

A kállósemjéni Nagy-Mohos láp fejlődéstörténete (Lápképződés emberi hatásra és az ősláp hipotézis)

BRAUN MIHÁLY — SÜMEGI PÁL —
SZÚCS LÁSZLÓ — SZŐÖR GYULA

1. Bevezetés

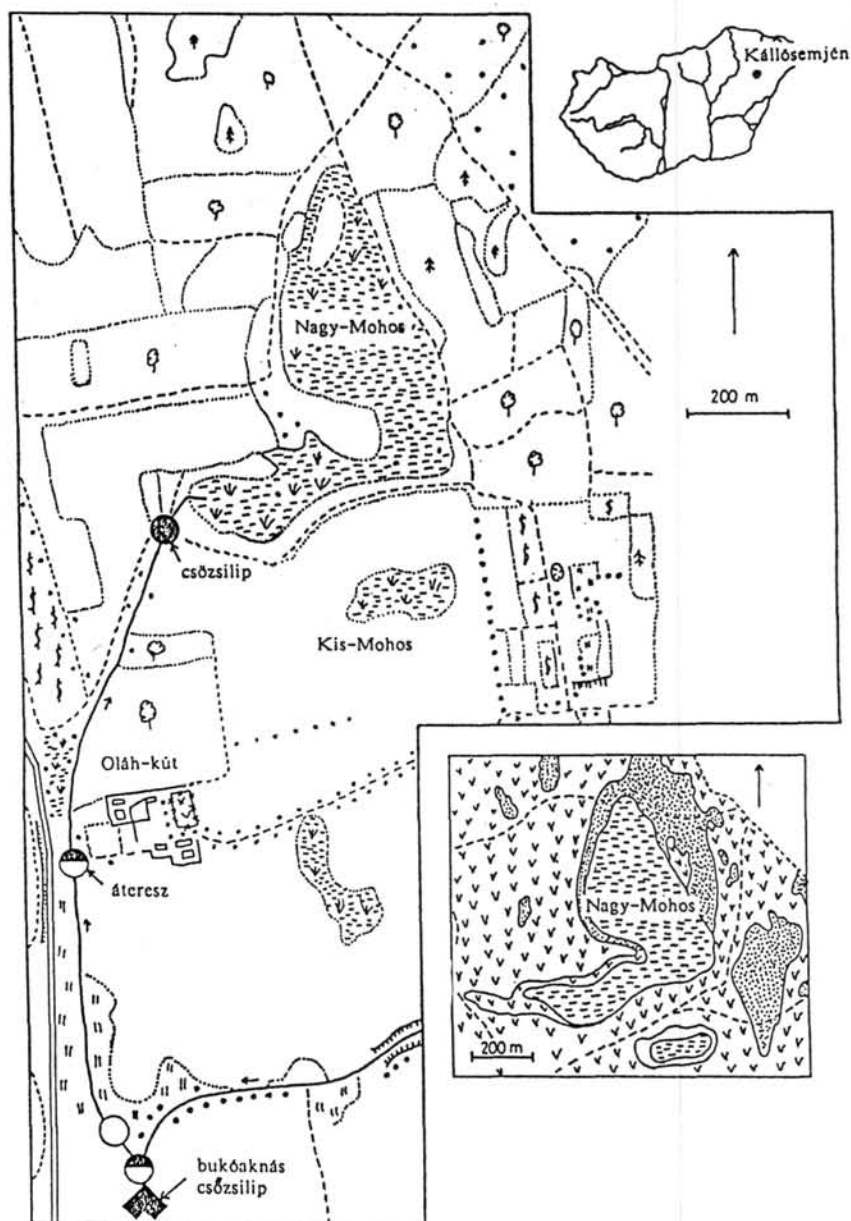
A nyírségi lápok üledékrétegei letűnt korok információit hordozzák, melyek megfejtésre várnak. Sajnos az ember környezetátalakító tevékenysége miatt számos védett lápfolt (pl. Bátorliget, Kállósemjén, Nyírábrány) veszélybe került. A század első felében végzett lecsapolási munkálatok, valamint az utóbbi évek aszályos időjárása miatt a legtöbb láp szeszélyes vízjárásúvá vált, nyaranta általában kiszárad.

Ha meg akarjuk ismerni a buckaközökben meghúzódó, lassan pusztuló lápok történetét, igyekeznünk kell. A kotusodó tőzeget elhordja a szél, a kiszáradó üledék szerkezete, összetétele megváltozik, a rétegekbe zárt történet olvashatatlanná válik.

A kállósemjéni Nagy-Mohos intenzíven kutatott területnek számít. Növényzetével BOROS (1932.), NAGY (1980.) és VAS (1982.), valamint HOCZEK (1985.) foglalkozott. Hidrobiológiai kutatásokat LAKATOS (1990.) végzett a területen. Az üledék kémiai összetételéről BRAUN és LAKATOS (1990.), BRAUN et al. (1991.) számolt be. Az ötvenes években mélyített fúrás pollen analízisének eredményei hozzájárultak a nyírségi vegetáció történetéről alkotott képhez (BORSY 1961.).

Annak ellenére, hogy sok kutató, sokféle szempont szerint vizsgálta a lápot, kialakulásáról, fejlődéséről csak feltételezések vannak, melyek (egyelőre) nincsenek megfelelő minőségű és mennyiségű adattal alátámasztva.

Dolgozatunkban a Nagy-Mohos láp paleoökológiai vizsgálatának eredményeiről, a láp fejlődéstörténeti rekonstrukciójáról számolunk be. A felszín vizsgálata során megkerestük a láp azon területeit, melyek hűen tükrözik a terület



1. kép A: A kállósemjéni Nagy-Mohos napjainkban, B: A Nagy-Mohos 1860-ban (NAGY 1980. nyomán)

Fig. 1. A: The Kállósemjén fen today, B: The Kállósemjén fen in 1860 (after NAGY 1980.)

fejlődését, nem álltak antropogén hatás alatt. Mivel az üledék a tavi élet aktivitásának és a vízgyűjtő terület fejlődésének eredménye (LUNDQVIST 1942.), a mederben lerakódott üledék kémiai összetétele, az üledékben fosszilizálódott csigák, pollenszemek tájékoztatnak bennünket azokról a viszonyokról, melyek az üledékrétegek keletkezésekor uralkodtak; lehetővé válik a láp fejlődéstörténetének rekonstruálása.

1. 1. Eddigi ismereteink a Nagy-Mohos történetéről

A Nagy-Mohos láp a Nyírségben, Kállósejéntől északra, a falutól kb. 4 km-re található. Területe 12,5 ha, nyíltvíz azonban csak kb. 0,5 ha területet borított. A láp alakja igen jellegzetes, egy északi és egy déli medencéből áll, melyeket keskeny nyaki rész köt össze (1. kép A.).

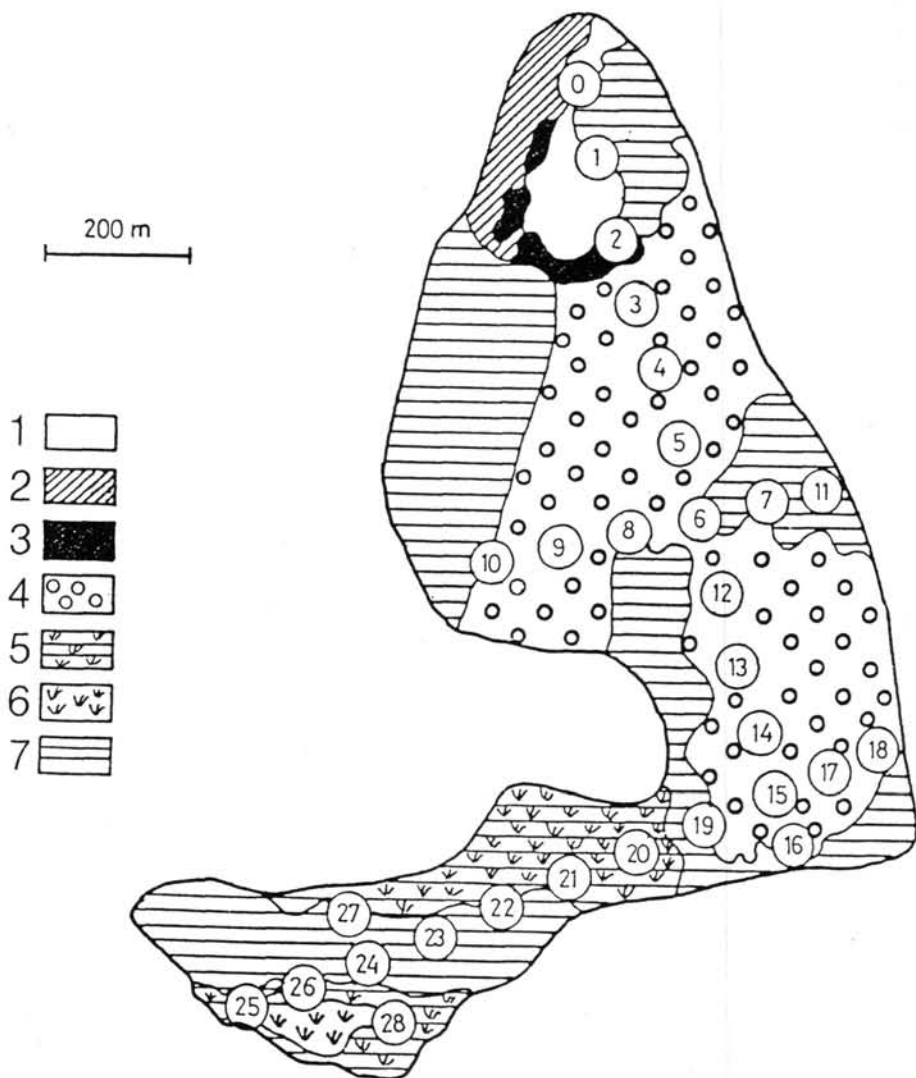
NAGY (1980.) összegyűjtötte a lápról szóló feljegyzéseket. Az első, 1776-ban készült térkép szerint a lápot tölgyerdő övezte, melyet a XVIII. század végén tarra vágtak. Az erdő a legeltetés miatt felújulni nem tudott, a futóhomok az egykori meder nagy részét betemette (1. kép B.). Ma akác és erdei fenyves védi a tavat, tölgy csak egy kis foltban, a déli medence peremén húzódik. A Nagy-Mohos bővízű, halban gazdag terület lehetett, erről egy 1320-ban készült perirat tanúskodik; miszerint Várdai Pelbárt pert indított a Balogh-Semjén nemzetség ellen a tó birtoklásáért. A történelmi időkben a déli medence összefüggött a Kis-Mohossal, a két lápot elválasztó homokbucka a múlt században keletkezett (VAS 1982.). A II. világháború előtt a terület a Kállai család birtoka volt, a tavat fürdőzésre használták, a nádat rendszeresen vágatták és a meder egy részét tisztították.

A meder kialakulására HOCZEK (1985.) a következő hipotézist állította fel: Mivel a területen átfolyt ősfolyók lefutása észak-dél irányú volt, valószínű, hogy egy elhagyott folyómederben alakult ki a láp. Ezt bizonyíthatják a Mohostól délre fekvő nedves, tocsogós térszínnek is. Egy szárazabb időszakban a kiszáradt folyómederbe homokbucka nyomult be, ami két részre osztotta a tavat.

2. Módszerek és vizsgálati körülmények

A fúrásokat a déli és az északi medence hossz tengelye mentén, valamint a medencék legszelebb pontjain, erre a tengelyre merőlegesen készítettük (2. kép). Ezáltal lehetővé vált mindkét medence kereszt- és hossz-szelvényének megrajzolása.

Az eredményes mintavételhez nélkülözhetetlen az üledékrétegek teljes és keveredésmentes kinyerése. Orosz típusú mintavevőt (AABY-DIGERFELD 1986.) használtunk, mert az nem keveri az üledéket. A fúróval a tőzeg és a tavi



2. kép Mintavételi helyek. 1: nyílt víz, 2: gyékényes, 3: úszóláp, 4: reketytyés, 5: nádas-zsombékos, 6: zsombékos, 7: nádas

Fig. 2. Arrangement of sampling sites. 1: open water, 2: *Typha* stand, 3: floating marsh, 4: *Salix cinerea* stand, 5: mixed stand of *Phragmites* and *Carex*, 6: *Carex* stand 7: reed stand

üledékrétegekből tudtunk mintát venni, a tavi üledék alatt fekvő rétegbe csak a mintavevő hegye fúródott bele, így a fúrások átlagos mélysége 1 m körüli volt. A helyszínen készített jegyzőkönyvbe cm-es pontossággal rögzítettük a megfigyelt tőzeg, tavi üledék és homok rétegvastagságát.

A geokémiai vizsgálatokhoz *strukturált részmintákat* vettünk. Elválasztottuk az azonos morfológiájú rétegeket, majd ezeket (vastagságuktól függően) 5-10 cm-es részmintákra bontottuk.

A pollenanalitikai vizsgálatokhoz *egységes részmintákat* vettünk, a fúrómagot 10 cm-es egységekre daraboltuk.

