleisztocén) üledékeket is felbolygatta; erre többek között a talajokon végzett pollenvizsgálatok során talált áthalmazott egyedek is utalnak (III. táblázat). Ugyancsak figyelembe kell venni a berceli lösz relatíve nagy karbonát-tartalmát, amely az elektronmikroszkópos felvételek alapján főleg fitogén eredetű mikronos szemcsékben jelenik meg és a 0,005 mm alatti szemcsetartományba koncentráldik. (A növényi szövetek „száraz” lebomlására vonatkozóan I. HARASZTI 2004).

Talajok. A t_1 és t_2 jelű talajok ásványi anyaga között lényeges minőségi különbség nincs, eltekintve a helyenként

III. táblázat. A feltárt talajsíntek spóra- és pollentartalma

Table III. Spore and pollen content of outcropping soil levels

Talajsínt	t ₁	t ₃	t ₂	t ₃	t ₃	t ₃	t ₃	t ₂	t ₁	t ₃
Spóra és pollen	702	801	1505	2006	2105	3701	3906	4504	5201	5508
FITOPLANKTON {édesvízi}	x	+	x	+	+	x	+	x	+	+
POLYPODIACEAE										
Laevigatosporites		l	l	l	l	l	l	x	l	l
Verrucatosporites		x			x				x	
SALVINIACEAE		x	x	x	x				x	
MUSCINEAE-BRYACEAE										
Muscii sp.	x	+	+	+	+	+	+	x	+	+
Corrusporis	x	++	+++	++	++	+	+	x	++	+
Stereisporites		+	+	+	+	+	+	x	x	+
CONIFERAE										
Pinus sg. diploxylon		+	+	+	+	+	x		x	x
Abies sp.		x			x					
EPIHEDRAE										
Ephedra sp.				l	x					
ANGIOSPERMAE										
MONOCOTILEDONATE										
Gramineae		x			x					
Sparganium		+		+	x					
DICOTILEDONATE										
Nymphaeaceae		x		l	l		x		x	
Quercus		l	l	l	x	x			x	
Alnus		+	+	+	x	x	x		x	
Corylus		x	x	x		x			x	x
Lonicera		+			x					
Artemisia		+	x	+	x	x	x		x	x
Compositae sp.1		+	x	+	x	x	x	x	x	x
Compositae sp.2	x	l	x	l	x	x	x		x	x
Chenopodiaceae	x	x								x
Elaeagnaceae			x	x	l		x			
Tilia			x	x	+		x			
MIOCÉN áthalmazás: Pinus, Engelhardtia, Momipites			+	++	x	x				

+++ Tömeges mennyiség; ++ Sok példány; + Néhány példány; x, Szórányos megjelenés.

+++ Massive apparition; ++ Many pieces; + A few pieces; x Insulated apparition.

felhalmozódott karbonáttól és vasásványoktól. Lényeges viszont a különbség a szemcseméret és a szemcsefrakciók eloszlása között.

Mindkét szint agyagos kőzetlisztnek minősül, nagyjából 40% fölötti agyagfrakcióval, 10% alatti homoktartalommal. Az agyagfrakció részaránya mintánként gyakorlatilag nem

változik, míg a FOLK-WARD módszerrel számított közepes szemcseméret keleti irányban csökkenő, a szórás növekvő tendenciát mutat.

Megjegyzendő, hogy a röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján a löszhöz mérten csak kis arányú agyagásványdúsulás mutatható ki. Tudjuk viszont, hogy a difrakto-

gramokon megjelenő agyagásványcsúcsok laposak, harangszerűek, amely a talajokra jellemző rendezetlen rácsterkezetre utalnak. Feltételezhető, hogy a finomszemű („agyagos”) frakció jelentős részét, a „fizikai agyag” ($\phi < 0,005$ mm-es törmelékeny ásványok, nagyrészt kvarc) mellett a karbonát és a vaskolloidok adják. Úgy a felaprózódott kvarc (esetenként a fitolitok?), mint a karbonát és a vaskolloidok is a talajképződés jellegzetes velejárói.

Homok. A löszszinteket fedő három homokrétteg egymáshoz viszonyítva nem csak ásványtanilag és a szemcsealak alapján, hanem a szemcseeloszlások variációs koeficienseinek alapján is elkülöníthetők. A h_3 homokrétteg a legjobban osztályozott, míg a h_1 és h_2 rétegekben jelentős mennyiségben található a finom frakció. A variációs koeficiensek alapján a vizsgált homok egyértelműen folyóvízi eredetű. Ismerve a minták ásványi összetételét, ez az eredet nem csak a jelen lévő üledékre, hanem arra az idősebb homokra vonatkozik, amelyből a három réteg anyaga származik.

Paleontológiai vizsgálatok eredményei

Az útbevigás talajainak vizsgálatát kiegészítettük: pollenanalízissel a löszben és homokréttegben talált csigafauna értékelésével, és a csigahéjakból vett minták ^{14}C kor meghatározásával.

Pollenanalízis

A három talajszintből vett minták spóra- és pollentartalmát Iustin PETRESCU (Kolozsvári Babeş-Bolyai Egyetem) határozta meg (III. táblázat).

