

## A HORTOBÁGYI SZIKESEDÉS EREDETE

SÜMEGI PÁL<sup>78</sup> – BODOR ELVIRA – SÜMEGINÉ TÖRŐCSIK TÜNDE

### THE ORIGINS OF SODIFICATION IN THE HORTOBÁGY REGION

**Abstract:** The chronological analyses, earlier corings and the lithostratigraphical analogies to the sediments indicate that they had been deposited continuously from the Middle Würm to the close of the Holocene. The pollen profile is dominated by non-arboreal pollen, even during the Holocene. In this sense, this pollen profile is unique and it can only be compared to other pollen sequences from the Hortobágy because deciduous arboreal pollen did not become dominant in any one pollen zone. This pollen composition provides evidence that alkalisation was continuous from the Middle Würm to the close of the Holocene. The alkalik species formed a vegetation intermixed with taiga during the Pleistocene, resembling the one which can be observed in southern Siberia, in the Altai foreland, where a steppe belt with alkalik elements was intermixed with deciduous woodland and taiga elements, but breaking up into a mosaic of taiga interspersed with grass steppe and deciduous woodland in consequence of extremely diverse local orographic, hydrological and hydrographical conditions. A landscape showing a similar mosaic patterning with a dominance of steppe elements developed in the Hortobágy region at the close of the Pleistocene and survived throughout the Holocene.

### BEVEZETÉS

A Zám–Halasfenék területén (*I. ábra*) található egykori, feltöltődött folyómederbe a Geovil Vállalat segítségével sekélymélységű, nagy átmérőjű béléscsőves fúrást mélyítettünk és először sikerült a hortobágyi, vitatott korú és genetikájú medrekről (*Sümegei P.* 1989, *Sümegei P. et al.* 1999a) zavartalan magmintákat kiemelni, és környezettörténeti szempontból megvizsgálni. Ennek a feldolgozásnak a jelentősége kiemelkedő, mert az 1980-as évektől a területen végzett paleoökológiai (*Sümegei P.* 1989, 1997, 2004, *Nyilas, I. – Sümegei, P.* 1991, *Szőőr Gy. et al.* 1991) elemzések azt bizonyították, hogy a korábbi elméletekkel (*Rapaics R.* 1916, 1918, *Soó R.* 1929, 1931, *Varga Z. et al.* 1982, *Zólyomi B.* 1944-1945) szemben a hortobágyi szikesedés nem a folyószabályozás következménye, hanem igen ősi, és legalább a pleisztocén végéig visszanyúlik.

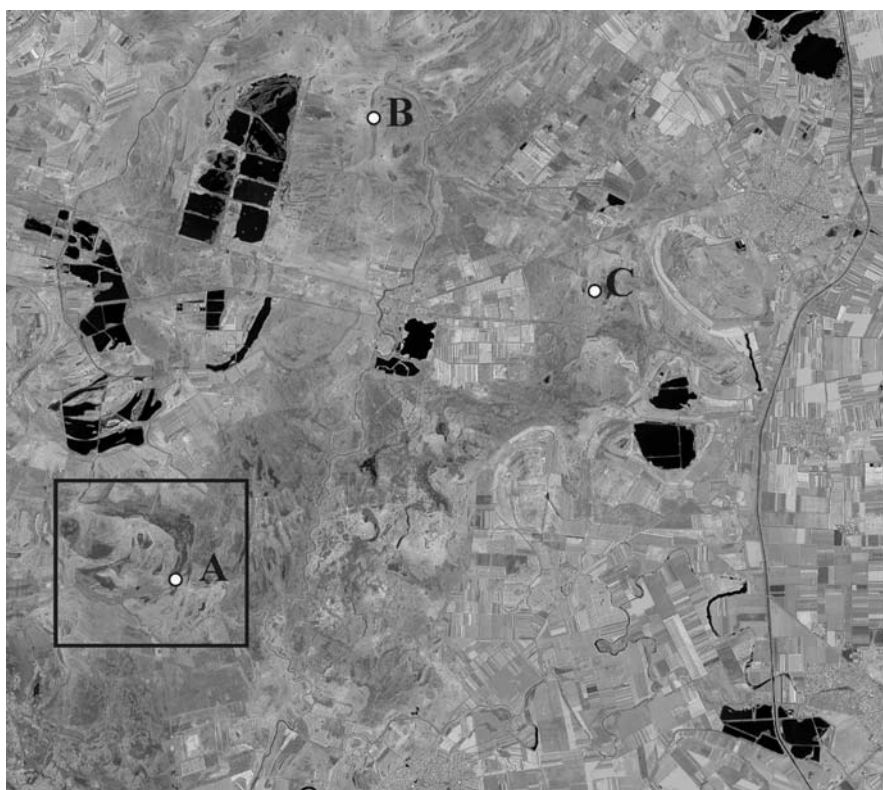
### VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Egy elhagyott folyómeder centrumában, szikes mocsári növényzettel borított részen átlapoló, 10 méteres fúrást mélyítettünk 100 cm hosszúságú béléscsővel. A zavartalan fúrásmintákat 10 cm-es részmintákra bontottuk. A részmintákon üledék-