A szediment, a malakológiai és a radiokarbon vizsgálatok nagyobb anyagigényűek. Az orosz mintavevő általunk elkészített változata ezt az igényt nem teljesíti. A szediment és a malakológiai vizsgálatokhoz a mintákat Földváry-féle fúróval vettük. Ez a mintavevő keveri az üledéket, 10 cm-es részmintákat biztosít. A radiokarbon kormeghatározáshoz a feküből, valamint a tavi üledék és a tőzeg határán a tőzegtől vettünk mintákat. Erre a célra az északi medence 14. mintavételi helyén szelvényt ástunk. A mintavétel során 10 cm vastagságú részt emeltünk ki a szelvényből.

A vizsgálati anyagot a helyszínen műanyag tasakokba helyeztük, majd alufóliába csomagoltuk. Így akadályoztuk meg a kiszáradást és a fény káros hatását. A mintákat feldolgozásig hűtőszekrényben +4 °C-on tároltuk.

A légszáraz, homogenizált mintákat az elemtartalom vizsgálatokhoz nedves savas roncsolással tártuk fel (BENGTSSON-ENELL 1986.). A meghatározásokat PYE UNICAM SP1900 atomabszorpciós spektrofotométerrel végeztük. Az összes foszfortartalmat (foszfát formában) spektrofotometriásan, az automatikus sorozatelemzésekre kifejlesztett Contiflo rendszerrel határoztuk meg.

Termoanalitikai vizsgálatokat Derivatograph (MOM) és Mettler TA-3000 típusú készülékekkel végeztük. A hevítési intervallum 25-1000 °C volt. Referencia anyagként Al_2O_3 -ot alkalmaztunk. A derivatogramokat a regisztrálópapíron értékeltük, majd egyenlő hőmérsékleti skálára és arányos DTA-DTG-görbe intenzitásokra szerkesztettük át.

A felszíni vizekben élő növények biológiai produkcióját a termelt szervesanyag mellett jól jellemzi a klorofill tartalom is. Az üledékben eltemetve sötét, oxigéntől elzárt körülmények között a pigmentek hosszú időn át megmaradnak. Vizsgálatainkhoz WETZEL és LIKENS (1979.) alapján állítottuk össze az általunk alkalmazott eljárást.

A szemcseösszetételt a Pappfalvi-féle hidrometrálásos módszerrel határoztuk meg (MOLNÁR 1981.).

A scanning-elektronmikroszkópos szemcsealak vizsgálatokhoz a mintákat MOLNÁR et al. (1988.) leírása alapján készítettük elő.

A palynológiai vizsgálatokhoz a minták feltárását a Zólyomi által módosított, Erdtmann-féle cink-kloridos módszerrel végeztük (ZÓLYOMI 1952.).

A malakológiai vizsgálatok anyagigénye nagy, mintegy 0,5 kg üledék szükséges ahhoz, hogy statisztikailag értékelhető mennyiségű csiga, illetve kagyló maradvány kerüljön elő. A mintákat szárítószekrényben 150 °C-on szárítottuk, majd 0,8 mm Ø-jű szitán átiszapolva nyertük ki a Mollusca héjakat.

Az adatok feldolgozása során szokásos statisztikai eljárások mellett sokváltozós statisztikai módszereket is felhasználtunk. Ezek közül a legfontosabb a

főkomponens analízis volt, ami — megfelelően alkalmazva — lehetővé teszi a réteghatárok objektív meghatározását. A főkomponens analízis során a SVÁB (1979.) által leírt módszert (és kritériumokat) tartottuk szem előtt.

A főkomponens analízis egyik alapfeltétele, hogy a változók normális eloszlásúak legyenek; ha nem, szükség lehet az adatok transzformálására. A pollen, a Mollusca és a szemcseméret százalékos adatok, ezért itt anguláris transzfomációt (SVÁB 1979.) végeztünk. A kémiai paramétereknél erre nem volt szükség.

A szedimentvizsgálatoknál a szemcseméret frakciókat, a geokémiai adatok feldolgozása során az elemkoncentrációkat kezeltük változóként. A főkomponens súlyok így a változókról, a főkomponens értékek pedig a mintákról adtak információt.

A pollen és a Mollusca adatok ezt az eljárást nem teszik lehetővé, mivel a nagy fajszám miatt sok változó és kis esetszám lenne. Ebben az esetben a mintákat kezeltük változóként, így a főkomponens súlyok alapján tudjuk az egyes rétegeket elkülöníteni; arról, hogy a fajok milyen szerepet töltenek be az egyes részminták minősítésében, nem kapunk információt.

A szediment, a geokémiai, a Mollusca és a pollen adatok főkomponens analízisének eredményeként elkészíthető egy olyan diagram, ahol a tengelyek a főkomponens változók (a pollennél és a Molluscáknál főkomponens súlyok), az ábrázolt pontok pedig a részminták. A részminták aszerint, hogy az üledékképződés során milyen viszonyok uralkodtak, különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. A hasonló tulajdonságú részmintákat reprezentáló pontok egymáshoz közel helyezkednek el, csoportosulást alkotnak. Ha sikerül megtalálnunk azt a néhány jól elkülönült, jellegzetes csoportot, melyekbe a részminták besorolhatók, elkülöníthetjük egymástól a rétegeket, a lép fejlődési állapotait.

3. Az eredmények értékelése

Az üledék a tavi élet aktivitásának és a vízgyűjtő terület fejlődésének eredménye, ezáltal információt szolgáltat a rendszer trofikus állapotának változásáról (LUNDQVIST 1942.). A mederben lerakódott üledék kémiai összetétele, az üledékben fosszilizálódott csigák, pollenszemek tájékoztathatnak bennünket azokról a viszonyokról, melyek az üledékréteg lerakódásakor uralkodtak. Az eredmények értékelése során DÉVAI et al. (1981.) alapján a következő modellt használtuk.

A Nagy-Mohos egyes fejlődési stádiumainak egy-egy üledékréteg felel meg. Ezekre egy adott minőség jellemző. Minőség alatt érthetjük a rétegek fizikai, kémiai stb. sajátosságait, melyek alapján egymástól egyértelműen elkülöníthetők. Ha megszerkesztünk egy n-dimenziós atributum teret, ahol a tengelyek megfelelnek az üledék bizonyos tulajdonságainak, a mintákat pontokként ábrázolhatjuk, ahol a pontok koordinátái tulajdonképpen a vizsgált paraméterek. Az azonos minőségű (hasonló körülmények között keletkezett) mintákat repre-

zentáló pontok csoportosulnak. A sokváltozós statisztikai módszerekkel ezeket a pontagregátumokat írtuk le, ezáltal elkülönítettük a különböző minőségű rétegeket. A ponthalmazok a Nagy-Mohos fejlődési állapotait jelentik, feladatunk az állapotváltozással kapcsolatos két kérdés megválaszolása:

- (1) Milyen állapotváltozás történt? (milyen minőségváltozás történt az üledékben?)
- (2) Mi okozhatta a változást?

Az értékelés során külön-külön dolgozzuk fel a szediment, a geokémiai, a malakológiai és palynológiai adatokat, ezután teszünk kísérletet ezek összevetésére.

A Nagy-Mohoson 29, átlagosan 1 m mélységű fúrást készítettünk. Minden fúrásból strukturált részmintákat vettünk a geokémiai vizsgálatokhoz. A kémiai vizsgálatok egyik célja az volt, hogy megtudjuk, a Nagy-Mohos mely részei a legalkalmasabbak a láp fejlődéstörténetének kutatására. A nyíltvíz peremi területek, valamint a déli medence üledékrétegeinek kémiai sajátosságai azt jelzik, hogy itt más jellegű folyamatok mentek végbe, mint a jellegzetesen lápi területeken (északi-medence). Eredményeink alapján választásunk a 14. mintavételi helyre esett. Indokaink a következők:

- (1) Fejlődéstörténeti vizsgálatok során általában a meder legmélyebb pontját szokták megkeresni, ugyanis itt a legnagyobb az üledékrétegek vastagsága (BIRKS 1980.). Esetünkben ez a 3., 4. mintavételi hely lenne. Utalásokat találtunk arra, hogy a nyíltvíz környéki területen a Kállai család a medret tisztította (NAGY 1980.). A bolygatást bizonyos geokémiai paraméterek (pl. az ólomkoncentráció változása) is jelzik.
- (2) A víz- és az üledékkémiai vizsgálatok jelezték, hogy a déli medence erős antropogén hatás alatt állt (BRAUN-LAKATOS 1990.). Ez a terület a láp kialakulását célba vevő kutatásokra nem a legmegfelelőbb, mivel az üledék összetétele másodlagosan megváltozhatott.
- (3) Az üledék felső rétegének összetétele és a növényzet alapján úgy tűnik, hogy a 12-15. mintavételi helyek a legmegfelelőbbek. A rekettyefűz állománya itt a legidősebb, valószínűleg a lápképződés itt indult meg a leghamarabb. Mivel a rétegek vastagsága a 14. mintavételi ponton a legnagyobb, a részletes vizsgálatokhoz itt gyűjtöttük a mintákat.

Ezen a helyen mintát vettünk a pollenanalitikai, szediment, malakológiai vizsgálatok, valamint a radiokarbon kormeghatározás számára.

3. 1. Az üledékrétegek elhelyezkedése a fúrásminták morfológiai vizsgálata alapján

A mintavétel során a terepen készített jegyzőkönyvbe cm pontossággal rögzítettük az eltérő színű, összetételű rétegek vastagságát. Leírtuk az egyes

rétegekben található anyagkiválásokat, növényi, állati maradványokat stb. A rétegek makroszkópikus vizsgálata alapján négy üledéktípust határoztunk meg:

- (1) fűzláp tőzeg
- (2) nádtőzeg
- (3) tavi üledék
- (4) kőzetlisztes homok

A rétegek morfológiai leírása alapján megrajzoltuk az északi és a déli medence hossz- és kereszt-szelvényét (3. kép).

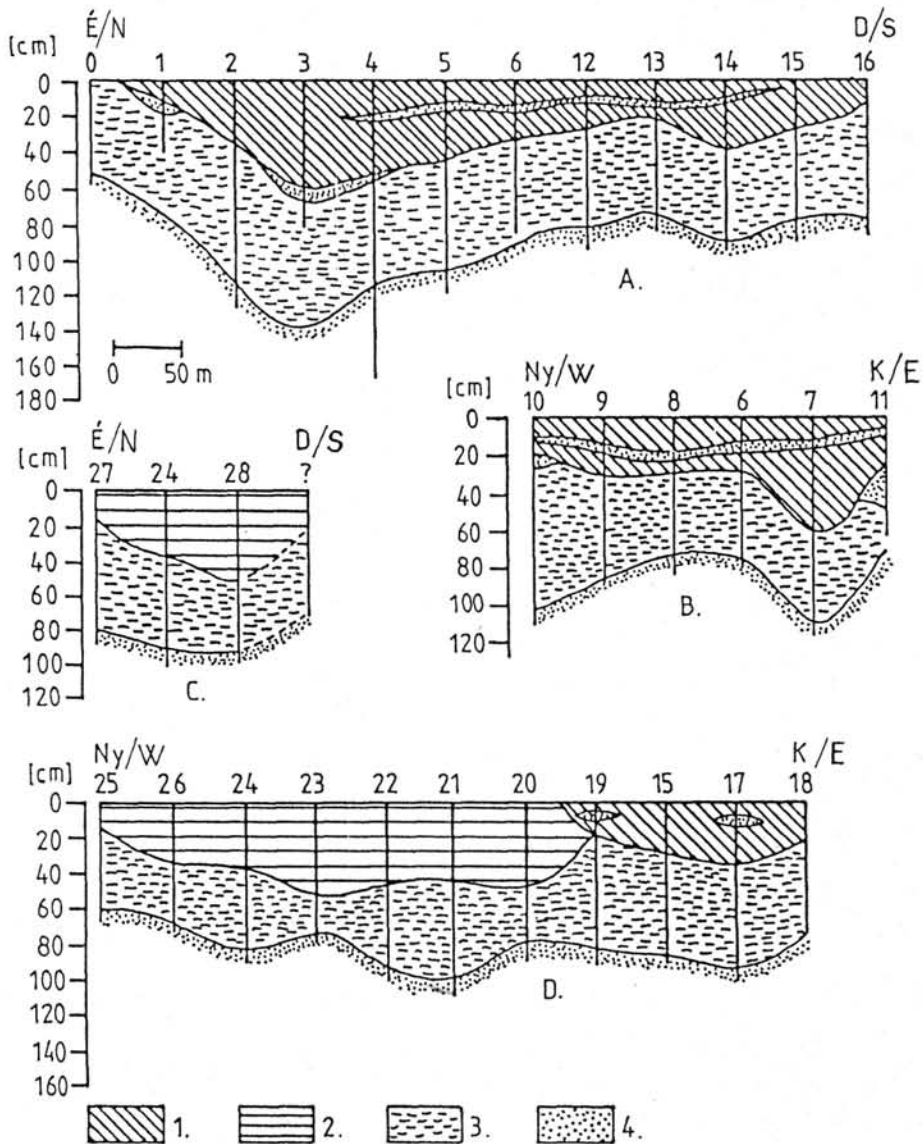
Az északi medence hossz-szelvényében a tőzegréteg a parthoz közeledve elvékonyodik. Azokon a helyeken ér el jelentősebb vastagságot, ahol a mederfenék mélyül. A tőzegrétegben a felszínhez közel többé-kevésbé folyamatos homoksáv húzódik végig, de helyenként a tavi üledék és a tőzeg határán is található homokberakódás. A tavi üledék vastagsága nagyjából egyenletes, a parthoz közeledve csak lassan csökken. Ebből arra következtethetünk, hogy a láp északi és déli irányban sokkal nagyobb kiterjedésű volt, a rétegeket azonban a homokmozgás lefedte.