Az eredményeket összehasonlítva, látható, hogy a t_1 és t_2 rétegek pollenspektruma meglehetősen egyveretű. Mindkettőben jelen vannak a hidegtűrő fajok mellett (páfrányok, *Pinus*) a melegebb éghajlatra jellemző fajok (*Tilia*, *Corylus*), a száraz steppen élő *Artemisia* és a *Chenopodiaceae* pollenje és a nedves élőhelyeket preferáló *Alnus*, a fészkes virágúak, és főleg a nagy mennyiségben megjelenő mohák spórái (*Cornusporis*). A tündérrózsa és a vízi plankton jelenléte időszakos vízfedésre, pocsolyák jelenlétére, tehát jelentős csapadékmennyiségre utal.

A t_3 fedő talajrétegből vett 6 minta pollentartalma jelentős mértékben különbözik úgy a két löszbe temetett talaj, mint a környék (Abony: RAJNA & KALMÁR 2009; Dabas: KALMÁR 2010; Vecsés-Üllő: PATAY 2006) recens–szubrecens talajrétegeinek spektrumától. A humuszban gazdag homokos-kőzetlisztes üledék ezek szerint egy fosszilis talaj, amelyben magas részarányban van jelen a hidegtűrő harasztok, fenyőfélék és a sztyepp egy- és kétszikű növényeinek pollenje, de már nagy számban találunk nedvességet igénylő mohaspórákat, gyékényféléket (*Sparganium*), égerpollent, melegebb klímát jelző lágyszárúakat és faféléket, köztük a mogorót is.

Gasztrópoda fauna

Az útbevigás két pontján jelentős mennyiségű csigahéjat találtunk, amelyet KROLOPP (2004) dolgozott fel.

A 4251. minta a szelvény 425. méterénél az l_1 löszrétegből való, ahol a csigahéjak egy ~40 cm-es lencsés, világosabb színű betelepülésben jelennek meg. A mintából kiiszapolat csigafajok a következők:

<i>Succinea oblonga</i> DRAP	166 db
<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	61 db
<i>Pupilla sterni</i> (VOITH)	64 db
<i>Pupilla loessica</i> LOZ.	270 db
<i>Vallonia tenuilabris</i> (A. BRAUN)	82 db
Limacidae indet.	3 db
<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	22 db
Összesen	668 db

A csigaházak egészek, jóformán érintetlenek, koptatásmentesek, belsejüket finom üledék tölti ki. A *Helicopsis* kivételével jellegzetes, szárazság- és hidegtűrő pleisztocén löszcsigák, amelyek a *Succinea* által jelzett nedvesebb foltokon a sztyepp füveivel táplálkoztak és — akárcsak jelenleg Belső-Ázsia pusztáin — egy-egy zöldebb területen fűtőkben csüngtek a fűszálakon.

A 3006. minta a szelvény 300. méterénél a h_1 homokrétteg aljáról, egy kis mélyedésből származik. A homokból kiválogatott csigahéjak a következő fajokhoz tartoznak:

<i>Succinea oblonga</i> DRAP	65 db
<i>Chondrula tridens</i> (MÜLL.)	1 db
<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	30 db
<i>Helicella obvia</i> (L.)	5 db
<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	2 db
<i>Trichia hispida</i> (L.)	1 db
Összesen	104 db

Ezen kívül nagy mennyiségű, azonosíthatatlan héjtöredék is található. A csigahéjak nagy része koptatott, repedezett, letört apexszel (*Chondrula*), részben üresek, részben sárga porral vannak kitöltve. Jogosan feltételezhető, hogy a jellegzetes löszcsigák és meleg, nedves élőhelyhez kötődő fajok keveréke másodlagos, áthalmazott asszociáció és nem alkalmas öskörnyezeti rekonstrukcióra.

Radiogenetikus kor meghatározás

A 4251. minta iszapolt csigahéjainak 25 g anyagán az MTA Atommagkutató Intézete Hertelendi Környezetanalitikai Laboratóriumában (Debrecen) ^{14}C kor meghatározást végeztek SUDÁR Sándorné SVINGOR Éva vezetésével.

A felmorzsolat mintából a finomszemcsés agyagos tapadék és kitöltést szitálással és többszöri, ultrahangos atmoszával távolították el. A héjtöredékek felületéről a kontaminált réteg savas eltávolítása után a megmaradt karbonátot savazással CO_2 -re konvertálták, aktív szénen és folyékony nitrogénnel tisztították meg (CSONGOR et al. 1982), majd a szénsavval teli edényt két hónapig tárolták, az esetleges radon lebomlásáig (HERTELENDI 1990). A szénsavban lévő ^{14}C aktivitását GPC (gázarányos detektor) módszerrel mérték, 0,5% pontossággal (HERTELENDI et al.

