



**Növényi makrofosszília vizsgálati módszerek kidolgozása
negyedidőszaki üledékek paleobotanikai leírására**

Ph. D. ÉRTEKEZÉS

Jakab Gusztáv

**Témavezető: Dr. Sümegi Pál Habil.
tanszékvezető egyetemi tanár**

**Földtani és Őslénytani Tanszék
Szegedi Tudományegyetem
Szeged**

2005



Növényi makrofosszilis vizsgálatai módszerek kidolgozása
negyedidőszakú üledékek paleobotanikai leírására

P. B. BARTHELENYI



Tanácsvezető: Dr. Sándor Pál János
Tanácsadó: Dr. György István

Földrajz és Ősétan Intézet
Szegedi Tudományegyetem
Szeged

2005

Tartalomjegyzék

Köszönetnyilvánítás

1. Történeti áttekintés és célkitűzések

1.1.	A makrofosszília vizsgálatok rövid története	1
1.2.	A vegetáció késő-glaciális és holocén fejlődése a Kárpát-medencében különös tekintettel a makrofosszília vizsgálatok eredményeire	2
1.3.	Elméleti háttér és célkitűzések	7

2. Módszerek

2.1.	Fúrás	9
2.2.	Üledékföldtani leírás	9
2.3.	Radiokarbon kormeghatározás	10
2.4.	Pollenanalízis	10
2.5.	Malakológiai analízis	10
2.6.	Statisztikai analízis	11
2.7.	Makrofosszília analízis	12
2.7.1.	A tőzegszövet alkotók	12
2.7.2.	A tőzegszövet alkotók mennyiségi meghatározása	13
2.7.3.	A lágynövényi szövetek leírásának módszere	14
2.7.4.	A lágyszárú növények maradványainak határozója mikroszkópikus bélyegek alapján	18
2.7.5.	Paleobryológiai analízis	55

3. Eredmények

3.1.	Császártöltés, Vörös-mocsár és Hajósi-kaszálók	56
3.2.	Nagybárkány, Nádas-tó	66
3.3.	Balatonederics, Szigligeti-öböl, Balaton	72
3.4.	Velem, Velemei fürdő	81
3.5.	Szenta, Baláta-tó	84
3.6.	Mezőlak, Szélmező	89
3.7.	A módszer értékelése és a vizsgálati területek összehasonlítása	93

4. Összefoglalás 96

5. Summary 101

6. Irodalom 106

Függelék

Köszönetnyilvánítás

Különösen köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. SÜMEGI Pálnak aki felkeltette az érdeklődésemet a paleobotanikai kutatások iránt, majd tanácsaival és segítségével támogatta ezen disszertáció elkészítését, illetve a tudományágban való elmélyedésemet. Köszönet illeti a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékének munkatársait, akik segítségével és javaslataikkal hozzájárultak munkám sikeres befejezéséhez. Hasonlóan hálás vagyok Dr. MAGYARI Enikőnek, akitől rengeteget tanultam a modern paleobotanika és paleoökológia kutatási módszereiről és szemléletmódjáról.

Különösen köszönettel tartozom Dr. ORBÁN Sándornak, Dr. PÓCS Tamásnak, Dr. PAPP Máriának, Dr. PAPP Beátának, LESKU Baláznak és Dr. MOLNÁR V. Attilának akik nagyban hozzájárultak taxonómiai ismereteim fejlesztéséhez.

Köszönet illeti Dr. JUHÁSZ Imola Esztert (pollenanalízis), Dr. MAGYARI Enikőt (pollenanalízis), Dr. SÜMEGI Pált (malakológiai analízis, szedimentológiai leírás) és Dr. SZÁNTÓ Zsuzsát (radiokarbon kormeghatározás), hogy a disszertáció egyes fejezeteihez szükséges méréseket és elemzéseket elvégezték, és adataik közzétételéhez hozzájárultak.

Ezúton szeretném a köszönetemet kifejezni PETRÓCZI Imrének, SMOTZER Andrásnak BÍRÓ Csabának és VAJDA Zoltánnak a rendelkezésemre bocsájtott térképekért és különféle információkért. Köszönettel tartozom Dr. PAPP Máriának, Dr. MAGYARI Enikőnek, MOLNÁR Zsoltának, VIDÉKI Róbertnek, MESTERHÁZY Attilának és KIRÁLY Gergelynek a kézirat különböző fejezeteihez tett észrevételeikért és javításaikért, és Dr. KÖRMÖCZI Lászlónak a statisztikai analízisben nyújtott segítségével.

Köszönetemet kívánom kifejezni GULYÁS Sándornak az angol nyelvű összefoglaló javításáért és LENGYEL Péternek az orosz nyelvű irodalom fordításáért.

Köszönettel tartozom a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságának, a Bükk Nemzeti Park Igazgatóságának, a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóságának és a Balatonfelvidéki Nemzeti Park Igazgatóságának a kutatások engedélyezéséért és támogatásáért.

Köszönettel tartozom továbbá Dr. SÜMEGI Pálnak és MOLNÁR Sándornak a fűrészek kivitelezéséért.

Meg szeretném köszönni Dr. SOMLYAY Lajosnak a határozó készítéséhez szükséges herbáriumi példányok kiválogatásában nyújtott segítségét. PAPP Gábornak és Dr. PÓCS Tamásnak az irodalom kiegészítéséért kívánok köszönetet mondani.

A munka a T-034 392 OTKA pályázat és az 5/0063/2002 NKFP pályázat anyagi támogatásával készült.

1. Történeti áttekintés és célkitűzések

1.1. A makrofosszília vizsgálatok rövid története

Növényi makrofosszília (továbbiakban: makrofosszília) alatt értjük az üledékből kinyerhető, szabad szemmel is látható, elhalt növényi részeket. Ezen maradványok nagy teljesítményű mikroszkóp nélkül is láthatók, és szabad kézzel is kezelhetők, szemben az olyan mikrofossziliákkal, mint a pollenek és a spórák. Határozásukhoz természetesen így is elengedhetetlen nagy teljesítményű mikroszkópok (boncolómikroszkóp, fénymikroszkóp, SEM) használata. A leggyakrabban vizsgált makrofossziliák a magvak és a termések. További maradványok a vegetatív részek, mint a levelek, szárak, rügyek, virágok, fás részek, valamint a mohák. A makrofossziliák közé sorolhatjuk a famaradványokat és faszeneket is. Ezek határozásával külön tudományág (anthrakológia: RUDNER 2001) foglalkozik.

A leggyakoribb makrofossziliák a tavi üledékekben a magvak és termések, mert elég ellenállóak és nyugalmi állapot jellemzi őket, így könnyen eltemetődnek az üledékben. A sokkal törékenyebb levelek és virágok csak szerencsés körülmények között maradnak fenn, például lassan folyó vizek által lerakott üledékekben vagy a vízi-vízparti növényzet között lerakott üledékben. Tavi üledékekben a lágy növényi részek lebomlanak, mert a bentosz szervezetek elfogyasztják, vagy a vízmozgás és a hullámozgás felaprózzák őket (BIRKS 1980). WATTS (1978) vizsgálatai szerint makrofossziliákat tartalmazó minták gyűjtéséhez ideálisak az olyan kis méretű üledékgyűjtők, ahol a szárazföldi vegetáció közvetlenül érintkezik a vízfelülettel, tehát nincs például nádas zóna ami kiszűrné a maradványokat. Másrészt ideális az, ha a víz szintje állandó, nincs kifolyó vagy hozzáfolyás, ami csökkenti az oxidációt. Sajnos ezek a feltételek a Kárpát-medencében a legritkább esetben teljesülnek. Az üledékgyűjtőket, medreket rendszerint kiemelkedő vízinövények által alkotott zóna (pl. nádas) veszi körül, vagy a medret teljesen beborítja a vegetáció (mocsarak, lápok). Ennek oka az, hogy a többé-kevésbé kontinentális éghajlatunkon a vízszint ingadozása kedvez a makrofita vegetáció terjedésének.

A makrofossziliák lápi üledékekben is előfordulnak. Oligotróf, *Sphagnum*-tözegekből magvak elég szórványosan kerülnek elő. Mezotróf, gyökér- vagy mohatözegekből a magvak gyakran elég nagy mennyiségben találhatóak, de az oxidatív környezet miatt megtartásuk legtöbbször elég gyenge. Lápi környezetben a vegetáció szűrő hatása miatt az üledékben főleg autochton maradványokat találhatunk, tehát a vízi vegetáció maradványait, legnagyobb tömegben gyökereket, mohákat és magvakat.

A Kárpát-medencében elsősorban a szerves anyagban gazdag késő-glaciális és holocén tavi üledékek és tözegek alkalmasak makrofosszília vizsgálatokra, és azokból elsősorban a vízi, mocsári és lápi vegetáció fejlődése rekonstruálható.

A negyedidőszaki üledékeken végzett úttörő paleobotanikai vizsgálatok a növényi makrofossziliák elemzésén alapultak. Az első növényi makrofosszília vizsgálatok fajlistákat mutattak be különböző lelőhelyekről. Bár a határozások meglehetősen pontosak voltak, a minták üledéktani leírása még nem volt megfelelő, így ma már megállapíthatatlan, mely korból származnak. Az első ilyen munkákat RIED (Anglia), JOHANSON, ANDERSON és NARTHORST (Svédország), GRISEBACH és WEBER (Németország), BLYTT (Norvégia), HARTZ (Dánia) és FISCHER-BENZON (Csehország) végezték az 1800-as években. Amikor a kvantitatív pollenanalízist VON POST (1916) kifejlesztette, majd később JESSEN (1935) és IVERSEN (1954) továbbfejlesztette, a makrofosszília vizsgálatok háttérbe szorultak.

Bár többször is hangsúlyozták az ilyen vizsgálatok fontosságát (JESSEN - MILTHERS 1928, JESSEN 1949), a makrofosszília elemzések, makrofosszília diagramok a 70-es évekig csak a pollendiagramok kiegészítéseként jelentek meg. A módszer jelentős fejlesztése csak a 80-as

években indult meg. A legjelentősebb módszertani összefoglaló munkák és újítások GROSSE-BRAUCKMANN (1986), BIRKS (1980), BIRKS - BIRKS (1980) JANSSENS (1983, 1987, 1990), RYBNÍČEK (1973) és WASYLIKOWA (1996a) nevéhez fűződnek.

Jelentős módszertani újítás a korábbi becsléses módszereket követően a Southamptonban kifejlesztett úgynevezett QLCMA (*semi-quantitative quadrat and leaf-count macrofossil analysis technique*) módszer (BARBER et al. 1994), ami már a modern pollenanalízishez hasonló részletességű és pontosságú elemzések elvégzését teszi lehetővé. Így a makrofosszília vizsgálatok ma már nélkülözhetetlenek a negyedidőszaki paleobotanikában (BIRKS – BIRKS 2000).

A történelmi Magyarország területéről az első paleobotanikai adatokat DEININGER (1892), STAUB (1891) és HERBICH (1884) közölték. STAUB kutatásainak legjelentősebb eredménye a *Dryas-flóra* jégkori jelenlétének kimutatása, az 1891-ben megjelent „Magyarország jégkorszaka és flórája” című munkájában. A makrofosszília vizsgálatok fontosságára és a felhasználás lehetőségeire a lápok szukcessziójának vizsgálatában STAUB már 1892-ben felhívta a figyelmet. Ugyanakkor ezek a korai vizsgálatok és kutatók nem alkottak egy folyamatosan fejlődő, tanítványokat kibocsátó paleobotanikai iskolát, a magyarországi paleobotanikai iskola ezektől a korai paleobotanikai vizsgálatoktól elkülönülve az 1920-as években fejlődött ki.

Később TUZSON JÁNOS (1929), SCHILBERSZKY KÁROLY (1912), SZEPESFALVY JÁNOS (1928, 1930, 1938), BOROS ÁDÁM (1952), ZÓLYOMI BÁLINT (1952, 1987), JÁRAI-KOMLÓDI MAGDA (1966a) BAJZÁTH JUDIT (BAJZÁTH 1995a, b, 1996, 1998, MEDZIHRADSKY - BAJZÁTH 1998) végeztek makrofosszília vizsgálatokat (magvak, mohák) elsősorban felső-pleisztocén tavi és folyóvízi üledékekből előkerült szerves maradványokon.

1.2. A vegetáció késő-glaciális és holocén fejlődése a Kárpát-medencében különös tekintettel a makrofosszília vizsgálatok eddigi eredményeire

A Kárpát-medence Késő-Glaciális és Holocén kori vegetációfejlődésével kapcsolatos kutatások több irányból, több elképzelésen alapulva kezdődtek el az elmúlt 200 év során. Az egyik legerőteljesebb vegetációtörténeti kutatási irányt a recens növényzettel foglalkozó kutatók fogalmazták meg. Ezen elméletek, annak ellenére, hogy DEININGER, STAUB, HERBICH paleobotanikai adatai már rendelkezésre álltak, rendszerint nem konkrét paleobotanikai adatokon, hanem a recens vegetáción végzett megfigyeléseken alapultak (BORBÁS 1900, BOROS 1929, RAPAICS 1918, SOÓ 1929, TUZSON 1914), így ma már ezek a korai elméletek inkább munkahipotézisnek, mintsem adatokon nyugvó elemzésnek tekinthetők. Ennek ellenére ezek a korai hipotézisek mindmáig ható gondolatkörök a magyarországi vegetációtörténeti kutatásokban, amelyek igen sok esetben még ma is alapvetően befolyásolják a paleobotanikai adatok értékelését.

A magyarországi, recens vegetáción végzett megfigyeléseken alapuló korai vegetációtörténeti megfogalmazásokkal, hipotézisekkel párhuzamosan alakult ki a skandináv paleobotanikai iskola (BLYTT 1876, SERNANDER 1910, VAN POST 1916), ahol már konkrét vizsgálatokon, legfiatalabb geológiai rétegekbe zárt virágporszem maradványok elemzésén alapuló vegetációfejlődési modellek alakultak ki. A Skandináv-félsziget déli részén végzett paleobotanikai kutatások nyomán fogalmazták meg először a pleisztocén végi és holocén kori vegetációfejlődési sémákat Európában és a világon és ezek a fejlődéstörténeti szakaszok alkották a negyedidőszak végi vegetációfejlődés alapjait. Ezeket a szakaszokat vették át a nyugat-európai és közép-európai kutatók, majd munkájuk nyomán ezeket a fázisokat ismerték fel szerte Európában.

Hazánkban a pollenanalitikai vizsgálatok fáziskéséssel az 1920-as évek végén indultak meg (SZEPESFALVI 1928). Elsősorban ZÓLYOMI BALINT (1931, 1936, 1952, 1958), JÁRAI-KOMLÓDI MAGDA (1966a,b, 1968, 1969, 1985, 1991, 1995 JÁRAI-KOMLÓDI - FISCHER 1970, JÁRAI-KOMLÓDI - SIMON 1971), CSINÁDY GERÓ (1953, 1959, 1960), VOZÁRY ELEMÉR (1957), FÉLEGYHÁZI ENIKŐ (CSONGOR – FÉLEGYHÁZI - SZABÓ 1982, BORSY et al. 1991, FÉLEGYHÁZI 1998), BODOR ELVIRA (1987) és MEDZIHRADESKY ZSÓFIA (MEDZIHRADESKY - JÁRAI-KOMLÓDI 1996) munkásságát kell megemlíteni. A magyarországi pollenvizsgálatok németországi kutatók, elsősorban FIRBAS munkáinak eredményeit követték, akinek munkássága a skandináviai pollenanalitikai iskola felismerésein alapultak. Így nem véletlen, hogy a magyar palinológusok is felismerték a Skandináv-félsziget déli részén leírt vegetációs szakaszokat és széles körben alkalmazták azokat a magyarországi negyedidőszak végi pollenfázisok értékelésénél.

A magyarországi paleobotanikai kutatások egy újabb fázisa alakult ki STIEBER JÓZSEF faszén elemzéseken alapuló munkájával, mert munkája nyomán átvizsgálta a korábbi HOLLENDONNER FERENC, SÁRKÁNY SÁNDOR és GREGUSS PÁL által meghatározott xilotómiai anyagokat és paleobotanikai adatokon alapuló elemzésében először mutatott rá arra, hogy a Kárpát-medence vegetációfejlődése eltér a nyugat és észak-európai területek fejlődésétől (STIEBER 1957, 1967, 1968, 1969). Ezzel egyidőben jutottak el a nemzetközi pollenelemzést végző kutatók arra a felismerésre, hogy a XX. század kezdetén megfogalmazott pollenfázisok fokozatosan egy egész Európára kiterjedő kronozónákká alakultak át, de úgy, hogy megtartották az eredeti kutatási területen, a Skandináv-félsziget déli részén megfigyelt vegetációs képet visszatükröző pollenösszetétel változásait (CUSHING 1967). Így egy olyan ellentmondásos és hibás vegetációtörténeti kép rögzült az európai kutatásokban, hogy Európának a würm során eljegesedett északi és nyugati részén, illetve a würm során jégmentes déli és középső területein ugyanabban az időben, ugyanazon vegetációs változások játszódtak le a pleisztocén végén és a holocén során (SÜMEGI 2001). Az időtranszgresszív vegetációfejlődés mellett a nemzetközi palinológiai elemzésekben felismerték, hogy az üledékgyűjtő mérete, az egyes növényfajok pollenkibocsátó- és a pollenek terjedési képessége alapvetően fontosak a pollenadatok kiértékeléséhez (BIRKS - BIRKS 1980, JACOBSON – BRADSHAW 1981). A pollenadatok pontosabb értelmezéséhez kidolgozásra került a spóratablettás módszer, a pollenszelvények kronológiai besorolásához pedig egyre szélesebb körben kezdték alkalmazni a radiokarbon adatokat.

Magyarországon ezeket az új módszereket az 1990-es években használta először egy magyar-brit kutatócsoport (KEITH DAVID BENNETT, KATHERINE JANE WILLIS, BRAUN MIHÁLY, SÜMEGI PÁL, TÓTH ALBERT), amely OTKA pályázatok, British Council-OMFB pályázatok támogatásával először végzett spóratablettás, radiokarbon vizsgálatokkal rendelkező pollenelemzést (WILLIS et al. 1995, 1997, 1998, 2000, SÜMEGI 1996, 1998). A paleoökológiai kutatásokban, a paleobotanikai adatok kiértékelésében igen jelentős segítséget nyújtott VARGA ZOLTÁN debreceni professzor biogeográfiai felismerései és segítsége is (VARGA 1981).

Ezek az elemzések egyértelműen rámutattak arra, hogy a magyarországi, egészen pontosan kárpát-medencei vegetációfejlődés jelentős mértékben eltér más európai területek vegetációfejlődésétől és bizonyították STIEBER JÓZSEF erdőrefugiumokra vonatkozó hipotéziseit. Később ezeket a kutatásokat SÜMEGI PÁL és tanítványai (BRAUN MIHÁLY, MAGYARI ENIKŐ, RUDNER EDINA) folytatták és megállapították, hogy több erdőrefugium típus is kialakult a Kárpát-medencében, több erdőrefugiumot lokalizáltak, vázolták a Kárpát-medencében kimutatható regionális szintű vegetációfejlődés fő vonásait, sőt az egyes bioindikátor csoportok (pollen, anthrakológia, Mollusca) összehasonlító értékelését is elvégezték (SÜMEGI 1999, 2001, 2003, 2004, SÜMEGI et al. 1999, 2002, SÜMEGI -

HERTELENDI 1998, SÜMEGI - KROLOPP 2002, SÜMEGI - RUDNER 2001, MAGYARI et al. 1999, MAGYARI 2002, RUDNER - SÜMEGI 2001, 2002).

Az 1990-es évek elején Debrecenben megkezdett majd Szegeden folytatódó paleoökológiai kutatások modern, sorozatot alkotó radiokarbon koradatokkal tisztázott korú, kis méretű, így elsősorban lokális és regionális pollent befogó, jelentős növényi makrofosszília, antrakotómiai és Mollusca anyagot is magába foglaló üledékgyűjtő medencék (tavak, lápok, mocsarak), illetve löszös képződmények, barlangi üledékek és régészeti lelőhelyek elemzésén alapultak.

A következőkben MAGYARI (2002), JUHÁSZ (2002) WILLIS - VAN ANDEL (2004), WILLIS et al. (2000) és SÜMEGI (1999, 2001, 2003, 2004, SÜMEGI et al. 1998, 1999, 2002, RUDNER - SÜMEGI 2001, SÜMEGI - HERTELENDI 1998) munkái alapján röviden összefoglaljuk a Kárpát-medence késő-glaciális és holocén kori vegetációfejlődéséről jelenleg meglévő ismereteinket.

Korábban az a toposz uralta a negyedidőszaki flóra- és vegetációfejlődési elméleteket, hogy a pleniglaciális leghidegebb periódusaiban a mérsékelt övi fák dél-európai refúgiumokba szorultak vissza, míg a Közép-Európa fátlan volt.

Úgy gondolták, hogy Dél-Európa és a Közel-Kelet megfelelő körülményeket biztosított a mérsékelt övi fák refúgiumai számára, mert ezek a területek az eljegesedések maximumai idején is mentesek voltak a permafrosztól, a talajok alkalmasak voltak fás vegetáció eltartására, és a klíma mentes volt azoktól a szélsőségektől, amelyek akadályozták volna a fák növekedését. Kiterjedt erdőségeket azonban sem a Közel-Keleten, sem a három dél-európai félszigeteken (Balkán, Ibériai, Appeníni) nem sikerült kimutatnia a paleoökológiai vizsgálatoknak. Ehelyett csupán kisebb erdőfoltokat találtak, kedvező klímájú zugokban. Valószínűleg a szárazság akadályozta komolyabb fás vegetáció kifejlődését, mert nagyobb tengerszint feletti magasságban gyakoribbak a fás vegetáció jelenlétének bizonyítékai, feltehetően az orografikus csapadéktöbbletnek köszönhetően (WILLIS – VAN ANDEL 2004).

Közép-Európa fátlanságát a szélsőséges klímával magyarázták. Ezzel szemben az újabb éghajlati modellek szerint Közép- és Kelet-Európa éghajlata nem volt olyan szélsőséges, mint azt korábban feltételezték (BARRON – POLLARD 2002, BARRON et al. 2003, POLLARD – BARRON 2003). A növekvő számú makrofosszília vizsgálat (faszenek) pedig cáfolja a terület fátlanságát. SÜMEGI - RUDNER 2001, RUDNER - SÜMEGI 2001, SÜMEGI - HERTELENDI 1998, WILLIS et al. 2000, WILLIS - VAN ANDEL (2004) faszén leletek alapján kijelentik, hogy legalább 20 különböző faj nőtt a területen a 42000 és 19000 BP évek között. Ezek között voltak tűlevelű (*Picea*, *Pinus*, *Larix*, *Juniperus*) és lomberdei fajok (*Salix*, *Betula*, *Fagus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*, *Sorbus*, *Carpinus*, *Rhamnus*, *Populus*) is. Újabb paleoklíma és biom szimulációk alapján a terület a Késő-Glaciálisban legalább részben alkalmas volt tajgaerdők fenntartására, kisebb lomberdő foltokkal (HUNTLEY – ALLEN 2003).

A Kárpát-medence északi részen valószínűleg a *Picea* dominanciájával, délen a *Pinus sylvestris* dominanciájával jellemezhető tajgaerdők fejlődtek ki (SÜMEGI et al. 1998, 1999, 2002). Bár a malakológiai adatok azt is jelzik, hogy a tajgaerdőket a nyíltabb, sztyeppjellegű régiók mozaikokra bontották. Ennek a tajga-, vegyeslombú tajga- és sztyeppfoltokat magába foglaló Késő-Würm korú tájnak mai analógiái az Altáj-hegység északi peremén, a Kulunda-, Baraba-sztyepp, Felső-Ob-menti hátság és a Vaszjugan-hegység, valamint a Szurgut-alföld találkozásánál is megfigyelhetők (SÜMEGI 1996, SÜMEGI et al. 1999, SÜMEGI - KROLOPP 2000, 2001, 2002, SÜMEGI et al. 2002). Itt a sztyepp és a tajga zónák találkozásánál a klasszikus eurázsiai növényzeti és talajtani zónák a helyi orografikus és hidrográfiai viszonyoknak megfelelően mozaikokra bomlanak.