---

<sup>78</sup> Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék. 6722 Szeged, Egyetem u. 2. E-mail: sumegi@geo.u-szeged.hu

földtani, geokémiai izotópgeokémiai, pollenanalitikai és malakológiai vizsgálatokat végeztünk. A szedimentológiai elemzések során a Casagrande-féle areométeres szemcseösszetétel meghatározást, illetve röntgen Sedigráf elemzéseket használtuk fel. Az üledékfácies leírásai során a Troels-Smith-féle (*Troels-Smith, J.* 1955) nemzetközi lazaüledék nevezéktani kifejezéseket és szimbólumrendszert használtuk. A karbonát és szerves anyag tartalmat izzításos eljárással (*Dean, W.* 1974) határoztuk meg. A pollen adatokat Psimpoll-programcsomag (*Bennett, K.* 1992) felhasználásával mutattuk be. A radiokarbon vizsgálatokhoz a mintákban talált Mollusca héjakat, illetve a szerves anyag feldúsulásokat használtuk fel. A radiokarbon mérések fizikai paramétereit, a mérések feltételeit *Hertelendi E. et al.* (1989) részletesen közli. A pollenminták feltárásához a Magyarországon általánosan alkalmazott Zólyomi-Erdtman-féle  $ZnCl_2$ -os eljárást alkalmaztuk, mert a morotvatavi üledékek esetében, mint amilyenhez a vizsgált területén is feltárt üledékeket sorolhatjuk, ez a módszer célravezetőbb eredményeket hozott, mint más eljárások (*Sümegei P. et al.* 1999b). A magfúrás feküszintjében található homokos üledéken a nehézásványtani vizsgálatokat Gyuricza György, a Magyar Állami Földtani Intézet munkatársa végezte el.



1. ábra A Hortobágy területén mélyített zavartalan magfúrások

Figure 1 Undisturbed drill-pipe cores on the area of the Hortobágy

A = Félhalom–Halasfenék; B = Máta (Papegyháza)–Papere; C = Nyirőlapos–Fecskerét

## A VIZSGÁLT TERÜLET KÖRNYEZETÉNEK JELLEMZÉSE

A Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága által engedélyezett és ellenőrzött gépi fúrást a Szászberektől délre található, Félhalom település közvetlen határában található, Zám–Halasfenéknek nevezett elhagyott, feltöltődött folyómederben, sással, szittyóval kevert mocsári növényzet között mélyítettük, hideg téli időben, jégfelszínről, hogy sem a területen élő, átvonuló madárpopulációt, sem a növényzetet ne bolygassuk. A vizsgált meder északi részén, infúziós lösszel fedett folyóhátan egy rézkori kurgán, a meder tágabb környezetében több őskori, népvándorlás kori temetkezés, elpusztult középkori település (Szabolcs, Csécs, Zám) található. A medertől északra elhelyezkedő infúziós lösszel fedett területen, Félhalom környékén művelt területeket alakítottak ki, míg a meder déli részén jellegzetes, legeltetett területek találhatók. Ugyanakkor a Zám–Halasfenék meder környékén valamennyi, a Hortobágy területére jellemző geomorfológiai, talajtani és vegetációs egység kialakult. Kiválóan megfigyelhető, hogyha a Hortobágy területe makroformákban nem is, de mikroformákban igen gazdag, és a vizsgált területen a szikes puszta szinte valamennyi mikromorfológiai eleme megtalálható, a kunhalmoktól a szikes mocsarakig. A szikes mocsarak és szikes puszta területén jellegzetes szikes mikrofelszín, jellegzetes szikmorfológiai egységek fejlődtek ki (*Strömpl G.* 1931).