IV. táblázat. A 4251. minta csigahéjain történt kormeghatározás eredménye

Table IV. Age determination of snail shells of sample No. 4251

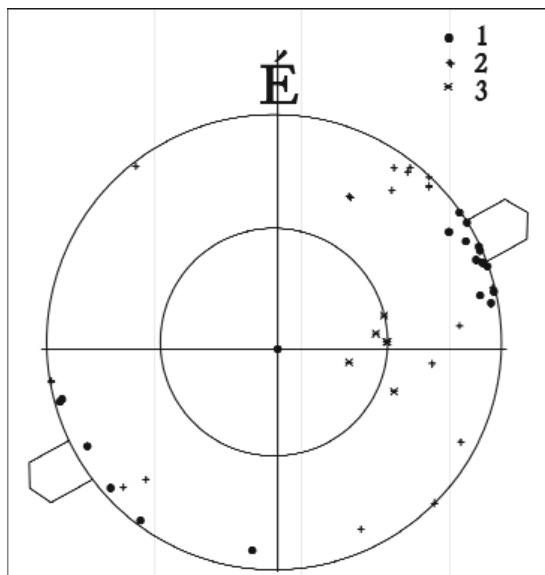
Labor kód	Minta	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ± 0.2 [‰]	Becsült radiokarbon kor (BP)	Kalibrált kor (BChr) (1σ)
dcb-16196	4251/1 csigaház	-8,8	19.750 + 350	18.740 16.760

1989), és a $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰) értékét ThermoFinnigan Delta^{PLUS} XP tömegspektrométerrelhatározták meg.

A fentiek alapján a IV. táblázatban látható mérés eredménye a helyben felhalmozódott, diagenetikus hatásoktól mentes csigaházak korára vonatkozik. Hogy ez mi módon illeszkedik be a magyarországi lösz kronozstratigráfiájába, arra a későbbiekben visszatérünk.

Neotektonika

A vízszintes településű löszben töréses folyamatok nyomait lehetett követni. E célból méréseket végeztünk az útbevágás keleti felében észlelt szubvertikális repedéseken (*joint*) és feltérképeztük a mikrovetősíkokat is. A 6. ábrán lévő, FODOR László jóvoltából megszerkesztett sztereogramokon látható, hogy a jelentős mértékben szóródó mészeréket követő „száraz” (kitöltetlen), tehát szakításos szubvertikális repedések nagy részének pólusai 26–75°, ill. 235–260° irányban vetülnek. Ezeket térben és időben ugyancsak ÉK irányú, kis dőlésű, csúszásos, 4–20 cm-es elvetésű mikrovetők követik. Mindezek megállnak — a paksi M6 autópályán észleltekkkel ellentétben (MAGYARI et al. 2011) — a holocénnek minősített homokrétgeg alatt. A



6. ábra. A feltárás repedései (1), mészeréi (2) és mikrovetői (3). A nyilak a töréses deformáció irányát jelzik

Figure 6. The “dry” joints (1), the lime filled veins (2) and the microfaults (3) of outcrops. The arrows mark the direction of brittle deformation

felmért törési elemek feltételezhetően EK-i illetve DNy-i irányú szakítóerőkre utalnak, amely a Kálvin-hegy és környezete kiemelkedésével hozható összefüggésbe. Ugyanakkor — a dörzstükrök vetőkarainak elmosódott jellegét is figyelembe véve — nem kizárható a vízszintes elmozdulás sem. Megjegyzendő, hogy a csúszási felületek akkor keletkeztek, amikor a feltételezett kiemelkedés már folyamatban volt, tehát a lösztömeg keleti oldala szabad felületként viselkedett.

Diagenézis

A vizsgált üledékekben leülepedésüket követően gyenge, de észlelhető változások mentek végbe. Ezek az agyagásványokon, a karbonátokon és a vaskolloidokon voltak észlelhetők.

A löszben aránylag rendezett rácsszerkezetű (örökölt) agyagásványok bázisreflexiói a t_1 és t_2 talajok difraktogramjain (pl. 2103., 3003. mintáknál) szétterülnek, a rácsszerkezet felbomlik, degradálódik, valószínűleg a talajosodási folyamatok eredményeként.

A karbonátok már a löszhulláskor is jelen voltak. Ezek eredetileg a növényekben elraktározott Ca-vegyületek „száraz” lebomlása (korhadása) során keletkeznek (HARASZTI 2004), majd a pórusokban lefelé szivárgó, kevés csapadékvíz hatására részben kioldódnak és ott csapódnak le, konkréciókat, mésszel cementezett padokat képezve, ahol a szivárgás útjában vízzáró réteg vagy (függő?) talajvízszint került. A mészkonkréciókban már eleve szétvált a magnézium-mentes kalcit és a dolomit, amint ez a vékony csiszolatokban is látható (I. tábla, 3. kép). A karbonát-kicsapódás utolsó fázisa a löszpadokat átszelő repedések kitöltésében, valamint a vetők mentén jelenik meg.

A vaskolloidok, amelyek SCHWERTMANN & CORNELL (2000) szerint a növényrészek nedves közegben történő lebomlása folyamán keletkeznek, a talaj savas oldataival együtt leszivárognak az altalajba és ott kicsapódnak, a vörös színért felelős vas-oxi-hidroxidok formájában, esetenként vasborsókba tömörülve. A mikroszkópos vizsgálat azt mutatja, hogy a vasásványok felülírják a karbonátokat, esetenként kitöltik a mészkonkréciók pórusait, repedéseit (I. tábla, 2. kép), tehát a vaskolloidok kicsapódása a már szilárd mészgumókra vagy mészgumókba történt. A mintákban jelen van a jól polírozható, kristályos goethit és a kolloidális limonit is, amely az agyagos alpanyagban képez szabálytalan mezőket (I. tábla, 8. kép). A vas mozgása tehát egyértelműen a lösz (és a fölötte lévő homok) talajosodásához kötődik.