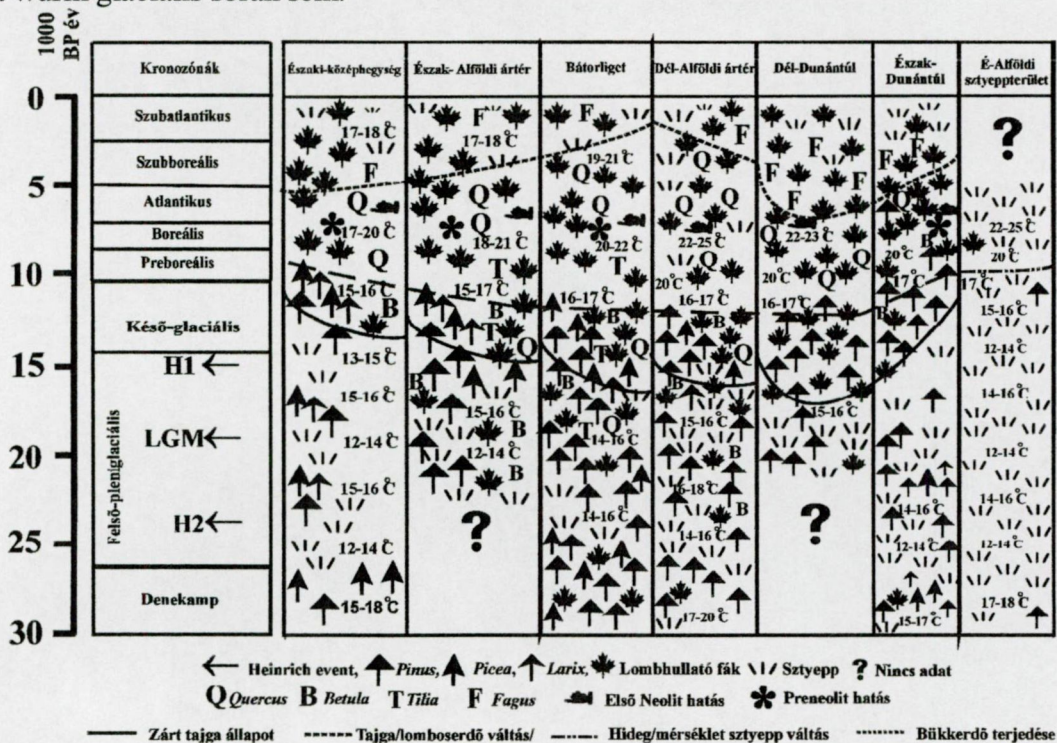
A radiokarbon dátumokkal keltezett öskörnyezeti szelvényfeldolgozások alapján már 32.000-30.000 évvel ezelőtt egy igen erőteljes klíma- és környezetelválasztó vonal bizonyítható a Kárpát-medence centrumában (SÜMEGI 1995, 1996). A jégkor végén ez a határ a Balaton - Csepel-sziget - Zagyva-torkolat vonalában húzódott. Ez a vonal a balkáni

őskörnyezeti hatások, fauna- és flóraelemek elterjedésének északi határát alkotta a Kárpát-medencében. Ettől északabbra az óceáni, a kontinentális és a kárpáti-hegyvidéki peremi klímahatások mozaikos együttese mutatható ki.

A ritmikus éghajlati változások hatására létrejött flóra- és fauna szétterjedések és visszahúzódnások azt bizonyítják, hogy a Kárpát-medence az elmúlt 30.000 év során egy nagy kiterjedésű, fauna- és flóramozgások szempontjából mobilis övezet volt a különböző éghajlati zónák és ezekhez a zónákhoz alkalmazkodott növény- és állategyüttesek határán.

A jégkor végén, a holocén kezdetén kialakult globális felmelegedés a Kárpát-medencében úgy jelentkezett, hogy a szubmediterrán klímahatás kiterjedt. Ennek során a kárpáti-balkáni refugiumokból a melegkedvelő flóra- és faunaelemek szétterjedtek a medence egyes részein (1.2.1. ábra). Környezeti szempontból tehát a Kárpát-medence az időben ciklikusan jelentkező változások hatására térben hullámzó kiterjedésű mozaikokból áll.

A különböző magyarországi lelőhelyről származó palinológiai (JÁRAINÉ-KOMLÓDI 1987, WILLIS et al. 1995, 1997, 2000, MAGYARI et al. 1999, MAGYARI 2002, SÜMEGI et al. 1999), antrakotómiai (RUDNER-SÜMEGI 2001), malakológiai (SÜMEGI-KROLOPP 2002) és gerinces faunisztikai (JÁNOSSY 1979, KORDOS 1987, 1991) adatokkal együtt azt bizonyítják, hogy néhány hipotézissel szemben (FÁBIÁN et al. 2000) a Kárpát-medence nem volt hideg sivatag még a würm glaciális során sem.



1.2.1. ábra. Negyedidőszak végi hőmérsékletváltozás és vegetációfejlődés a Kárpát-medence egyes területein (SÜMEGI 2004).

Mintegy 13.000 BP évvel ezelőtt a hőmérséklet emelkedésének és a csapadék növekedésének hatására jelentős környezeti változások indultak meg a Kárpát-medencében (1.2.1. ábra). Ugyanebben a szintben a pollenanalízis (WILLIS et al. 1995, 1997) egyes tajgaerdő záródását tudta kimutatni a szubkárpáti régióban. A pollenadatok mellett SÁRKÁNY SÁNDORNAK a Nyírség késő-glaciális korú rétegekből származó xilotómiai adatai is az elegyes tajga záródását jelzik ezen a területen (BORSY et al. 1982, 1985). Ugyanakkor a Mezőföldön (WILLIS 1997), a Duna-Tisza közének déli részén (JAKAB et al. 2004a, b) az erdőssztyepei, tajgás sztyepei környezet fejlődött ki, míg a Hortobágy, Hajdúság területén

sztyeppfázis (SÜMEGI et al. 1999) alakult ki még ebben a szakaszban is. Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy a Kárpát-medence különböző területein már ekkor is eltérő, egymással párhuzamosan fejlődő vegetációs mozaikok alakultak ki.

Ez a növényzeti mozaikosság öröklődött át a Kárpát-medence holocén vegetációjára is a regionális és a lokális orografikus, hidrológiai, edafikus adottságok és a mikroklimatikus tényezők következtében. Így az Alföld keleti és északkeleti részén a hárs indult terjedésnek a Pleisztocén végén, Holocén kezdetén, majd tölgyerdők alakultak ki, míg a vegyeslombozatú tajgaállapot a középhegységi zónában (Dunántúli-középhegység, Északi-középhegység) még a Holocén kezdetén is fennmaradt, majd zárt tölgyerdővé alakult át. Ugyanakkor az Alföld platólsz területein mérsékelt éghajlatú sztyeppék, erdősztyeppék, a Hortobágy területén szikes sztyeppék alakultak ki (SÜMEGI 1989, 1996, SÜMEGI et al. 1999). Így a pleisztocén végén feltárt mozaikos vegetáció a Holocén kezdetén is bár eltérő vegetáció összetétellel, alkotó elemekkel, de fennmaradt.

A termelő gazdálkodást folytató közösségek megjelenése különböző korban történt a medencében. Lokálisan a neolitik termelő közösségek megjelenése mozaikosságot fokozó tényezővé váltak, de a termelő gazdálkodás továbbfejlődése következtében, megközelítőleg a bronzkor középső szakaszától kezdődően a mezőgazdasági tevékenység vegetációt romboló, növényzetet homogenizáló tényezővé vált (WILLIS et al. 1998, SÜMEGI 1998, 1999, 2003).

A felső-pleisztocén és holocén üledékek fosszilis magjainak és moháinak vizsgálatával viszonylag kevés munka foglalkozik. Ezek közös sajátsága a minták nem megfelelő rétegtani leírása és a radiokarbon mérések hiánya. Még a bizonytalannak számító pollenanalitikai alapú rétegtani besorolás is csak egyes esetekben történt meg. Az első makrofosszília vizsgálatokból (SCHILBERSZKY KÁROLY 1912, SZEPESFALVY JÁNOS 1928, 1930, 1938, BOROS ÁDÁM 1952, ZÓLYOMI BÁLINT 1952, 1987, JÁRAI-KOMLÓDI MAGDA 1966a) kiderült, hogy a felső-pleisztocénben a Kárpát-medencében nagyon elterjedtek voltak az ún. barnamohás lápok, különösen a *Scorpidium scorpioides* mohafaj, valamint a különböző *Calliargon* és *Drepanocladus* fajok. Ezen közösség a szubarktikus területek egyik jellegzetes társulása. A tőzegmoha és a *Sphagnum*-os lápok nem kerültek elő. Az üledékekből néhány fásszárú (pl. *Pinus* fajok, TUZSON 1929) és lágyszárú (pl.: *Menyanthes trifoliata*, BOROS 1952, *Dryas octopetala*, *Betula nana*, *Carex spp.* stb. STAUB 1891) növény makrofossziliája is meghatározásra került.

Később jelentős előrelépést jelentett BAJZÁTH JUDIT (BAJZÁTH 1995a, b, 1996, 1998, MEDZIHRADSKY - BAJZÁTH 1998) munkássága, aki elsősorban felső-pleisztocén tavi és folyóvízi üledékekből előkerült szerves maradványokon végzett vizsgálatokat. Fajgazdag makrofosszília együtteseket mutat be és a maradványok rétegtani besorolására radiokarbon méréseket is végzett. Egyik legjelentősebb eredménye a *Dryas*-flóra egyes fajainak kimutatása egy Würm korú rétegből (MEDZIHRADSKY – BAJZÁTH 1998, BAJZÁTH 1999).

Hazánkban az első sorozatot alkotó radiokarbon koradatokkal tisztázott korú, pleisztocén és holocén anyagot egyaránt tartalmazó makrofosszília vizsgálatokat a dolgozat készítője végezte (JAKAB et al. 1998, JAKAB – MAGYARI 2000, JUHÁSZ et al. 2003, MAGYARI et al. 1999, 2000, 2001). A nagy sűrűségű mintavétellel végzett feltárással megfelelő részletességű rétegtani értékelést lehetett elvégezni. A geokémiai és pollenanalitikai vizsgálatokkal együtt pedig részletes paleoökológiai értelmezés vált lehetővé. A makrofosszília vizsgálatok egyik legjelentősebb eredménye a *Sphagnum*-lápok késő-glaciális jelenlétének kimutatása a Kárpát-medencéből. További fontos eredmény a különböző lápi növénytársulások kimutatása és a hidroszeriesz valamint a negyedidőszaki klímaváltozások és antropogén hatások közötti összefüggések első Kárpát-medencei kimutatása volt. Ezen vizsgálatok elsősorban a különböző mohafajok és magvak határozásán alapultak. Nem terjedt ki a munka a lágyszárú növényi szövetek határozására és a maradványok mennyiségének meghatározása is csak becsléses módszeren alapult.

1.3. Elméleti háttér és célkitűzések

Mielőtt a kvantitatív pollenanalízist VON POST 1916-ban kifejlesztette a paleoökológiai kutatások a tőzegen üledéktani vizsgálatán alapultak. A gyengén bomlott *Sphagnum*-tőzeg rétegeket a gyorsabb tőzegfelhalmozódás és így a csapadékosabb klíma indikátorának tekintették. Ezzel szemben az erősebben bomlott és famaradványokat tartalmazó tőzegrétegeket a szárazabb lápfelszín és így a szárazabb és melegebb klímával magyarázták (BIRKS - BIRKS 1980).

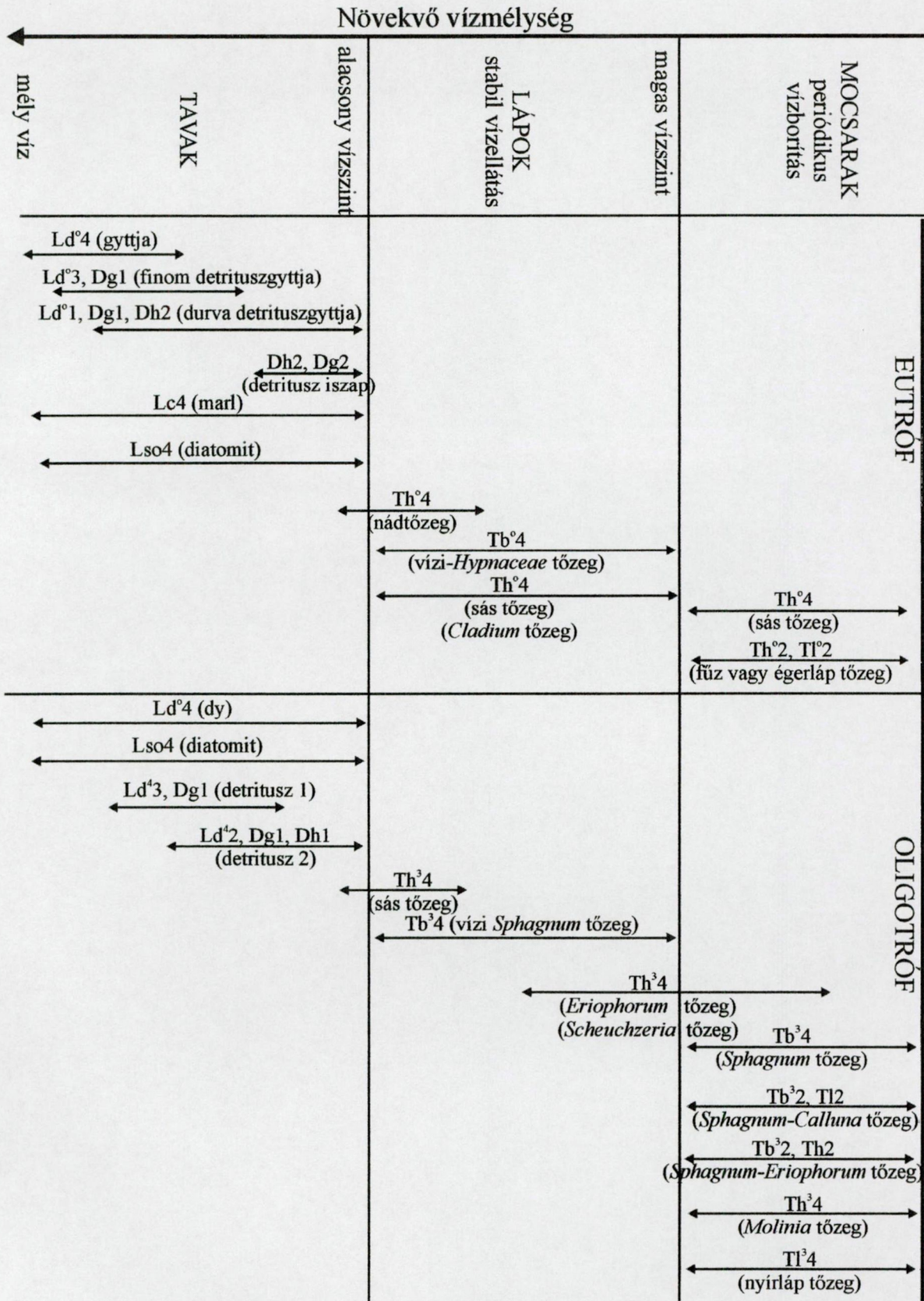
A tavaknak és lápoknak a hidrológiai viszonyoktól és a víz kémiai összetételétől függően eltérő vegetációjuk lehet, és különböző üledékek halmozódnak föl bennük. TROELS-SMITH (1955) rendszerét a laza üledékek gyors, egyszerű és logikus terepi leírására dolgozta ki, és ma elterjedten használják a negyedidőszaki paleoökológiában. A módszer lényege az, hogy a negyedidőszaki tavi, mocsári és lápi üledékeket egy meghatározott számú komponens keverékének tekintette. Az összetevőket genetikájuk alapján hat kategóriába csoportosította (*Turfa*, *Detritus*, *Limus*, *Agrilla*, *Grana* és *Substantia humosa*). Oligotróf és eutróf körülmények között a víz mélységétől függően különböző üledéktípusok rakódnak le (1.3.1. ábra) (BIRKS - BIRKS 1980). De gyakran egymástól eltérő hidrológiai viszonyok és vegetációtípusok esetén is ugyanaz az üledéktípus halmozódik fel, így a részletes makrofosszília analízis elvégzését ajánlják (a *Turfa* komponens részletes vizsgálata).

Miért is fontosak a makrofosszília vizsgálatok? A makrofossziliák legalább három fontos információval szolgálnak a paleoökológiai kutatások során:

- 1) a határozás sokkal pontosabb lehet néhány taxon esetében, mint amit a pollenvizsgálattal el lehet érni, ami pontosabb ökológiai értékelést tesz lehetővé (pl.: *Gramineae*, *Cyperaceae*, mohák);
- 2) olyan taxonok, amiknek gyakran nem vagy csak kevés pollenjük marad meg, az üledékben gyakran jelentős számú makrofossziliát hagynak hátra;
- 3) az egyes taxonok helyi jelenléte jobban bizonyítható a nagy méretű makrofossziliák, mint a könnyen szállítódó pollenek alapján (BIRKS 1980, WASYLIKOWA 1996a, GROSSE-BRAUCKMANN 1986).

További előny, hogy a makrofosszília vizsgálatokkal akár a közösségek társulás szintű azonosítása is lehetséges, mert a makrofosszília közösségek állnak legközelebb az egykor élt tényleges társulásokhoz (BIRKS - BIRKS 1980). RYBNICEK (1973) a recens lápi, mocsári és tavi társulások, valamint a fosszilis közösségek összehasonlításával ezen társulások összetételének időbeli állandóságát bizonyította a közép-európai holocén üledékek példáján. A fosszilis közösségek recens analógiájának ökológiai-hidrológiai sajátosságai alapján a felhalmozódási környezet pontos leírása adható meg. Ilyen módon rekonstruálni lehet akár az elpusztult vegetációjú (lecsapolt) lápok egykori növényzetét, a tavi-lápi szukcesszió (hidroszeriesz) menetét, és nem utolsósorban a hidrológiai változásokból akár a globális-regionális klíma változásaira is következtetni lehet (HARRISON - DIGERFELDT 1993, HARRISON et al. 1993, 1996, MAGNY et al. 2002 stb.). A makrofosszília vizsgálatok segítségével a paleoökológiai vizsgálatok sokkal pontosabbak lehetnek, mintha a pollendiagramokat önmagukban értelmeznénk (BIRKS - BIRKS 2000).

Korábban a makrofosszília vizsgálatok egyik sajátosságának tekintették a nagy mintaigényt. A tőzegben és tavi üledékben kevés magot és termést lehet találni, a diagramok pedig így elég „foghíjasak”. Ahhoz, hogy elég nagy számú maradvány álljon rendelkezésre az értékeléshez, növelték a minta térfogatát, ami akár 50-100 cm³-t is elérhetett (pl.: BIRKS 1980, WASYLIKOWA 1996a, GROSSE-BRAUCKMANN 1986). Habár növelhetjük a fúró méreteit, mégis optimálisabb lenne, ha hasonló mintamennyiségből megoldhatnánk a vizsgálatokat, mint a



1.3.1. ábra. Növekvő vízszint mellett felhalmozódó üledéktípusok oligotróf és eutróf környezetben (BIRKS – BIRKS 1980)

pollenanalízis (1-3 cm³), és mégis sok maradvánnyal tudnánk dolgozni. Ez annál is inkább fontos, mert a jelenlegi tendenciák szerint a paleoökológiai vizsgálatok már nem nélkülözhetik például a radiokarbon kormeghatározás, a geokémia vagy a quartermalakovológia módszereinek igénybevételét, ami tovább növeli a mintaszükségletet. Másrészt a nagy sűrűségű mintavétel tovább csökkenti a felhasználható minta térfogatát.

Részben megoldja ezen problémákat a makrofosszília analízist tökéletesítő talán egyik legötletesebb technika, a Southamptonban kifejlesztett úgynevezett QLCMA (*semi-quantitative quadrat and leaf-count macrofossil analysis technique*) módszer (BARBER et al. 1994), ami már a modern pollenanalízishez hasonló részletességű és pontosságú elemzések elvégzését teszi lehetővé. A QLCMA módszernél 4 cm³-es mintákat javasol a szerző.

De még ez az új módszer sem old meg minden problémát. A QLCMA módszert savanyú, *Sphagnum*-tözegekre dolgozták ki, bázikus tözegeken, illetve szerves anyagban szegényebb tavi üledékeken nem nyújt többet, mint a korábbi becsléses vizsgálatok, mert ezek inkább növényi szövetmaradványokat (főként gyökereket), és többé-kevésbé humifikálódott határozhatatlan maradványokat tartalmaznak. BARBER et al. (2004) egyenesen kétsége vonja, hogy a kelet-európai tözegek makrofosszília vizsgálatával részletes klímarekonstrukció végezhető.

A Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékén kidolgoztuk a QLCMA módszer egy módosított változatát, amely megoldást jelenthet ezen problémákra (JAKAB et al. 2004a, b, JAKAB - SÜMEGI 2004). A módszer azon az elváráson alapszik, hogy az üledékekben előforduló valamennyi szerves maradványt az elvárható maximális taxonómiai precizitással írjunk le, és mennyiségüket kvantitatív módszerrel határozzuk meg.

A módszer alkalmazásának előfeltétele egy szövethatározó, amivel az egyes növényi szöveteket faji szinten azonosíthatjuk. A Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékén továbbfejlesztettük PIDOPLICKA (1936) határozókulcsát, a szerző módszerével. Ezzel a határozóval lehetővé válik a sokszor csak mm-es méretű lágyszövetek határozása.

A dolgozatban a következő célokat tűztük ki:

- Egy olyan leíró rendszer kialakítása, ahová a gyengén humifikálódott, és ezért határozhatatlan szerves maradványok pontosan besorolhatók.
- A meglévő szövethatározók továbbfejlesztése, és kiterjesztése a közép- és kelet-európai fajokra.
- A QLCMA módszer olyan módosítása, amivel mind a határozható, mind a részben humifikálódott maradványok mennyisége meghatározható.
- A módszer tesztelése különböző üledéktípusokon, különböző területeken.
- A kimutatott hidrológiai és vegetációs változások, valamint a negyedidőszaki klímaváltozások közötti összefüggések vizsgálata.
- Regionális különbségek kimutatása a Kárpát-medence tavainak és lápjainak negyedidőszaki hidrológiai viszonyaiban.

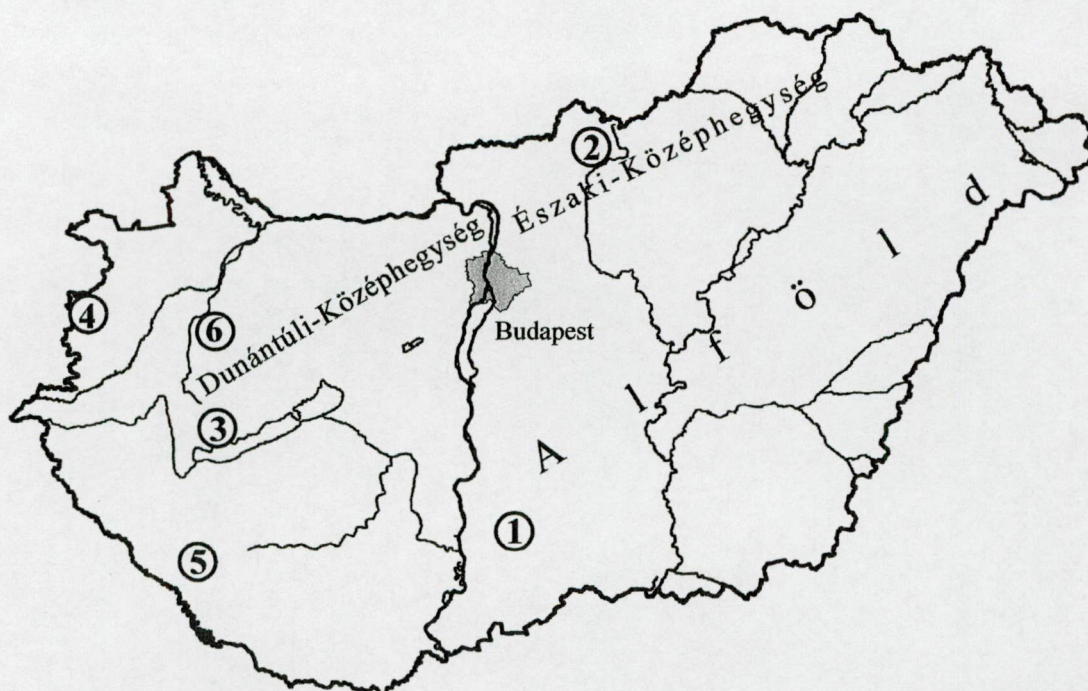
A dolgozat végső célkitűzése annak tesztelése, hogy a kidolgozott makrofosszília vizsgálati módszer alkalmas-e a vegetációs és hidrológiai változások kimutatásán keresztül a paleoklíma változásainak észlelésére.

2. Módszerek

2.1. Fúrás

A fúrást a paleoökológiai vizsgálatok során nemzetközileg elfogadott és használatos „Orosz-fejes” kézfúróval (2.1.1. és 2.1.2. ábra) végeztük (AABY - DÍGERFELDT 1986). A folyamatos és bolygatatlan magmintát laboratóriumban a különböző vizsgálati céloknak megfelelően hosszában elvágtuk, és a makrofosszília vizsgálatokra, valamint a későbbi pollenanalitikai, quartermalakológiai és geokémiai elemzésekre szánt részeket 4 °C-on tároltuk.