## KRONOLÓGIAI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

A radiokarbon vizsgálatok alapján a 9,0-9,1 m közötti szelvényszakasz mintegy 35-36 ezer éve (35.000 BP évet meghaladó radiokarbon kor), a 1,50-1,25 cm közötti szakasz körülbelül 5000-6000 éve (5200 +/- 200 BP év) alakult ki.

## ÜLEDÉKFÖLDTANI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A 10 méteres fúrás feküjét kékesszürke színű, rosszul osztályozott, pollenekre nézve steril agyagos kőzetliszt alkotta, amely a fehéresszürke színű 9,5-8,0 m közötti apróhomokos középhemok réteg alatt 10,0-9,5 m között húzódott. A feküképződmény ártéri üledék, amelybe a Halasfenéket alkotó folyómeder belevágódott mintegy 35-40 ezer évvel ezelőtt a radiokarbon adatok alapján (2. ábra).

Erre a szedimentológiai zónára egy jól osztályozott, jelentős finomhomok tartalmú, apróhomokos középhemok réteg települt. A homokban helyenként növénymaradványok, apró Mollusca (*Lymneidae*, *Planorbidae*) héjak is előkerültek. A szemcseösszetétel, az üledék kifejlődése alapján ez az üledékösszlet egyértelműen az aktív folyószakaszban felhalmozódott mederüledék, amely mintegy 1,5 m-es vastagságban, 9,5-8,0 m között fejlődött ki a fúrásszelvényben. A Halasfenék medrében végzett korábbi térképező, nem zavartalan magfúróval elvégzett geológiai fúrások nyomán ez a réteg a meder pereme felé elvékonyodik, csak a meder centrumában éri el ezt 1,5 m-es kifejlődést.

8,0-7,0 m között finomabb üledéksávokat, mintegy centiméteres kifejlődésű, szürkésfehér színű, finomhomokos apróhomok szemcseösszetételű homoklencsékét és homoksávokat tartalmazó, kékeszöld színű, enyhén karbonátos finomkőzetlisztes durvakőzetliszt réteg fejlődött ki.

7,0-3,0 m között homogénnek látszó kifejlődésben, de a computer tomográfias vizsgálatok alapján (**Hunyadfalvi Z.** 2004) rendkívül vékony, néhány mm-es kifejlődésű laminákból álló, enyhén karbonátos, szerves anyag mentes, finomkőzetlisztes durvakőzetliszt réteg alakult ki. Az üledékbe 6,5 métertől a felszínig igen változatos vastagságú kifejlődésben, helyenként mm-es, helyenként cm-es vastagságú, vörösesbarna színű, vasas – limonitos – goethites sávok fejlődtek ki. Az eddigi szedimentológiai elemzések alapján ezek a sávok az egykori talajvíz magasságát tükrözik vissza és a több méteres vastagságú üledékrétegben a többszöri kifejlődésük, különböző tengerszint feletti magasságban történő megjelenésük azt bizonyítja, hogy igen jelentős, akár 4-5 m-es talajvízszint változások játszódhattak le a vizsgált mederben az üledék felhalmozódását követően. Az üledék kifejlődése és szemcseösszetétele a minerorganikus üledékekre (**Oldfield, F.** 1978) jellemző.