Következtetések: kor és környezet

A feltárás a tanulmányozott szelvények közül a pleisztocénnal fedett terület Magyarország középső-északi területén fekszik. Az üledékek korára és környezeti sajátosságaira vonatkozó információk a helyhez legközelebb eső mendei és jászfelsőszentgyörgyi szelvényekhez viszonyíthatók.

A mendei téglagyár 30 m vastag löszösszetét PÉCSI et al. (1979) vizsgálták. A szerzők a felső ún. „Dunaújváros–Tápiósüly löszkomplexben”, amelyet jelentős homoktartalom jellemez, egy magasabb humusztartalmú szintet azonosítottak, amely a löszkomplexet kettéválasztja. Ebben a szintben nyírből, cirbolyafenyőből és vörösfenyőből származó faszenet írtak le, 16 750±400 éves ¹⁴C korral. A tajga típusú erdő hideg, de nedves időszakot jelez, a késő-würmi eljegesedés csúcsát követően. E szint, h₁ jelzéssel a „Fiatal lösz felső része” legfelső humuszos szintjeként („humous horizon”) 16–17 ka (feltételesen W₃) korral jelenik meg PÉCSI (1995) táblázatában. Ugyanakkor a felső „Dunaújváros–Tápiósüly löszkomplexel” korrelált Udvari U–2A fúrásban lévő löszben a Ps1 talajszint, mágneses szuszceptibilitás, oxigénizotóp és mágneses polaritás alapján KOLOSZÁR & MARSÍ (2007) szerint a ¹⁴C mérés határán (~44 ka) fekszik és nem erdőtalaj, hanem csernozjom jellegű.

A jászfelsőszentgyörgyi Szúnyogos és a Székes dűlőkön végzett feltárás során (SÜMEGI 2005) az eltemetett talajrétegből előkerült rénszarvas csontmaradványok ¹⁴C kora 18 500±500 év, a graveti kultúra kőeszközeinek korával van összhangban. Ez a réteg is a késő-würmi eljegesedés lecsengő fázisában keletkezett.

A ¹⁴C adatunk és az I₁ réteg fedőjében megjelenő, javarészt hidegtűrő csigafajokból álló asszociáció a mendei szelvény felső, késő-würm korú „Mende-Basaharc komplexummal” korrelálható (17 000–10 500 BP). A csigafauna a hideg sivataghoz viszonyítva csapadékosabb időszakra utal, de a felmelegedést feltételező fás növények megjelenése a t₁ szintig még nem történt meg. Ha viszont a földrajzi távolság dacára elfogadjuk a dél-dunántúli löszszel való korreláció lehetőségét, akkor vagy a mendei szelvény koradatai, vagy az általunk mért ¹⁴C kor nem értelmezhető. Ami a paleotalaj minősítését illeti, a dél-dunántúli térség fiatal löszében a szerzők szerint a csernozjom típus a jellemző, míg a ceglédberceli t₁ és t₂ paleotalaj, mechanikai és ásványtani összetétele alapján inkább a barna erdőtalajok felé mutat. Ezeknek az ellentmondásoknak a feloldására a ceglédberceli feltárásnál jelentősen nagyobb terület részletes vizsgálatára lenne szükség. Ami a szelvény vizsgálata alapján megállapítható, az az üledékképződés térben és időben történő változására korlátozódik.

A vizsgált szelvényen belül az üledékképzés négy, (szél)eróziós felületekkel és vasas bekérgeződésekkel határolt, szakaszban történt.

1. Az I₁ lösz, a rajta kifejlődött t₁+t₂ talaj és (valószínűleg) a talajok közé betelepült, áthalmazott I₂ szint.

2. A t₂ talajra és helyenként a I₂ löszre települő I₃ lösz, aljában áthalmazott talajlencsékkel. Az I₁ és I₃ löszök szerkezeti–szöveti és ásványtani szempontból egyneműek, eolikus eredetük valószínűsíthető, míg az I₂ szintnél egy minimális vízi szállítás nem zárható ki.

3. A három, egymástól helyi jellegű eróziós felületekkel tagolt, folyóvíz által szétterített homokrétég és

4. az ezt fedő t₃ talajréteg.

Ez az utóbbi kora pollenek alapján a kora-holocén beli klímaoptimum QC fázisához köthető (~8 000 BP) és ezért az alatta lévő homokrétégeket a kora-holocén idősebb, csapadékosabb időszakaira tehetjük.

A fentebb említett I₃ szintre vonatkozó, nagyobb mintaszámú észlelések és a variációs koeficiens ÉK–DNY irányú lefutása alapján feltételezhető, hogy a lebegtetett poranyag ebből az irányból jöve, hosszú időn át aránylag egyenletesen terítődött szét a jelenlegi Kálvin-hegy területén. Hogy ez a „hosszú idő” földtani léptékben hogyan értelmezhető, ezt jelenleg nehéz meghatározni, ugyanis az I₃ szint egy (szél)eróziós felületre települ és az alsó-holocén homok úgyszintén a lepusztult I₃ lösz után keletkezett, méteres nagyságrendű árkokat mélyítve belé. Ezért feltételezhető, hogy (függetlenül a korrelációs lehetőségektől), a 4251/1 csigaház-minta ¹⁴C korától az általánosan elfogadott 10 000 éves holocén-pleisztocén határig lévő 9 000 évet a (t₁+I₂+t₂) „Dunaújváros–Tápiósülyi rétegek” részben kitöltik (~3 000 év). Így az I₃ szintet képező tényleges porhullásra mindössze néhány ezer év maradt.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ez alkalommal nyilvánítják köszönetüket a Vegyépszertelep vezetőjének, VARGA Barbarának és KOVÁCS Jenő építésvezetőnek a terepi munkák alkalmával nyújtott segítségért. A laboratóriumi munkák során kapott értékes eredményekért PARTÉNYI Zoltánnak (szediment), KOVÁCS-PÁLFFY Péternek és KÖNYA Péternek (XRD), elektronmikroszkópos vizsgálatainkért STEFÁNIAY Vilmosnak, a tektonikai elemek értelmezéséért FODOR Lászlónak, a szöveg kritikus lektorálásáért MARSÍ Istvánnak és SZENTPÉTERY Ildikónak mondunk köszönetet.