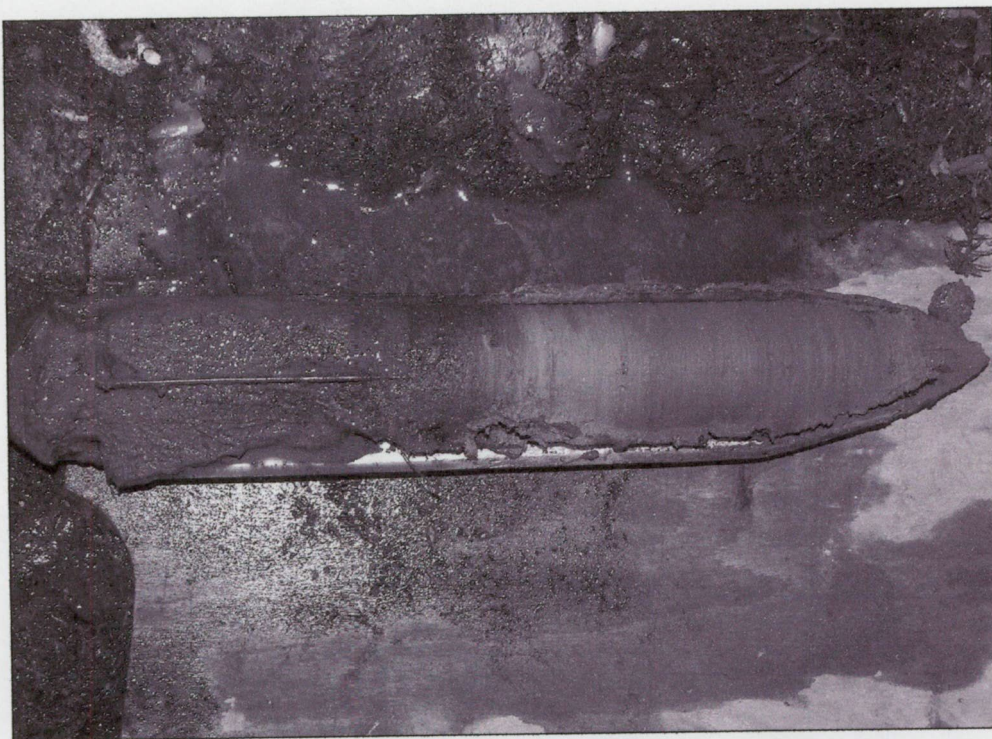
A dolgozatban bemutatásra kerülő hat terület (11 fúrásmag) elhelyezkedését Magyarországon a 2.1.3. ábra mutatja.



2.1.3. ábra. A dolgozatban bemutatásra kerülő fúrásszelvények elhelyezkedése Magyarországon. 1: Császártöltés: Vörös-mocsár és Hajósi-kaszálók, 2: Nagybárcány: Nádas-tó, 3: Balatonederics: Szigligeti-öböl, Balaton, 4: Velem: Velemi fürdő, 5: Szentapáti: Baláta-tó, 6: Mezőlak, Szélmező

2.2. Üledékföldtani leírás

Az üledékfácies leírása során a TROELS-SMITH-féle (TROELS-SMITH 1955) nemzetközi lazaüledéktani kifejezéseket és szimbólumrendszert használtuk. A módszer a laza üledékek gyors, egyszerű és logikus terepi leírására dolgozták ki, és ma elterjedten használják a negyedidőszaki paleoökológiában. A módszer lényege az, hogy a negyedidőszaki tavi, mocsári és lápi üledékeket egy meghatározott számú komponens keverékének tekintik. Az összetevők genetikájuk alapján hat kategóriába csoportosíthatók (*Turfa*, *Detritus*, *Limus*, *Agrilla*, *Grana* és *Substantia humosa*). Valamennyi kategória esetében a komponensek mennyiségét 0-4 közötti értékkel jelöljük, az összeg maximálisan 4 lehet.



2.1.1. ábra. Mintavétel Orosz-fejes kézfúróval. Oligotróf és eutróf tavi üledék átmenete a nagybárkányi Nádas-tóból, 280-320 cm.



2.1.2. ábra. Karbonátos tavi üledék és tőzeg átmenete a balatonedericsi fúrásból, 360-400 cm.

Az üledék típusok megjelenítéséhez nemzetközileg elfogadott jelkulcsot használunk, ami megkönnyíti a számítógépes grafikus ábrázolást. A módszer részletes leírását SÜMEGI (2001) ismerteti.

Az üledékfácies leírását minden esetben SÜMEGI PÁL végezte. A makrofosszília diagramok mellett az üledékfáciest grafikusán is ábrázoltuk.

2.3. Radiokarbon kormeghatározás

Az üledékminták kormeghatározása konvencionális radiokarbonméréssel történt, amit az ATOMKI Könnyűizotóp Laboratóriumában (Debrecen) végeztek el HERTELENDI et al. (1989) módszere szerint. A legtöbb minta szűretlen, tömeges (6-10 g) tőzeg volt. A Velemi fürdőből származó minta mérése jelenleg folyamatban van. A méréseket SZÁNTÓ ZSUZSA végezte el.

A radiokarbon adatok kalibrálása naptári évekké a Calib 5.0 programmal történt (STUIVER – REIMER 1993).

A dolgozatban az egyes rétegek, zónák vagy maradványok korának megadásakor a „nyers” kalibrálatlan ^{14}C BP koradatokat közöljük, ezután zárójelben tüntettük fel a kalibrált BP koradatokat (cal. BP). Néhány esetben, amikor fiatal üledékeket vagy változásokat tárgyalunk, és az értelmezéshez történeti adatokat is felhasználunk (legutóbbi 1000 év) kalibrált AD/BC koradatot is használunk (cal. AD/BC).

2.4. Pollenanalízis

A pollenelemzéshez a mintákat 1 cm^3 -es mintavevővel vettük 4 cm-enként. Néhány minta esetében még csak előzetes eredményekkel rendelkezünk, ezen esetekben 16 cm-es intervallumokból származnak a minták. Ezeknél a polleneredményeket csak tájékozódás céljából közlöm. Korrekt összehasonlításuk a makrofosszília vizsgálatok eredményeivel csak a mintavétel sűrűbbé tétele után lesz lehetséges.

A pollenminták előkészítése BERGLUND - RALSKA-JASIEWICZOWA (1971) módszerét követte. A koncentrációk meghatározása *Lycopodium* spóratabletta hozzáadásával történt STOCKMARR (1971) módszere szerint. A tőzegminták esetében az acetolízis előtt vízfürdőben 2 %-os NaOCl kezelést is alkalmaztunk két percig.

A pollenek és spórák határozásához különféle határozókulcsokat használtunk (MOORE et al. 1991, REILLE 1992, 1995, 1997). Minden mintában minimum 300 szárazföldi pollenig történt a számolás.

A pollendiagramokat a PSIMPOLL Ver. 2.25 (BENNETT 1992) vagy a GPalWin (GOEURY 1988) programcsomaggal készítettük. A helyi pollenegyüttes zónák (LPAZ) határainak kijelölése statisztikai módszerekkel történt (BIRKS - GORDON 1985) A zónák számának és pontos helyének megválasztása azonban a minta információtartalmának figyelembevételével történt. Az előzetes eredmények esetében ilyen elemzés még nem történt.

A pollenanalízist és az értékelést a császártöltési minta esetében MAGYARI ENIKŐ, a többi minta esetében pedig JUHÁSZ IMOLA végezte.

2.5. Malakológiai analízis

A hat kutatási terület közül mindössze a császártöltési Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók három fúrásmintáján végeztünk kvartermalakológiai elemzést. Részben azért mert csak ezek a fúrásminták tartalmaztak elég maradványt. A balatonedericsi és mezőlaki minták

malakológiai feldolgozása jelenleg folyamatban van. Az elemzéseket és az értékelést SÜMEGI PÁL végezte el.

A feltárás során az üledéksor 10 cm-ként lett feldarabolva és 0,8 mm átmérőjű szitán lett átmosva. Mivel a 10 cm-ként begyűjtött Mollusca egyedek mintánkénti száma csak néhány szintben érte el a korrekt elemzéshez szükséges 100 egyedet, ezért a Mollusca faunát 20 cm-ként összevonva vizsgáltuk meg és tárgyaltuk.

A fajokat a korábbi nemzetközi (LOZEK 1964, MEIER 1985) és a hazai (FÉNYES 1983, KROLOPP 1983, SÜMEGI - KROLOPP 1995, SÜMEGI 1996) paleoökológiai csoportosítások alapján a következő kategóriákra bontottuk:

1. Oxigénben dús, csak kifejezetten mozgó vízben élő fajok.
2. Álló és mozgó vízben egyaránt megélni képes, de állandó vízborítást igénylő fajok.
3. Időszakos vízben is megélni képes fajok.
4. Higrofil, elsősorban vízparti, mocsári területeken élő, szárazföldi fajok.
5. Mezofil és xerofil szárazföldi fajok.

Ezen a csoportosításon túl megkülönböztettünk hidegtűrő (*Valvata pulchella*, *Bithynia leachi*, *Succinea oblonga*, *Oxyloma elegans*), enyhébb éghajlatot kedvelő (*Bithynia tentaculata*, *Lithoglyphus naticoides*, *Anisus vorticulus*, *Vertigo antivertigo* stb.) és hőmérsékleti szempontból tág tűrőképességű fajokat.

Növényzeti borítási igény szerint is csoportosíthatjuk a Mollusca fajokat (LOZEK 1964, MEIER 1985), bár a Mollusca fajok alkalmatlanok a növényzet társulás szintű rekonstrukciójára (EVANS 1972), de a recens felmérések (DELI - SÜMEGI 1999, SÓLYMOS 1996) azt mutatják, hogy a szárazföldi fajok alapján az egykori, nagyobb vegetációs (erdei, ecoton és sztyeppe) egységek megrajzolhatók (SÜMEGI - KROLOPP 1995, 2001). Ugyanakkor ismeretes, hogy a vízi fajokra is viszonylag jelentős hatással van a vízi növényzet borítása (ÖKLAND 1990, MEIER 1985). Mivel a vizsgált szelvényben a vízi (kopolyús és tüdős vízi elemek) végig dominálnak, ezért elsősorban a vízi Mollusca fajok alapján rekonstruálható egykori növényzeti képet (oligotróf, eutróf vizek, lebegő hínárral benőtt vizek felület, mocsári környezet) rajzoltuk meg.

2.6. Statisztikai analízis

A makrofosszília diagramokat a PSIMPOLL Ver. 2.25 (BENNETT 1992) programcsomaggal készítettük. A makrofosszília zónák határainak kijelölése statisztikai módszerekkel történt. A zónák számának és pontos helyének megválasztása azonban a minta információtartalmának figyelembevételével történt. A makrofosszília, pollen és molluszká zónák a következő módon lettek jelölve:

- HP (Hajósi-pincék), CST (Császártöltés) vagy BE (Balatonederics) stb.
- I-IV (fűrés száma),
- M (makrofosszília zóna), P (helyi pollenzóna), Mo (molluszká zóna),
- - zóna száma.

A leggyakoribb és legfontosabb tözegszövet alkotók eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei. Az elemzést főkomponens analízissel (PCA) végeztük (standardizált, mixed /Rohlf/ biplot) PODANI (1993) SYN-TAX 5.0 programja segítségével.

2.7. Makrofosszília analízis

2.7.1. A tőzegszövet alkotók

A tőzegszövet alkotó alatt azokat a szerves maradványokat értjük, amelyek egy 300 µm lyukbőségű szitán az üledék átszapolását követően fennmaradnak. A tőzegszövet alkotók legnagyobb mennyiségben a tőzegben található meg, de természetesen kisebb mennyiségben különböző tavi üledékekben is előfordulnak. A tőzegszövet alkotók okozzák a tőzeg olyan egyedülálló fizikai tulajdonságait, mint amilyen a rugalmassága vagy a nagy vízfelvevő képessége.

A tőzegben és a szerves anyagban gazdag tavi üledékekben előforduló szerves maradványokat alapvetően két részre lehet osztani (2.7.1. táblázat). Egyrészt vannak, amelyeket ezzel a módszerrel valamilyen alacsonyabb rangú taxonnal lehet azonosítani (specifikus tőzegszövet alkotók) és vannak amelyeket ezzel a módszerrel nem lehet (nem specifikus tőzegszövet alkotók).

2.7.1. táblázat.

A fontosabb tőzegszövet alkotók

Specifikus tőzegszövet alkotók: (a határozás akár faj szinten is lehetséges)	<ul style="list-style-type: none">• magvak, termések• mohák• rizóma epidermiszek (pl.: <i>Carex spp.</i>)• levél és szár epidermiszek• más szövetek és szervek (fenyő tűlevelek, szőrök, tracheidák, sporogóniumok stb.)
Nem specifikus tőzegszövet alkotók: (a pontos határozás nem lehetséges)	<ul style="list-style-type: none">• Monocots. Undiff. – meghatározatlan egyszikű maradvány• U. O. M.- azonosítatlan szerves maradvány• U. L. F. – azonosítatlan levél töredék• U. B. F.- azonosítatlan moha töredék• Sphagna undiff. – <i>Sphagnum</i> szárak• pernye, faszén• fa• Molluszka héj töredékek• rákpáncélok, ízeltlábú maradványok stb.

A nem specifikus tőzegszövet alkotók jelentős mennyiségben jelenhetnek meg a mintákban és sokat elárulhatnak a felhalmozódási környezet hidrológiai adottságairól és kémiai összetételéről. A legfontosabb nem specifikus tőzegszövet alkotók a következők.

Meghatározatlan egyszikű maradvány (Monocot. Undiff.): általában áttetsző vagy gyengén pigmentált rizómák vagy epidermiszdarabok tartoznak ide, megnyúlt, vagy rövid sejtekkel. Feltételezhetően ide kerültek a fiatal, kevésbé differenciált *Phragmites* rizómák is. BARBER et al. (1994) ezt a kategóriát hasonló összefüggésben használja.

Azonosítatlan szerves maradvány (Unidentified organic material, U.O.M.): Szabálytalan alakú szövetdarabok. Sokszor igen bomlottak. Egyszikű és kétszikű maradványok egyaránt lehetnek. BARBER et al. (1994) ezt a kategóriát hasonló összefüggésben használja.

Azonosítatlan levél töredék (Unidentifiable leaf fragments, U.L.F.): Gyengén humifikálódott lomblevél maradványok, amelyek faj szintű határozása már nem lehetséges. Könnyen felismerhetők hálózatszerű érmaradványokról.

Azonosítatlan moha töredék (Unidentified bryophyte fragment, U.B.F.): Bomlott tőzegben a moháknak csak a csőszerű, barnán pigmentált „szárak” marad meg, a „levélerek”

Részletesen a határozó ismerteti.

Sphagnum száraz (Unidetifiable *Sphagna*): Enyhén humifikálódott tőzegben a tőzegmohák szára nagy mennyiségben fordulhat elő. Részletesen a határozó ismerteti.

Pernye: Apró, de 300 µm-nél nagyobb faszédarabok. A mintáinkban legtöbbször csak 1-3 mm-esek. Többnyire allochton eredetűek. Nem azonosak a pollenanalízis során számolt pernyével (*microcharcoal*), mert ezek nagyobb méretű faszédarabok (*macrocharcoal*). Mennyiségükből a helyi tüzek intenzitására következtethetünk, és egy területen a fúrások korrelációját is lehetővé teszik.

Faszén: 5 mm-nél nagyobb faszédarabok. Elég ritkák az üledékben.

Fa: A fásodott növényi szövetek a tömötten álló, vastag falú hánccs és fa rostjaikról könnyen felismerhetőek. Ezen módszerrel a maradványok nem határozhatók faj szinten, de mennyiségük nagyon jellegzetes lehet az üledékben. Nagyobb lápokon autochton kisebb lápokon és tavakban elsősorban allochton elemek.

Mollusca: A makrofossziliák feltárása során rendszerint a puhatestűek héjai összetörnek, határozásuk nehézkessé válik, de a héjak mennyiségi változása igen fontos környezettörténeti adat lehet, ezért feljegyezzük a vizsgálat során.

A specifikus tőzegszövet alkotók esetében akár faj szintű azonosítás is lehetséges. Nagyon fontosak a felhalmozódási környezet rekonstruálásában. A lokális vegetáció akár társulás szintű azonosítását is lehetővé teszik. A legfontosabb specifikus tőzegszövet alkotók a magvak, termések, szaporítóképletek, mohák, rizóma-epidermisz (pl.: *Carex* fajok), levél-epidermisz, egyéb szövetek és szervek (szőrök, tracheidák stb.), rovarmaradványok, *ostracoda* héjak. A fosszilis magvak és mohák határozásához több kézikönyv is felhasználható (pl. BEIJERINCK 1947, BERGGREN 1968, JÁVORKA - CSAPODY 1991, KAC et al. 1965, SCHERMANN 1967, SCHOCH et al. 1988, SMITH 1978, HEDENÄS 1993 stb.). A fosszilis szövetek használatával kevés munka foglalkozik (GROSSE-BRAUCKMANN 1972, PIDOPLICKA 1936), ezért a határozáshoz JAKAB – SÜMEGI (2004b) határozóját használjuk, ami ezen dolgozatnak részét is képezi. A fosszilis magvak és mohák vizsgálatáról és hazai alkalmazásáról legutóbb JAKAB – MAGYARI (2000) adott áttekintést.

A specifikus tőzegszövet alkotók lehetővé teszik az egykori növénytársulások pontos azonosítását, míg a nem specifikus tőzegszövet alkotók segítenek a felhalmozódási környezet és a hidrológiai változások értelmezésében, amire sok példát találunk a dolgozatban.

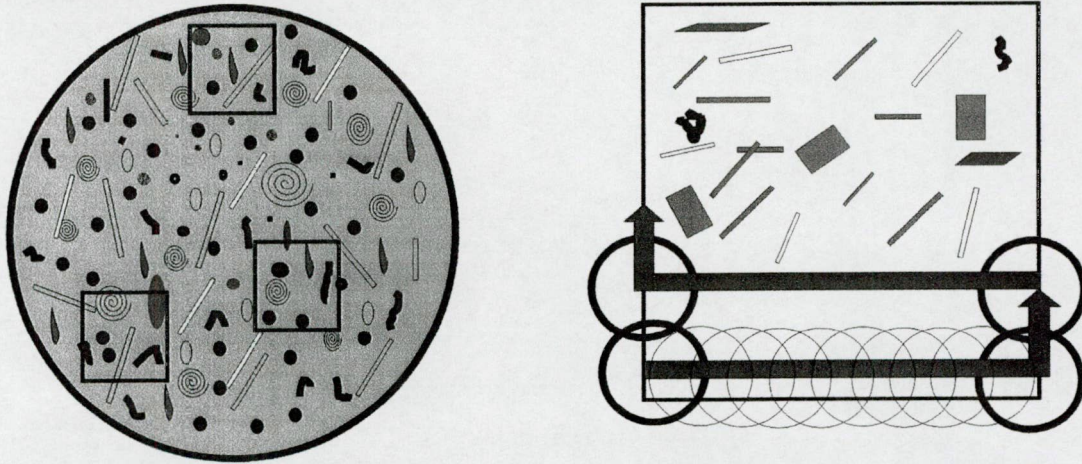
2.7.2. A tőzegszövet alkotók mennyiségi meghatározása

A tőzegszövet alkotók mennyiségi meghatározásához a BARBER et al. (1994) által kidolgozott QLCMA módszert (*semi-quantitative quadrat and leaf-count macrofossil analysis technique*) módosítottuk. Ezzel a módszerrel kis mennyiségű mintából (1-3 cm³) mákmag, mint jelzőanyag hozzáadásával (0,5 g = 959± 52 db) lehet a makrofossziliák mennyiségét boncolómikroszkóp segítségével meghatározni. BARBER et al. (1994) ezzel a módszerrel becsüli meg a *Sphagnum* levelek mennyiségét, majd fénymikroszkóp segítségével határozza meg a fajokat.

Az általunk végrehajtott módosításokkal a módszer a következő. A fűrásmagokból 5 cm-enként 3 cm³-es mintákat veszünk. A mintát 300 µm lyukátmérőjű szitán szűrjük le.

A koncentrációk meghatározása úgy történik, hogy ismert mennyiségű jelzőanyag (0,5 g mákmag kb. 960 db) hozzáadása után petricsészében 10 db 10x10 mm-es kvadrátban megszámoltuk az összes mákmagot és maradványt sztereomikroszkóp segítségével. A rizómák (csakúgy, mint a mohák) csak fénymikroszkóp alatt határozhatók meg. Ezért 100 darab egyszikű maradványt kiszedtünk, és vizes preparátumot készítünk. A tárgylemezt

sorról-sorra végigjárva minden maradványt meghatározunk és megszámlolunk. Így megkaptuk, hogy a egyszikűeken belül az egyes taxonok illetve a Monocot. Undiff. hány százalékban van jelen. A moháknál az egyes fajok és az UBF értékét ugyanígy határoztuk meg (2.7.1. ábra).



2.7.1. ábra. A tőzegszövetalkotók mennyiségi meghatározása boncolómikroszkóp alatt, és az egyszikűek és mohák határozása fénymikroszkóp alatt

A koncentrációt az alábbi egyenlőség adja meg:

$$\text{Makrofosszília koncentráció} = \frac{\text{számolt makrofosszília (átlag)} \times 960 \text{ (összmák)}}{\text{számolt mák (átlag)} \times \text{minta térfogata (cm}^3\text{)}}$$

A szövet- és mohamaradványokat tárgylemezen glicerines-zselatinnal tartósíthatjuk a későbbi vizsgálatok céljára. A magvakat Eppendorf-csővekben glicerín-alkohol-formalin egy-egy arányú keverékével vízben tartósíthatjuk.

Az eredmények megjelenítésére a PSIMPOLL (BENNETT 1992) programcsomagot használtuk. A tőzegszövet alkotók mennyiségét 1 cm³-re adjuk meg, a magvak mennyiségét pedig 3 cm³-re.

2.7.3. A lágynövényi szövetek leírásának módszere

A savanyú tőzgekben általában a különböző *Sphagnum* fajok, a bázikus tőzgekben a lágyszárú növények maradványai dominálnak, mint a sások, a nád vagy a gyékény. A lágyszárú kétszikűek gyengébben fosszilizálódnak (a magjuk viszont sokszor megmarad). A növények különböző szerevei, szövetei különböző mértékben konzerválódnak a tőzgekben. Legjobban a föld alatti részek maradnak meg (gyökerek, föld alatti szárak). Legnagyobb mennyiségben az egyszikűek hajszálgököreit találhatjuk meg. A föld feletti szervek (levelek, szárak) jóval ritkábban kerülnek elő.

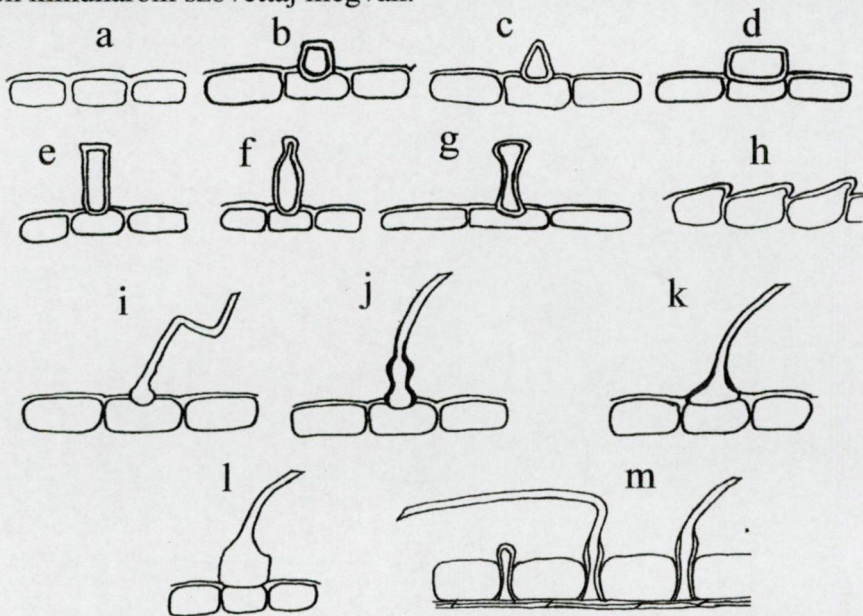
A hajszálgököreken szövettani felépítésük alapján jellegzetes zónákat különíthetünk el. A gyökércsúcs parenchimatikus sapkája a gyökérszűveg, amelyben találjuk az úgynevezett osztódási zónát. Ettől proximálisan helyezkedik el a megnyúlási zóna, ahol a sejtek átesnek a nyúlási szakaszon és megjelennek a gyökérszőrök. A gyökérszőrök legnagyobb mennyiségben a felszívási zónában vannak. Itt történik a tápanyagok és a víz felvétele a talajból. Ezután helyezkedik el a szállítási zóna ahol már kialakult edénynyalábokat találunk és a gyökérszőrök

is elpusztulnak. Végül megjelennek a gyökérágak. Ezt a részt elágazási zónának nevezzük (HARASZTY 1978).

A vízi és lápi egyszikű fajok gyökerének szöveti felépítése eltérhet ettől, amiről a hazai szövettani szakkönyvek sajnos nem tesznek említést. A tőzegben megmaradó gyökerek felépítésükben leginkább a kétszikűek rizodermiszéhez hasonlítanak. Gyakran azonban nem lehet éles határt vonni az egyes zónák közé, illetve a gyökérszőrök akár teljesen hiányozhatnak is. Néhány esetben a felszívási zónában már differenciálódnak az edénnyalábok. Más esetben az elágazások a felszívási zónában is megfigyelhetők (igen gyakori az általunk vizsgált taxonoknál). A tőzegben leggyakrabban a felszívási és szállítási zóna maradványaival találkozhatunk. A gyökér csúcsa és a megnyúlási zóna nagyon ritkán kerül elő, ami talán a differenciálatlan sejtfalak bomlékonyságával magyarázható.

A gyökerek között megkülönböztetnek első-, másod-, és harmadrendűeket, attól függően, hogy a hányadik elágazás után vannak. Fosszilis anyagban erre természetesen csak a gyökerek vastagságából lehet következtetni. Az elsőrendű gyökerek természetesen vékonyabbak, és az egyes gyökerek között akár morfológiai eltérések is lehetnek (pl.: nincs gyökérszőr, más a sejtek hossza stb.).