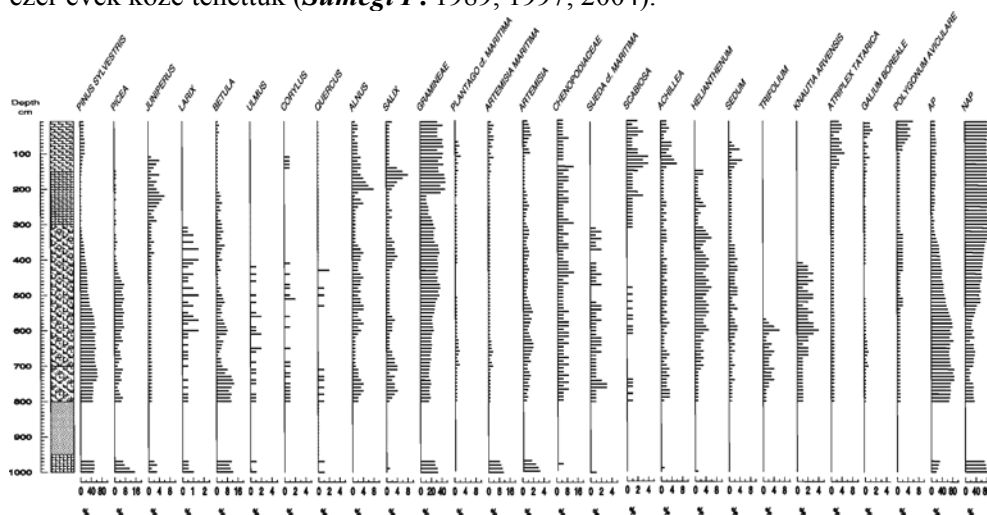
3,0-1,5 m között a durvakőzetliszt tartalom fokozatosan lecsökkent és a finomkőzetliszt és agyagtartalom megemelkedett, barnásszürke színű, a felszín felé fokozatosan növekvő agyag és csökkenő karbonát tartalmú kőzetliszt fejlődött ki. Az üledék szinte teljes mértékben átítatódott limonitos – goethites – vasas anyaggal, ami azt bizonyítja, hogy a tartós talajvíztükör magassága napjainkban ebben a szintben húzódhat.

1,5 métertől a felszínig tartó szelvényszakaszban fokozatosan növekvő szerves anyag tartalmú, helyenként felismerhető növényi (nád, sás, gyékény) maradványokat tartalmazó, sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt réteg húzódik.

## POLLENANALITIKAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

Az első pollenanalitikai zóna 800 és 630 cm között húzódik (2. ábra). A fás vegetáció összetétele, *Pinus sylvestris* - *Betula* dominancia, vízfolyások, a jégkor végi folyók mentén terjedő ligeterdők kialakulására utalhat. Ezt támasztja alá ebben a szintben szórványosan jelen lévő lombos fa pollenek, amelyek keményfás tölgy–kőris–szil ligeti fás társulás taxonjainak a jelenlétére utalnak, ahol a jelenlévő kocsányos tölgy (*Quercus robur*) keveredik a kőrissel (*Fraxinus*) és a szillel (*Ulmus*). Ez utóbbi megjelenése magasabb talajvízszintet és semleges vagy enyhén meszes talajt jelez (**Simon T.** 1992). A lombos fa pollenek között ritkán előfordult a keményfás ligeterdő egyik karaktereleme a gyertyán (*Carpinus*) is (**Jakucs P.** 1991). A virágporszemek alapján a cserjeszintjében a mogyoró (*Corylus*) és a som (*Cornus*) is megtelepedett. A folyóhoz közelebbi ártéri területen az éger (*Alnus sp.*) és a fűz (*Salix*) állományai is kialakulhattak. A keményfás ligeterdő külső előterében valószínűleg ecsetpázsitos sziki rét fejlődhetett ki, ahol a pázsitfűvek (*Poa*) domináltak, here (*Trifolium*) és réti harmatkása (*Glyceria fluitans*) fajokkal kever-