Az északi kereszt-szelvény tőzegében szintén megtalálható a homoksáv. A tónak ezt a részét a szél teljes szélességében beterítette homokkal. A tőzegréteg vastagsága a keleti oldalon, a parthoz közel a legnagyobb. Itt egy árok húzódik végig a tófenéken. A meder lefutása alapján valószínű, hogy a láp kiterjedése nyugati irányban sokkal nagyobb volt a mostaninál. A tó egykori legmélyebb pontja eszerint a jelenlegi partot szegélyező homokbuckák tövében van.

A déli medence hossz-szelvénye jelentősen különbözik az északiétól. Homok-berakódást csak a fűzláp alatti tőzegben és a csatornabefolyónál találunk. A két medence találkozásánál (a 20. és 19. pont között) a déli medence nádtőzege és az északi medence fűzláp tőzege egymásra fut. A mederfenék alakja alapján viszont fokozatos átmenet van a két medence között.

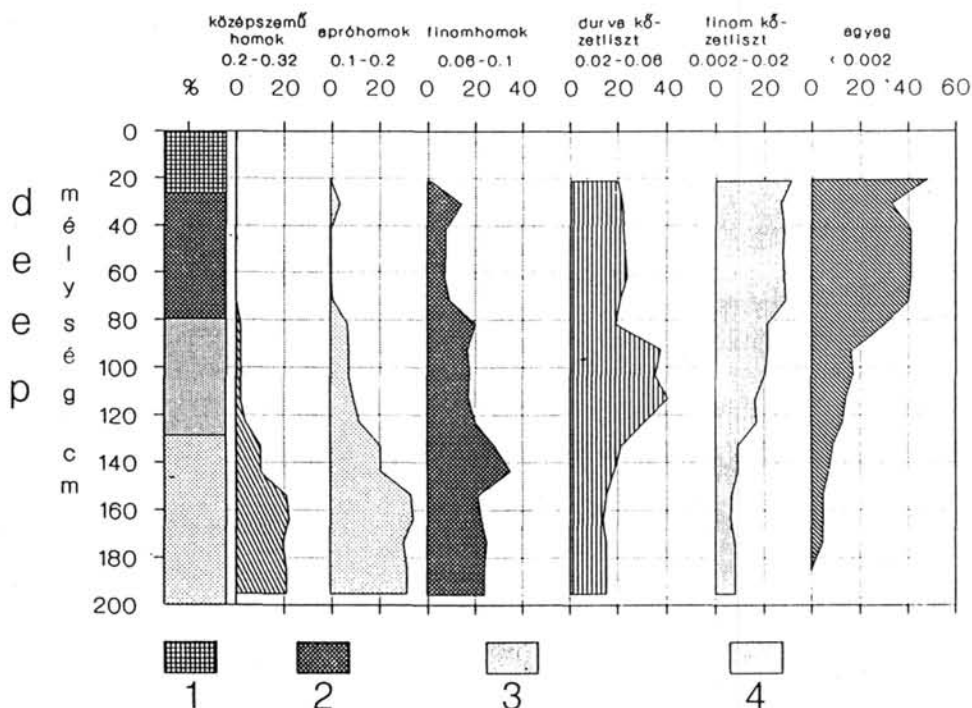
A déli medence kereszt-szelvénye alapján északi és déli irányban ez a mederrész is nagyobb lehetett. A tőzegréteg legnagyobb vastagsága a déli parthoz közel található, nem a medence közepén.

A szelvények és a szintvonalas térkép alapján rekonstruálhatjuk a láp egykori kiterjedési területét. Eredeti állapotában a meder valószínűleg tojásdad alakú képződmény volt. A legmélyebb hely a tó északi végénél lehetett, itt a víz (a legmagasabb vízállásnál) elérhette a 3-4 m-es mélységet is. Bár a meder alakja nagyon hasonlít egy szél által kimélyített teknőhöz, pusztán az üledék-rétegek elhelyezkedése alapján nem vethetjük el az „elhagyott folyómeder” hipotézist sem. Elképzelhető az is, hogy egy elzáródott és kiszáradt folyóágat alakított át a szél. Biztosat csak akkor mondhatunk, ha sikerül eldönteni a mederfeneket alkotó kékeszöld homokról, hogy folyóvízi eredetű-e vagy sem.



3. kép Az üledékrétegek elhelyezkedése a fúrásminták morfológiai elemzése nyomán. A: Északi-medence hossz-szelvény, B: Északi-medence kereszt-szelvény, C: Déli-medence kereszt-szelvény, D: Déli-medence hossz-szelvény, 1: fűzláp tőzeg, 2: nádtőzeg, 3: tavi üledék, 4: homok

Fig. 3. Stratification of bottom deposits according to morphological analysis of cores. A: longitudinal section of the northern basin, B: cross section of the northern basin, C: cross section of the southern basin, D: longitudinal section of the southern basin, 1: willow peat, 2: reed peat, 3: lacustrine sediment, 4: sand



4. kép A lúp szemcseösszetételi diagramja. 1: tőzeg, 2: tavi üledék, 3: semlyék üledék, 4: futóhomok

Fig. 4. Grain size distributions. 1: peat, 2: silt, 3: calcareous silt, 4: quicksand

3. 2. Az üledékföldtani eredmények értékelése

A morfológiai vizsgálatok alapján meg tudtuk állapítani a rétegek elhelyezkedését, de a réteghatárok megállapítása sok esetben nehézkes volt, főleg olyan esetekben, mikor folyamatos átmenetekkel talákoztunk. Az üledékföldtani vizsgálatok alapján azonosítani tudjuk az üledéktípusokat, pontosíthatjuk az egyes réteghatárokat és következtethetünk az üledékképződés körülményeire is.

1. 4–2.0 m között szürkéssárga színű, jól osztályozott finomhomokos apróhomok réteg húzódik. A szemcseösszetétel elemzéseken (4. kép) túl scanning elektronmikroszkópos vizsgálatok is megerősítették, hogy eolikus akkumulációjú üledékről van szó. Karbonátmentes.

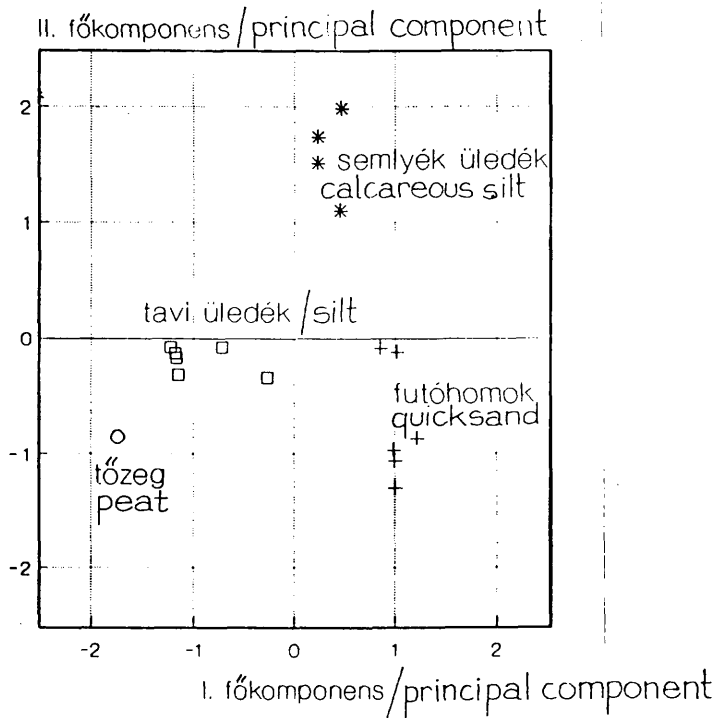
0.8–1.4 m között zöldesszürke, rosszul osztályozott finomhomokos kőzetliszt települt a fekühomokra. Jelentős agyagtartalma van. Meszes, li-

monitos konkréciókat tartalmaz (\varnothing max. 1 cm). Ebből az üledékrétegből Chara oogoniumok, vízi és szárazföldi csigák héjai kerültek elő tömegesen. Scanning elektronmikroszkóppal vizsgálva a kvarc szemcséket megállapíthatjuk, hogy eolikus futóhomok szemcsék találhatók ebben a rétegben is, de a felszínükön a mechanikai sérülések nyomai mellett utólagos kémiai hatás is felfedezhető. Mivel a mikroszkóposan vizsgált rétegekben nem találtunk folyó átal szállított homokszemcséket, elvethetjük az „elhagyott folyómeder” hipotézisét. Az előző rétegekhez képest a finomabb frakciók aránya jelentősen megnő, de a finomhomok aránya is jelentős marad (16-30%). A szemcseösszetételi diagram (4. kép) elemzése azt mutatja, hogy két üledékképződési folyamat kapcsolódott össze. Az egyik az eolikus, ami a durvább (homok) frakciót akkumulálta, a másik a tavi, amelyben a finomabb üledékek halmozódtak fel. Ez a két folyamat elvileg kizárja egymást, viszont a klimatikus periódusok (arid-humid) váltakozásával egymás után bekövetkezhetnek. Meg kell jegyeznünk, hogy MOLNÁR et al. (1979.) hasonló folyamatokat tapasztalt a Duna-Tisza közén elhelyezkedő lápok vizsgálata során. Ezt az állapotot semlyék állapotnak nevezzük, melyet a kiszáradás és a vízborítottság váltakozása jellemez.

0,3—0,8 m között a felszín felé növekvő szervesanyag tartalmú, feketés-szürke kőzetlisztes agyagréteg húzódik. Ebből a rétegből *Typha*-, *Phragmites*-, *Pteridophyta* növényi maradványok, növényi magvak, és elsősorban vízi Mollusca fajok héjai kerültek elő. Így valószínűleg ez a réteg erős növényzeti borítású tóban képződött. A finomabb frakciók aránya megnőtt, ami arra utal, hogy a semlyék állapotot felváltotta az állandó vízborítottságú tavi állapot. Ki kell emelnünk a 0,3—0,4 m közötti mintát, mert itt a szemcseösszetétel ugrásszerű változása (4. kép) az üledékképző folyamatok megváltozását jelzi. Ebben a szintben a később ismertetésre kerülő kémiai, pollen és mollusca elemzések is jelentős változásokat mutattak ki. A terület limnogeológiai fejlődésében ez a szint igen nagy jelentőségű, hiszen feltehetőleg ekkor kezdődik meg a lápképződés. A durvább anyagok arányának ugrásszerű növekedése mutatja, hogy a vízi üledékképződés mellett más, gyorsabb üledékkumulációs folyamatok is jelentkeztek.

Felszín—0,3 m között rendkívül magas (40-60%) szervesanyag tartalmú, 0,1—0,3 m között vörösbarna, 0—0,1 m között barnásfekete színű tőzegréteg (finomkőzetlisztes agyag) húzódik. A vörösbarna színű mintákban mohamaradványok találhatók, míg a barnásfekete mintákban a mohák mellett igen jelentős a *Salix* levelek aránya is. Az üledékképződés teljes növényzeti borítás mellett *lápi körülmények* között zajlott.

Az üledékrétegek elkülönítésére főkomponens analízist végeztünk. Az analízis során két főkomponenst vettünk figyelembe, melyek az összvariancia 95,4%-át magyarázzák. A varimax rotált főkomponenssúlyok alapján határoztuk meg a mintákra jellemző főkomponens értékeket. A 5. képen látható, hogy a futóhomok, a semlyék, a tavi és a láp állapotban képződött üledékmin-ták elkülönülnek.