A primer gyökér három szövettájból áll, az abszorpcióra képes bőrszövetből, a gyökér elsődleges kérgéből és a központi hengerből (sztéle) (HARASZTY 1978). A tőzegben leggyakrabban a bőrszövet marad meg, az elsődleges kéreg és a sztéle elbomlik. Néha a bőrszövet bomlik el és az elsődleges kéreg, vagy az ellenálló faszöveti elemek maradnak meg. Más esetekben mindhárom szövettáj megvan.



2.7.2. ábra. A kidudorodó sejtek és gyökérszőrök fontosabb típusai „oldalnézetben”. a. sima gyökér kidudorodás nélkül (*Equisetum fluviatile*), b. négyzetes (*Carex acutiformis*), c. háromszög alakú (*Carex acuta*), d. megnyúlt négyzetes (*Carex riparia*), e. magas hengeres (*Scirpus lacustris*), f. palack alakú (*Scirpus lacustris*), g. szög alakú (*Carex elata*), h. tetőcserépszerű (*Tofieldia calyculata*), i. egyszerű, vékonyfalú gyökérszőr (*Carex curta*), j. „golyvás” gyökérszőr (*Juncus subnodulosus*), k. tölcészerűen kiszélesedő és vastagodott tövű gyökérszőr (*Schoenus nigricans*), l. négyzetes alapú gyökérszőr (*Juncus subnodulosus*), m. kétrétegű bőrszövet, vastagfalú gyökérszőr szög alakú sejten (*Carex magellanica*)

Milyen bélyegeket figyeljünk a növények azonosításához, a határozó használatához? Az elhalt sejteken a határozáshoz az egyedüli támpontot a sejt és a sejtfal morfológiai bélyegei jelenthetik, valamint a sejtfalak színe. A legfontosabb bélyegek a sejtfalak vastagodásai, a

sejtek méretei és alakja, a gyökérszőrök alakja és gyakorisága, esetleg az endodermisz és a sztéle megléte. Fontos a sejtek színe és az egyes sejtek elhelyezkedése a gyökér bórszövetében (kidudorodása). Előfordulhatnak a sejtekben kristályzárványok is (*Eriophorum spp.*). A gyökerek bórszövetén ún. kidudorodó (kiemelkedő) gyakran vastagodott falú sejteket figyelhetünk meg (2.7.2. ábra). Ezek élettani funkciójáról, szerepéről csak elképzeléseink vannak. A határozókulcsban nem gyökérszőrökként jellemeztük őket, mert morfológiailag elkülönülnek azoktól. A „valódi” gyökérszőrök sokszor ezen kidudorodó sejtek között közvetlenül a bórszövet felületéből erednek (pl.: *Carex acutiformis*), illetve ezen kidudorodó sejtek is hordozhatnak hosszú gyökérszőröket (pl.: *Carex hirta*). Egyes fajoknál ezen sejtek nem emelkednek kijelentősen a gyökér felszínéből (pl.: *Phragmites australis* 2.2.8a. ábra vagy *Carex lasiocarpa* 2.7.14c. ábra), más esetekben viszont jelentősen kiemelkednek (pl.: *Carex elata* 2.7.10b. ábra vagy *Carex vesicaria* 2.7.14a. ábra).

A maradványoknak csak a felületi képét vizsgáljuk, metszeteket nem készítünk, mert a kvantitatív vizsgálatokhoz szükséges nagy mennyiségű maradványt csak így határozhatjuk meg. A gyökerek felszínén az áttetsző bórszövetsejteket oldalról így is láthatjuk, az 2.7.2. ábrán ilyen helyzetben láthatjuk a sejteket.

A tőzegeből előkerülhetnek (általában kisebb mennyiségben) egyéb növényi szervek is, a levelek, levélhüvelyek, száraz és a gyöktörzs epidermiszei, esetleg egyes szubepidermális szövetek is.

A határozó a tőzegeben előforduló lágyszövetmaradványok határozását tűzte ki céljául. A munka kiterjed néhány moha és fásszárú határozására is, mert azok maradványait lágyszárúak szövetének gondolhatnánk a mikroszkópi kép alapján. A mohák esetében ha azok nem túl bomlottak, a maradványok akár faj szinten is azonosíthatók a recens fajokra írt határozók segítségével, vagy a fosszilis maradványokra írt határozókkal. Nem foglalkozik a munka a fa- és faszénmaradványok, valamint magvak és szaporítóképletek határozásával, mert azok vizsgálata, a minta feltárása eltérő technikát kíván, illetve határozásukkal külön határozók foglalkoznak.

PIDOPlicSKA (1936) vizsgálatai szerint a következő taxonok szövetei nem maradnak meg határozható formában az üledékben. Egyrészt vízinövények, mint *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Hippuris vulgaris* L., *Potamogeton natans* L., *Potamogeton crispus* L., *Sagittaria saggitifolia* L., *Myriophyllum spicatum* L. Ezekre jellemzőek a hosszúkás, vékonyfalú bórszöveti sejtek a gyökéren és a száron. Ezen sejteken nincsenek olyan bélyegek, amelyek alapján határozható lennének, másrészt nagyon hamar leválnak, és valószínűleg ezért meg sem maradnak. Másrészt lehetnek lápi-mocsári fajok, mint az *Iris pseudacorus* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Rumex hydrolapathum* Hudson, *Ranunculus lingua* L., *Bidens cernua* L., *Cicuta virosa* L., *Pedicularis palustris* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poiret, *Geum rivale* L., *Lycopus europaeus* L., *Lysimachia thyrsoiflora* L., *Epilobium palustre* L., *Urtica kioviensis* Rogow.. Ezekre a növényekre is a többé-kevésbé megnyúlt epidermális sejtek a jellemzők a gyökéren és a száron, melyek hamar leválnak és elbomlanak. A szubepidermális (parenchima) sejtek hordószerűek, többé-kevésbé megnyúlt formájúak, semmilyen határozott jellegzetességük nincs, ami alapján meg lehetne határozni őket az üledékből. Az egyébként többnyire jól fosszilizálódó egyszikűek közül a *Sparganium*-fajok nem maradnak meg az üledékben.

A vegetatív növényi szervek és szövetek (rizómák, epidermiszek stb.) határozásával nagyon kevés szakirodalom foglalkozik. Legelterjedtebb, legismertebb GROSSE-BRAUCKMANN (1972) határozója. A vegetatív részekre két kulcsot hoz. Az egyik makroszkópos bélyegeken alapuló határozó, amivel elsősorban vastagabb gyöktörzseket, rizómákat lehet határozni. Ez nem használható a QLCMA módszerhez, a szervek nagy mérete és ezért a vizsgálat nagy mintagénye miatt. A másik kulcs mikroszkópos bélyegekre épít, de

sajnos mindössze 7 (!) fajt lehet vele meghatározni. A PIDOPLICKSKA (1936) nevéhez köthető határozó, kiváló munka, de a jelentőségéhez képest kevésbé használt. Közel 40 fajt tárgyal, határozókulcsot, részletes leírást és ábrákat is tartalmaz.

Munkánk során a meglévő határozók anyagát elsősorban a fontosabb hazai és Kárpát-medencei egyszikű (főként *Carex* fajok) fajok gyökerének leírásával igyekeztünk kiegészíteni. Ezek a hazai leggyakoribb lápi fajok, és olyanok, amelyek előfordulhattak a pleisztocén illetve holocén folyamán a Kárpát-medence területén. A föld feletti szervek szövettani jellegzetességei alapján a sások nehezen határozhatók, mert ezek felépítése szinte minden sásnál azonos. Sáslevél epidermisze ritka, a tőzegben inkább a gyökerek maradnak meg.

Sajnos azonban még ezen határozó segítségével sem lehet valamennyi maradványt teljes biztonsággal meghatározni, ezért a kvantitatív vizsgálatok során a bizonytalan helyzetű maradványokat az azonosítatlan egyszikű maradványokhoz (Monocot. Undiff.) vagy az azonosítatlan szerves maradványhoz (U.O.M.) soroljuk. Különös körültekintést kíván például a fiatal nád gyökerek és egyes sások (pl.: *Carex elongata*, *C. vulpina*, *C. hartmanii*, *C. heleonastes*) felismerése az üledékben. Másrészt, bár a leggyakoribb tőzegképző fajok feldolgozásra kerültek, ritkább színezőelemek is lehetnek a tőzgekben, amelyeket ezen cikk nem tárgyal. Jó kiindulás lehet jelen munka a későbbiekben nagyobb, részletes határozók készítéséhez a pollenatlaszok mintájára. Mindazonáltal feltétlenül szükséges a fosszilis anyag vizsgálata előtt a recens példányokat tanulmányoznunk, illetve azokból tartós preparátumokat készítenünk.

Az egyes szervek és szövetek vizsgálatához a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárának herbáriumából, valamint JAKAB Gusztáv gyűjteményéből származó anyagokat használtuk fel. A példányok adatait a Függelék 1. táblázata tartalmazza. Valamennyi szövet leírása recens példányokon alapszik, de ahol lehetett figyelembe vettük a fosszilis példányok felépítését is.

Először mikroszkópi preparátumokat készítettünk az egyes növényrészekből. Ez úgy történt, hogy a darabokat 15 percre forró 15%-os KOH oldatba helyeztük, majd a darabokat lemostuk, és 24 órára glicerinbe helyeztük (enélkül a sejtek összezsugorodnak). Ezt követően glicerín-zselatinos módszerrel tartósítottuk a preparátumot. A preparátumokról leírást készítettünk, illetve összevetettük PIDOPLICKSKA (1936) és GROSSE-BRAUCKMANN (1972) határozókulcsaival és leírásaival. A készülő határozókulcsot több fosszilis anyag vizsgálatához is felhasználtuk (Császártöltés, Mezölak, Velem, Nagybárcány), így valamelyest elképzelésünk lehet az egyes szövetek tőzgebeni ellenállóságáról és a taxonok gyakoriságáról is. Természetesen a fosszilis anyagok vizsgálatánál nem kell a glicerín-zselatinos preparátumot elkészíteni, ott elég vízcseppbe ágyazva tanulmányozni a mintát.

A preparátumokat Zeiss binokuláris fénymikroszkóp segítségével, 60-szoros és 190-szeres nagyításnál vizsgáltuk meg. A jellemzőbb részletekről fényképfelvételt és rajzot is készítettünk. A rajzok melletti vonalas aránymérték 100 µm hosszú.

A fejezetben szereplő ábrák forrásai: eredeti: 1, 2, 4, 5a-c és e, 6a és c, 7, 9b-e, 12, 13, 15a-c, 17, 18, 19, 20b, 21, 23, 24a-c, 25b-d, 26, 27, 28b-e, 30, 31, 33, 34, 35, 36, GROSSE-BRAUCKMANN (1972): 6b, 8d-f, 20a, 22, PIDOPLICKSKA (1936): 3, 5d, 8a-c, 9a, 10a-d, 11a-e, 14, 15d-e, 16, 24d, 25a, 28a, 29, 32.

2.7.4. A lágyszárú növények maradványainak határozója mikroszkópikus bélyegek alapján

Kulcs a lágyszárú növények szöveteinek tőzgeből történő határozásához

- 1a Többnyire hengeres képződmények. A sejtes felépítés általában jól látszik. Gyökerek 2
1b Hengeres képződmények. Sárgásbarna színűek. Nagyon keskeny és hosszú sejtekből állnak, az egyes sejteket alig lehet elkülöníteni. Mohaszárak (caulidium) 86
1c Nem hengeres képződmények. A gyöktörzs, a levél vagy a szár epidermiszének maradványai, vagy parenchimasejtek..... 57
- 2a Gyökerek, kidudorodó sejtekkel 3
2b Sima gyökerek..... 26
- 3a Gyakran gyökérszőrők..... 18
3b Gyökérszőrők nincsenek..... 4
- 4a A kidudorodó sejtek kiemelkednek a gyökér felszínéből..... 7
4b A kidudorodó (megvastagodott) sejtek egy síkban vannak a gyökér felszínével vagy csak csekély mértékben emelkednek ki (pl.: 2.7.8a. és 2.7.14c. ábra)..... 5
- 5a A bőrszövetsejtek felülnézetben hatszögesek, tetőcserépszerűen állnak (2.7.25c. ábra), mert a kidudorodás az összes sejten egy irányba áll, és a következő sejt fölé nyúlik. Minden sejt kidudorodik.
- 61. Tofieldia calyculata**
- 5b A bőrszövetsejtek négyszögletűek, nem állnak tetőcserépszerűen 6
- 6a A kidudorodó sejtek egyforma méretűek, négyzetesek, a nem kiemelkedő sejtekkel saktáblaszerű elrendeződést mutatnak. A gyökér felszíne finoman hullámos (2.7.14c. ábra)
- 24. Carex lasiocarpa**
- 6b A kidudorodó sejtek gyakran megnyúltak, méretük eltérő (különösen az öregebb gyökereken), csoportos elrendeződésűek. A gyökér felszíne szinte sima (2.7.7a-b. ábra)
- 7. Phragmites australis**
- 7a A kiemelkedő sejtek négyszögletesek, gyakran kereszt- vagy hosszanti irányban megnyúltak, oldalnézetben soha nem szöghöz hasonló alakúak..... 8
7b A kiemelkedő sejtek formája felülnézetben hasonló a háromszöghöz vagy oválishoz, oldalnézetben, különösen a másodrendű gyökereken, gyakran szöghöz hasonlóak (2.7.9d. ábra)17
- 8a A bőrszövetsejtek nagyon hosszúak (10-15:1), a transzverzális falai kissé vastagabbak. A kidudorodó sejtek vastag falúak, megnyúlt téglalap alakúak 9
8b A bőrszövet sejtjei viszonylag rövidek (4-5:1) 11
- 9a A kidudorodó sejtek jelentősen megnyúltak (4-6:1), a központi henger nem feltűnő.
- 40. Carex lepidocarpa**
- 9b A kidudorodó sejtek rövidebbek (1-4:1), a központi henger feltűnő, barnás színű 10

10a A kidudorodó sejtek halvány sárgák, ritkán állnak.

45. Scirpus hudsonianus

10b A kidudorodó sejtek halvány barnák, sűrűn állnak.

46. Scirpus cespitosus

11a A kidudorodó sejtek kétfélék. A kidudorodás nagyon magas, akár négyszerese a szélességének, és az alakja hengeres. A kidudorodás lehet palack alakú is (2.7.18b. ábra).

43. Scirpus lacustris

11b A kidudorodó sejtek soha nem ilyen magasak 12

12a A kiemelkedő sejtek fala feltűnően vastag, mindig barna vagy sötétbarna színű 16

12b A kiemelkedő sejtek fala nem feltűnően vastag, mindig világos színű 13

13a A kiemelkedő sejtek rövidek (1-2:1) vagy nagyon hosszúak (4-5:1), ez utóbbi a gyakoribb (kb. 90%). A bórszövetsejtek megnyúltak, de közöttük rövid (1:1) sejtek is vannak.

26. Carex elongata

13b Ha van hosszú sejt, az rövidebb (2-3:1) és ritkább 14

14a A kiemelkedő sejtek között gyakran vannak felülnézetben megnyúlt deltoid alakú vagy szabálytalan trapéz alakú sejtek (2.7.19. ábra). Nagyobb átmérőjű gyökerek.

44. Scirpus maritimus

14b A kiemelkedő sejtek négyzetesek, esetleg egy kicsit trapéz alakúak 15

15a A kiemelkedő sejtek fala soha nem sötétbarna színű, csak egy kicsit vastag. A kiemelkedő sejtek sarkai felülnézetből gyakran lekerekítettnek látszanak. A sejtek a tözegben az erősen elbomlott gyökerekről sem válnak le (2.7.12a. ábra)

14. Carex rostrata

15b A kiemelkedő sejtek általában jelentősen megnyúltak, felülnézetből négyszögletesek, a kiemelkedő sejtek csoportosan helyezkednek el, hamar leválnak.

34. Carex riparia

16a A kiemelkedő sejtek formája felülnézetből többnyire négyszögletes, könnyen leválnak.

19. Carex acutiformis

16b A kiemelkedő sejtek formája felülnézetből többnyire megnyúlt, téglalap alakú. A sások gyökerénél jelentősen vastagabb gyökerek (2.7.7d. ábra).

10. Cladium mariscus

17a A kiemelkedő sejtek formája felülnézetből ovális, négyszögleteshez közelítő, szélük általában lekerekített (2.7.10a-c. ábra)

11. Carex elata

17b A kiemelkedő sejtek formája felülnézetből háromszögletűhöz hasonló, néha keresztbe megnyúltak. A kiemelkedő sejtek széle néha kihegyesedő (a felsőbbrendű gyökereken) (2.7.11a. ábra)

12. Carex cespitosa és Carex nigra

18a Minden kidudorodó sejt gyökérszört visel. A gyökérszörök töve tölcészerűen kiszélesedik. Amennyiben a ször nem dudoros sejthez kapcsolódik, akkor újra összeszűkül, így a gyökérször tövén gömb alakú dudor van. Sűrűn gyökérszörös (2.7.24b. ábra).

57. *Juncus subnodulosus*

18b A legtöbb kidudorodó sejten nincsen gyökérször 19

19a A kidudorodó sejtek jelentősen kiemelkednek a gyökér felszínéből, sejtfaluk megvastagodott. Gyakran a gyökérszörök sejtfa is megvastagodott..... 20

19b A kidudorodó sejtek kevésbé emelkednek ki a gyökér felszínéből. Néha jelentősen kiemelkednek, de akkor sejtfaluk nem vagy csak gyengén vastagodott. A gyökérszörök fala nem vastagodott meg 24

20a A kiemelkedő sejtek formája felülnézetben négyszögleteshez hasonló 21

20b A kiemelkedő sejtek formája felülnézetben háromszögletűhöz hasonló. A kiemelkedő sejtek meglehetősen hirtelen mennek át a gyökérszörbe, az átmenet helyénél meg vannak vastagodva, viszonylag ritkán állnak. A gyökér barnás színű.

12. *Carex cespitosa*

20c A kiemelkedő sejtek kihegyesedők, sűrűn állnak. A kiemelkedő sejtek fala nem vastag. A kiemelkedő sejtek formája felülnézetben háromszöghöz hasonló. A gyökér sárgás színű (2.7.11b. ábra)

13. *Carex acuta*

21a A gyökér két sejtrétegből áll. A külső rétegben kétféle sejtet figyelhetünk meg. Nagy, vékonyfalú sárgás sejteket, és közéjük ékelődő nagyon magas szög alakú sejteket, amelyek barnás színűek és vastag falúak. Ezek a sejtek nagyon gyakran vastag falú gyökérszörben folytatódnak. A belső réteg hosszú, keskeny sejtekből áll, amik a harmadrendű gyökereken barna színűek. A gyökerek gyakran sűrűn szörösek (2.7.17a-b. ábra).

37. *Carex magellanica* és 38. *Carex rariflora*

21b A növényre más jellegegyüttes illik 22

22a A kidudorodó sejtek egy adott gyökéren is különbözőek, lekerekítettek, háromszög alakúak és hegyesek, szög alakúak vagy megnyúlt hengerek. A gyökérször mindig vékony falú.

41. *Blysmus compressus*

22b A kidudorodó sejtek alakja nem ilyen változatos, soha nem szög alakúak 23

23a A kiemelkedő sejtek nem feltűnően vastag falúak, színük halványsárga, sűrűn állnak. A gyökérszörök alapja fokozatosan kiszélesedő és kiemelkedő sejtekbe mennek át, gyakran sűrűn szörös. A kiemelkedő sejtek színe nem barnás. A gyökér világos színű (2.7.11d-e. ábra)

15. *Carex limosa*

23b A kiemelkedő sejtek falai feltűnően vastagok, barnás árnyalatúak, a gyökérszörök is barnás árnyalatúak (2.7.13a-b. ábra).

19. *Carex acutiformis*

23c A kiemelkedő sejtek fala nem feltűnően vastag, viszonylag ritkán állnak. A gyökerek gyakran kissé barnás árnyalatúak. A gyökérszörök a kiemelkedő sejtekből erednek, alapi részük tölcészerűen kiszélesedik. Elsőrendű gyökerek.

42. *Eleocharis quinqueflora*

24a A kiemelkedő sejtek ritkán állnak, aszimmetrikusak, a dudor a sejt egyik vége felé van. A

sejtek megnyúltak (3-5:1), a transzverzális falak kissé vastagabbak.

35. *Carex hartmanii*

24b A kiemelkedő sejtek sűrűn állnak és többé-kevésbé szimmetrikusak 25

25a A kiemelkedő sejtek általában kihegyesedők, ritkábban lekerekítettek. A kiemelkedő sejtek formája leginkább a háromszögletűhöz hasonlít, sarkaik lekerekítettek. A kiemelkedő sejtek fala vastagabb, mint más bőrszöveti sejteké (2.7.14a. ábra)

20. *Carex vesicaria*

25b A kiemelkedő sejtek lekerekítettek, felülnézetben oválishoz, megnyúlt négyszöghöz hasonlóak. A kiemelkedő sejtek fala ugyanolyan vastag, mint az összes többi bőrszöveti sejté (2.7.14b. ábra).

23. *Carex pseudocyperus*

25c A kiemelkedő sejtek megnyúlt négyszögletesek, és néha gyökérszört viselnek. Könnyen leválnak.

16. *Eleocharis palustris* és 17. *Carex hirta*

26a A gyökerek barnás vagy sötétbarna színűek 27

26b A gyökereknek nincs barnás színezete vagy csak nagyon halvány 36

27a A bőrszövetsejtek rövidebbek, hosszuk 1-4-szerese a szélességüknek. A gyökérszörök legtöbbször hiányoznak 28

27b A bőrszövetsejtek megnyúltak, hosszuk 4-15-szöröse a szélességüknek. 33

28a A gyöker központi hengere jól elkülönül. A bőrszövet sejtés szerkezete jól megfigyelhető 29

28b A gyöker központi hengere nem feltűnő 30

29a Gyökérszörök minden gyökéren vannak, alapjuk tölcsérszerűen kiszélesedik. A sejtek vékony falúak, az elsőrendű gyökereken négyzetesek, a felsőbbrendűeken megnyúltak (3:1), nagyok. A központi henger sötétbarnán pigmentált. A központi henger a gyökér 30 %-át foglalja el (2.7.24a. ábra).

54. *Schoenus nigricans* és 55. *Schoenus ferrugineus*

29b Gyökérszörök nincsenek. Az alsóbbrendű gyökereken a sejtek rövidek (1-3:1) és vékonyfalúak, a felsőbbrendűeken rövidek (1-2:1) és vastagfalúak. A felsőbbrendű gyökereken a bőrszövet könnyen leválik. A központi henger a gyökér 70-90 %-át foglalja el (2.7.35b. ábra).

81. *Empetrum nigrum*

30a A gyökerek többnyire vörösesbarnák, minden bőrszövetsejt nagyon vastag falú 31

30b A gyökerek nem vörösesek, a sejtfaalak nem nagyon vastagok 32

31a Minden sejt négyzetes. Az elsőrendű gyökereken a sejtek rövidek (1:1), a felsőbbrendűeken hosszabbak (3-4:1). Az elsődleges sejtfaalak nagyon feltűnő. Az sejtfaalak nagyon vastag, így a sejtfaalak teljesen lekerekített.

80. *Andromeda polifolia*

31b A sejtek négyzetesek (1-2:1), de néhol kerek sejteket lehet megfigyelni. A sejtfaalak kevésbé vastag, a sejtfaalak nem lekerekített (2.7.34. ábra).

78-79. *Vaccinium* spp.

32a A sejtfalak vékonyak, esetleg a transzverzális falak kicsit vastagabbak. A sejtek elég rosszul különülnek el, megnyúltak (2-4:1). Gyökérszőrök soha sincsenek.

67. *Potentilla palustris*

32b Az elsőrendű gyökereken a sejtek négyzetesek, minden faluk erősen vastagodott, és néha csak halványan barnák. A felsőbbrendű gyökereken a sejtek 3-szor hosszabbak a szélességüknél. A transzverzális falak sokszor erősen vastagodottak. A sejtek jól elkülönülnek. Gyökérszőrök gyéren előfordulnak (2.7.13c-d. ábra).

21. *Carex davalliana*

33a A bőrszövetsejtek nem határolódnak el élesen. A transzverzális falak általában átlósan helyezkednek el a hosszantiakhoz képest. A sejtek mindig sötétbarna színűek. A tőzegben nem marad meg sokáig. A gyökér belsejében létrásan vastagodott tracheidák kötegeit találjuk (2.7.31a-b. ábra)

71. *Thelypteris palustris*

33b A bőrszövetsejtek élesen elhatárolódnak, a transzverzális falak többé-kevésbé merőlegesek **34**

34a A sejtfalak nagyon vastagok és nagyon sötétek, hullámosak. A sejtek hosszúak (10-15:1). A transzverzális falak néha átlósak (2.7.32b. ábra).

74. *Equisetum fluviatile*

34b A sejtfalak vékonyak, vagy kevésbé vastagok, a sejtek világosabbak, rövidebbek (2-5:1) **35**

35a A bőrszövetsejtek egyenletesen vastagodottak. Hiányzik a központi henger (2.7.31e. ábra).

74. *Equisetum fluviatile*

35b A transzverzális falak vastagabbak a hosszantiaknál, a sejtfalak oldalnézetből U alakban vastagodottak. Hamar leválnak az alattuk fekvő sötétbarna gödörkésen vastagodott falú (pettyes) sejtekről. A gyökér belsejében létrásan vastagodott falú tracheidák kötegeit találjuk (2.7.31d. ábra).