ten. Mellettük sótűrő, szikes talajon is előforduló, enyhén meszes talajt kedvelő taxonok, mint a tatárlaboda (*Atriplex tatarica*), madár keserűfű (*Polygonum aviculare*) tenyésznek. Ugyancsak a talaj enyhén meszes jellegét támasztja alá a vörös libatop (*Chenopodium rubrum*), kőfali libatop (*Chenopodium murale*) megjelenése is (Simon T. 1992). A felszaporodó sziki üröm (*Artemisia maritima*), a vele megjelenő csenkesz (*Festuca*) pollenekkel együtt az ürmös szikes pusztákon ma is tömegesen megjelenő, szoloncsák szikes talajon élő, *Artemisia-Festucetum pseudovinae* társulás kialakulását, míg a sőtűrő cickafark (*Achillea*) jelentősebb arányú megjelenése a kissé szárazabb ürmös szikesek kifejlődését jelzik. Ez a pollen összetétel erőteljes és kiterjedt szikesedést jelez. A zóna kora a középső würm végén, a felső würm kezdetén kialakult interstadiálissal egykorú, így ez a pleisztocén végi szikesedésre vonatkozó pollenanalitikai adat jó egyezést mutat a korábban a Hortobágy peremén kimutatott paleoszikkes talajszinttel, amelynek korát 25 és 32 ezer évek közé tehetjük (Sümegei P. 1989, 1997, 2004).



2. ábra Félhalom–Halasfenék területén mélyített zavartalan magfúrás pollenvizsgálatának eredményei

Figure 2 The pollen sequence of undisturbed drill-pipe core at Félhalom–Halasfenék

A második pollenanalitikai zóna 580-630 cm között húzódik. A zónában jelentős változás következik be, a *sporomorpha* állomány nagymértékű lecsökkenése történik. A fenyők, a nyír, szil, a mogoró pollenszáma drasztikusan lecsökken. A szárazföldi lágyszárúak között hirtelen felszaporodik a száraz klímát, meszes bázikus talajt kedvelő varjúháj- és ürömfélék. A kiszáradó lápon, mocsarakon, enyhén meszes körülmények között élő északi galaj (*Galium boreale*) megjelenése, a felszaporodó vastövű imola (*Centaurea scabiosa*), ördög szem (*Scabiosa*), a minimális vízi vegetáció is a szárazabb körülmények kialakulását támasztja alá. A következően előforduló sásfélék (*Cyperaceae*) trofikusabb, de szintén alacsonyabb vízbo-

rításra utalnak ebben a szintben. Megjelenik a békabuzogány (*Sparganium*) is, amely enyhén meszes vizekben él.

A harmadik pollenzóna 480-550 cm között fejlődött ki. Ebben a pollenhorizontban a pollenszemcsék sűrűsége növekedett. A bodza (*Sambucus*) és a vörösfenyő (*Larix*) jelenlétéből arra következtethetünk, hogy nedvesebb éghajlat köszöntött be, bár ezek a pollenszemcsék távolabbi behordásra is utalhatnak. A lágyszárúak között ismét felszaporodik az *Artemisia maritima*, a *Polygonum aviculare*, és megjelenik a gyermekláncfű (*Taraxacum*) is.