5. kép A szediment adatok főkomponens analízise
Fig. 5. Principal component analysis (PCA) of sediment data

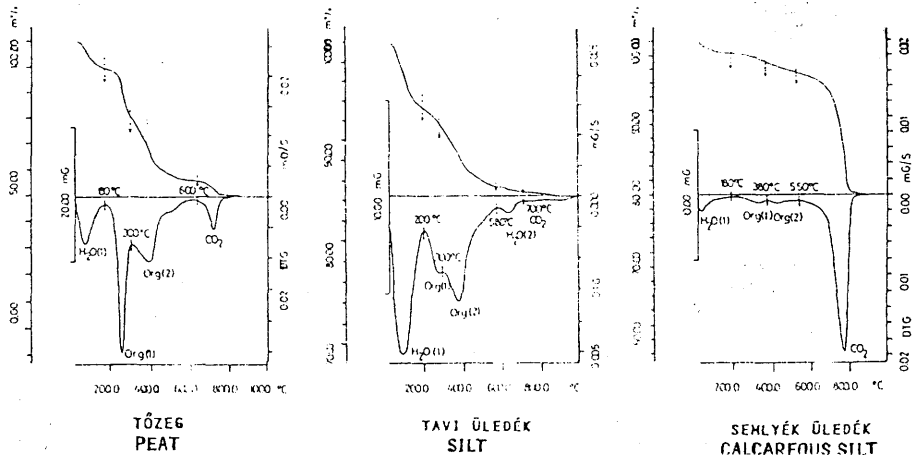
Összefoglalva az üledékföldtani vizsgálatok eredményeit a következő eseménysort rögzítettük:

- (1) **Eolikus üledékképződés** — futóhomok akumulálódás
- (2) **Semlyék állapot** — váltakozó tavi és eolikus üledékképződés
- (3) **Tavi üledékképződés** — limnikus üledék-felhalmozódás
- (4) **Láp állapot** — tőzégképződés

3. 3. A geokémiai vizsgálatok eredményeinek értékelése

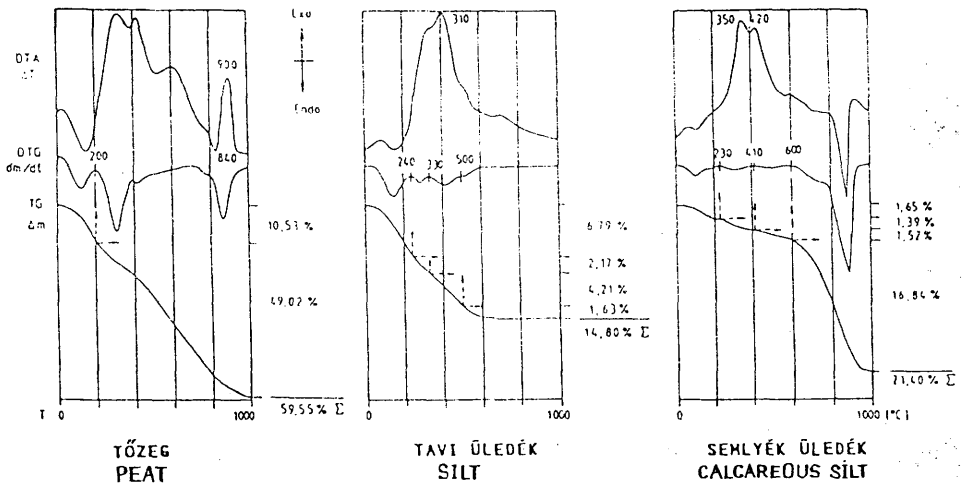
3. 3. 1. A termoanalitikai vizsgálatok eredményei

A derivatográfias és termomikromérleges elemzések során a három vizsgált üledéktípus (tőzeg, tavi és semlyék üledék) különböző sajátosságokat mutatott (6. és 7. kép). Az egyes üledékek összetételét a 1. táblázat mutatja be.



6. kép A termomikromérleges vizsgálatok eredményei. $H_2O_{(1)}$ = a tapadó nedvességtartalom, a szervesanyagokhoz és az agyagásványokhoz rendelhető gyengén kötött víztartalom eltávózása, $Org_{(1)}$ = a szerves anyag könnyen illó komponensének eltávózása, $Org_{(2)}$ = a szerves anyag végső kiégése, $H_2O_{(2)}$ = az agyagásványok strukturális víztartalmának leadása, CO_2 = a karbonátok hődisszociációjából eltávózó szén-dioxid leadása

Fig. 6. Thermoanalytical curves of peat, silt and calcareous silt by Mettler TA 3000 instrument. $H_2O_{(1)}$ = weakly bound water of clay minerals and organic matter, hygroscopic moisture, $Org_{(1)}$ = decomposition (dissociation, cracking) and slow oxidative release of organic matter, $Org_{(2)}$ = burning of organic matter, $H_2O_{(2)}$ = structural water of clay minerals total amount of released matter



7. kép A derivatográfias vizsgálatok eredményei. Σ = izzítási veszteség 25-1000 °C hevítési intervallumban

Fig. 7. Thermoanalytical curves of peat, silt and calcareous silt by Derivatograph (MOM) instrument

1. táblázat: A termoanalitikai mérések eredményei.**Table 1: Results of thermoanalytical measurements**

Minta	TG paraméterek %-ban / TG parameters %							
	H ₂ O ₍₁₎	Org ₍₁₎	Org ₍₂₎	H ₂ O ₍₂₎	CO ₂	Org	CaCO ₃	Σ
tőzeg / peat	10.79	19.75	23.39	–	5.50	43.14	12.49	59.43
tavi üledék / silt	6.77	2.28	5.51	0.52	0.41	7.79	0.93	15.49
semlyék üledék / cal- careous silt	1.64	1.41	1.52	–	17.38	2.93	39.45	21.95

A tőzegről az igen nagy szervesanyag tartalom (40-50%) jellemző, mely egy alacsony (200-300 °C), és egy magas (300-500 °C) hőmérsékleten bomló frakcióból áll. A karbonát tartalom alacsony.

A tavi üledék szervesanyag tartalma sokkal kisebb (8-10%), itt a nehezen bomló szervesanyag frakció aránya a jelentősebb. Megjelenik az agyagásványok strukturális víztartalmára jellemző csúcs is (580-700 °C), ez összhangban van a szemcseösszetéti vizsgálatokkal, melyek szintén jelzik az agyagfrakció jelenlétét.

A semlyék üledékre az igen alacsony szervesanyag és a magas karbonáttartalom jellemző. A termoanalitikai vizsgálatok alapján a tőzeg, a tavi és a semlyék üledék határozottan elkülönül:

(1) **tőzeg** — igen magas szervesanyag tartalom

(2) **tavi üledék** — alacsony szervesanyag és karbonáttartalom, agyagásványokhoz kötött strukturális víz.

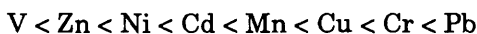
(3) **semlyék üledék** — igen alacsony szervesanyag és magas karbonáttartalom.

3. 3. 2. Az elemtartalom vizsgálatok eredményei

Az eltérő körülmények között lerakódott üledékrétegek kémiai összetétele több-kevesebb eltérést mutat attól függően, hogy a vízgyűjtő területről milyen anyagok mosódtak be a tóba, amit főleg a területen uralkodó talajképződési folyamatok és a lehulló csapadék mennyisége befolyásol. A tó vizébe jutó anyagok oldhatatlan formában az üledékbe kerülhetnek, oldatban maradhatnak, elfolyás révén eltávozhatnak. Az üledék felső rétegének elemtartalmát számos tényező megváltoztathatja. A kutatások középpontjában a foszfor, vas és mangán (eutrofizációval kapcsolatos vizsgálatok), valamint a különböző nehézfémek (környezetszennyezés) állnak (BOSTRÖM et al. 1982., PSENNER-

PUCSKO 1988., HOYER et al. 1982., STUMM 1985.), így ezek viselkedése a legjobban ismert.

Az elemek másodlagos transzportja megnehezítheti az eredmények értékelését. Ez attól függ, hogy milyen formában került az elem az üledékbe (oldhatatlan csapadék, szervesanyaghoz kötve stb.), milyen az üledék adszorpciós kapacitása, milyen redoxi viszonyok uralkodnak a rétegben. Humuszban gazdag üledékben TYLER (1978.) becslése szerint a nehézfémek tartózkodási ideje a következők:



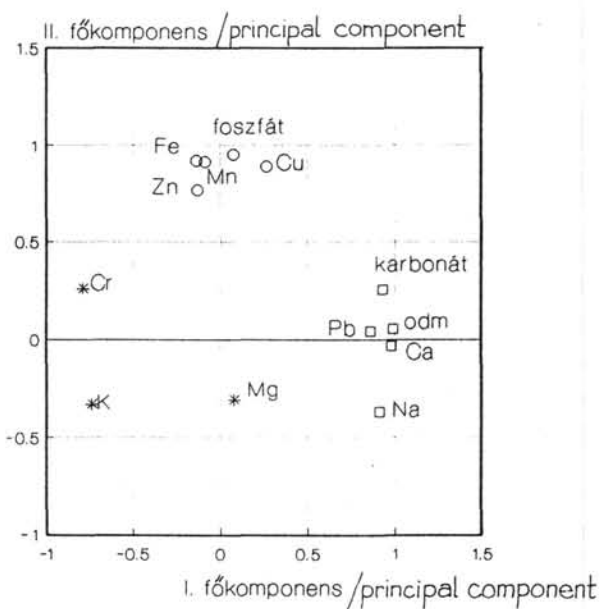
Az üledék kalcium-, magnéziumtartalma oldatba juthat, ha nagy szén-dioxid tartalmú talajvízzel érintkezik, a nátrium- és a káliumtartalmat a vízmozgások szintén megváltoztathatják.

A felsorolt nehézségek ellenére az elemtartalom adatok tájékoztathatnak bennünket az üledékképződés körülményeiről, az eredményeket azonban kellő körültekintéssel kell értelmeznünk. Elsősorban azokra a nyomelemekre kell támaszkodnunk, melyek oldhatatlan vegyületeket alkotnak, nehezen mozdulnak el az üledékből. A kémiai adatokat össze kell vetnünk a szediment és a malakológiai vizsgálatok eredményeivel is, az esetleges ellentmondások másodlagos elemtartalom változást jelezhetnek.

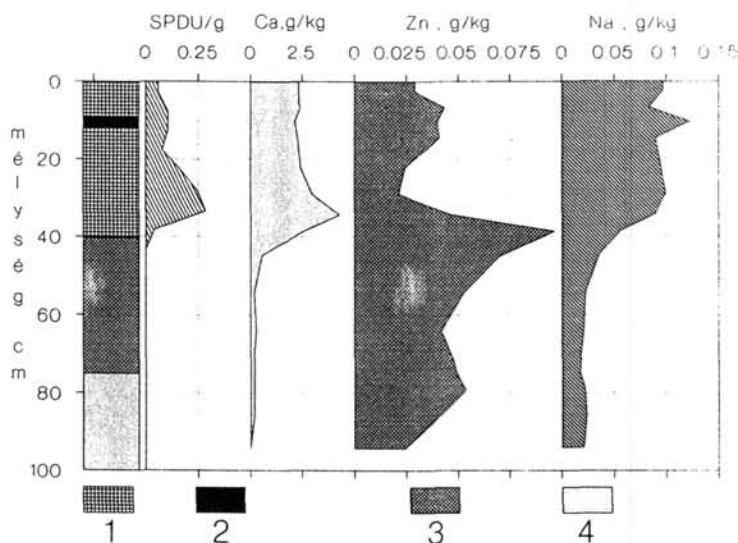
A főkomponens analízis az általunk vizsgált 13 változót három főkomponensbe vonta össze. Azok a változók, melyek egymással páronként, ezáltal közösen, csoportosan korrelálnak, jellegzetes mintázatot alkotnak (8. kép). Az első csoportot a szervesanyag, ólom-, nátrium-, kalcium- és karbonáttartalom alkotja. Ezek közös sajátága, hogy a tőzegben nagyobb koncentrációban vannak jelen, mint a tavi üledékben (9. kép). A másik csoportba a vas, mangán, foszfát, réz és cink került (10. kép). Ezen elemek a tavi üledékben dúsultak. A magnézium, a króm és a kálium koncentrációk a tavi üledékben és a tőzegben állandónak tekinthetők (11. kép). A kémiai vizsgálatok alapján az egyes üledék-típusok jól elkülöníthetők (12. kép).

0,75—0,95 m között a semlyék üledékre igen alacsony szervesanyag (2-3%), viszonylag magas karbonáttartalom jellemző. A vas, mangán és foszfát koncentrációja igen alacsony. A krómtartalom ebben a rétegben a legnagyobb.