72. *Dryopteris carthusiana*

35c A bőrszövetsejtek sötétbarnák, a sejtek többé-kevésbé egyenletesen vastagodottak (nem gödörkésen), a gyökereken gyakran szalagszerű gyökérszőrök vannak. A gyökér belsejében létrásan vastagodott falú tracheidák kötegeit találjuk (2.7.31e. ábra).

73. *Dryopteris cristata*

36a A bőrszövet a gyökér két oldalán taréjszerűen kitéremkedik, ezért a gyökér szalagszerű. A központi henger vörös színű.

56. *Cyperus fuscus*

36b A gyökérre más jellegegyüttes illik **37**

37a A gyökér két élesen elkülönülő rétegből áll, egy bőrszöveti rétegből, (átlátszó, nagy sejtek) és egy belső sötétebb rétegből (szállítószövet) **38**

37b Nincs két élesen elkülönülő szövetréteg, ha mégis megfigyelhető a sötét központi henger, akkor az vékony, és a bőrszövetsejtek nagyon hosszúak **41**

38a A bőrszövetsejtek hosszúak (6-10:1), keskenyek. Ritkán kiemelkedő sejtek és gyökérszőrők is lehetnek. A transzverzális falak néha kissé hullámosak.

42. Eleocharis quinqueflora

38b A bőrszövetsejtek rövidek (1-6:1) és szélesek 39

39a A transzverzális falak rövidebbek, mint a sejtek szélessége, ezért a sejtek megnyúlt hatszögletűnek néznek ki. A transzverzális falak vastagabbak, mint a hosszantiak. A sejtek nagyok (talán a legnagyobbak a *Carex*-ek között), kissé kidudorodnak, ezért a gyökér felszíne hullámosnak tűnik.

22. Carex echinata

39b A transzverzális falak hossza és a sejtek szélessége többé kevésbé azonos 40

40a A gyökerek világosak, a sejtek rövidek (1-2:1), a transzverzális falak vékonyak.

3. Calamagrostis stricta

40b A gyökerek sárgásbarna árnyalatúak, a sejtek hosszabbak (2-6:1), a transzverzális falak kissé vastagodottak.

4. Calamagrostis canescens

41a A gyökerek a sásokénál sokkal vastagabbak, a sejtek négyzetesek vagy hatszögesek (1-2:1) 42

41b A sejtek megnyúltak 44

42a A sejtfalak nagyon ferdén állnak, ezért úgy tűnik, mintha egyenlőtlenül lennének megvastagodva. A gyökereken néha négyzet alakú kisebb sejteket láthatunk, amelyeken nagy, kerek, vastag szélű pórus van.

5. Molinia coerulea

42b A sejtfalak többé-kevésbé egyenesek 43

43a A sejtek mérete többé-kevésbé állandó (1-2:1), a gyökerek sárgásbarna árnyalatúak (2.7.9a-c. ábra).

9. Typha angustifolia és 8. Typha latifolia

43b Az elsőrendű gyökereken a sejtek négyzetesek, a felsőbbrendűeken hosszabbak (2-3:1). A gyökerek világos színűek. A sejtfalak néha kissé ferdék is lehetnek. A felsőbbrendű gyökereken a transzverzális falak gyakran egymás mellett vannak, sort alkotnak (2.7.26b. ábra).

62. Narthecium ossifragum

43c A sejtek alakja és mérete egy adott gyökéren is változatos. A kis méretű négyzetestől a nagy megnyúltig (4:1) változhat. A sejtek néha hatszögesek. A gyökér világos színű, a felszíne hullámos (2.7.26d. ábra).

53. Rhynchospora fusca

44a A sejtek keskenyek, hosszuk 4-15-szöröse a szélességüknek 53

44b A sejtek szélesek, hosszuk általában nem több, mint szélességük négyszerese 45

45a A bőrszövetsejtek transzverzális falai feltűnően vastagabbak, mint a hosszantiak. A gyökerek gyakran gyökérszőrők 46

45b A bőrszövetsejtek transzverzális falai általában nem vastagabbak, mint a hosszantiak..... 47

46a A gyökerek sárgásak, a gyökérszörök nagyon ritkán állnak, többnyire rövidek és elállóak. A központi henger sárgásbarna.

18. Carex vulpina

46b A gyökerek halvány színűek, a gyökérszörök gyakran sűrűn állnak, hosszúak és többé-kevésbé a gyökérre simulnak. A központi henger nem feltűnő.

32. Carex curta

47a A sejtek fala vékony **48**

47b A sejtek fala jóval vastagabb. A sejtek fala laposabb, a gyökér felszíne sima **52**

47c A bőrszövet kétféle sejtből áll. Az egyik vékony falú, színtelen, a másik vastagodott falú és barna színű. A barna sejteknek sohasem az összes faluk vastagodott, csak 2-3. A barna sejtek nagy csoportokat (10-20) alkotnak. Minden bőrszövetsejt többé-kevésbé azonos méretű, gyengén kidudorodó (2.7.30b. ábra). A gyökereik jelentősen vastagabbak a sásokénál.

70. Menyanthes trifoliata

48a A sások gyökereinél jelentősen vastagabb gyökerek. A sejtek megnyúltak (4-5:1). A transzverzális falak nagyon ferdek, és gyakran egymás mellett állnak, így folytonos vonalat alkotnak (2.7.30d. ábra).

63. Calla palustris

48b A gyökerek máshogy néznek ki **49**

49a A bőrszövetsejtek hossz- és transzverzális falai is nagyon ferdek. A sejtek megnyúltak (2-4:1), kicsit szabálytalanok.

39. Carex heleonastes

49b Legalább a hosszanti sejtfaalak egyenesek **50**

50a A sejtek hosszúságának és szélességének az aránya 3-4:1, a gyökér felszíne sima.

28. Carex paniculata

50b A sejtek gyakran kidudorodnak, ezért a gyökér felszíne hullámos **51**

51a A sejtek mérete egy adott gyökéren többé-kevésbé állandó (2-3:1)

31. Carex dioica

51b A sejtek mérete egy adott gyökéren is nagyon változó (1-4:1)

36. Carex buxbaumii

52a A sejtek mérete egy adott gyökéren is változó, a hossz-szélesség aránya 1-6:1 (2.7.15d ábra).

27. Carex chordorrhiza

52b A sejtek mérete egy adott gyökéren többé-kevésbé állandó. A elsőrendű gyökereken 1:1, a felsőbbrendűeken 2:1. A sejtek egy része sötétebb színű és vastagabb falú. Ezek a sejtek néhol szórtan, máshol csoportosan állnak.

25. Carex flava

52c A sejtek mérete egy adott gyökéren többé-kevésbé állandó. Az elsőrendű gyökereken a sejtek négyzetesek. A felsőbbrendűeken hosszabbak (4-5:1). Minden sejt azonos színű.

59. Triglochin palustris

53a A bőrszövetsejtek hosszanti sejtfalai nagyon hullámosak. Nagyobb átmérőjű (felsőbbrendű gyökerek).

31. Carex dioica

53b A bőrszövetsejtek hosszanti sejtfalai nem hullámosak 54

54a A sejtek szélessége 5-8 μm 55

54b A sejtek szélessége 10-12 μm 56

55a A sejtek hossza 4-10-szerese a szélességüknek. A szomszédos sejtsorok transzverzális falai (több soré) gyakran érintkeznek és egy összefüggő keresztvonalat alkotnak, amely gyakran lépcsőszerű. A hosszanti és transzverzális falak feketés színűnek tűnnek. A gyökér szürkés árnyalatú.

30. Carex diandra

55b A sejtek hossza 10-15 vagy még többszöröse a szélességüknek. A szomszédos sejtsorok transzverzális falai szinte soha nem adnak egy összefüggő vonalat, gyakran ferde helyzetűek. A gyökér sárgás színű.

52. Rhynchospora alba és Carex pauciflora

55c A sejtek hossza 10-15 szöröse a szélességüknek. A gyökerek sokkal vastagabbak, mint a sások gyökerei. A sejtek belsejében gyakran vöröses anyag kristályosodik ki. Ez egyes gyökereken feltűnő, másokon kevésbé (2.7.30d. ábra).

47-51. Eriophorum spp.

56a A sejtek a transzverzális falaknál lekerekítettek (oldalnézetből). A transzverzális falak némileg vastagabbak, mint a hosszantiak. A gyökér színe világos, néha kicsit gyökérszőrös.

29. Carex appropinquata

56b A sejtek nem lekerekítettek a transzverzális falaknál. A sejtfa nem vastagabb a transzverzális falakon

60. Scheuchzeria palustris és 1-2. Glyceria

57a A sejtek rövidek, hosszuk 0,5-4:1 között változik 58

57b A sejtek általában jelentősen megnyúltak, hosszuk több, mint 5-szöröse a szélességüknek 75

58a Nagy, vörösesbarna, hordó alakú sejtek csoportja, amik hosszú létrásan vastagodott falú rostokhoz tapadnak. A sejtek lazán állnak és könnyen szétválnak (2.7.33d-e. ábra).

77. Salix cinerea (gyökér szállítóelemek)

58b A sejtek szorosan állnak, nem válnak szét könnyen. Alakjuk más 59

59a Hatszögletű sejtek, erős sarkos sejtfa vastagodással. A sejtfa színe feketés. Néhol légzőapparátus van légrés nélkül (pszeudosztóma) (2.7.36a. ábra).

82. Sphagnum spp. (spóratartó tok)

59b A sejtek nem ilyenek 60

60a A sejtek között kerek, koncentrikus, 20 μm átmérőjű sejtek is vannak 61

60b Egy-két sejtrétegű szövetek, kerek, koncentrikus sejtek nélkül 63

61a Bőrszövet halvány barnás, néha sötétbarna sejtekkel. A sejtek rövidek (2:1), és öt- vagy

hatszögletűek, sorokba rendeződnek. A bőrszövet alatt vastag falú barnás sejtek vannak. A sejtek szabályos hatszögletűek, vastag falúak. Könnyen leválnak (2.7.33b. ábra).

77. *Salix cinerea* (gyökér bőrszöve)

61b Az epidermiszsejtek színtelenek, az egyes sejtek nagyon rosszul különülnek el, hosszabbak (3-4:1) vagy izodiametrikusak, de akkor soha nem rendeződnek sorba **62**

62a A kerek sejtek elég sűrűn állnak, néha kicsit elliptikusak, világos színűek. Az epidermisz alatt hosszú barna rostokat lehet megfigyelni, amelyek könnyen leválnak (2.7.37a. ábra).

66. *Nymphaea lotus var. thermalis* (a levélnyel epidermisze)

62b A kerek sejtek ritkábban állnak, mindig kerek, néha barnás színűek. Nincsenek hosszú barna rostok az epidermisz alatt. Más sejtjei hatszögletűek, köztük gyakran található csillag alakú sejtek (spikuláris sejtek), amik felszínén sok kis kiemelkedés van (ásványi berakódások)(2.7.37b-d. ábra).

64. *Nuphar lutea* és 65. *Nymphaea alba* (a levélnyel epidermisze és a gyöktörzs szivacsos szövetei)

63a Az epidermiszen gázcserenyílásokat lehet megfigyelni **64**

63b Nincsenek gázcserenyílások **65**

63a A gázcserenyílások az epidermiszsejtek szintjében vannak. Az epidermiszsejtek a gázcserenyílások körül rövidebbek.

60. *Scheuchzeria palustris* (levél epidermisz)

64b A gázcserenyílások besüllyedtek az alapsejtek szintje alá. A zárósejteket 6-8 sejt veszi körül, amelyek zárósejtek felőli szélé jelentősen megvastagodott. Az epidermiszsejtek a gázcserenyílások környékén megnyúltak (2.7.33b. ábra).

76. *Betula* spp. (levél epidermisz)

65a A sejtek mérete és főleg az alakja nagyon változatos. A sejtek mérete 1-4:1 között változik. A sejtek alakja lehet megnyúlt, kerek vagy akár kifli alakú, de mindig lekerekítettek (2.7.28d. ábra).

68. *Potamogeton* spp. (maghéj epidermisze)

65b A sejtek alakja egy szövetdarabon nem ennyire változatos **66**

66a A sejtek szélesebbek, mint hosszúak, vagyis a hosszanti sejt sorokra merőlegesen megnyúltak **67**

66b A sejtek hosszanti irányba megnyúltak **68**

66c Nincsenek jól látható sejt sorok. A sejtek négyzetesek vagy téglalap alakúak (és akkor fele akkorák). A sejtek nagyon vastag falúak, vöröses színűek (2.7.33a. ábra).

76. *Betula* spp. (a gyökér kérge)

67a A sejtek négy- vagy hatszögesek, sárgásak (2.7.18a. ábra).

43. *Scirpus lacustris* (a szár alsó részének epidermisze)

67b A sejtek vöröses barnásak, négyszögesek, egyes sejtek néha kerek, de ezek hasonló felépítésűek, mint a többi sejt.

69. *Lythrum salicaria* (a szár alsó részének kérge)

68a A sejtek megnyúltak, minden szövetdarabon van olyan sejt, aminek a hossza 4:1 vagy több **69**

68b A sejtek rövidebbek, hosszuk általában csak 1-2:1 71

69a A sejtek sötétbarna színűek, vastag faluak, megnyúltak (2-5:1), kihegyesedők, egyes részeken apró kerek sejtekből álló sejtsorok vannak. A sejtek 40-60 µm hosszúak (2.7.28c. ábra).

67. *Potentilla palustris* (a levélhüvely epidermisze)

69b A sejtek világos színűek 70

70a A sejtek mérete nagyon változó egy adott szövetdarabon (1-4:1). A sejtek hossza 20-70 µm. A sejtfalak egyenesek, a transzverzális falak néha ferdek. A sejtfal egyenletesen megvastagodott, a transzverzális falak olyan hosszúak, mint a sejt szélessége. A transzverzális falak többnyire merőlegesek (2.7.26c. ábra).

63. *Calla palustris* (a levélhüvely epidermisze)

70b A sejtek mérete többé-kevésbé állandó (3-5:1). A sejtek hossza átlagosan 100 µm (20-30 x 80-150 µm), a szomszédos sejtek közötti hosszanti sejtfalak mindig ferde helyzetűek, ezért úgy tűnik, mintha a sejtfal egyenetlenül vastagodott volna meg. A transzverzális falak keskenyebbek, mint a sejtek szélessége, a sejtek sarkai lekerekítettek. A transzverzális falak sokszor átlósak gyakran annyira, hogy a sejt kihegyesedő (2.7.30a. ábra).

70. *Menyanthes trifoliata* (a levélhüvely epidermisze)

71a A sejtek hatszögletűek 72

71b A sejtek négyszögletűek 73

72a A sejtek szabályos hatszögletűek, oldalaik egyenlő hosszúságúak, a sejtfalak vastagok (2.7.24c. ábra).

58. *Stratiotes aloides* (a levél szövetei)

72b A sejtek gyakran megnyúlt hatszögletűek, a sejtsorokra merőleges falak gyakran kicsit vastagabbak.

59. *Triglochin palustris* (levél epidermisz)

73a A sejtfalak hullámosak, gödörkésen vastagodottak (pettyesek). A sejtek négyzetesek, téglalap alakúak. A sejtek belsejében gyakran nagy barna kristály van (2.7.35c. ábra).

***Picea abies* (gyökér kérge)**

73b A sejtfalak egyenesek 74

74a A sejtfalak vékonyak, néha kicsit ferdén állnak, néha kicsit hatszögletűek.

43. *Scirpus lacustris* (a szár epidermisze)

74b A sejtfalak gödörkésen vastagodottak. A sejtben néha gömb alakú kristályzárvány van.

61. *Tofieldia calyculata* (a levél parenchimasejtjei)

75a Az antiklinális sejtfalak hullámosak 76

75b A sejtek fala egyenes 80

76a Az epidermiszen nem található gázcserenyílás 77

76b Gyakran előfordulnak gázcserenyílások 78

77a A sejtfa nagyon gyakran megvastagodott, néha kitölti az egész sejtet és a sejtumen rendkívül be van szűkülve (2.7.8d. ábra).

7. Phragmites australis (rizóma epidermisz)

77b A sejtfa kevésbé megvastagodott (2.7.9c. ábra)

5. Molinia coerulea (rizóma epidermisz)

78a Az epidermisz rövid sejtjei elliptikusak, hosszanti irányba megnyúltak. A hosszú sejtek gyengén hullámosak, a sejtfaak vékonyak. Sok *Gramineae*-típusú sztóma van (2.7.5a-b. ábra).

3-4. Calamagrostis spp. (levélhüvely abaxiális epidermisz)

78b A rövid sejtek inkább keresztirányba megnyúltak 79

79a Az epidermisz szürkés vagy barnás árnyalatú, alatta gyakran található hordószerű szubepidermális sejtek, amelyek általában szélesebbek és rövidebbek, mint az epidermális sejtek. A sásoknál és a gyapjúsásoknál a szubepidermális szövetben gyakran található hosszanti sötétebb sávok (szállító-szilárdító szövet)

Carex spp., Eriophorum latifolium, E. angustifolium, E. gracile, Phragmites communis
(szár, levélhüvely és levéllemez epidermisze)

79b Az epidermisz vékony átlátszó hártjának látszik. Az epidermiszsejtek fala vékony, egyenletesen vastagodott, ellenálló. A szubepidermális részből szinte mindig hiányzik a szállító-szilárdító szövet.

Eriophorum vaginatum (levélhüvely epidermisz)

80a A sejtek kígyózók vagy S alakúak, a végeik tompán kihegyesedők, barnás árnyalatúak (2.7.28b. ábra).

Potentilla palustris (a gyöktörzs szövetei)

80b A sejtek egyenesek 81

81a Narancssárga színű sejtcsomók, többnyire 3-4 mm hosszúak, és két megnyúlt elliptikus részből állnak. A sejtek hosszúak (5-10:1), vastag falúak.

Polytrichum strictum (levéltő)

81b A sejtek színtelenek 82

82a Az epidermisz két féle sejttypusból áll, egy hosszú és egy rövid típusból 83

82b Minden epidermiszsejt megnyúlt 84

83a A két sejttypus felváltva van egy sejt sorban. A rövid sejtek felülnézetben többé-kevésbé négyzetesek, néha tüskeszerűek. A hosszú sejtek transzverzális falai mindig merőlegesek (2.7.6d. ábra).

Agrostis stolonifera (levélhüvely epidermisz)

83b A rövid sejtek hol ritkábban, hol sűrűbben állnak. Alakjuk mindig tüskeszerű, felülnézetben csepp alakú. A hosszú sejtek gyakran kihegyesedők (2.7.4a. ábra).

Glyceria fluitans (levélhüvely epidermisz)

83c Az epidermisz nagy, egyenes falú sejtkekből áll. Közöttük hullámos, vastag falú sejt sorok vannak. Ebben rövid és hosszú sejtek váltakoznak (2.7.4b. ábra).

Glyceria maxima (levélhüvely epidermisz)

84a A sejtfaak vékonyak. Hosszú és keskeny epidermiszsejtek (8-12:1, 8-15 x 60-150 µm)

(2.7.25b. ábra)

Scheuchzeria palustris (levélhüvely, gyöktörzs epidermisz)

84b A sejtfalak gödörkésen vastagodottak **85**

85a A transzverzális falak szinte mindig merőlegesek, egyenesek. A sejtfalak nagyon vastagok, a pórusok feltűnőek (2.7.26a. ábra).

Narthecium ossifragum (levélhüvely epidermisz)

85b A transzverzális falak szinte mindig átlósak és gyakran ferdek is. A sejtfalak kevésbé vastagok, a pórusok sem olyan feltűnőek (2.7.7c. ábra).

Cladium mariscus (levélhüvely epidermisz)

86a A csövecske vastagabb. A csövecskén keresztbe, elszórtan rajzolat figyelhető meg (a szárlevelek eredési helyei)(2.7.36b. ábra).

Sphagnum spp. (a szár sejtjei)

86b A csövecske vékonyabb. A csövecskéből radiálisan kis csapocskák állnak ki (a levélek maradványai).

Bryopsida, lombosmohák (a szár sejtjei)

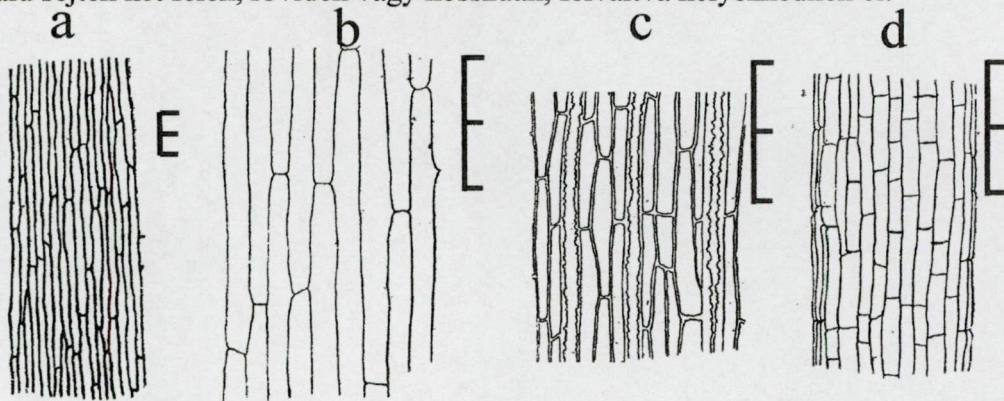
A tőzegen megmaradó vegetatív szervek és szövetek mikroszkópikus jellegzetességeinek leírása

1. Glyceria maxima (HARTMAN) HOLLMBERG - Vízi harmatkása

A tőzegen a levélhüvelyek és gyökerek maradnak meg.

A gyökerek felszíne sima, egyszerű. Minden bőrszövetsejt azonos felépítésű. A sejtfal meglehetősen vékony. A sejtek hosszanti irányban megnyúlt négyszög alakúak (3-5:1) (2d.ábra).

A föld feletti szervek (szár és levél). Mind a száron, mind a levélhüvelyen gumószerű egyszettű kiemelkedések vannak, végükön kihegyesedő foggal. A szár és a levéllemez epidermális sejtjeinek falai vékonyak és hullámosak. A levélhüvely átlátszó hártvaként található meg. Gyakran kétféle sejtből áll, amelyek közül az egyiknek vékony, egyenesen megvastagodott a sejtfala, a másik típusnak pedig nagyon vastag és hullámos a sejtfala. Az epidermális sejtek nagyok (60-70 x 30 µm), faluk nem hullámos (2.7.3b-c., 2.7.4b. ábra). A vastag falú sejtek két félek, rövidek vagy hosszúak, felváltva helyezkednek el.



2.7.3. ábra. *Glyceria maxima* a. levélhüvely epidermisz, b-c. levélhüvely hártvája, d. elsőrendű gyökér

2. *Glyceria fluitans* (L.) R. BR. – Réti harmatkása

A tőzegben a levélhüvelyek és gyökerek maradnak meg.

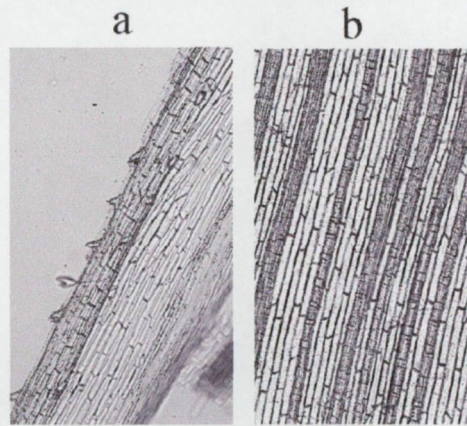
Gyökerek felszíne sima, a sejtek megnyúltak, keskenyek.

A levélhüvely epidermiszsejtjei megnyúltak, keskenyek, kihegyesedők. Az epidermiszen tüskeszerű sejteket (hegyes papillákat) is megfigyelhetünk (2.7.4a. ábra).

3. *Calamagrostis stricta* (TIMM) KOELER - Lápi nádtippán

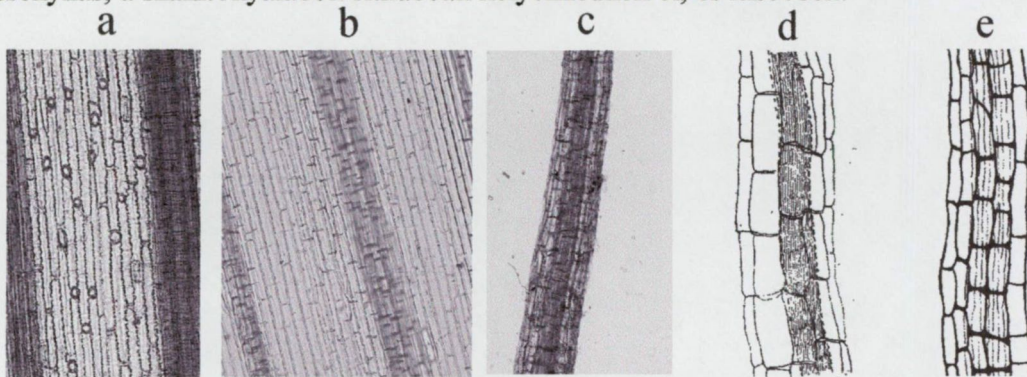
A tőzegben a levélhüvelyek és gyökerek maradnak meg.