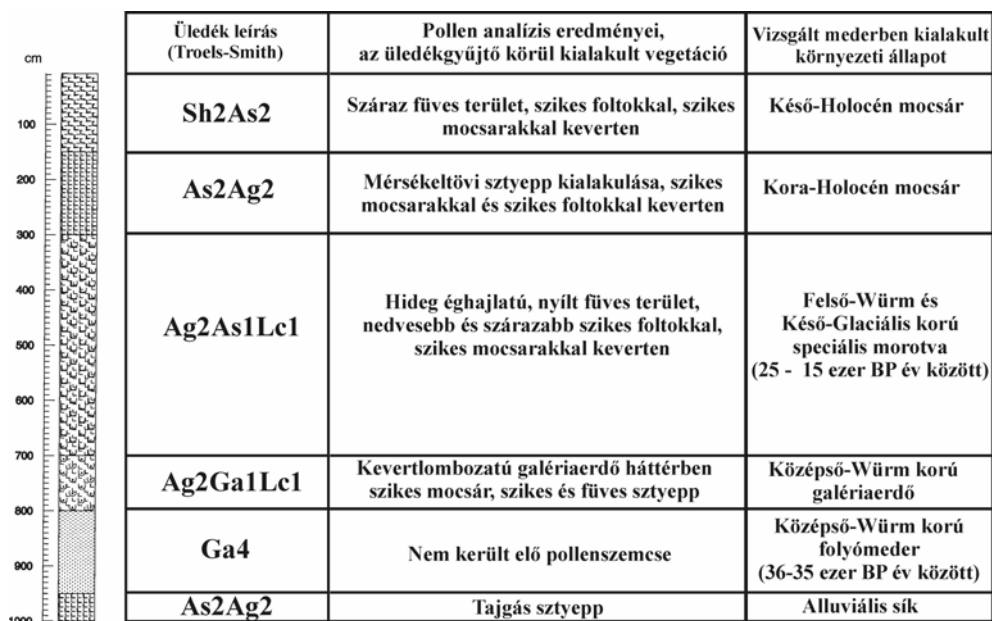
A negyedik pollenanalitikai zóna 125-450 cm között fejlődött ki, de több alzónára lehetett tagolni elsősorban sporomorpha mennyisége, a különböző pollen megőrződés (tafonómia) alapján. Fokozatosan megszűnt a korrodált *Pinus* pollenszemcsék jelenléte, és a *Pinus silvestris* száma is minimálissá vált. A szárazföldi vegetációban a fűfélék mellett szinte csak a keserűfűfélék maradtak meg. Az algák (*Botryococcus braunii*, *Spirogyra*) kevés száma sekély, mocsaras vízborításra utal. Ugyancsak mocsaras vízborítást jelez az ősz vérfű (*Sanguisorba officinalis*) jelenléte is. A szárazföldi növényzetet döntően a pázsitfűvek (*Poa*) képviselik, de viszonylag jelentős arányban található az *Achillea*, *Atriplex*, valamint a vakszik jelzője a sziki útifű (*Plantago maritima*). A pollenösszetétel változása alapján a távoli behordódást okozó vízbefolyás, az áradmányvíz hatásának fokozatos csökkenése figyelhető meg.

Az ötödik pollenanalitikai zóna a 130 és 20 cm között fejlődött ki. A zónát a jelentősebb áradások (nedvesebb periódusok) és kisebb méretű áradások (száraz időszakok) váltakozása jellemzi. A *Pinus* pollen ciklikus dominancia növekedése, és néhány fás növény *Picea* sp., *Alnus* sp., és a *Corylus* sp. pollenjeinek elszórt, de alárendelt megjelenése figyelhető meg. A lágyszárúak között megtalálható a száraz sztyeprétek gyomtársulásnak tagjai, a közönséges gyujtoványfű (*Linaria vulgaris*) és az enyhén meszes talajt kedvelő tixszem (*Anagalis* sp.), valamint a száraz szikeseken előforduló *Inula* sp. *Atriplex*, és a pacsirtafű (*Polygala*) is. A békalencse (*Lemna*) és a litorális zónát alkotó növények már alárendelten fordulnak csak elő, viszont új taxonként lépett fel az úszó békaszőlő (*Potamogeton natans*). A pollenkép változása a vízborítás egyértelmű emelkedését, eutróf víz kialakulását jelenti. A zóna végére már csak a talajerózióra utaló *Concentricystes* és a moha-félék (*Peltolepis quadrata*) maradnak meg.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A pollen összetétel változása alapján a feküszelvényben egy mozaikos kifejlődésű, lombos fákkal kevert tajgaelemekből, elsősorban erdei fenyőből álló ligeterdő alakult ki. Ez a vegetáció elsősorban a folyóhátat boríthatta, míg a folyóhát mögötti mélyedésben szikes növényzet, szikes mocsár fejlődhetett ki. Ez a vegetációs állapot a középső-würm végén, a felső-würm kezdetén 25 és 15 ezer évek között zárulhatott le, amikor a vizsgált mederszakasszal az élővíz kapcsolat megszűnt.