0,36—0,75 m között a tavi üledékben a szervesanyag mennyisége nagyobb (10—20%). A vas-, a mangán- és a foszfáttartalom igen magas. Ezt a következőképpen magyarázhatjuk: a vas természetes vizekben csak anaerob, redukatív viszonyok között van stabilan oldatban, már néhány mg/dm³ oldott oxigéntartalom jelenlétében kicsapódik és az üledékbe kerül. A csapadék általában vas-hidroxid, ill. vas-oxidhidrát formában válik ki, néha a víz zavarosságát okozza (HOYER et al. 1982.). A csapadék felszínén a vízben oldott orto-foszfát adszorbeálódik, egy nem sztöchiometrikus „vas-foszfát” komplex jön létre (BOSTRÖM et al. 1982., PSENNER-PUCSKO 1988.). A mangán szintén redukatív viszonyok között került oldatba. Viselkedése annyiban tér el a vastól, hogy csak magasabb oldott oxigéntartalom mellett válik ki a mangánhidroxid csa-

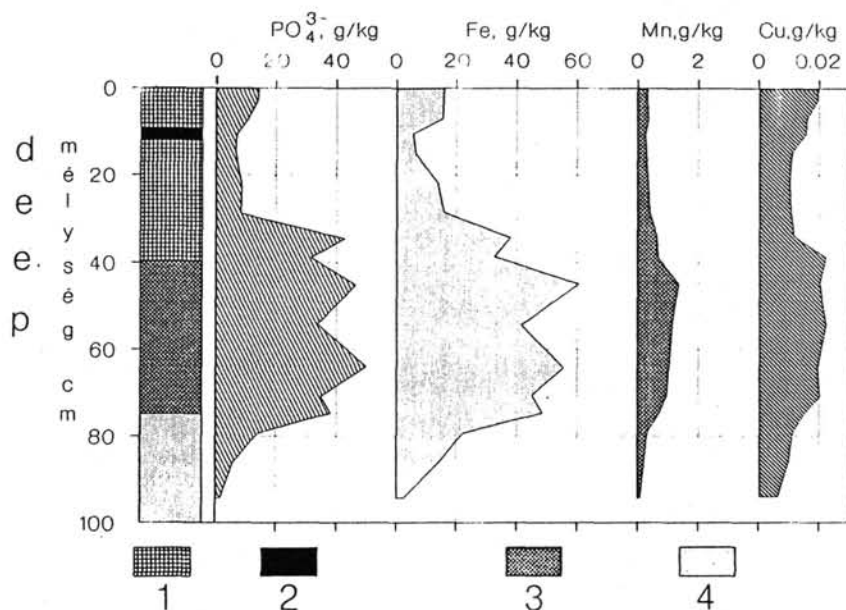


8. kép Az elemek csoportosítása a főkomponens analízis során
Fig. 8. Clumping of chemical elements in principal component analysis (PCA)



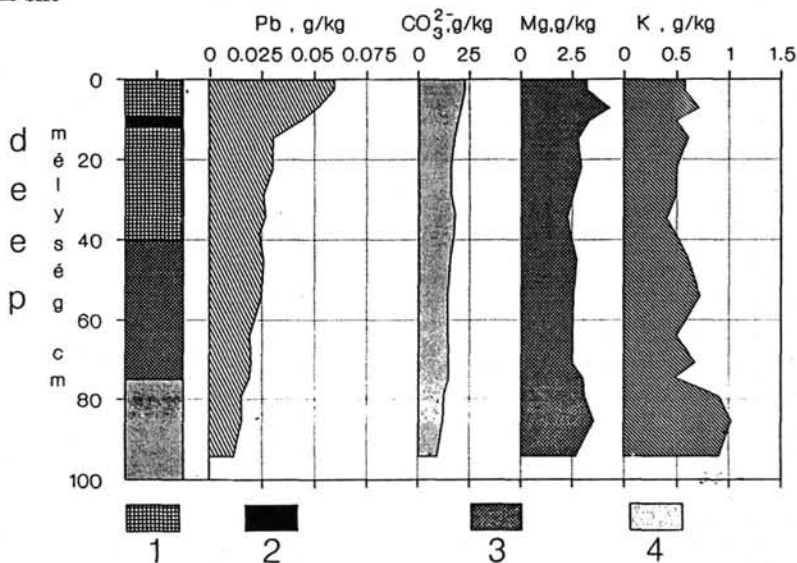
9. kép A tőzegben dúsuló elemek: 1: tőzeg, 2: homok berakódás, 3: tavi üledék, 4: semlyék üledék

Fig. 9. Chemical elements enriched in peat. 1: peat, 2: quicksand, 3: silt, 4: calcareous silt



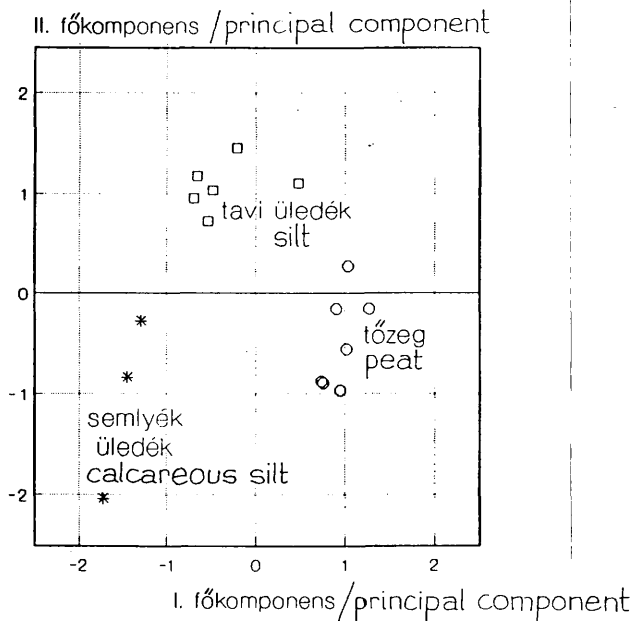
10. kép A tavi üledékben dúsuló elemek. 1 : tőzeg, 2: homok berakódás, 3: tavi üledék, 4: semlyék üledék

Fig. 10. Chemical elements enriched in silt. 1: peat, 2: quicksand, 3: silt, 4: calcareous silt



11. kép Konstans elemek. 1: tőzeg, 2: homok berakódás, 3: tavi üledék, 4: semlyék üledék

Fig. 11. Consistent elements. 1: peat, 2: quicksand, 3: silt, 4: calcareous silt



12. kép Az üledékrétegek elkülönülése a főkomponens analízis során

Fig. 12. Scattergram of PCA scores based chemical analysis of sediments

padék. Ezek szerint a tavi állapotot jó oxigén ellátottság, oxidatív környezet jellemezte.

Felszín–0,36 m között a tőzegben az igen magas szervesanyag tartalom jellemző (60-70%). Az ólomtartalom hirtelen emelkedése mutatja, hogy a tőzeg legfelső része már századunkban keletkezett. A kalcium-, a fosszilis klorofill pigment (SPDU), és a cinktartalom a tavi üledék és a tőzeg határán maximumot mutat. A tavat valamilyen drasztikus hatás érthette, ami igen erős trofitás növekedést okozott. A változásra a következő hipotézist állítottuk fel:

Az SPDU mennyisége akkor növekszik meg, ha a vízben erőteljesen megnő az algák, vagy a hínarak mennyisége. Ha a tóba nagy mennyiségű növényi tápanyag kerül planktonikus vagy bentonikus eutrofizációt okoz (9. kép).

Számos hínárfaj pl. a síma tócsagaz (*Ceratophyllum submersum*), a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*), a közönséges rence (*Utricularia vulgaris*) cinket akkumulál (KOVÁCS 1977.) (9. kép).

A vízinövények fotoszintézise csökkenti a vízben oldott szén-dioxid és a hidrogén-karbonát mennyiségét, ez a pH növekedését, és a kalcium kicsapódását okozza (SEBESTYÉN 1963.) (9. kép).

Véleményünk szerint a tavi állapot viszonylag rövid idő alatt változhatott meg. A vízgyűjtő területen valamilyen erőteljes változás ment végbe, ami tápanyag bemosódással járt. Ha a Nagy-Mohost övező erdősavot megbontották, ugrásszerűen megnövekedhetett a víz kalcium-, foszfor- és nitrogéntartalma.

Ez történt 1984-ben is, amikor az északnyugati oldalon levágták az erdőt (TARR 1984.), amelyet a vízkémiai vizsgálatok során a kalcium változása erőteljesen jelzett. Valószínű, hogy hasonló esemény történt a lápképződés kezdetén is. A következő lépés egy erőteljes bentonikus eutrofizáció lehetett. A megnövekedett hínármennyiség felgyorsította a tó feltöltődését, megteremtette a lápképződéshez szükséges feltételeket. Ezt követően a nagy mennyiségű szervesanyag bomlása miatt anaerob, ill. oxigén szegény környezet alakult ki. Ezt jelzi az igen alacsony mangán- és vastartalom, hiszen ilyen viszonyok között ezen elemek nem halmozódnak az üledékben.

Az elemtartalom vizsgálatokat összegezve a következő fejlődési állapotokat különböztethetjük meg:

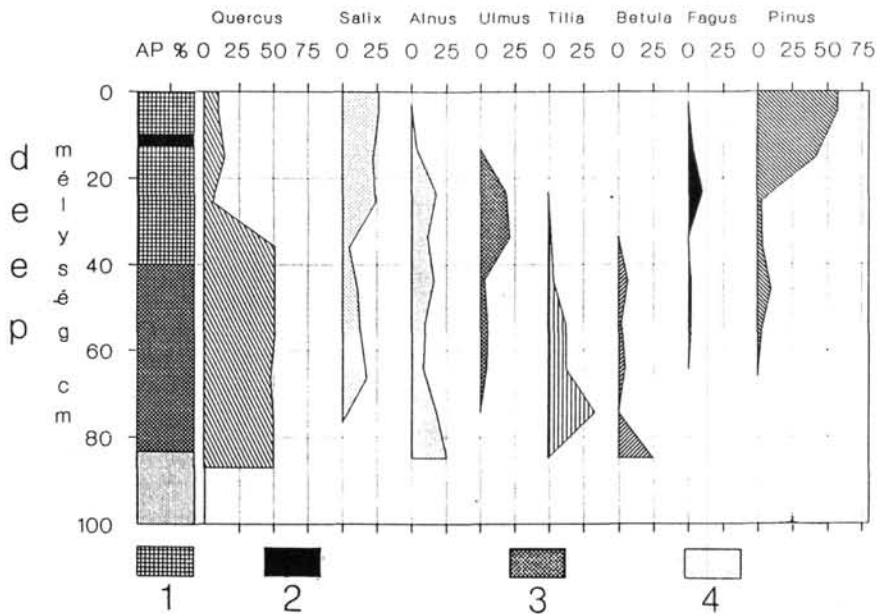
- (1) **Semlyék állapot** — az elemtartalmak alapján statisztikusan elkülönül, de az itt lezajlott kémiai változások a rendelkezésünkre álló adatok alapján nehezen értelmezhetők.
- (2) **Tavi állapot** — sekély, fenékgig felkeveredő, így jó oxigén ellátottságú állapot, vas, mangán és foszfor felhalmozódás az üledékben.
- (3) **Erőteljesen eutrofizálódott tavi állapot** — a tavi üledék és a tőzeg határán SPDU, cink- és kalciumtartalom maximum, valamint a fokozott szervesanyag termelés jelzi.
- (4) **Láp állapot** — oxigénszegény viszonyok kialakulása, nagy szervesanyag, alacsony vas-, mangán- és foszfáttartalom. Az ólomtartalom hirtelen megváltozása a környezetszennyezés fokozódását jelzi.

3. 4. A pollenanalitikai vizsgálatok eredményei

A fúrásanyagot ZÓLYOMI (1952.) módszerével dolgoztuk fel. A szelvény a 80 cm-nél magasabban fekvő rétegekben volt kiértékelhető. Ennek okát abban látjuk, hogy a szárazabb klíma (még ha periódikusan jelentkezett is) megakadályozta a pollenanyag fosszilizálódását.

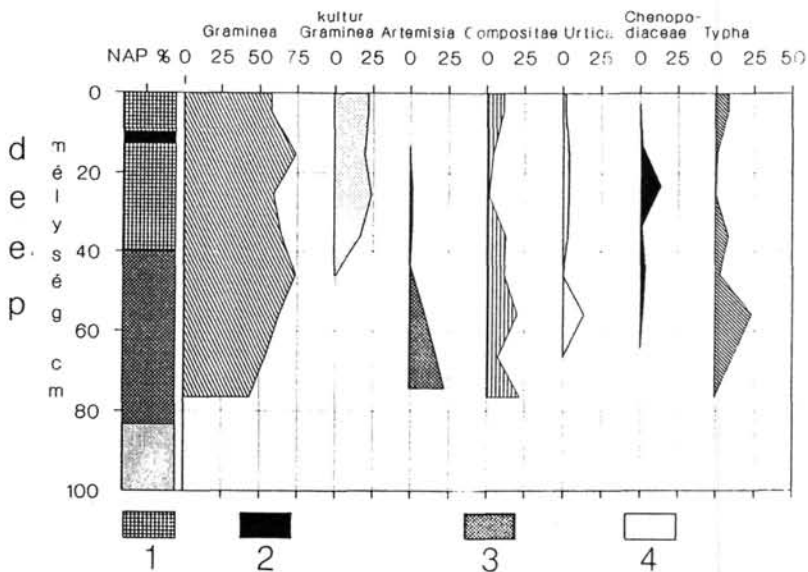
0,6—0,8 m között az összpollenzám alatta marad a statisztikailag értékelhető minimumnak (100 db), ennek ellenére a pollenkép alapján megállapítható, hogy ez a réteg a Boreális végén és az Atlantikum elején képződött. Ezt támasztja alá a semlyék üledékből végzett radiokarbon kormeghatározás is (8010 ± 100 BP.). A koradat 1,0—1,2 m közötti üledékrétegre vonatkozik.