Irodalom — References

- BALLA GY. 1959: A Monor–Ceglédbercel löszhát geomorfológiája. — *Földrajzi Értesítő* **1**, 27–53.
 BINDA, P. L. 1983: On the skewness of some eolian sands from Saudi Arabia — *Eolian sediments and processes*. Elsevier, Amsterdam, 27–36.

- BÓNÉ, A., DUDÁS A. I., HORVÁTH I., ÓDOR L. & SCHLACHTA G. 1973: A ceglédi kutatási terület összefoglaló jelentése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 46 p.
- CSONGOR, É., SZABÓ, I. & HERTELENDI, E. 1982. Preparation of counting gas of proportional counters for radiocarbon dating. — *Radiochemical and Radioanalytical Letters* **55**, 303–307.
- FAROUK, H. & SELIM, M. 2001: Proximal and distal transport of mineral particles in wind blown sands; an example, Hassi Mesoud Area, Southern Sahara, Algeria. — *XIth Saharean Conference: The Desertic Areas and their environmental problems 14–21/10/2000 Alger*, Abstr., 16–17.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957: Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. — *Journal of Sedimentary Petrology* **27**, 3–27.
- FRIEDMANN, G. M. 1976: Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. — *Journal Sedimentary Petrology* **31/4**, 514–529.
- GÜLL V. 1907: Agrogeológiai jegyzetek az Irsa, Cegléd és Örkény közötti területről. — *A Magyar Kir. Földtani Intézet Évi Jelentése az 1906. évről*, 187–196.
- HAJÓS M. 1950: Jelentés a Kunszentmiklós 5162/4, Cegléd 5163/2 1:25.000-es részletes térképlap földtani felvételéről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 37 p.
- HARASZTI Á. (szerk.) 2004: *A növényélettan alapjai*. — Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 798 p.
- HERTELENDI, E., CSONGOR, É., ZÁBORSZKY, L., MOLNÁR, J., GÁL, J., GYÖRFFI, M. & NAGY, S. 1989. A counter system for high-precision ¹⁴C dating. — *Radiocarbon* **31**, 399–406.
- HERTELENDI, E. 1990: Sources of random error in the Debrecen radiocarbon laboratory. — *Radiocarbon* **32**, 283–287
- JUHÁSZ Á. 1964: Adatok a Duna–Tisza köze É-i részének mélyföldtanához. — *Földtani Közlöny* **94/2**, 184–194.
- KALMÁR, J. 1993: The geology of the Gödöllő agrogeological model area and its environs — *Annual Report of Geological Institute of Hungary* **1991/II**, 333–345
- KALMÁR J. 2010: A Dabas 18 és 19 lelőhelyek körüli terület öskörnyezeti feltárása földtani módszerek alkalmazásával. — *Kézirat*, Stonehedge Kft., Budaörs, 20 p.
- KÖRÖSSI L. 1953: Adatok az Alföld ÉNy-i részének földtani ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* **83/1**, 3–12.
- KROLOPP E. 2004: Cegléd környéki minták malakológiai vizsgálata. — *Kézirat*, MFGI, Környzetföldtani Osztály archívuma, 3 p.
- KUTI L. 1973: Jelentés a ceglédi (L 64–28) térképlap löszterületeinek feltárásáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 28. p.
- KUTI L., MÜLLER T., SZENTPÉTERI I. & VATAI J. 2000: Cegléd. — *Magyarország agrogeológiai térképei*. 1:100 000. *Kézirat*, MFGI, Környzetföldtani Osztály archívuma, 15 p.
- MAGYAR Á., MARSIL I., THAMÓ-BOZSÓ E. 2011: Üledékföldtani és tektonikai megfigyelések az M6 autópálya Paks környéki szelvényeiben. — *Erdélyi Műszaki Tudományos Társaság, XIII. Bányászati, kohászati és földtani konferencia, Gyergyószentmiklós*, 237–238.
- MOLNÁR B. 1981: *Szedimentológia I. — Egyetemi jegyzet*, JATE Természettudományi Kar, Földtani és Őslénytani Tanszék 298 p.
- PASSEGA, R. 1964: Grain size representation by CM patterns as a geological tool. — *Journal of Sedimentary Petrology* **34/4**, 830–847.
- PATAY R. 2006: Vecsés 4 lelőhely. — In: TARI E. (szerk.): *Régészeti kutatások másfél millió négyzetméteren. Autópálya és gyorsforgalmi utak építését megelőző régészeti feltárások Pest Megyében, 2001–2006*. Szentendre, 51–56.
- PÉCSI, M., SZEBÉNYI, E. & PEVZNER, M. A. 1979: Pleistocene litho- and chronostratigraphical type profile from the exposure Mende. — *Acta Geologica Hungarica* **22**, 371–390.
- PÉCSI, M. 1995: Loess stratigraphy and Quaternary climatic change. — *Loess in Form*, Geographical Research Institute of Hungarian Academy of Sciences **3**, 23–30.
- RAJNA A. & KALMÁR J. 2009: Öskörnyezeti rekonstrukció az Abony ásati területen. — *Kézirat*, Pest Megyei Múzeumok Igazgatósága, Szentendre, 20 p.
- RÓNAI A. 1956: A magyar medencék talajvize, az országos talajvíz térképező munka eredményei — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **46**, 209 p.
- RÓNAI A. 1960: L 34–28 Cegléd 100 000-es lap földtani és talajtani térképeknek a magyarázata. Jelentés az 1959. évről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 24 p.
- ROTARIDESZ M. 1950: Jelentés az 1950. évi VI. hóban az 5053/3 Monor, 5063/4 Tápiószentmárton, 5163/2 Cegléd és 5163/3 Jászkarajenő térképlapok területén a pleisztocén faunagyűjtésről és naplószerű jegyzéseinek másolatáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 86 p.
- SCHAREK P. 1984: A Gödöllői-dombság mérnökgeológiai viszonyai — *Egyetemi Doktori Értekezés*, ELTE, 166 p.
- SCHWERTMANN, U. & CORNEL, R. M. 2000: *Iron Oxides in Field and in the Laboratory. Preparation and Characterisation. II. ed.* — Wiley VHC., Weinheim, N.Y., Chirchester, Brisbane, Singapore, Toronto, 67–91.
- SÜMEGHY J. 1952: Földtani adatok a Duna–Tisza köze északi részéről — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1948-ról*, 85–99.
- SÜMEGI, P. 2005: *Loess and Upper Paleolithic environment in Hungary. An introduction to the Environmental History of Hungary.* — Aurea, Nagykovácsi, 312 p.
- SZENTES F. 1958: Budapest és környékének földtani térképe (M=1:75 000). — In: Pécsi M. (szerk.): *Budapest természeti képe*. — Akadémiai Kiadó, 744 p
- SZUROVY G. 1951: Jelentés az 1950. évi alföldi felvételekről, Cegléd, Kunszentmiklós, homok, iszap. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 31 p.
- TREITZ P. 1927: *Lacháza–Cegléd–Jászberény–Szolnok–Szeged–Szabadka sziklás területei*. — *Jászberényi szódagyár*. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 32 p.
- VELICHKO, A. A. & TIMRIEVA, S. V. 1995: Morphoscopy and Morphometry of quartz grains from loess and buried soil layers. — *Geojournal* **36/2–3**, 142–149,