A gyökerek simák. A központi henger feltűnő. Az átlátszó bőrszöveti réteg nagy, 30-50 x 15 µm-es sejtekből áll. Ez a réteg egy hengert alkot, ami 1-2 sejtsor széles, és vékonyfalú, átlátszó sejtekből áll. A központi henger sötét, barnás színű, szállítónyalábok figyelhetők meg (2.7.5c-d. ábra).



2.7.4. ábra. a *Glyceria fluitans* levélhüvely epidermisz, b. *Glyceria maxima* levélhüvely epidermisz

Szár és levéllemez. Az epidermiszsejtek megnyúltak, antiklinális faluk hullámos, néha meglehetősen vastag. Az epidermiszsejtek között néha ovális formájú zárósejtek láthatók, amelyek az epidermiszsejtekkel egyező irányban megnyúltak (2.7.5a-b. ábra). Az epidermális szövet alatt erős szállítóedény nyalábok helyezkednek el. A levélhüvely epidermiszsejtjei nagyon megnyúltak, enyhén hullámos sejtfallal. A szár és a levéllemez szöveteinek felépítésétől eltérően az epidermális sejtek itt jelentősen szélesebbek és hosszabbak, kevesebb a gázcsere nyílás, a szállítónyalábok ritkábban helyezkednek el, és kisebbek.



2.7.5. ábra. a-d. *Calamagrostis stricta* a-b. levélhüvely epidermisze, c-d. elsőrendű gyökér, e. *Calamagrostis canescens* elsőrendű gyökér

4. *Calamagrostis canescens* (WEBER) ROTH – Dárdás nádtippán

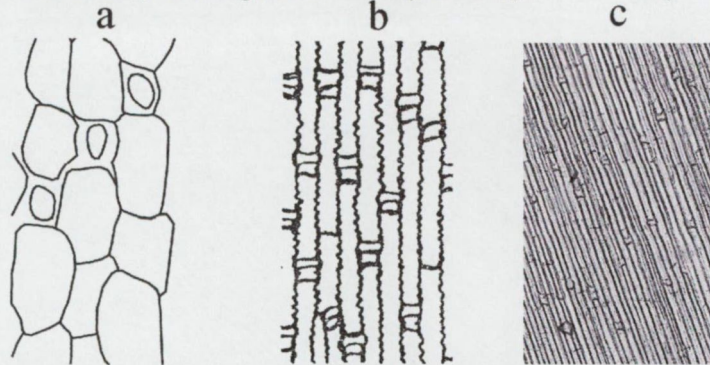
Tőzegtől eddig nem került elő, de várható az előfordulása.

A gyökerek simák, ritkán álló gyökérszőrök is lehetnek. A központi henger megfigyelhető, de nem olyan feltűnő, mint a *Calamagrostis stricta* esetében. A bórszövetsejtek megnyúltak (2-6:1), halvány sárgásbarna árnyalatúak. A transzverzális falak néha egy kicsit vastagabbak (2.7.5e. ábra).

5. *Molinia coerulea* (L.) MOENCH – Nyugati kékperje

Tőzegből eddig nem került elő, de várható az előfordulása.

A gyökerei simák, gyökérszőrök nincsenek. Jelentősen vastagabb a sások gyökereinél. A bórszövetsejtek négyzetesek (1-2:1). A transzverzális falak gyakran rövidebbek, mint a sejtek szélessége, a sejtek gyakran kicsit kidudorodnak. A sejtfaik mindig nagyon ferdén állnak, ezért úgy tűnik, mintha egyenlőtlenül lennének megvastagodva. A nagyobb sejtek közt néhol kisebb négyzetes sejtek vannak, amelyeken nagy, kerek pórus van. A pórus maga majdnem akkora, mint a sejt, és a széle körben vastagodott (2.7.6a. ábra). A föld alatti hajtások bórszöveve hasonló a nádéhoz, de a sejtfaik vékonyabbak (2.7.6b. ábra).

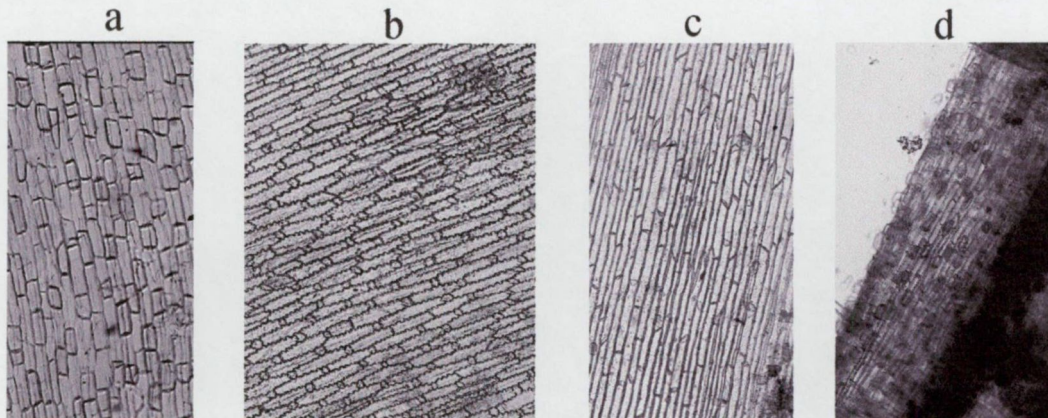


2.7.6. ábra a-b. *Molinia coerulea* a. a gyökér bórszövetének négyzetes sejtjei pórusokkal, b. rizóma epidermisze, c. *Agrostis stolonifera* levélhüvely epidermisz

6. *Agrostis stolonifera* L. – Tarackos tippán

A tőzegben a szárepi dermiszt és a szklerenchima szövevvel merevített edénnyalábokat lehet megtalálni. A tőzegben rossz a megmaradása.

A föld feletti szervek. A szárepi dermisznek és a levéllemezeknek antiklinális sejtfaik hullámosak, mint a *Calamagrostis*-nak. A levélhüvely sejtjei ritkán fordulnak elő a tőzegben (2.7.6c. ábra). A levélhüvelyen sima falú epidermális sejtek, itt-ott közöttük gumószerű kiemelkedések helyezkednek el, a végükön kihegyesedő foggal. A *Glyceria maxima*-nak vannak hasonló képletei, csak azok jóval nagyobbak.



2.7.7. ábra. a-b. *Phragmites australis* a. bórszövet, b. levélhüvely epidermisz, c-d *Cladium mariscus* c. levélhüvely epidermisz, d. másodrendű gyökér

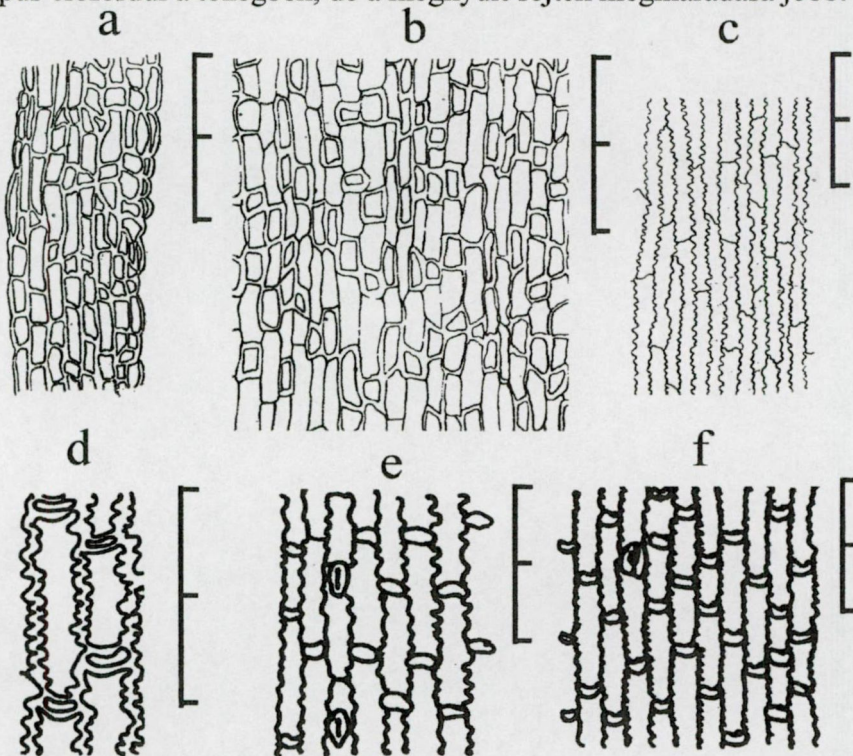
7. *Phragmites australis* (CAV.) TRIN. ex STENDEL – Nád

A nád az egyik legfontosabb tőzegképző növény. A tőzegben leggyakrabban a különböző rendű gyökereik kerülnek elő, valamint a gyöktörzs epidermisze és szubepidermális szövetei. A föld feletti szervek jóval ritkábbak a tőzegben.

A gyökerek felszíne sima vagy hullámos. Néha előfordulnak olyan gyökerek, ahol a gyökérszőrök megvastagodott falú sejtekből erednek. Az idősebb gyökereknek mindig kétféle bőrszövetsejtjük van. Az egyik vékony falú, teljesen áttetsző, a másik megvastagodott falú, barnás árnyalattal. Ezen sejtek szinte mindig csoportosan helyezkednek el. A fiatal gyökereken ez a különbség kevésbé szembetűnő. Emiatt a bizonytalanság miatt a nád fiatal gyökereit gyakran az „azonosítatlan egyszikű maradványok” (Monocot. Undiff.) közé soroljuk a paleobotanikai vizsgálatok során. Az azonosítatlan egyszikű maradványok és a nád rizóma görbéje ezért gyakran nagyon hasonló a makrofosszília diagramokon.

A bőrszövetsejtek mérete és formája nagyon eltérő. Néha majdnem négyzetesek, máskor jelentősen megnyúltak (2.7.7a., 2.7.8a-b. ábra). Leggyakrabban a szélességük 15-20 μm , hosszuk pedig 30-35 μm . A sejtfa ellenálló és jó a megtartása a tőzegben. A gyöktörzs, a levél és a levélhüvely epidermisze két féle sejtéből áll. Az egyik hosszú és hullámos falú, a másik rövid és elliptikus (keresztirányban megnyúlt). Az epidermiszen gyakran diacitikus gázcserenyílásokat figyelhetünk meg.

A gyöktörzs epidermiszsejtjei mindig megnyúltak, a sejtek transzverzális falain rendszerint pórusok helyezkednek el (2.7.8d. ábra). A sejtfa hullámos, gyakran megvastagodott, a másodlagos vastagodás mindig kitölti majdnem az egész sejtet. A gyöktörzs szubepidermális szövete kétféle sejtípusból áll, amelyek közül az egyik széles, kissé megnyúlt, eléggé vékony falú. A másik sejtípus jelentősen keskenyebb, ugyanolyan széles, mint az epidermális sejtek, néha keskenyebb is, nagyon hosszú, megvastagodott fallal. Mindkét sejtípus előfordul a tőzegben, de a megnyúlt sejtek megmaradása jobb.



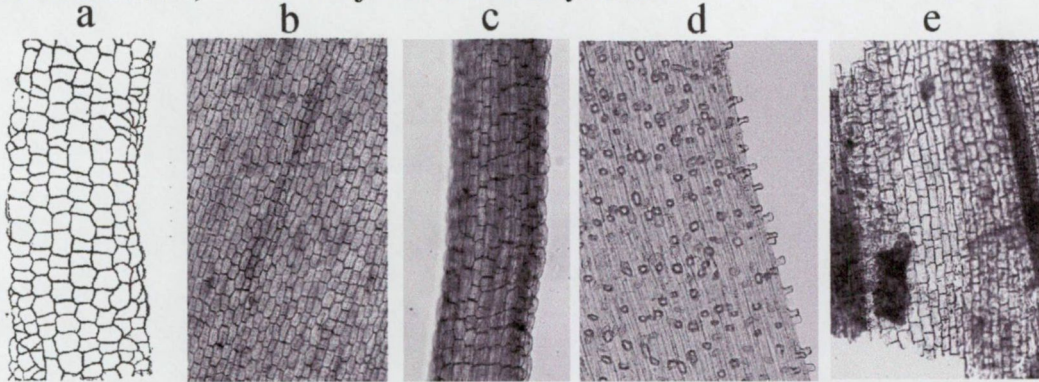
2.7.8. ábra. *Phragmites australis* a. elsőrendű gyökér, b. másod- és harmadrendű gyökér bőrszövete, c. levélepidermisz, d. gyöktörzs epidermisz, e. levélhüvely epidermisz, f. az allevelek epidermisze

A föld feletti szervek (szár és levél) epidermiszsejtjeinek fala eléggé ellenálló, hullámos, de általában vékonyabb, a gyöktörzs sejtjeinél. A pórusok szinte teljesen hiányoznak (2.7.7b., 2.7.8e-f. ábra).

8. *Typha latifolia* L. – Széleslevelű gyékény

9. *Typha angustifolia* L. – Keskenylevelű gyékény

A tőzegen általában a *Phragmites australis* vagy a *Carex elata* kísérőjeként jelenik meg. Leggyakrabban gyökereivel találkozhatunk, de előkerülhet a levélhüvely mezofilluma (szivacsos szövet csillag alakú sejtek formájában), valamint a széles, nagy, megnyúlt sejtekből álló parenchimaszövet, aminek a sejtfalai barnás árnyalatúak.



2.7.9. ábra. a-b. *Typha angustifolia* a. elsőrendű gyökér, b. másodrendű gyökér, c. *Typha latifolia* elsőrendű gyökér, d-e. *Carex elata* d. harmadrendű gyökér, e. levélhüvely epidermisz

A gyökerek simák, gyökérszőr nélküliek. Minden sejtfal egyforma vastag, egyenes, a sejtek majdnem négyszögletesek vagy kissé hatszögletesek, hosszuk 1-2-szerese a szélességüknek (2.7.9a-c. ábra). A tőzegen megmaradó gyökerek meglehetősen vastagok, 1-2-szer vastagabbak a sások gyökereinél. A sejtfal színe intenzív barna vagy sötétbarna.

A föld feletti szervek. Figyelmet érdemel a levélhüvely szivacsos alapszövege. Az epidermisz alatt nagyon hosszú, eléggé széles vagy hordószerű sejtek vannak, amelyek között néhol szállítónyalábok futnak. A leírt szövetek között található a szivacsos alapszövet, amelynek maradványai különálló csillag alakú (4-7 ágú) sejtekből álló háló formájában található meg a tőzegen.

PIDOPLICKSKA (1936) szerint a *Typha angustifolia* gyökere vékonyabb és a sejtek kisebbek. Véleményünk szerint azonban a két *Typha* faj elkülönítése mikroszkópikus bélyegek alapján problémás. A két faj arányát könnyen megállapíthatjuk az üledékben a nagy mennyiségben termelődő, apró, orsó alakú magjaikról. A *Typha angustifolia* magjai jóval keskenyebbek a *Typha latifolia* magjainál.

10. *Cladium mariscus* (L.) POHL – Télisás

Tőzgeből ritkán kerül elő, valószínűleg jóval gyakoribb lehet.

A gyökerei dudorosak, gyökérszőrei nincsenek. A gyökerek vastagsága többszöröse a sásokénak. A kiemelkedő sejtek falai jelentősen vastagok, barnás színűek, többnyire téglalap alakúak. Gyakran csoportosan állnak. A többi bőrszövetsejt megnyúlt (5-6:1), gödörkésen vastagodott (2.7.7d. ábra).

A levélhüvely epidermiszének sejtjei megnyúltak, gödörkésen vastagodott falúak. A transzverzális falak gyakran átlósak és ferdek (2.7.7c. ábra).

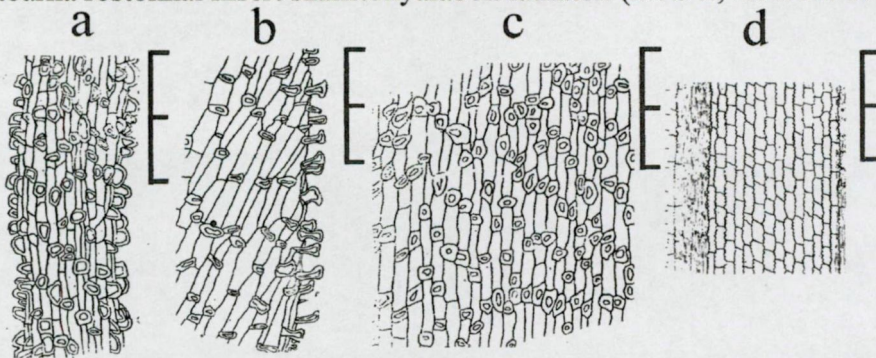
11. *Carex elata* ALL. – Zsombéksás

A zsombéksás a nád mellett a másik legfontosabb tőzgeképző növény Magyarországon. A

tőzegben előfordulnak mind a föld alatt szervek, azaz a különböző rendű gyökerek, mind a föld feletti.

A gyökerek felszíne mindig dudoros. A kiemelkedő sejtek fala mindig barnás árnyalatú. A harmad- és negyedrendű gyökereken a kiemelkedő sejtek szögre emlékeztető formájúak. Érdekes, hogy a első és másodrendű gyökereken a kidudorodó sejteknek nem ilyen az alakja (2.7.9d., 2.7.10a-c. ábra). Felülnézetben a kidudorodó sejtek többnyire ovális vagy lekerekített négyszög alakúak. A legtöbb gyökéren azonban megfigyelhetünk olyan kidudorodó sejteket, amelyek átmenetet mutatnak a szög alakúak felé, ezek sarkai kissé kihegyesedők.

A föld feletti szervek epidermisze és a szubepidermális szövetei bár megmaradnak a tőzegben, nincsenek olyan jellemzőik, ami alapján elkülöníthető lenne a többi sástól vagy gypjúsástól. Az epidermális sejtek antiklinális fala kifejezetten hullámos, alattuk hordószerű sejtek és sötétbarna rostokkal kísért szállítóyalábok láthatók (2.7.9e., 2.7.10d. ábra).

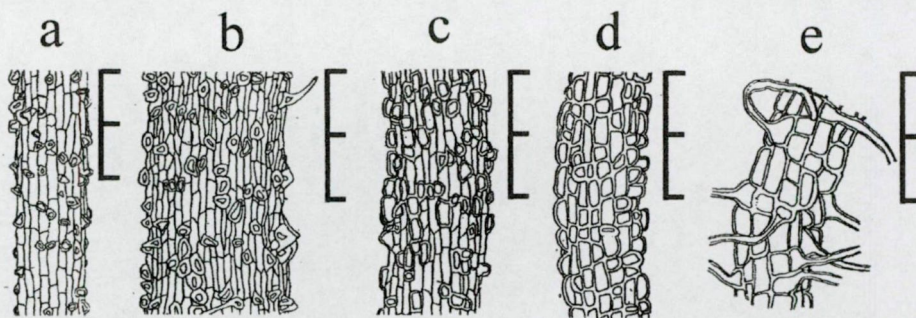


2.7.10. ábra. *Carex elata* a. elsőrendű gyökér, b. harmadrendű gyökér, c. másod-harmadrendű gyökér részlete, d. levélhüvely epidermisze

12. *Carex cespitosa* L. – Gyepes sás

A tőzegben előfordulnak a gyökerei, de eddig nem figyeltem meg.

A gyökerek mindig dudorosak. A bőrszövet kiemelkedő sejtjei gyakran a háromszögletűek, de ritkábban helyezkednek el, mint a *Carex elata* és *Carex acuta* esetében (2.7.11a. ábra). Az alsóbbrendű gyökereken mindig található a kidudorodó sejteken gyökérszőrök, amelyek gyakran ritkásan helyezkednek el. A gyökér barna. Gyakran az elsőrendű gyökereken nincs kidudorodás. A bőrszövetsejtek falai vastagok és nem különülnek el élesen.



2.7.11. ábra. a. *Carex cespitosa*, elsőrendű gyökér, b. *Carex acuta*, elsőrendű gyökér, c. *Carex rostrata*, elsőrendű gyökér, d-e. *Carex limosa*, elsőrendű gyökér

13. *Carex acuta* L. – Éles sás

A tőzegben a magasabbrendű gyökerei fordulnak elő, ami alapján meghatározható. A föld feletti szervek semmilyen egyedi jellegzetességet nem mutatnak.

A gyökerek dudorosak. A kidudorodó sejtek általában hegyesek. A kiemelkedő sejtek fala

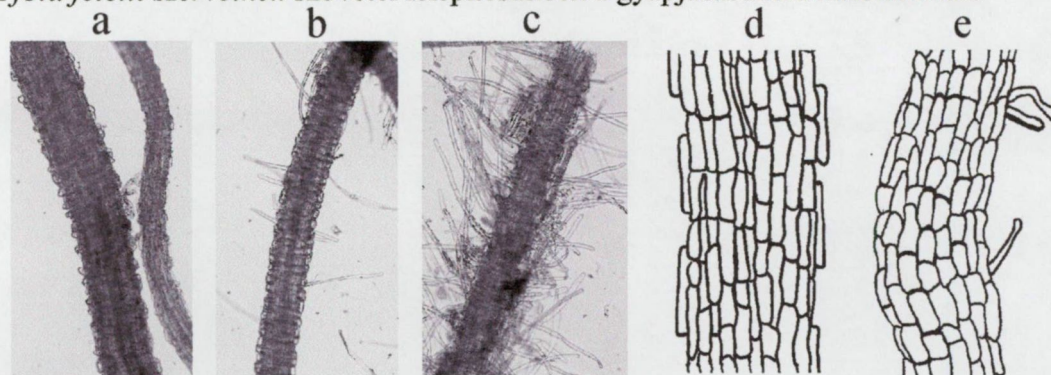
vékonyabb, mint a *Carex cespitosa*-é, formájuk felülnézetben szabálytalan, de gyakran háromszöghöz hasonló. A kiemelkedő sejtek elég sűrűn helyezkednek el a gyökereken (2.7.11b. ábra). A gyökérszőrök ritkák, de ellenállóak, vékony falúak.

14. *Carex rostrata* STOKES – Csőrös sás

Jól megmarad a tőzegben. Gyökerei alapján jól felismerhető, illetve elkülöníthető más tőzégképző fajtól.

A gyökerek dudorosak. A kiemelkedő sejtek alakja a négyszögleteshez közelít. Soha nincsenek gyökérszőreik. A kiemelkedő sejtek fala egy kicsit vastag, átlátszó, nincs barnás árnyalata. A kidudorodó sejtek gyakran keresztirányban megnyúltak (a gyökér hosszára merőlegesen) (2.7.11c., 2.7.12a. ábra). A kiemelkedő sejtek nem válnak le olyan könnyen, mint a *Carex riparia* esetében.

A föld feletti szerveinek szövetei felépítésükben a gyapjúsásokéra hasonlítanak.



2.7.12. ábra. a. *Carex rostrata*, b-c. *Carex limosa*, d. *Carex hirta*, e. *Carex vulpina* első- és másodrendű gyökerek

15. *Carex limosa* L. – Iszapos sás

A tőzegben a gyökerei alapján meghatározható, legjobb ha ezek felsőbbrendűek.

A gyökerek dudorosak, gyökérszőrökkel, bár előfordulak olyan gyökerek is, amelyeken vannak szőr nélküli zónák. A kétféle zóna élesen elkülönül egymástól. A kidudorodó sejtek hasonlítanak a *Carex rostrata* hasonló sejtjeire, ami az alakjukat és a színüket illeti, de jóval nagyobbak. A *Carex limosa* sejtfalai vastagabbak (2.7.11d-e., 2.7.12b-c. ábra). A szőr alapi része kiszélesedik, és így átmenetet mutat a kiemelkedő sejtek felé. A gyökérszőrök fala nagyon vastag, vastagabb, mint minden más tőzégképzőé. Ezen bélyeg alapján a faj biztosan határozható.

16. *Eleocharis palustris* (L.) ROEMER et. SCHULTES – Mocsári csetkása

17. *Carex hirta* L. – Borzas sás

Az *Eleocharis palustris* ritkán került elő tőzgeből. A *Carex hirta* tőzgeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása. A két fajt gyökerei alapján nem tudtam megkülönböztetni.

A gyökerei világos színűek. A kiemelkedő sejtek oldalnézetből és felülnézetben is négyzet vagy téglalap alakúak. A kiemelkedő sejtek fala vékony. Egyes kiemelkedő sejtek vékony falú szőröket viselnek. Könnyen leválnak (2.7.12d. ábra).

18. *Carex vulpina* L. – Rókasás

Tőzgeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

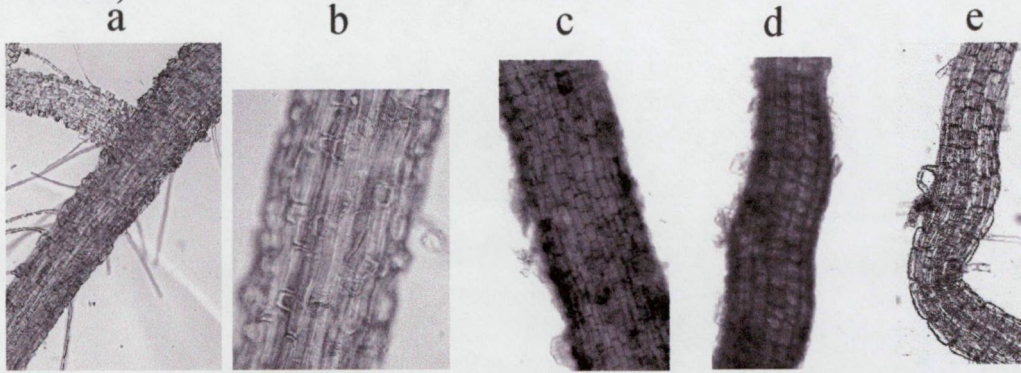
A gyökerei simák, sárgásbarna színűek. Ritkán rövid gyökérszőrök vannak. A sejtek transzverzális falai kissé vastagabbak a hosszantiaknál. A sejtek többé-kevésbé egyforma

hosszúak (3-4:1)(2.7.12e. ábra).