A kapott pollenképet (13-14. kép) összevetve a hazánkban használatos, palynológiai alapon felállított paleobiológiai szakaszokkal (ZÓLYOMI 1952., JÁRAI-KOMLÓDI 1966., 1969.), jelentős eltéréseket tapasztaltunk. A különbségek ott jelentkeznek, hogy az Atlantikum, a Szubboreális és Szubatantikus fázisok differenciálatlanul jelentkeznek. Meg kell jegyeznünk, hogy az 50-es években a kállósemjéni lápon végzett pollenanalitikai vizsgálat hasonló eredményeket hozott, az értékelés hasonló nehézségekbe ütközött (HOCZEK 1985.). A probléma még bonyolultabbá vált a tavi üledék és a tőzeg határán



13. kép Arbor pollen. 1: tőzeg, 2: homok berakódás, 3: tavi üledék, 4: semlyék üledék

Fig. 13. Arbor pollen. 1: peat, 2: quicksand, 3: silt, 4: calcareous silt



14. kép NonArbor pollen. 1: tőzeg, 2: homok berakódás, 3: tavi üledék, 4: semlyék üledék

Fig. 14. NonArbor pollen. 1: peat, 2: quicksand, 3: silt, 4: calcareous silt

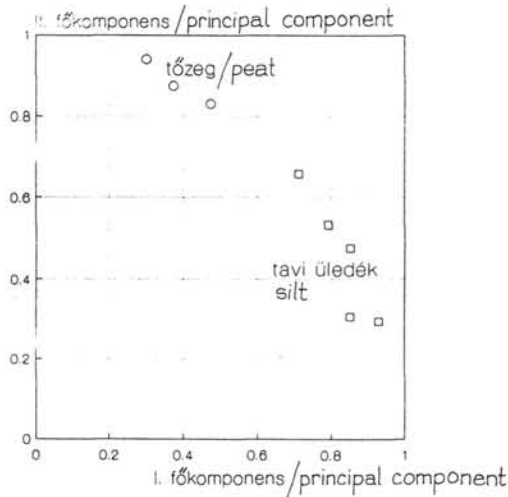
(0,3—0,4 m) végzett C^{14} kormeghatározások után. A radiokarbon vizsgálatok szerint a tőzegképződés a XVII. sz. végén - XVIII. sz. elején indult meg. Az adatok alapján arra következtethetünk, hogy a tavi üledék képződése igen lassú volt (1 cm/100 év). Ez arra utal hogy a tavi állapotban igen alacsony lehetett a vízben a biológiai produkció, kevés szervesanyag, kevés üledék képződött. A lassú üledékképződés miatt a 10 cm-es mintavétel nem biztosít kellően finom felbontást. A jövőben szeretnénk 2 cm-es, keveredés mentes mintavétellel a vizsgálatot megismételni. Valószínű, hogy finomabb felbontással árnyaltabb képet kapunk, amely a Magyarországon leírt pollenfázisokkal jobban összevethető lesz.

Az üledékrétegek pollenanyaga egyaránt tükrözi a tó környékének, és a tágabb földrajzi környezet növényzetének változásait (BIRKS 1980.). A lokális elemek elvileg nagyobb dominanciával jelentkeznek. A pollen adatok főkomponens analízisével arra a kérdésre kerestünk választ, hogy mely üledékrétegek rakódtak le hasonló növényzeti borítottság mellett. Az analízis során két főkomponenst vettünk figyelembe, melyek az összvariancia 91,9%-át magyarázzák. A 15. képen látható, hogy a tavi üledékből és a tőzegtől származó minták elkülönült csoportokat alkotnak. Ez azt jelenti, hogy a tó környékének növényzete jelentősen eltért a tavi és a lápi rétegek kialakulásakor.

A tavi üledék képződésekor a vizsgált területet tölgyerdő övezhette (13. kép). A tőlegypollen aránya a tőzegképződés kezdetén erősen lecsökken. Ugyanakkor a Graminea pollen dominanciája megnő és megjelennek a kultúrnövények pollenei (13. kép). A környező falvak lakossága egyre nagyobb területekről irtotta ki az erdőket, hogy helyüket szántóföldek, legelők váltsák fel. Ez a folyamat olyan nagy mértéket öltött, hogy a XVIII. sz. végére - XIX. sz. elejére teljesen átalakult a Nagy-Mohos környéke. Az erdő eltűnt, legelők és szabadon mozgó futóhomokos területek vették körül. Az erdőirtást követő talajerózió miatt nagy mennyiségű növényi tápanyag kerülhetett a tóba, ami eutrofizációt okozott. A szél szabadon hordta a homokot a tóba, ez szintén hozzájárult a feltöltődés fokozódásához.

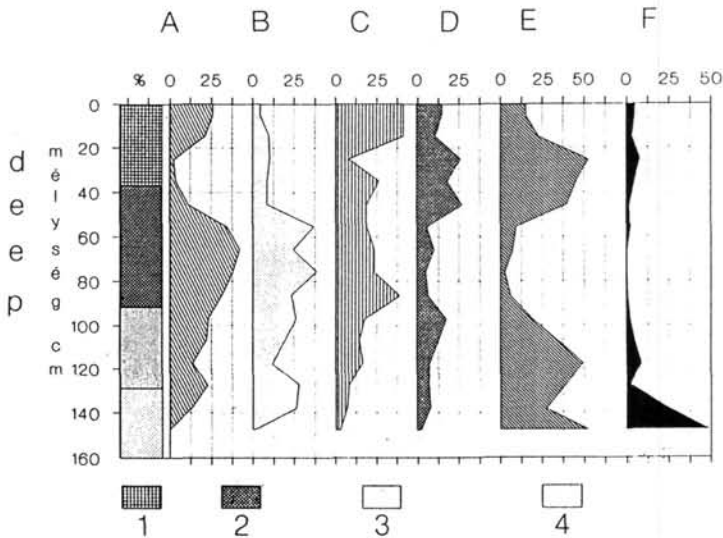
Összefoglalva a pollenanalitikai vizsgálatokat a következő eseménysort rögzítettük:

- (1) 0,8 m alatt **arid viszonyok** miatt a pollenanyag nem fosszilizálódott.
- (2) A **tavi üledékképződés** kezdete az Atlantikum pollenfázis elejére esik. A tó környékén tölgyerdő alakult ki. A lassú üledékképződés miatt nagyobb felbontású vizsgálat szükséges a pollenfázisok pontosabb elkülönítésére.
- (3) Az antropogén hatások a **tavi üledék** — **tőzeg** határon jelentkeznek. A tölgyerdő irtása a szántóföldi művelés intenzívvé válása (kultúr Graminea), és az ezzel járó talajeróziós folyamatok drasztikus trofitás változást vontak maguk után, az üledékképződési folyamatok felgyorsultak.



15. kép Pollen adatok főkomponens analízise

Fig. 15. Principal component analysis (PCA) of pollen data



16. kép A különböző életforma típusba tartozó csigafajok százalékos megoszlása a szelvény mentén. A: állandó vízborítást igénylő fajok, B: időszakos vízborítást igénylő fajok, C: higrofil vízpartot igénylő fajok, D: szubhigrofil vízpartot igénylő fajok, E: nagy tűrőképességű szárazföldi fajok, F: xeroterm szárazföldi fajok, 1: tőzeg, 2: tavi üledék, 3: semlyék üledék, 4: futóhomok

Fig. 16. Vertical distribution of Mollusca species belonging to different life forms. A: ditch group, B: slum group, C: water bank group, D: woodland open ground group, E: mesic and open group, F: xerotomic group, 1: peat, 2: silt, 3: calcareous silt, 4: quicksand

- (4) A kiiszapolt növényi maradványok alapján (fűzmagvak és levelek, páfrány és moha maradványok) a *láposodott* terület aránya megnőtt, a növényzet záródott.

3. 5. A malakológiai vizsgálatok eredményei

A Mollusca anyag elemzésekor előkerült fauna 34 faj (12 vízi és 22 szárazföldi) 1677 egyedéből állt. A fajokat MOLNÁR et al. (1979.) munkája nyomán csoportosítottuk (2. táblázat). A csoportok arányának változásait vizsgálva az életfeltételek megváltozására következtethetünk (16. kép). A csoportdominanciák alapján a következő malakoszukcessziós változások történhettek az értékelhető szelvénytakaszon (0—1,5 m) belül:

1,3—1,5 m között a xeroterm (*Truncatellina cylindrica*, *Granaria frumentum*) és nagy tűrőképességű (*Pupilla muscorum*) fajok dominálnak. Ez a faunakép jó egyezést mutat az üledékföldtani vizsgálatokkal, ebben a szintben futóhomok jelentkezett. A *Cepaea vindobonensis* héjmaradványok alapján a futóhomok képződése már a Holocénban történt.

1,0—1,3 m között a xeroterm elemek visszaszorulnak, megjelennek a vízi környezetre jellemző, nagy tűrőképességű fajok. A bekoncentrálódó vizeket is elviselő *Anisus spirorbis* dominancia csúcsa ebben a szintben jelentkezik. A szárazföldi fajok közül szintén a nagy tűrőképességű fajok (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*) aránya a legjelentősebb. A fauna összetétele alapján a vizsgált terület időszakos vízborítású lehetett. Ebben az időszakban a klíma enyhe volt, amit a termofil fajok (*Vertigo antivertigo*, *Vertigo moulinsiana*) jelenléte bizonyít.

1,0 m-től az állandó vízborítást igénylő fajok (*Valvata cristata*, *Bithynia tentaculata*) aránya fokozatosan emelkedik, a dominancia maximum 0,6–0,7 m között jelentkezik. A szárazföldi fajok közül a higrofil, szubhigrofil elemek (*Carychium minimum*, *Succinea oblonga*) aránya a jelentős. A nagy tűrőképességű fajok visszaszorultak. Ez a fauna összetétel azt jelzi, hogy állandó vízborítás, tavi állapot alakult ki a területen.

0,4—0,5 m között a fauna összetétele jelentősen megváltozott. A vízi elemek (mind az állandó, mind az időszakos vízborítást igénylők) teljesen visszaszorulnak. A nagy tűrőképességű (*Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*), a szubhigrofil (*Vallonia pulchella*) és a higrofil (*Succinea oblonga*, *Oxyloma elegans*) szárazföldi fajok aránya ugrásszerűen megemelkedik. Ez a változás a tözegképződés kezdetével esik egybe és azt jelzi, hogy a nyíltvízi élettér rövid idő alatt összezsugorodott, a gyorsan feltöltődő, növényzettel borított lápfelszínt a szárazföldi fajok benépesítették. Ez a faunaösszetétel 0,2—0,4 m között volt a legjellemzőbb. Ebben a szintben jelentkezik egy vékony (5–10 cm) futóhomok betelepülés, amiből xeroterm szárazföldi fajok is előkerültek. Ez a faunaszint drasztikus antropogén hatásra (erdőirtás!) alakulhatott ki, a kiszáradás miatt a szárazföldi fajok bevándorolhattak a területre.

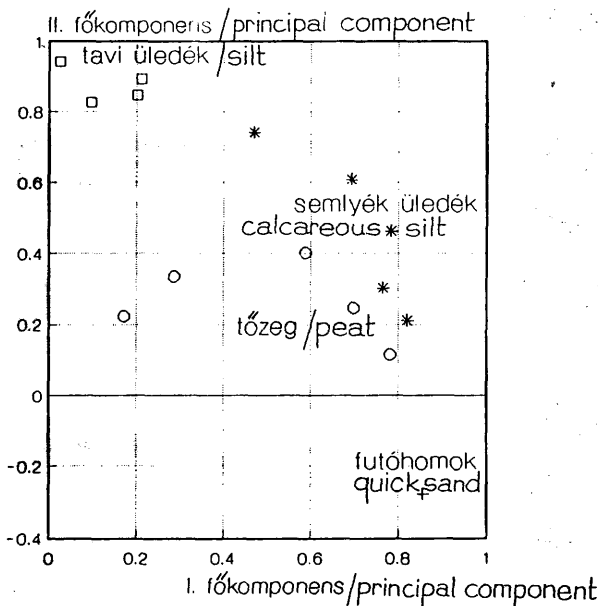
2. táblázat: Mollusca fajok csoportosítása ökológiai igény szerint (MOLNÁR et al. 1979.)

Table 2: Classification of Molluscs according to their ecologies (MOLNÁR et al. 1979.)