- VITÁLIS I. 1945: Jelentés Nyíregyháza–Hajdúszoboszló–Ceglédbercel sziklás előfordulásairól. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 13 p.
- WHITNEY, R. 1993: The physical basis of sand transportation and sedimentation, an example, the Crazy Jack Dune Fields, Southern Gibbson Desert, Australia. — *Proc. XVIIth Conference of the South-Asian and Australian Group of Sedimentology, IUGS, Australia*, Abstr. II 163–165.
- YEHEYISH, M. B., SHANG, J. Q. & YANFUL, E.K. 2009: Chemical and mineralogical transformations of coal fly ash after landfilling. — *World of Coal Ash Conference, Lexington, Kentucky*, 223–234.
- Kézirat beérkezett: 2011. 05. 19.

I. tábla — Table I

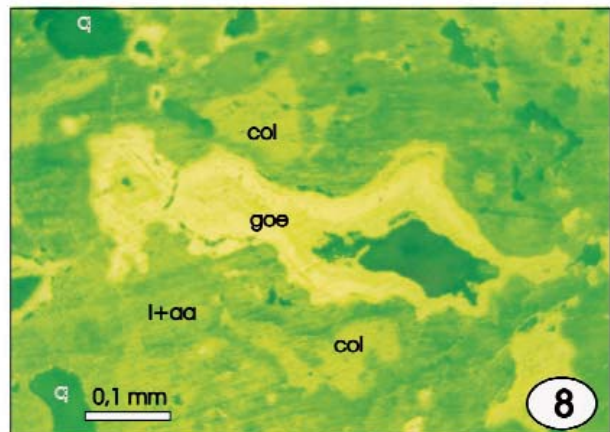
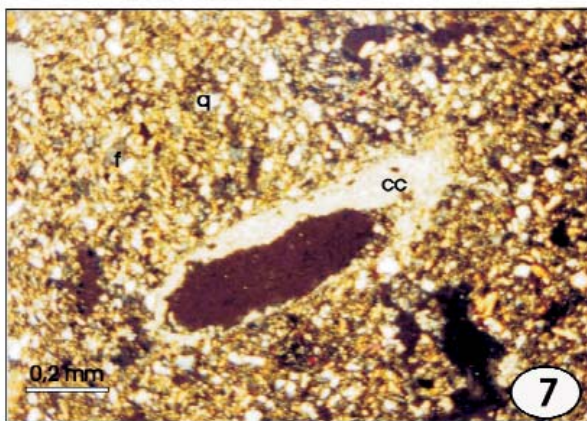
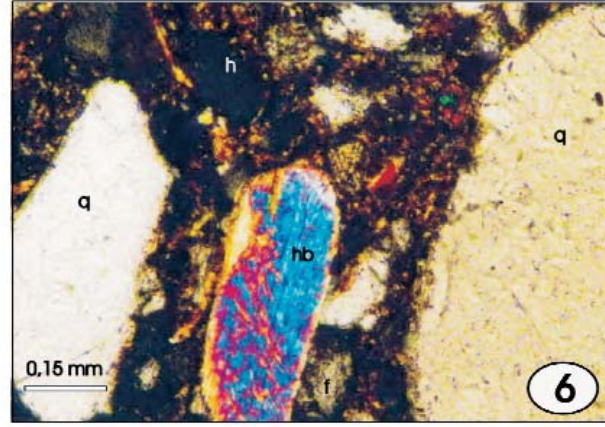
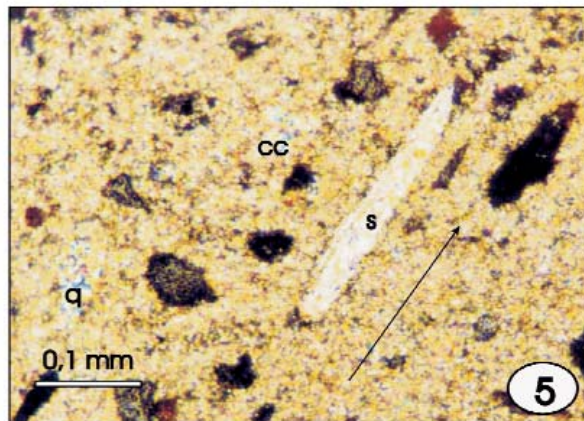
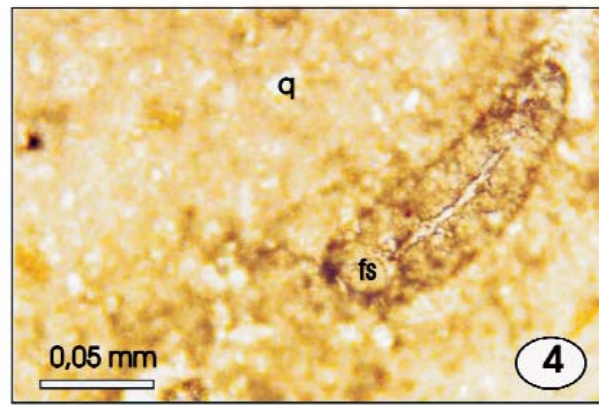
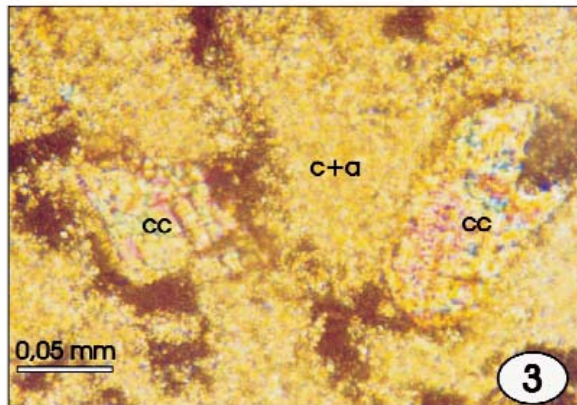
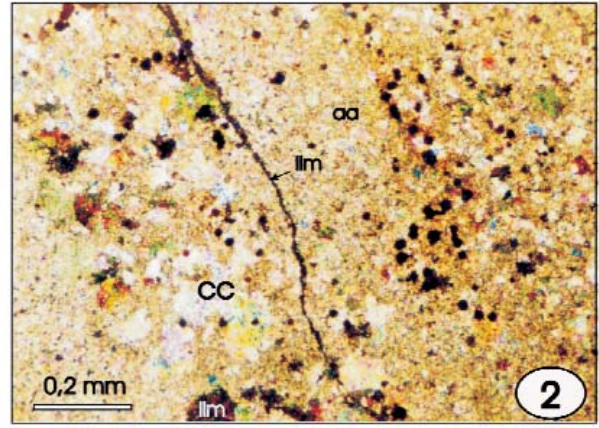
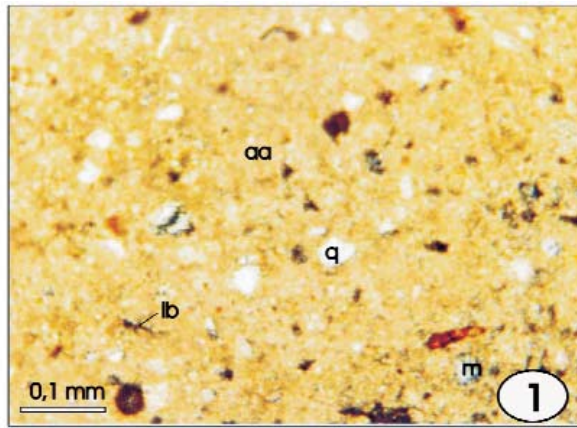
1. kép. Löss vékonycsiszolatban. q = kvarc, m = muszkovit; b = biotit; aa = agyagos-karbonátos alapanyag. I₁ löszréteg, 3001. minta, II nikolok.
Photo 1. Loess thin section. q = quartz; m = muscovite; b = biotite; aa = clayey-carbonatic groundmass. I₁ loess level, sample No. 3001, II nichols.
2. kép. cc = pátos kalcit; aa = agyagos-karbonátos alapanyag; l = limonit érkitöltés és konkréciók, amelyek a pátos kalcitot felülírják. I₁ löszréteg, 5801. minta, II nikolok.
Photo 2. cc = sparry calcite; aa = clayey-carbonatic groundmass; l = limonite vein filling and concretions, which overwrite sparry calcite grains. I₁ loess level, sample No. 5801, II nichols.