Az élővíz elöntés lezárulását követően mintegy 30-40 km hosszú csatornaszerű morotvtató fejlődött ki, amely a kialakuló Tisza-völgy felől időszakosan áradmányvíz elöntéseket kapott. Ebben a speciális üledékgyűjtő rendszerbe elsősorban a morotvtató környékének növényzetéből származó virágporszemek halmozódtak fel, de az árvizekkel együtt jelentős mennyiségű, elsősorban a vízben lebegő, légszákos (Fall, P. 1987) fenyőpollen is bekerülhetett. Így a pollenösszetételt ezt a speciális tafonómiai helyzet torzíthatta, és a pollen anyag egy része nem lokális, hanem regionális származásúnak tekinthető. A pollenösszetétel változásai alapján a szárazabb, és jelentősebb áradásokkal jellemezhető, nedvesebb éghajlati szakaszok alakulhattak ki. A legsajátosabb változás a holocén kezdetén alakult ki a szelvényben, mert a többi magyarországi szelvényhez képest egyáltalán nem jelentkezett az erdei, és köztük döntően a lombos erdei pollenek arányának növekedése, mindössze a pleisztocén szakaszra jellemző fenyő pollenek aránya csökkent le. Úgy tűnik, hogy a vizsgált területen a pleisztocén végén/holocén kezdetén nem a tajga erdő/lomboserdő változás mutatható ki, hanem a hidegebb éghajlatú sztyeppet enyhébb, mérsékeltövi sztyepp váltotta fel és ez a mérsékeltövi sztyepp, bár folyamatos változással, de fennmaradt mind a mai napig.



3. ábra Félhalom–Halasfenék területén mélyített zavartalan magfúrás környezettörténeti vizsgálatának eredményei

Figure 3 The environmental historical results of undisturbed drill-pipe core at Félhalom–Halasfenék

A szelvényben szinte végig lágyszárúak aránya dominált, még a holocén során is. A szelvény pollenösszetétele így egyedülálló a magyarországi pollenszelvények között, csak más, ezzel a fúrással párhuzamosan lemélyített és feldolgozott

hortobágyi pollenszelvényekhez (Sümegei P. 2004) hasonlítható. Az unikális jelleget erősíti, hogy a szelvény feküszintjétől a felszínéig valamennyi minta tartalmazott egykori szikes növényzetre utaló pollenanyagot. Ez a pollenösszetétel folyamatos szikesedés kifejlődését bizonyítja a középső würmtől kezdődően a holocén végéig. A szikes növényzet a pleisztocén során tajgával kevert vegetációt alkotott, hasonlóan a mai dél-szibériai területen, az Altáj-hegység északi előterében megfigyelhető vegetációhoz (Sümegei P. 1996, Sümegei P. et al. 1999b), ahol a szikes elemeket tartalmazó sztyeppövezet keveredik a lombos erdei és a tajga zóna elemeivel, és füves sztyeppékkal tagolt tajga és lombos erdei foltokra, mozaikokra bomlott a helyi, rendkívül változatos orográfikus, hidrológiai és hidrográfiai tényezők következtében (Sümegei P. 1996, Sümegei P. et al. 1999b). Ilyen mozaikos vegetációval, de alapvetően sztyepppei dominanciával jellemezhető táj fejlődhetett ki a Hortobágy területén is a pleisztocén végén, és maradt fenn a holocén során is (3. ábra).