ökológiai igény ecological groups	ökológiai csoportba tartozó fajok species belonging to ecological groups
állandó vízborítást igénylő fajok ditch group	<i>Lymnaea palustris</i> (MÜLLER, 1774) <i>Planorbis planorbis</i> (LINNAEUS, 1758) <i>Planorbarius corneus</i> (LINNAEUS, 1758) <i>Bithynia tentaculata</i> (LINNAEUS, 1758) <i>Gyraulus albus</i> (MÜLLER, 1774) <i>Gyraulus laevis</i> (ALDER, 1820)
időszakos vízborítást igénylő fajok slum group	<i>Pisidium</i> sp. <i>Valvata cristata</i> (MÜLLER, 1774) <i>Armiger crista</i> (LINNAEUS, 1758) <i>Segmentina nitida</i> (MÜLLER, 1774) <i>Anisus spirorbis</i> (LINNAEUS, 1758) <i>Lymnaea truncatula</i> (MÜLLER, 1774)
higrofil vízparti elemek water bank group	<i>Succinea oblonga</i> (DRAPARNAUD, 1801) <i>Oxyloma elegans</i> (RISSO, 1826)
szubhigrofil vízparti elemek woodland open ground group	<i>Zonitoides nitidus</i> (MÜLLER, 1774) <i>Vitrea crystallina</i> (MÜLLER, 1774) <i>Perforatella rubiginosa</i> (A. SCHMIDT, 1853) <i>Euconulus fulvus</i> (MÜLLER, 1774) <i>Milacidae</i> sp. <i>Limacidae</i> sp. <i>Vertigo moulinsiana</i> (DUPUY, 1849) <i>Vertigo antivertigo</i> (DRAPARNAUD, 1801) <i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLLER, 1774) <i>Vallonia pulchella</i> (MÜLLER, 1774)
nagy tűrőképességű fajok xerotherm fajok mesic and open group	<i>Pupilla muscorum</i> (LINNAEUS, 1758) <i>Vallonia costata</i> (MÜLLER, 1774) <i>Punctum pygmeum</i> (DRAPARNAUD, 1801) <i>Granaria frumentum</i> (DRAPARNAUD, 1801) <i>Chondrula tridens</i> (MÜLLER, 1774) <i>Cepaea vindobonensis</i> (FERRUSAC, 1821) <i>Truncatellina cyllindrica</i> (FERRUSAC, 1821)

A felszíntől 0,2 m-ig húzódó tőzegrétegben a különböző ökológiai csoportba tartozó fajok aránya kiegyensúlyozott, de a vízparti elemek (különösen az *Oxyloma elegans*) aránya a jelentősebb. Ez a faunaösszetétel azt jelzi, hogy az Alföld más részeihez képest jelentősebb csapadékbevitelű (600-700 mm/év) terület az egyik igen drasztikus emberi beavatkozást sikeresen átvészelte. Jelenleg az eltérő vízborítású biotópok mozaikosan helyezkednek el a területen, ez az élettér leginkább a vízparti, amfibikus életmódot folytató *Succinea* féléknek kedvez, de a különböző tűrőképességű vízi és szárazföldi faunaelemek is fennmaradnak.

A Mollusca adatok főkomponens analízise során három főkomponenst vetünk figyelembe, melyek az összvariancia 84,0%-át magyarázzák (17. kép). Az analízis öt csoportba sorolta a mintákat. A futóhomok és a tavi üledék élesen elkülönül. A tőzegtől és a semlyék üledékből származó minták érdekesen csoportosulnak. A tőzeg legfelső részéből (0—0,2 m) vett minták egyértelműen elkülönülnek. A 0,2—0,5 m mélységből nyert tőzeg és a semlyék üledék minták egymáshoz hasonló tulajdonságot mutatnak. Valószínű, hogy a Molluscák „hasonló problémával” találták szemben magukat a semlyék és a lúp állapotban, mindkét esetben közel azonos arányban fordulnak elő szárazföldi és vízi fajok. Véleményünk szerint a két eltérő élettérben azonos a vízi és a szárazföldi körülmények megléte. A különbség az, hogy a semlyék állapotban a vízzel borított és a száraz terület időben elkülönül, egymást periodikusan váltja; a lúpon egy időben, egymás mellett (mozaikosan) fordul elő.



17. kép Mollusca adatok főkomponens analízise

Fig. 17. Principal component analysis (PCA) of Mollusc data

A Mollusca anyag elemzése alapján a következő eseménysort rögzíthetjük:

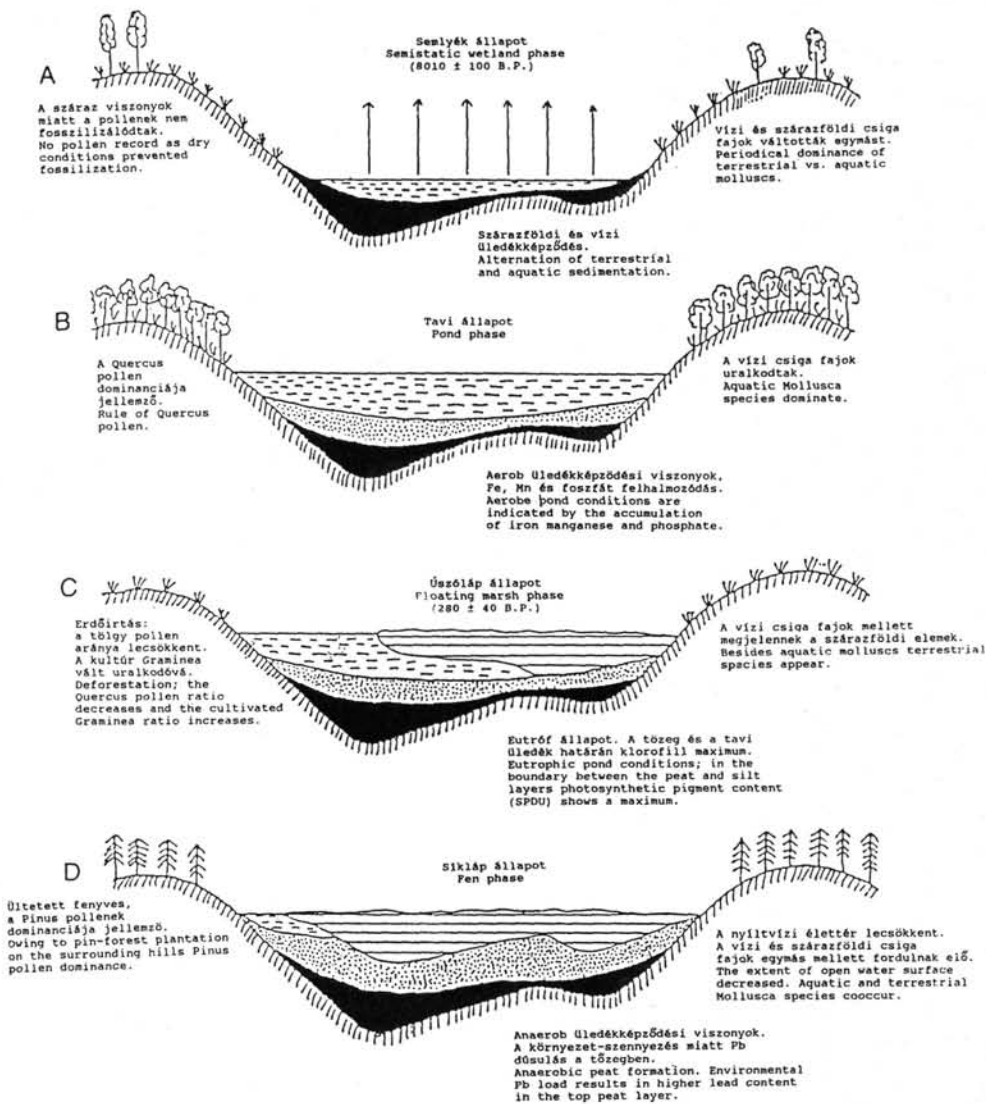
- (1) **Száraz térszíni állapot** — a xeroterm, nagy tűrőképességű fajok uralkodása jelzi a szárazföldi viszonyokat.
- (2) **Periodikusan kiszáradó állapot** — a klíma csapadékosabbá válása miatt időszakos vízborítás jellemezte a területet. A szárazföldi és vízi fajok a vízjárás ingadozásának megfelelően váltották egymást.
- (3) **Bő vízborítású állapot** — a vízi fajok dominanciája fokozatosan megnőtt, kialakult a tavi állapot
- (4) **Láp állapot** — a nyíltvízi élettér rövid idő alatt összezsugorodott, a növényzettel borított lápfelszint a szárazföldi fajok benépesítették. A vízi és a szárazföldi fajok egymás mellett fordulnak elő.

4. A kállósemjéni Nagy-Mohos fejlődéstörténete

Az üledékföldtani vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a Nagy-Mohos meder nem folyóvízi, hanem eolikus eredetű. Mivel a *Cepaea vindobonensis* megtalálható a futóhomok rétegben, a tómeder a Holocénben keletkezett. A futóhomok feletti semlyék üledékből végzett radiokarbon kormeghatározás 8010 ± 100 Bp. évet adott, a medert a Boreális homokmozgásai alakították ki.

Az Atlantikum és a Boreális határán megváltoztak az üledékképződés feltételei. A terület időszakos vízborításúvá vált. A periodikus vízborítást a szárazföldi és a vízi csigafajok együttes előfordulása mellett a szemcseösszetétel megváltozása is jelzi. Az üledék pollensterilnek bizonyult, száraz körülmények között a pollenszemcsék nem fosszilizálódnak. A rétegnek viszonylag magas a karbonáttartalma, meszes konkréciókat, *Chara oogónium*-okat tartalmaz (18. kép A.). A mederben csak akkor maradhat meg hosszabb ideig a víz, ha a vízfenék valamilyen vizet át nem eresztő kőzetből (pl. agyag) van. A homok könnyen átteresztja a vizet, így a semlyék állapotban a vízborítás a talajvízszint ingadozásától függöt. LÁSZLÓ és EMSZT (1915.) megfigyelései szerint a laza kőzet rossz vízáteresztővé válik, ha a velük érintkező vízből karbonátok, vagy humusz anyagok válnak ki, melyek a kőzetet összecementálják. A medret a futóhomoknál rosszabb vízáteresztő semlyék üledék fedte le, ami azt eredményezte, hogy a mélyedésben összegyűlt víz tovább maradt meg a területen.

A későbbi időkben a csapadék jelentősen megnövekedhetett: az állandó vízborítást igénylő csigafajok aránya megnőtt és a szárazföldi fajok teljesen visszaszorultak. Kialakult a tavi állapot. A pollenanyag megmaradt a tavi üledékben, az eredmények alapján azonban nem lehetett meghatározni az egyes biosztratigráfiai fázisokat. Ennek oka valószínűleg az igen lassú üledékképződésben rejlik. Az arbor pollenek közül a tölgy dominál, így valószínű, hogy a környező homokbuckákat tölgyerdő borította. A kémiai elemzések szerint magas a tavi üledék vas-, mangán- és foszfortartalma. Ezek az elemek oxigénben



18. kép A Nagy-Mohos fejlődéstörténeti vázlata
Fig. 18. Reconstructed development of Nagy-Mohos fen

gazdag viszonyok között kerülnek az üledékbe, eszerint a tó vize sekély, jól átszellőzött lehetett (18. kép B.).

A tavi üledék és a tőzeg határából származó minták érdekes folyamatokról tanúskodnak. Az egyik igen nagy meglepetést a radiokarbon kormeghatározások szolgáltatták, miszerint a láp igen fiatal, kb. 300 éve alakulhatott ki (290 ± 40 BP.).

A tavak elláposodását KADÁR (1965.) a következő módon képzei el: olyan bő csapdékú és nagy légnedvességű tájakon, ahol a szervesanyag termelés mértéke meghaladja a szervesanyagnak a tófenéken történő lebontását, az üledékképződés évről évre növekszik, és előmozdítja a tó feltöltődését. Egyidejűleg a növényzet előnyomul a partok felől a tó irányába, végül az egész víztükröt elborítja: a tóból mocsár lesz. Időközben azonban megváltoznak a víz fizikai, kémiai tulajdonságai is. A szénsav- és a huminsav-képződés a víz esetleges alkalikus jellegét megváltoztatja, a pH értéket csökkenti. Az enyhén savas (pH = 5-6 közötti) kémhatás elérésekor a korábbi növényfajok kivesznek és helyet adnak a lápi életközösségnek. A tőzeg kationcserélő képessége révén megköti a vízből a bázisokat, így a lápba kerülő alkalikus víz tulajdonságát meg tudja változtatni, a lápon élő acidofil növényzet nem károsodik.

A másik elképzelés szerint a tavak feltöltődése úszóláp nemzedékek egymásra temetkezésével megy végbe (DÖMSÖDI 1977.). A lápok sajátos típusát képviseli az úszóláp, holtágakban, tavak felszínén alakulhat ki. A nád vagy a gyékény rizómái a közöttük felhalmozódott törmelékkel együtt szőnyegként lebegnek a víz felszínén (FELFÖLDY 1984.). Kialakulásuknak BALOGH (1986.) szerint két fő stádiuma van:

- (1) A vízre dőlt nád, vagy harmatkása száraz levélhónaljaiból kiinduló hajtások, vagy a nád, a gyékény rizómáinak víz fölé növéseivel létrejön a lebegő gyepek.
- (2) A lebegő gyepek által felhalmozott szervesanyag tőzegesedni kezd. Megtelepednek rajta a lápi növények.

A lebegő gyepek kialakulása gyors folyamat, míg az úszóláp fejlődése évezredekig tart. BALOGH (1986.) arra a megállapításra jutott, hogy a tavak feltöltő szukcessziója nem a lebegőhínároktól a gyökerező hínárokon át a parti makrofiton vegetáció felé vezet, hanem ellenkezőleg, a partról, a makrofiton vegetáció megtelepedésével indul, és halad a mély víz felé. A folyamat meredek és lapos part esetén más módon megy végbe. A Mohosra jellemző lapos part esetén először a vízben álló nádas, vagy gyékényes alakul ki, és tölti fel a medret a makrofitonok által meghódítható kb. 2 m vízmélységig, majd úszóláp képződéssel folyik a szukcesszió. JÁRAI-KOMLÓDI (in BALOGH 1986.) vizsgálatai szerint a Velencei-tó úszólápjain kb. 2500 év alatt 25 cm tőzegréteg keletkezett, tehát a feltöltődés igen lassú.