3. kép. Mészkonkréció az eltemetett talajréteg aljából. cc = pátos kalcit; c+a = mikrites karbonát+agyagásvány alapanyag. t₁ talajréteg, 3902. minta, II nikolok.
Photo 3. Lime concretion from the bottom of t₁ buried soil level. cc = sparry calcite; aa = micritic-clayey groundmass. Sample No. 3902, II nichols.
4. kép. Gombaspóra (fs) és kvarcsemcsék (q). t₁ talajréteg, 3902. minta, II nikolok.
Photo 4. Fungi spore (fs) and quartz grains (q). t₁ buried soil level; sample No. 3902, II nichols.
5. kép. q = kvarc; cc = pátos kalcit; s = csigahéjtöredék a t₂ eltemetett talajrétegben. A nyíl az üledék irányítottágát mutatja. 2301. minta, II nikolok.
Photo 5. q = quartz; cc = sparry calcite; s = snail shell fragment in t₂ buried soil level. The arrow indicates the orientation of the sediment.
6. kép. q = kvarc és hb = hornblende szemcsék, a humuszgéllel (h) cementált h₂ homokrétében. 1505. minta; + nikolok.
Photo 6. q = quartz and hb = hornblende grains in h₂ sand level cemented with humic gel (h), h₂ sand level, sample No. 1505, + nichols.
7. kép. Hajszálgöckér (sötétbarba), pátos kalcitkoszorúval (cc), q = kvarcsemcsék. t₂ talajréteg, 901. minta, II nikolok.
Photo 7. Hair root (dark brown) with sparry calcite rim (cc); q = quartz grains. t₂ soil level, sample No. 901, II nichols.
8. kép. Vas-oxidos konkréció a t₁ talajszint tetejéből. goe = goethit; col = vas-hidroxid kolloid, q = kvarc; l+aa = limonit-agyagos alapanyag. 3903. minta, felületi csiszolat.
Photo 8. Iron oxyde concretion from the top of t₁ soil level. goe = goethite; col = colloidal iron hydroxide; q = quartz; l+aa = limonitic-clayey groundmass. Sample No. 3903, polished section.