19. *Carex acutiformis* EHRH. – Mocsári sás

A tőzegeből ritkán kerül elő. Csak a gyökerei alapján határozható.

A gyökerek dudorosak, barnás színű gyökérszőrei lehetnek. A kiemelkedő sejtek formája a négyszögleteshez hasonló, mint a *Carex rostrata* esetében, de gyakoribb, hogy keresztirányban megnyúltak, és sarkaik lekerekítettek. A kiemelkedő sejtek fala sötétbarna színű, feltűnően vastag. A kiemelkedő sejtek sokkal gyorsabban leválnak, mint a *Carex rostrata* esetén (2.7.13a-b. ábra).



2.7.13. ábra. a-b *Carex acutiformis* másodrendű gyökér, c-d *Carex davalliana* másod- és elsőrendű gyökér, e. *Carex echinata* elsőrendű gyökér

20. *Carex vesicaria* L. – Hólyagos sás

A tőzegeből gyökerei fordulnak elő, ami alapján jól meghatározható.

A gyökerei dudorosak. Mindig vannak ritka, vékony falú gyökérszőrök. A kiemelkedő sejtek többnyire szabálytalan alakúak, faluk nem sokkal vastagabb, mint a többi sejt faja. Jellemző a gyökérszőrök gyakori csavarodása (2.7.14a. ábra).

21. *Carex davalliana* SM. – Lápi sás

Tőzegeből eddig nem került elő, de várható az előfordulása.

Gyökerei simák, néha gyéren gyökérszőrök vannak. A sejtfaalak különösen a felsőbbrendű gyökereken barnás színűek. Az elsőrendű gyökerek bőrszöveti sejtjei négyzetesek, erősen vastagodott falúak. A felsőbbrendű gyökerek sejtjei hosszabbak, és sokszor csak a transzverzális falak vastagodottak. Néha a központi henger is pigmentált, és ilyenkor az egész gyökér sötétnek látszik (2.7.13c-d. ábra).

22. *Carex echinata* MURRAY – Töviskés sás

Tőzegeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása (2.7.13e. ábra).

A gyökerek felszíne enyhén hullámos a kidudorodó sejtektől. A gyökéren néhol gyökérszőrök vannak. A bőrszövetsejtek hosszának és szélességének az aránya 1-3:1. A transzverzális falak vastagabbak, mint a radiálisak. A transzverzális falak rövidebbek, mint a sejtek szélessége, ezért a sejtek hatszögesnek látszanak.

23. *Carex pseudocyperus* L. – Villás sás

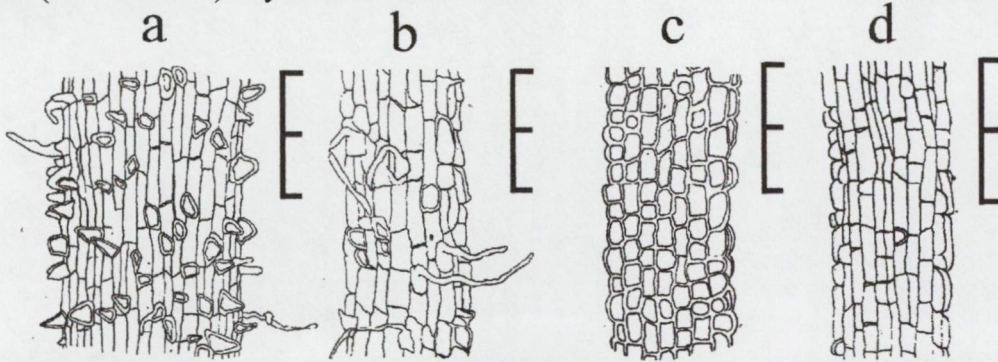
A tőzegeből a különböző rendű gyökerei fordulnak elő.

A gyökerek felszíne hullámos vagy enyhén dudoros. A kiemelkedő sejtek ritkán helyezkednek el, a faluk enyhén megvastagodott a többi sejthez képest, amelyek, mint a *Carex vesicaria*-nál is megnyúltak (2.7.14b., 2.7.15a. ábra). A gyökérszőrök sejtfaala vékony.

24. *Carex lasiocarpa* EHRH. – Gyapjasmagvú sás

A tőzegben könnyen felismerhető a gyökerei alapján.

A gyökerek felszíne hullámos. A kidudorodó sejtek a magasabbrendű gyökereken alig emelkednek ki a gyökér felszínéből. A vastagodott falú és a nem vastagodott falú sejtek saktáblaszerűen helyezkednek el. A megvastagodott falú sejtek szinte mindig négyzetes formájúak (2.7.14c. ábra). Gyökérszőrei nincsenek.



2.7.14. ábra. a. *Carex vesicaria*, másodrendű gyökér, b. *Carex pseudocyperus*, elsőrendű gyökér, c. *Carex lasiocarpa*, elsőrendű gyökér, d. *Carex elongata*, másodrendű gyökér

25. *Carex flava* L. – Sárga sás

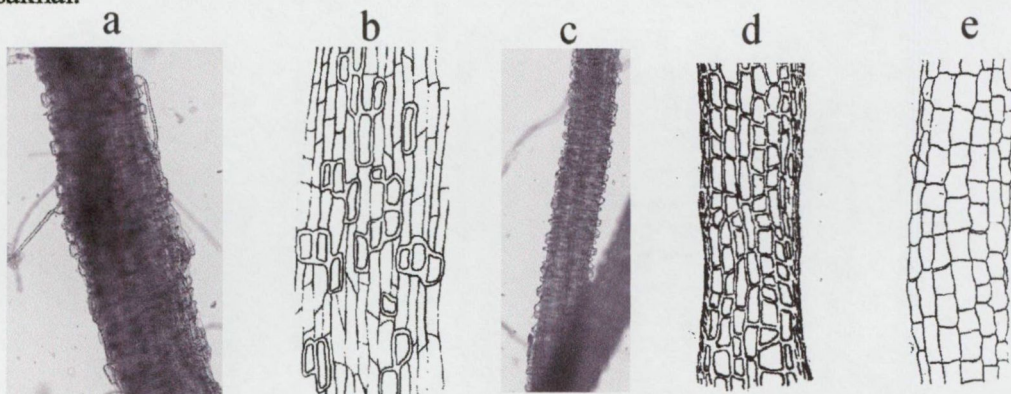
Tőzegtől eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

A gyökerek felszíne sima, a sejtfaik nagyon vastagok. Az elsőrendű gyökereken a sejtek többnyire négyzetesek, a felsőbbrendűeken hosszabbak. A sejtek egy része sötétebb sárga. Az elsőrendű gyökereken ezek csoportosan helyezkednek el, a vékonyabb falú, halványabb sejtek pedig ritkábbak. A felsőbbrendűeken a sötétebb sejtek ritkábban állnak. A sötétebb sejtek nem dudorodnak ki (2.7.15b. ábra).

26. *Carex elongata* L. – Nyúlánk sás

A tőzegben a felsőbbrendű gyökerei alapján határozható, azonban mivel nincsenek szemzetű bélyegei nehezen észlelhető.

A gyökerek felszíne enyhén hullámos. Nagyon hasonlít a *Carex rostrata*-ra, de a kidudorodó sejtek rövidebbek. A sejtek általában megnyúlt téglalap alakúak (4-5:1), bár előfordulnak majdnem négyzetesek is (1-2:1) (2.7.14d. ábra). A felsőbbrendű gyökereken kidudorodó sejtek találhatók, néha vékonyfalú gyökérszőrökkel. A kidudorodó sejtek falának vastagsága nem különbözik más sejtekétől. A transzverzális falak kissé vastagabbak a radiálisaknál.



2.7.15. ábra. a. *Carex pseudocyperus* elsőrendű gyökér, b. *Carex flava* gyökér bőrszövet, c. *Carex riparia* elsőrendű gyökér, d. *Carex chodorrisa* elsőrendű gyökér, e. *Carex dioica* elsőrendű gyökér

27. *Carex chordorriza* L. – Bozontosgyökerű sás

A tőzegben a felsőbbrendű gyökerek fordulhatnak elő, azonban nem könnyű felismerni.

A gyökerek simák, gyökérszőr nélküliek, halvány vöröses-barna színűek. Szinte minden bőrszövetsejt azonos méretű. A sejtek fala egyenletesen vastagodott, vastagabb, mint más sima gyökerű sásoknál. Elég ellenálló (2.7.15d. ábra). Ugyanazon a gyökéren található olyan övezetek, ahol a sejtek szinte négyzet alakúak, és olyan zónák is, ahol a sejtek hossza többszöröse a szélességüknek (néha 4-5-szöröse). A sejtek a felsőbbrendű gyökereken inkább megnyúltak. Az elszakadó gyökér vége rojtos.

28. *Carex paniculata* L. – Bugás sás

Tőzegtől eddig nem került elő, de várható az előfordulása.

A gyökerek simák, sárgás színűek, a gyökérszőrök nagyon ritkák. A sejtek hosszának és szélességének az aránya 3-4:1. A sejtek transzverzális falai néha ferdén állnak, ezért úgy tűnik, mintha egyenlőtlenül lennének vastagodva. A transzverzális falak kissé hullámosak is lehetnek. Néha a sejtek kihegyesedők. Az alsóbbrendű gyökereken a sejtek kicsit rövidebbek. A sejtek mérete egy gyökéren többé-kevésbé azonos.

29. *Carex appropinquata* SCHUMACHER – Rostostövű sás

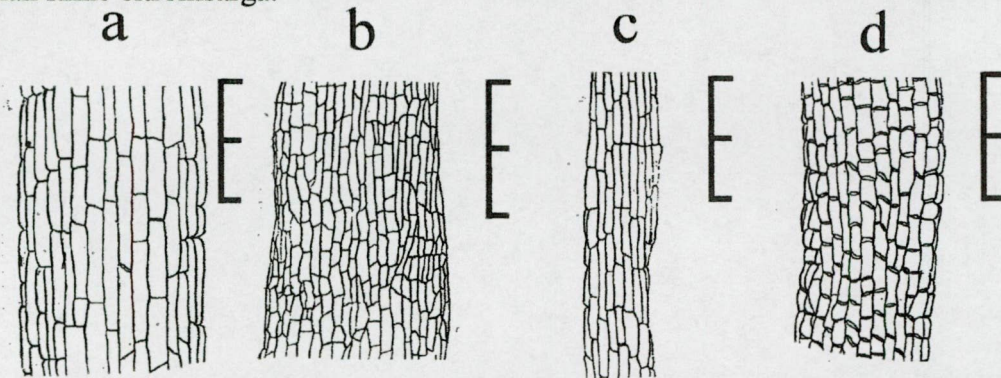
A tőzegtől könnyen meghatározható a felsőbbrendű gyökerek alapján.

A gyökerek simák, többnyire gyökérszőr nélküliek (2.7.16a. ábra). A gyökerek gyakran két rétegre különülnek, egy átlátszó felszíni rétegre és egy belső hengerre, ami világos barnás színű. A bőrszövetsejtek nagyok (10-18 x 40-60 µm). A sejtek kereszt falai kissé vastagabbak, mint a hosszanti falak. A sejtfaalak sárgás színűek. Az alsóbbrendű gyökereken néha rövidebb vagy nagyobb sejtekből álló sejt sorok vannak. A sejtek a transzverzális falaknál lekerekítettek, ami oldalnézetből jól látszik.

30. *Carex diandra* SCHRANK – Hengeres sás

A tőzegtől gyökerei alapján lehet meghatározni, de könnyen össze lehet téveszteni a *Carex appropinquata*-val.

A gyökerek simák, gyökérszőr nélküliek, vagy dudorosak és gyökérszőrei vannak. A bőrszövet könnyen leválik. A sejtfaalak mindenütt vékonyak, sárgásak, de a fénytörés miatt feketének tűnnek. A bőrszövetsejtek keskenyek, hosszúak (7 x 43 µm). Több sejt sor transzverzális falai gyakran érintkeznek, vagy majdnem érintkeznek, egyenes vonalat alkotva (2.7.16b-c. ábra). A gyökérszőrök töve kiszélesedő. A kidudorodó sejtek alakja oldalnézetből háromszög vagy szög alakú, felülnézetben kerek vagy elliptikus. A kidudorodó sejtek sejtfaalának színe citromsárga.



2.7.16. ábra. a *Carex appropinquata* másodrendű gyökér, b-c. *Carex diandra* másod- és elsőrendű gyökér, d. *Carex curta* másodrendű gyökér

31. **Carex dioica** L. – Kétlaki sás

Barnamohás tőzegből kerülhet elő. A gyökerek felépítése alapján meghatározható.

A *gyökerei* vékonyak, gyökérszőr nélküliek. A gyökér felszíne enyhén hullámos. A sejtek transzverzális falai néha vastagabbak a hosszantiaknál. A sejtek hosszának és a szélességének aránya általában 2-3:1 (2.7.15e. ábra). A felsőbbrendű gyökereken a sejtek hosszabbak (15-20:1), a sejtfalak hullámosak.

32. **Carex curta** GOOD. (syn.: *Carex canescens* L.) – Szürkés sás

A tőzegeben ritkán fordul elő. A gyökerei alapján meghatározható.

A *gyökerei* felszíne alig hullámos. A bőrszövetsejtek transzverzális falai jelentősen vastagabbak, mint a hosszantiak. A sejtek alakja a megnyúlttól (3:1) a négyzetesig változhat. A másodrendű gyökereken a sejtek hosszabbak (5:1). Gyökerei világosak, vékony falú, rásimuló gyökérszőrökkel (2.7.16d. ábra).

33. **Carex pauciflora** LIGHTF. – Kevésvirágú sás

A tőzegeből a gyökerei alapján meghatározható.

A *gyökerei* simák, a bőrszövetsejtek hosszúak, keskenyek (10-15:1), vékonyfalúak. A sejtek falai gödörkésen vastagodottak. A központi henger halvány sárgásbarna színű. Az elsőrendű gyökereken a sejtek rövidebbek (2-3:1), a bőrszövet két sejt sor vastag. Gyengén gyökérszőrös. Halvány sárgásbarna színű.

34. **Carex riparia** CURTIS – Parti sás

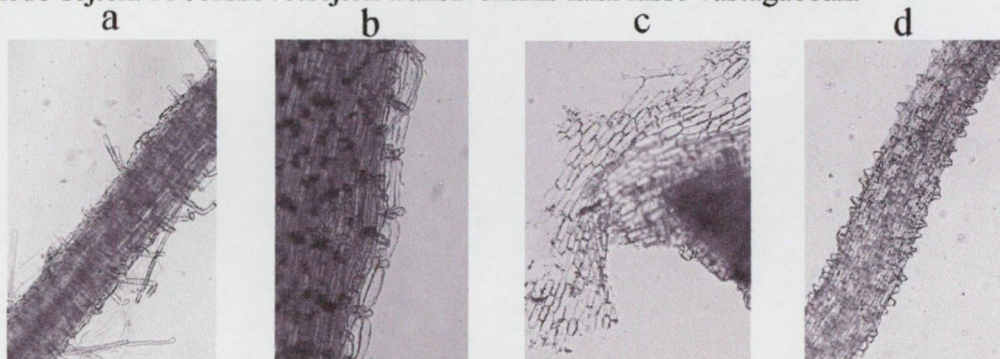
A tőzegeből a gyökerei alapján meghatározhatóak. A bőrszövet kidudorodó sejtjei csoportosan helyezkednek el, és könnyen leválnak.

A *gyökerek* dudorosak. A kiemelkedő sejteken nincsenek gyökérszőrök (2.7.15c. ábra). A kiemelkedő sejtek fala kicsit vastagabb, mint a lapos, nem kiemelkedő sejté. Alakjuk lehet négyzetes, trapéz, megnyúlt téglalap vagy ovális alakú. Általában csoportosan helyezkednek el a gyökéren. A kiemelkedő sejtek könnyen leválnak.

35. **Carex hartmanii** Cajander – Északi sás

Tőzegeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása, felismerése azonban nem könnyű.

A *gyökér* felszíne szinte sima, sárgás színű, gyakran gyökérszőrös. A kidudorodó sejtek nagyon ritkán állnak. A kidudorodó sejtek aszimmetrikusak, mert a dudor a sejt egyik végéhez (a gyökér csúcsához közelebb) van. Nagyon hasonlít a *Carex appropinquata*-hoz, de annak sejtjei változatosabb méretűek, kevesebb gyökérszőr van, és hiányoznak az aszimmetrikus kiemelkedő sejtek. A bőrszövetsejtek transzverzális falai kissé vastagabbak.



2.7.17. ábra. a. *Carex magellanica* elsőrendű gyökér, b. *Carex rariflora* harmadrendű gyökér, c. *Carex heleonastes* bőrszövet, d. *Blysmus compressus* másodrendű gyökér

36. **Carex buxbaumii** Wahlenb. – Buxbaum sás

Tőzegeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása, felismerése azonban nem könnyű.

A *gyökerek* simák, ritkán gyökérszőrösek. Az elsőrendű gyökereken a sejtek rövidek (1-4:1). A sejtek mérete egy gyökéren is nagyon változó. A sejtek kicsit kidudorodnak, ezért a gyökér felszíne hullámos. A felsőbbrendű gyökereken a sejtek hosszúak (6-10:1), kicsit vastag falúak.

37. **Carex magellanica** LAM. – Nedves sás

38. **Carex rariflora** (WAHLENB.) SM.

Pleisztocén tőzegekből kerülhet elő ez a két faj. A két faj gyökerének a felépítése teljesen hasonló.

Gyökereiknek a felépítése speciális, és egyetlen általam megvizsgált fajéra sem hasonlít. A bőrszövet kétrétegű. A külső réteg kétféle sejtből áll. Vannak nagyméretű, kissé felfűjt, vékony falú sejtek. Közéjük ékelődve szög alakú, vastag, barnás falú sejtek vannak. Ezek a belső rétegből erednek, és gyakran hosszú, vastag falú gyökérszőrökben végződnek. A gyökerek gyakran sűrűn gyökérszőrösek. A belső réteg hosszú, keskeny sejtekből áll, amelyek a harmadrendű gyökereken barnás színűek (2.7.17a-b. ábra).

39. **Carex heleonastes** L.

Pleisztocén tőzegekben elképzelhető az előfordulása. Határozása nehéz.

Gyökerei simák, halvány színűek, gyökérszőrök nincsenek. A bőrszövetsejtek megnyúltak (2-4:1), kicsit szabálytalanok. A sejtfaalak vékonyak, ferdék (2.7.17c. ábra).

40. **Carex lepidocarpa** TAUSCH – Pikkelyes sás

Tőzegeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása. Határozása nehéz.

A *gyökerei* dudorosak, néha gyéren gyökérszőrösek. A felsőbbrendű gyökerei nagyon hasonlóak a *Scirpus hudsonianus* hasonló szöveteihez, de a kidudorodó sejtek hosszabbak (4-6:1). A bőrszövetsejtek nagyon hosszúak (10-15:1). Az alsóbbrendű gyökerei a *Carex riparia* gyökereire hasonlítanak. A *Carex riparia*-nál több a kidudorodó sejt, és azok között a négyzetes sejtek nagyobb számban vannak.

41. **Blysmus compressus** (L.) PANZER ex LINK – Kétsoros káka

Tőzegeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása (2.7.17d. ábra).

A *gyökerek* dudorosak és gyökérszőrök is vannak. A kiemelkedő sejtek formája felülnézetben négyzetes vagy téglalap alakú, oldalról nézve pedig nagyon változatos az alakjuk egy adott gyökéren is. A kidudorodás alakja lehet megnyúlt téglalap alakú, háromszög alakú (kihegyesedő), lekerekített vagy szög alakú. A gyökérszőrök gyakran téglalap alakú kidudorodó sejteken vannak. A gyökérszőrök sejtformái nem vastagok.

42. **Eleocharis quinqueflora** (F. X. HARTMANN) O. SCHWARZ – Gyérvirágú csetkása

Tőzegeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása (2.7.18e. ábra).

Gyökerei dudorosak, gyakran sárgásbarna árnyalatúak, ritkán gyökérszőrösek. A kiemelkedő sejtek téglalap alakúak, kissé vastag falúak. A gyökérszőrök alapi része kiszélesedik, és így mennek át a kiemelkedő sejtekbe. Az alsóbbrendű gyökereken a sejtek négyzetesek vagy téglalap alakúak. A felsőbbrendű gyökereken a sejtek megnyúltak (6-10:1), bár lehetnek rövidebb sejtekből (1:1) álló zónák. A kiemelkedő sejtek és a szőrök ritkák. A felsőbbrendű gyökereken a sejtek transzverzális falai kissé hullámosak, a sejtfaalak vékonyak.

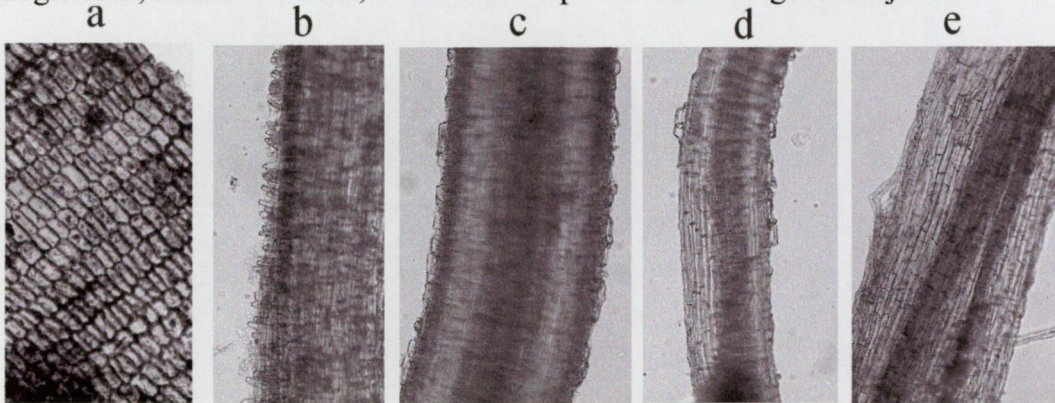
A felsőbbrendű gyökerek mindig sárgásbarnák, és a barnás színezetű központi henger is megfigyelhető.

43. *Scirpus lacustris* L. –Tavi káka

A tőzegben előfordul a szár epidermisze, a szár szivacsos (parenchima-) szövete és a gyökerek.

A gyökerek dudorosak, gyökérszőr nélküliek, 2-3-szor vastagabbak, mint a sások gyökerei. A bőrszövetsejtek megnyúltak, sejtfaluk barnás színű. A sejtek hamar leválnak. A megduzzadt sejteknek nincs barnás színe. A kidudorodó sejtek kétfélék. Vagy nagyon magas és hengeres a kiemelkedő rész (4:1), vagy palack alakú. Hosszú, hengeres dudorokat elsősorban az elsőrendű gyökereken, míg palack alakúakat elsősorban a felsőbbrendűeken találunk (2.7.18b. ábra).

A föld feletti szervek. A szár felső részének epidermiszsejtjei hordószerűek, megnyúltak, köztük sűrűn elhelyezkedő gázcserenyílásokkal. A szár alsó részén az epidermiszsejtek majdnem szabályos négyszög alakúak, barnás színűek, ezek a sejtek jól megmaradnak a tőzegben. A szivacsos parenchimaszövet átlátszó, egyenletesen vastagodott sejtfalú sejtekből áll, amelyek alakja hordószerű, lekerekített ovális, vagy keresztirányban nyújtott (2.7.18a. ábra). A tőzegben gyakran megtalálhatók a szár alsó részének epidermiszsejtjei, amelyek négyzetesek, hullámos falúak, de kevesebb a pórusuk és vastagabb a sejtfaluk.



2.7.18. ábra. a-b. *Scirpus lacustris* a. a szár aljának epidermisze, b. harmadrendű gyökér, c. *Scirpus cespitosus* másodrendű gyökér, d. *Scirpus hudsonianus* másodrendű gyökér, e. *Eleocharis quinqueflora* másodrendű gyökér

44. *Scirpus maritimus* L. (syn.: *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) – Zsióka

Tőzegtől eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

A gyökerei simák, gyökérszőr nincs. Sok a kidudorodó sejt. Alakjuk változó, oldalnézetből többnyire rövid négyzetesek vagy téglalap alakúak. A felsőbbrendű gyökereken a kidudorodó sejtek között gyakoriak a felülnézetben deltoid vagy szabálytalan trapéz alakúak. Az elsőrendű gyökereken ezek ritkábban, és rizómáját nehéz megkülönböztetni a *Carex riparia*-étól (2.7.19. ábra).



2.7.19. ábra. *Scirpus maritimus* bőrszövet

45. **Scirpus hudsonianus** (MICHX) FERNALD (syn.: *Trichophorum alpinum* L. Pers.) – Havasi kisgyapjúsás

Tőzegtől eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

Gyökerei dudorosak, halvány sárgásbarna színűek, gyökérszőrök nincsenek. A bőrszövet sejtjei nagyon hosszúak (10-15:1). Az elsőrendű gyökereken jelentősen rövidebbek (3-6:1). A kidudorodó sejtek megnyúlt téglalap alakúak, vastag falúak, világos színűek, ritkán, egymástól távol állnak. Az elsőrendű gyökereken gyakoribbak. A központi henger sötét sárgásbarna színű. A transzverzális falak kissé vastagabbak. A sejtfalak néha gödörkésen vastagodottak. A gyökerei bár hasonlóak az *Eriophorum* fajokéhoz, ezeknél a sejtek szélesebbek, és a kiváló vörös kristályok hiányoznak (2.7.18d. ábra).