A tőzeg és a tavi üledék határán hirtelen lecsökken a tőzgepollen aránya, a kultúr Graminea pedig megnövekedik. Történelmi források is beszámolnak arról, hogy a tavat körülvevő buckákról az erdőt kiirtották és csak a századforduló után telepítették újra. A vízgyűjtő területről nagy mennyiségű tápanyag

mosódott a tóba, ami eutrofizációt okozott. Ezt a geokémiai vizsgálatok közül legjobban a fosszilis klorofill pigment (SPDU) maximum jelzi. Erőteljes vízmozgások (áramlás, hullámverés) megnehezítik vagy lehetetlenné teszik a lápképződést. Ha a tó elhínarasodik, a hínártömeg pangó vizet eredményez, az elhalt növények fokozzák a tó feltöltődését. Ha ez a stádium válik uralkodóvá, nem tőzeg, hanem szapropél keletkezik, végső soron mocsári állapot jön létre. A Nagy-Mohoson gyékényes úszóláp alakult ki (18. kép C.), valószínűleg a BALOGH (1986.) által vázolthoz hasonló módon. A lápképződés az északi medence déli végében (14., 15. mintavételi helyek) indulhatott meg, és észak felé haladva meghódította az egész tavat. VAS (1982.) megfigyelte, hogy az 1982-ben végrehajtott vízszintemeléskor a nyíltvíz nyugati oldalán nagy kiterjedésű úszóláp keletkezett a gyékényesből. Az igen laza iszapba települt gyékény levegővel telt rizómájának, szárának, levelének idővel olyan nagy a felhajtó ereje, hogy kiszabadul az iszaptól, „úszó sziget” keletkezik. A tőzegréteg megvastagodása és a vízszint csökkenése azt eredményezte, hogy az úszóláp rögzült, „ráfeküdt” a tavi üledékre. A rekettyefűz megtelepedése állandósíthatja ezt az állapotot, kialakul a fűzláp. Vizsgálataink alapján úgy tűnik, hogy a Mohoson nem tartott több ezer éven át a lápképződés, a folyamat néhány emberöltő alatt végbement. Ezt a következő adatok támasztják alá:

- (1) A ^{14}C kormeghatározás szerint 30-40 cm tőzeg képződéséhez mindössze kb. 300 évre volt szükség.
- (2) Az üledék ólomtartalma is jó korjelzőnek bizonyult, mivel az üledékben igen nehezen vándorol. Az ólomkoncentráció a tőzegréteg felső 10-15 cm-es részében mutat erőteljes növekedést, ami az ipar és a közlekedés okozta környezetszennyezés eredménye. Eszerint az utóbbi 80-100 év alatt 10-15 cm tőzeg képződött.
- (3) VAS (1982.) megvizsgálta az úszólápon élő legöregebb rekettyefűzeket. Az évgyűrűk alapján az északi területen a fűzláp kora 25-30 év, a kiszáradt öreg példányok hiányoznak, a nemzedékek nem váltották egymást.

A tó feltöltődése, a növénytakaró záródása viharos gyorsasággal ment végbe (18. kép D.). Úgy tűnik, hogy a láp képződését és pusztulását egyaránt emberi tevékenységnek köszönheti. A lápképződés felgyorsulását a természetes növénytakaró megbontása, a pusztulást pedig a lecsapolásokat, a meliorációs tevékenységet követő talajvízszint csökkenés okozta.

5. Összefoglalás

A kállósejnéni Nagy-Mohos 1954 óta természetvédelmi terület. Az utóbbi tíz évben igen erőteljes változások mentek végbe a lápon. A talajvízszint csökkenése miatt a láp periodikusan kiszáradóvá vált, a vízutánpótlás ezt nem tudta megakadályozni. A lápra vezetett víz nem a megfelelő minőségű volt, megváltoztatta az üledék felső rétegének kémiai összetételét.

A paleoökológiai vizsgálatok célkitűzése a láp fejlődéstörténetének megismerése volt. Ezt az igen bonyolult problémát több szempontból közelítettük meg. Üledéktani, geokémiai, palynológiai és malakológiai vizsgálatokat végeztünk, melyek eredményeit sokváltozós statisztikai módszerekkel is kiértékeljük. A statisztika segítséget nyújtott az eltérő körülmények között lerakódott üledékrétegek (a Nagy-Mohos fejlődési stádiumainak) meghatározásában.

A terület fejlődéstörténeti vázlata a következő:

- (1) Eolikus üledékképződés — futóhomok lerakódás a Boreálisban (szediment és malakológiai vizsgálatok).
 - (2) Semlyék állapot — szárazföldi és tavi üledékképződés váltakozása (8010±100 MP. év), időszakos vízborítás (szediment, malakológiai és kémiai vizsgálatok).
 - (3) Tavi állapot — tavi üledékképződés, a környező homokbuckákat tölgyerdő borította. Ez az állapot több ezer éven át tartott (*).
 - (4) Erőteljesen eutrofizálódott tavi állapot — a környező erdők kivágása miatt a tóba kerülő tápanyag mennyisége megnövekedett. Fokozódott a szervesanyag termelés, az üledékképződés jelentősen felgyorsult (*).
 - (5) Láp állapot — Anaerob vízi környezet alakult ki, a lápképződés igen rövid idő alatt ment végbe (290±40 BP. év) A Nagy-Mohos feltöltődése úszóláp képződéssel történt, melynek legnagyobb része rögzült (*).
 - (6) A nyírségi vízrendezési munkálatok következtében megváltozott a láp vízellátottsága, jelenleg egy „pusztuló láp állapotról” beszélhetünk.
- (*) szediment, geokémiai, pollen és malakológiai vizsgálatok alapján megállapított fejlődési stádium.

Eredményeink közül a legfontosabbnak annak bizonyítását tartjuk, hogy a tavak elláposodásához, ha területük kicsi, vizük sekély nem szükséges több ezer év, a folyamat igen rövid idő alatt végbemegy. Esetünkben a lápképződés emberi tevékenység hatására gyorsult fel, és úgy tűnik, hogy emberi tevékenységnek köszönhetően szűnik meg.¹

1 Köszönetet mondunk Dr. Hertelendi Edének a Debreceni Atommagkutató Intézet munkatársának a radiokarbon kormeghatározásokért, valamint a Magyar Kereskedelmi és Hitelbank „Universitas” alapítványnak a kutatások anyagi támogatásáért.

Irodalom

- AABY-DIGERFELD 1959. = Aaby, B.-Digerfeld, G.: Sampling techniques for lakes and bogs. in: Handbook of holocene paleoecology and paleohydrology. (Ed. B.E. Berglund) 1986. 181-194.
- BALOGH 1986. = Balogh, M.: A lápok élete. Az OPI-OKTH Környezetvédelmi Szabadegyetem előadásai. 1986.
- BENGTSSON-PERSSON 1978. = Bengtsson, L.-Persson, T.: Sediment changes in a lake used sewage reception. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 25. 1978. 17-33.
- BENGTSSON-ENELL 1986. = Bengtsson L.-Enell, M.: Chemical analysis. in: Handbook of holocene paleoecology and paleohydrology. (Ed. B.E. Berglund) 1986. 181-194.
- BIRKS 1980. = Birks, H.J.B.-Birks, H. H.: Quaternary paleoecology. Edward Arnold, London 1980.
- BOROS 1932. = Boros, A.: A Nyírség flórája és növényföldrajza. Budapest 1932.
- BORSY 1961. = Borsy, Z.: A Nyírség természeti földrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest 1961.
- BOSTRÖM et al. 1982. = Boström, B.-Jansson, M.-Forsberg, L.: Phosphorus release from lake sediment. *Arch. Hydrobiol. Beih. /Ergebn. Limnol.* 18. 1982. 5-59.
- BRAUN-LAKATOS 1990. = Braun, M.-Lakatos, Gy.: A nyírségi vízrendezési munkálatok hatása a kállósejéni Nagy-Mohos vízminőségére. *Carandrella* IV/2. Debrecen 1990. 46-53.
- BRAUN et al. 1991. = Braun, M.-Mészáros, I.-Sümegei, P.-Szűcs, L.-Lakatos, Gy.: Distribution of lead in a peat-bog of NE-Hungary. Proceedings of International Symposium on Ecological Approaches of Environmental Chemicals. Debrecen, Hungary 1991.
- DÉVAI et al. 1981. = Dévai, Gy.-Juhász-Nagy, P.-Dévai, I.: Javaslat a vízminőség fogalomrendszerének egységes értelmezésére. *Acta. Biol. Debrecenina* 18. 1981. 53-81.
- DÖMSÖDI 1977. = Dömsödi, J.: Lápi eredetű szerves anyag tartalékaink mezőgazdasági hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1977.
- FELFÖLDY 1984. = Felföldy, L.: Hidrobiológia-szavakban. Vízgazdálkodási Intézet, 1984.
- HOCZEK 1985. = Hoczek, L.: A kállósejéni Nagy-Mohos tó vegetációjának növényföldrajzi elemzése. (Diplomadolgozat), KLTE Debrecen 1985.
- HOYER et al. 1982. = Hoyer, O.-Bernhardt, H.-Clasen, J.-Wilhelms, A.: In situ studies on the exchange between sediment and water using caissons in the Wahnbach reservoir. *Arch. Hydrobiol. Beih. /Ergebn. Limnol.* 18. 1982. 79-100.
- JÁRAI-KOMLÓDI 1966. = Járainé Komlódi, M.: Adatok az Alföld negyedkori klíma- és vegetáció történetéhez I. *Botanikai Közlemények* 53. 1966.
- JÁRAI-KOMLÓDI 1969. = Járainé Komlódi, M.: Adatok az Alföld negyedkori klíma- és vegetáció történetéhez II. *Botanikai Közlemények* 56. 1969.
- KÁDÁR 1965. = Kádár, L.: Biogeográfia. Tankönyvkiadó, Budapest 1965.

- KOVÁCS 1977. = Kovács, M.: A parti zóna a Balaton védelmében. *Természet Világa* 6. 1977. 249-252.
- LAKATOS 1990. = Lakatos, Gy.: Északkeleti-tiszántúli vízterek természetvédelmi kezelését alapozó hidrobiológiai vizsgálatok. *Calandrella*. IV/1. Debrecen 1990.
- LÁSZLÓ-EMSZT 1915. = László, G.-Emszt, K.: Tőzeglápok és előfordulások Magyarországon. *Magyar Királyi Földtani Intézet Kiadványai*, Budapest 1915. 11-16.
- LUNDQVIST 1942. = Lundqvist, G.: Sjösediment och deras bildningsmiljö. *Sver. Geol. Unders. Series C*. 444. 1942. 1-126.
- MOLNÁR et al. 1979. = Molnár, B.-Iványosi Szabó, A.-Fényes, J.: A Kolontó limnogeológiai fejlődése. *Hidrológiai Közöny* 12. 1979. 549-560.
- MOLNÁR 1981. = Molnár, B.: Szedimentológia I. Egyetemi jegyzet 1981.
- MOLNÁR et al. 1988. = Molnár, B.-Fényes, J.-Kuti, L.: A hagyományos és a pásztázó elektronmikroszkópos szemcsealak vizsgálati módszerek eredményeinek összehasonlítása. *Földtani Közöny* T118, No. 4. 1988. 27-48.
- NAGY 1980. = Nagy, M.: Hogyan keletkeztek a lápok? *Búvár* 1980. július 294-298.
- PSENNER-PUCSKO 1988. = Psenner, R.-Pucsko, R.: Phosphorus fractionation: advantages and limits of the method for the study of sediment P origins and interactions. *Arch. Hydrobiol. Beih. /Ergebn. Limnol.* 30. 1988. 43-59.
- SEBESTYÉN 1963. = Sebestyén, O.: Bevezetés a limnológiába. Akadémiai Kiadó, Budapest 1963.
- STUMM 1985. = Stumm, W. ed.: Chemical processes in lakes. A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons 1985.
- SVÁB 1979. = Sváb, J.: Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1979.
- TARR 1984. = Tarr, É.: Nyírségi lápok hidrobiológiai vizsgálata. (Diplomadolgozat) KLTE Debrecen, Ökológiai Tanszék 1984.
- TYLER 1978. = Tyler, G.: *Water, Air, Soil Poll.* 9 (2), 1978. 137.
- VAS 1982. = Vas, M.: Természetvédelmi intézkedések hatásai a kállősemjéni Nagymohoson. *Botanikai Közlemények* 70. 1982. 25-35.
- WETZEL-LIKENS 1979. = Wetzel, R. G.-Likens, G. E.: *Limnological analyses*. W. B. Saunders Company 1979. 305-312.
- ZÓLYOMI 1952. = Zólyomi, B.: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. *MTA Biol. Oszt. Közl.* 1. 1952. 491-530.