II. tábla — Table II

Pásztázó elektron mikroszkóp képek — Scanning elektron microscope images

1. kép. Az I₃ lösz kártyavár szerkezete. q = pikkelyes kvarcsemcsék; aa = lemezes agyagásványok; cc = karbonát. 1802. minta.
Photo 1. Playcard castle structure of I₃ loess. q = scally quartz grains; aa = platy clay minerals; cc = carbonate. Sample No. 1802.
2. kép. Éles peremű, fűrészfogas, pikkelyes kvarcsemcsék (q) és agyagásványok (aa) az I₂ löszben. 3601. minta.
Photo 2. Scally, sharp edged, serrulated quartz grains (q) and clay minerals (aa) in I₂ loess, sample No. 3601.
3. kép. Kvarcsemcse derázios barázdákkal (db) és egy fagyási repedéssel. I₂ löszréteg, 3902. minta.
Photo 3. Quartz sand grain (q) with derazion strips (db) and a gelation crack. I₂ loess level, sample No. 3902.
4. kép. Derázios barázdák a koptatott élű kvarc homokszemcsén. I₂ löszréteg leválasztott homokfrakciója, 3902. minta.
Photo 4. Derazion strips on quartz sand grains with abraded edges from sand fraction of I₂ loess, sample No. 3902.
5. kép. Karbonát- és kvarcaggregátum, csipkés montmorillonit-lemezekkel, a t₂ talajrétegből vett 3405. mintában.
Photo 5. Carbonate and quartz aggregate with laced montmorillonite sheets from t₂ soil level, sample No. 3405.
6. kép. Sajátalakú kalcit (cc), lemezes agyagásványok (aa) és kvarc (q). t₂ talajréteg, 3405. minta.
Photo 6. Euhedral calcite (cc), platy clay minerals (aa) and quartz (q). t₂ soil level, sample No. 3405.
7. kép. Kvarcsemcse, kovapikkelyekkel és kioldási üregekkel. h₂ homokrétében, 3405. minta.
Photo 7. Quartz grain with silica scales and dissolution voids. h₂ sand level, sample No. 3405.
8. kép. Szegletes és éleiken lekerekített kvarcsemcsék, derázios barázdákkal (középen). h₂ homokrétében, 3405. minta.
Photo 8. Angular quartz grains and grains with rounded edges and derazion strips (in centre of image). h₂ sand level, sample No. 3405.

I. tábla — Table I



II. tábla — Table II