#### IRODALOM

- Bennett, K. D.** 1992. PSIMPOLL – a quickBASIC program that generates PostScript page description files of pollen diagrams. INQUA Commission for the study of the Holocene: working group on data handling methods. Newsletter 8. pp. 11-12.
- Dean, W. E.** 1974. Determination of the carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignitions: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44. pp. 242-248.
- Fall, P. L.** 1987. Pollen taphonomy in a canyon stream. *Quaternary Research* 28. pp. 393-406.
- Hertelendi, E. – Csongor, É. – Záborszky, L. – Molnár, I. – Gál, I. – Győrffy, M. – Nagy, S.** 1989. Counting system for high precision C-14 dating. *Radiocarbon* 32. pp. 399-408.
- Hunyadfalvi Z.** 2004. Heterogeneity analysis of clastic sediments by computerized X-ray tomographs. *Acta Geologica Hungarica* 47. pp. 53-62.
- Jakucs P.** 1991. Növénytársulástan II. Fátlan növénytársulások pp. 365-372. In: **Hortobágyi T. – Simon T.** (eds.). Növényföldrajz, társulástan, ökológia. Egyetemi tankönyv, Budapest.
- Nyilas, I. – Sümegei, P.** 1991. The Mollusc fauna of the Bátorliget Nature Reserves. pp. 227-236. In: **Mahunka S.** (ed.). The Bátorliget Nature Reserves – after forty years, 1990. I. Hungarian Natural History Museum, Budapest. p. 497.
- Oldfield, F.** 1978. Lakes and their drainage basins as units of sediment-based ecological study. *Progress in Physical Geography* 1. pp. 460-504.
- Rapaics R.** 1916. A Hortobágy növényföldrajza. *Gazdasági Lapok* 88-89. pp. 102-103, 115-116, 124-126.
- Rapaics R.** 1918. Az Alföld növényföldrajzi jelleme. *Erdészeti Kísérletek* 21. pp. 1-146.
- Simon T.** 1992. A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Soó, R.** 1929. Die Vegetation und die Entstehung der ungarische Puszta. *Ecology* 17. pp. 329-350.
- Soó R.** 1931. A magyar puszta fejlődéstörténetének problémája. *Földrajzi Közlemények* 59. pp. 1-17.
- Sümegei P.** 1989. A Hajdúság felső-pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (öslénytani, szedimentológiai, geokémiai) vizsgálatok alapján. Dr. Univ. disszertáció, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen. p. 96.
- Sümegei P.** 1996. Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító öskörnyezeti és sztratigráfiai értékelése. Kandidátusi értekezés, Debrecen–Budapest. p. 120.



- Sümei, P.** 1997. The Process of Sodification on Hortobágy in Space and Time according to geopedological investigation. Proceedings and Field Trip of Hydro-Petro-Geology and Hungary, Budapest. pp. 237-242.
- Sümei P.** 2004. A Hortobágy fejlődéstörténete. In: **Ecsedi, Z.** (ed.). A Hortobágy madárvilága. Hortobágy Természetvédelmi Egyesület, Balmazújváros–Szeged. pp. 33-38.
- Sümei P. – Szilágyi G. – Molnár A.** 1999a. Szikesedés a Hortobágyon. Természet Világa 131/5. pp. 213-216.
- Sümei P. – Magyar E. – Daniel P. – Hertelendi E. – Rudner E.** 1999b. A kardoskúti Fehér-tó negyedidőszaki fejlődéstörténetének rekonstrukciója. Földtani Közlöny 129. pp. 479-519.
- Strömpl G.** 1931. A szik geomorfológiája. Földrajzi Közlemények 4-5. pp. 62-74.
- Szőőr Gy. – Sümei P. – Balázs É.** 1991. Sedimentological and geochemical facies analysis Upper Pleistocene fossil soil zones discovered in the Hajdúság region, NE Hungary. pp. 47-59. In: **Pécsi, M. – Schweitzer, F.** (eds.). Quaternary environment in Hungary. Studies in geography in Hungary 26. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 103.
- Varga Z. – Nyilas I. – Vargané Sipos J.** 1982. Nyírólajos – Nyári járás. Természetvédelmi útmutató. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóságának kiadványa, Debrecen.
- Troels-Smith, J.** 1955. Karakterisering af lose jordater. Danmarks Geologiske Undersogelse 4/10.
- Zólyomi B.** 1944-1945. Természetes növénytakaró a tiszafüredi öntözőrendszer területén. Öntözésügyi Közlemények 7-8. pp. 62-74.