46. **Scirpus cespitosus** L. (syn.: *Trichophorum cespitosum* (L.) Hartman) – Apró kisgyapjúsás
Elsősorban *Sphagnum*-tőzegekben elképzelhető az előfordulása.

Gyökerei mindenben megegyeznek a *Scirpus hudsonianus* gyökereivel, de a kidudorodó sejtek barna színűek, és sűrűn állnak (2.7.18c. ábra).

A szár alján lévő *pikkelyek* jellegzetesek. Hasonlóak a *Rhynchospora alba* szárának tövén lévő képletekhez (2.7.20a. ábra).

47. **Eriophorum scheuchzeri** HOPPE – Scheuchzer-gyapjúsás

48. **Eriophorum angustifolium** HONCKENY – Keskenylevelű gyapjúsás

49. **Eriophorum latifolium** HOPPE – Széleslevelű gyapjúsás

50. **Eriophorum gracile** KOCH ex ROTH – Vékony gyapjúsás

A tőzegeben főleg a levélhüvelyek maradnak meg. A föld feletti szervek felépítése teljesen hasonló a sások (pl. *Carex rostrata*, *Carex diandra*, *Carex appropinquata* stb.) hasonló szöveteihez. A szubepidermális szövet olyan, mint a sásoké (2.7.21a. ábra).

A *gyökerek* simák, a sejtek nagyon hosszúak (10-15:1). A sejtfalak egyenletesen vastagodottak. Gyakran, főleg a transzverzális falak ferdén állnak. Egyes gyökerek egészen világosak, mások halvány vörösbarna színűek. Egyes sejtekben vöröses kristályzárványok vannak. Ezek sokszor az egész sejtet kitöltik, és négyzetes darabokból állnak. A világosabb színű gyökerekben ezek ritkák, de egyes sejtek végén már itt is látni lehet a kristályosodás megindulását (2.7.21d. ábra). A gyökerek belsejében vöröses, megnyúlt parenchimatikus sejteket találunk, melyekben gömb alakú szemcsék vannak (2.7.21c. ábra). Ezen sejtek rövidebb sejtfallal vastagodottak. Spirálisan vastagodott falú tracheákkal is találkozhatunk. Az *Eriophorum* fajok megkülönböztetése gyökereik alapján további vizsgálatokat igényel.



2.7.20. ábra. a. *Scirpus cespitosus* szárának alján lévő pikkelyszerű levelek, b. *Eriophorum vaginatum* szklerenchima-orsók

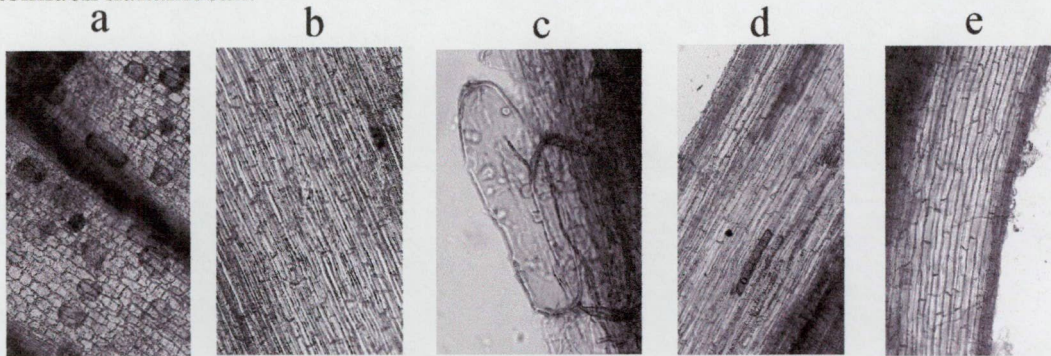
51. **Eriophorum vaginatum** L. – Hüvelyes gyapjúsás

Savanyú tőzegekben gyakran megtalálhatók maradványai, a gyökerek, a föld feletti

szervek halvány meggypiros színű belső szövetei és a levélhüvely átlátszó vékony hártái. Akár fő tőzegképző faj is lehet.

Gyökereit a többi *Eriophorum* fajától nem tudtam elkülöníteni (2.7.21b. ábra), de a bomlottabb tőzgekben is megtalálhatók a sötétbarna, banán alakú szklerenchimaorsói (2.7.20b. ábra).

A föld feletti szervek. A szubepidermális parenchimasejtek négyszögletesek vagy hordószerűek. Mind a parenchimasejtek, mind a szállítóyalábok barnás-meggypiros színűek. A szállítóyalábok a tőzgekben általában hosszú rostkötegek formájában találhatók meg. A levélhüvely epidermisz vékony, átlátszó sejtfalú sejtekből áll. A hosszanti sejtfalak mindig egyértelműen hullámosak.

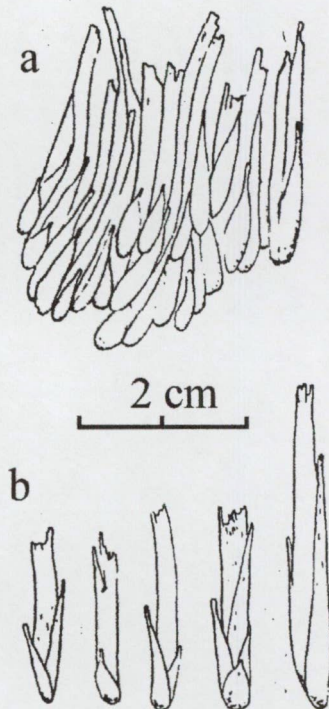


2.7.21. ábra. a. *Eriophorum angustifolium* levélhüvely szövetei, b-c. *Eriophorum vaginatum* b. bőrszövet, c. parenchima sejtek, d. *Eriophorum scheuchzeri* bőrszövet kristályzárvánnyal, e. *Rhynchospora alba* gyökér bőrszövet

52. *Rhynchospora alba* (L.) VAHL – Fehér tőzegkáka

A tőzgeből a határozása nem könnyű, mert a gyökerének szövettani felépítése és színe nem különbözik jelentősen az *Eriophorum vaginatum* hasonló szöveteitől. A föld feletti szervek maradványai ritkábban fordulnak elő (2.7.22. és 23a-c. ábra).

Gyökerei simák, gyökérszőr nélküliek. Az bőrszövetsejtek kicsit kisebbek, mint az *Eriophorum vaginatum*-é. Az elsőrendű gyökereken a sejtek hosszabbak (4-5:1), a transzverzális falak kissé vastagabbak. A gyökereken ritkán vastag falú, téglalap alakú sejteket találunk. A gyökerei bár hasonlítanak az *Eriophorum* fajokéhoz, sejtjeiből a kiváló vörös kristályok hiányoznak (néha kicsit vörösek a sejtek, vagy a gyökér belseje). Másodrendű gyökerei alapján nem tudtam elkülöníteni a *Carex pauciflora*-tól (2.7.21e. ábra).



2.7.22. ábra. A *Rhynchospora alba* szárának alján lévő pikkelyszerű levelek

A föld feletti szervek. Az epidermiszsejtek sejtfa-
la vékony és hullámos, mint az *Eriophorum vaginatum*-nál, de itt nem válnak le könnyen a szubepidermális szövetekről. Egy jellemző bélyeg, ami megkülönbözteti a *Rhynchospora* szubepidermális szö-
veteit az *Eriophorum vaginatum* szö-
veteitől, a szubepidermális parenchimasejtek mérete. Bár alakjuk és színük hasonló, az *Eriophorum vaginatum* parenchimasejtjei 3-5-ször nagyobbak.

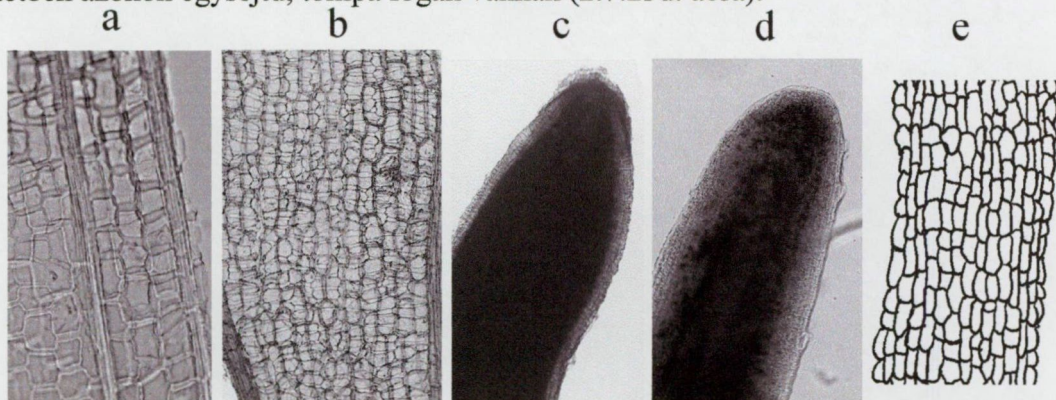
A tőzezből előkerülhet a *levélhegye*, ami túszerű, jellegzetesen tompa és halvány sejtekkel szegélyezett (2.7.23c. ábra).

53. *Rhynchospora fusca* (L.) AITON – Barna tőzegkaka

Tőzezből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

A gyökerei nagyon hasonlítanak a *Typha* vagy a *Molinia* gyökereihez. Világos színűek, gyökérszőrök nincsenek. A gyökér felszíne hullámos. A sejtfa-
lak vékonyak, egyenesek. Az első és a másodrendű gyökereken a sejtek hasonlóak. A sejtek mérete és alakja egy gyökéren is nagyon változatos. A sejtek alakja négyzetes vagy megnyúlt (4:1), esetleg hatszöges (2.7.23e. ábra).

A föld feletti szervek felépítése. A tőzezből előkerülhet a *levélhegye*, ami tülevélszerű, jellegzetesen tompa és halvány sejtekkel szegélyezett. De a *Rhynchospora alba*-val ellentétben azokon egysejtű, tompa fogak vannak (2.7.23d. ábra).



2.7.23. ábra. a-c *Rhynchospora alba* a. levél epidermisz, b. szár tővének szövetei, c. levélhegy, d-e. *Rhynchospora fusca* d. levélhegy, e. másodrendű gyökér.

54. *Schoenus nigricans* L. – Kormos csáté

55. *Schoenus ferrugineus* L. – Rozsdás csáté

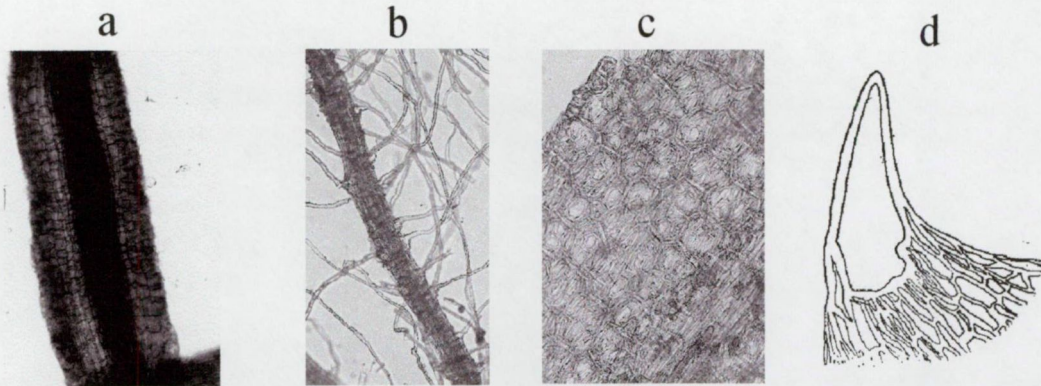
Tőzezből eddig nem kerültek elő, de várható az előfordulásuk.

A gyökerek felszíne sima, barna színű, gyökérszőrök mindig vannak. A központi henger sötétbarnán pigmentált. A sejtek az elsőrendű gyökereken négyzetesek, a felsőbbrendűeken hosszabbak (3:1), vékony falúak (2.7.24a. ábra). A két fajt gyökereik alapján nem sikerült elkülönítenem. A gyökérszőr alapi része tölcsérszerűen kiszélesedik.

56. *Cyperus fuscus* L. – Barna palka

Tőzezből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása. Másodrendű gyökerei alapján határozható.

Másodrendű gyökerein a bőrszövet a gyökér két oldalán taréjszerűen kitüremkedik, a gyökér lapos, szalagszerű. A bőrszövetsejtek hosszúak (6-10:1), vékony falúak. A központi henger vörös színű. Az elsőrendű gyökereken a sejtek rövidek (2:1). Ezeken nincs semmi olyan speciális bélyeg, ami alapján határozhatók lennének.



2.7.24. ábra. a. *Schoenus nigricans* elsőrendű gyökér, b. *Juncus subnodulosus* elsőrendű gyökér, c-d. *Stratiotes aloides* c. levél epidermisz, d. levél tövise

57. *Juncus subnodulosus* SCHRANK – Nagy szittyó

Tőzegből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

A gyökerei nagyon gyökérszőrösek. A gyökerei dudorosak, a kiemelkedés alakja megnyúlt négyzetes. Minden dudoron van gyökérszőr. A gyökérszőrök nagyon hosszúak. Minden gyökérszőr töve tölcsérszerűen kiszélesedik. Amelyik gyökérszőr nem dudoron van azok töve újra összeszűkül, így „golyvás” kinézetű lesz (2.7.2j. ábra). A gyökérszőrök tövének a sejtfa megvastagodott. Az elsőrendű gyökereken első sorban a dudoron lévő gyökérszőrök, a felsőbbrendűeken pedig első sorban a „golyvás” típusúak vannak (2.7.24b. ábra).

58. *Stratiotes aloides* L. – Kolokán

A tőzegben néha sok található szövetmaradványaiból. A tőzegben a levél szövetei maradnak meg, a fogak, a mezofillum és az epidermisz. Határozása könnyű.

A levél epidermisze és a mezofillum hatszögletű sejtekből áll. Néha négyszögletesek. A sejtek szabályosak, oldalaik egyenlő hosszúak (2.7.24c. ábra). A sejtfa egyenesen vastagodottak.

A fogak (emergenciák), amelyek a levelek szélén helyezkednek el az üledékben önállóan maradnak meg. A sejtek fala nagyon vastag. Egyetlen nagy terminális sejtben végződnek (2.7.24d. ábra).

59. *Triglochin palustris* L. – Mocsári kígyófü

A tőzegben a levélhüvely epidermisze alapján határozható. A gyökereinek a felismerése nehéz, és kérdéses, hogy egyáltalán megmarad-e az üledékben.

A gyökerei simák, ritkán gyökérszőrösek, halvány színűek. A sejtek az elsőrendű gyökereken négyzetesek, a felsőbbrendűeken hosszúkásak (4-5:1). Egyenesen vastagodottak.

Föld feletti szervek. A levélhüvely epidermiszsejtjei a *Stratiotes* levelének epidermiszsejtjeire emlékeztetnek. A sejtek hatszögletűek, gyakran megnyúltak (3:1), máskor rövidek (1:1). A sejtfa egyenesen vastagodottak, néha a sorokra merőleges falak kicsit vastagabbak. A mezofillum sejtjei megnyúltak (5-6:1), kicsit vastag falúak, különösen a transzverzális falak.

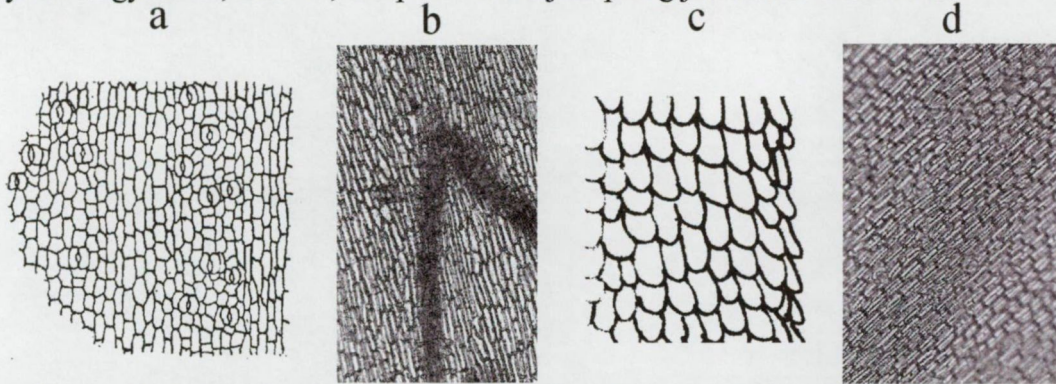
60. *Scheuchzeria palustris* L. – Álszittyó

Savanyú tőzegekből gyakran előkerül. Jól határozható a levélhüvely és a levéllemez epidermisze alapján.

A gyökerei nagyon hasonlítanak a *Glyceria maxima*-éhoz, attól nem tudtam elkülöníteni, bár a *Glyceria* másodrendű gyökerein a sejtek kissé szélesebbek. A gyökereken néha

póruszerű sejtek vannak.

A föld feletti szervek. A levéllemez epidermiszsejtjeinek fala sima, néha enyhén hullámos. Az epidermiszsejtek eléggé keskenyek, megnyúltak, hosszuk többszöröse a szélességüknek (2.7.25b. ábra). A szállítóyalábok itt ritkásan helyezkednek el. Az epidermiszsejtek a gázcsere nyílások körül szélesebbek és rövidebbek (2.7.25a. ábra). A szár epidermiszsejtjei majdnem ugyanolyanok, mint a levélhüvelynél, mindössze azzal a különbséggel, hogy itt szögletesebbek, míg a levélhüvelyen az epidermiszsejtek lekerekítettebbek és kissé vastagabb a sejtfa- luk. A szállítóyalábok itt sűrűbben helyezkednek el. A száron az epidermisz alatt négyszögletes, az epidermiszsejtek- nél lényegesen nagyobb sejteket láthatunk, amelyek a *Glyceria fluitans* sejtjeire emlékeztetnek, de ott a szubepidermális sejtek hordó szerűek és néhányszor nagyobbak, mint itt, az epidermiszsejtek pedig jelentősen hosszabbak.



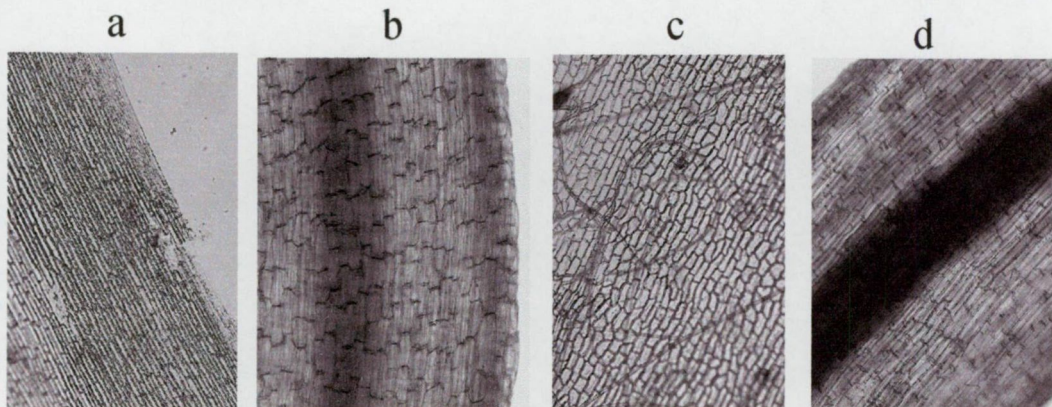
2.7.25. ábra. a-b. *Scheuchzeria palustris* a. levél epidermisz, b. levélhüvely epidermisz, c-d. *Tofieldia calyculata* c. gyökér bőrszövege, d. levél szövetei

61. *Tofieldia calyculata* (L.) WAHLENB. – Hegyi pázsitliliom

Tőzgeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása.

Gyökereinek felépítése nagyon jellegzetes, ami alapján könnyen felismerhető. A bőrszöveti sejtek öt vagy hatszögesek, néha lekerekítettek, rövidek. A sejtek tetőcserepszerűen állnak. Az összes sejt kidudorodik, a dudor a sejt végén van, és a következő sejt fölé nyúlik. A kidudorodás mindig a gyökércsúccsal ellenkező irányba áll (2.7.25c. ábra).

A levél szövetei. A levélhüvely parenchimasejtjei megnyúlt téglalap alakúak (2-3:1), néha kicsit hatszögletesek. A sejtfa- lak gödörkésen vastagodottak. A transzverzális falak kicsit vastagabbak. A sejtekben néha gömb alakú kristályzárvány van. A levélhüvely epidermiszsejtjei hosszúak, sima, vékony falúak. A *Scheuchzeria* hasonló szöveteire emlékeztet (2.7.25d. ábra).



2.7.26. ábra. a-b *Narthecium ossifragum* a. levélhüvely epidermisz, b. másodrendű gyökér, c-d. *Calla palustris* c. gyöktörzs epidermisz, d. másodrendű gyökér.

62. **Narthecium ossifragum** (L.) Hudson – Közönséges lápcsillag

Tőzgeből eddig nem került elő, de elképzelhető az előfordulása (2.7.26a. ábra).

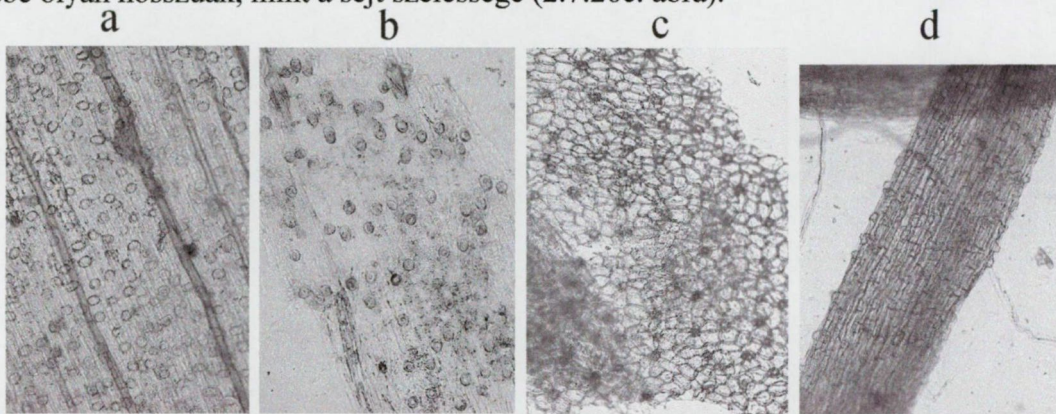
A *gyökerei* nagyon hasonlítanak a *Typha* vagy a *Molinia* gyökereihez. Világos színűek, gyökérszörei nincsenek. Az elsőrendű gyökereken a sejtek négyzetesek, a felsőbbrendűeken hosszabbak (2:1). A sejtfaalak vékonyak, többé-kevésbé egyenesek. A felsőbbrendű gyökereken a transzverzális falak gyakran egymás mellett vannak, ezért vonalat alkotnak. Az elsőrendű gyökerek felszíne hullámos, mint a *Typha*-é. A felsőbbrendű gyökerei hasonlítanak a *Calla palustris* gyökereihez, de annak sejtjei hosszabbak (4-5:1), és a transzverzális falai nagyon ferdek (2.7.26b. ábra).

63. **Calla palustris** L. – Sárkánygyökér

A tőzgeben a gyöktörzs epidermiszének darabjai találhatóak meg. A gyökér megmaradása kérdéses. Ritka és határozása nehéz.

A *gyökere* jelentősen vastagabb a sások gyökerénél. Gyökérszörök nincsenek. Megnyúlt, vékony falú sejtekből áll. A sejtek transzverzális falai nagyon ferdek. A transzverzális falak gyakran egymás mellett állnak, folytonos vonalat alkotva. Kicsit emlékeztet a *Glyceria maxima* gyökerére, de azok sejtjeinek transzverzális falai sohasem ferdek, és nem alkotnak folytonos vonalat (2.7.26d. ábra).

A *gyöktörzs* epidermiszének darabjai megnyúlt sejtekből állnak lekerekített sarkokkal, és egyenletesen vastagodott sejtfaállal. Nagyon hasonlít a *Menyanthes* sejtjeire, de a sejtek kisebbek (20-70 µm), rövidebbek (1-4:1). Méretük egy gyökéren is változó. A transzverzális falak ferdén állnak (ez felületesen szemlélve egyenlőtlen sejtfaállagostásnak tűnik), többé-kevésbé olyan hosszúak, mint a sejt szélessége (2.7.26c. ábra).



2.7.27. ábra. a *Nymphaea lotus* var. *thermalis* levélnyel epidermisz, b-d. *Nuphar lutea* b. levélnyel epidermisz, c. levél epidermisz, d. gyökér bőrszöveve

64. **Nuphar lutea** (L.) Sm. – Vízitök

65. **Nymphaea alba** L. – Fehér tündérrózsa

A tőzgeben vagy tavi üledékben a gyöktörzs szövevei, a levélnyel és a levél epidermisze (26c. ábra) valamint a gyöktörzs szövevének zárványai találhatóak meg.

A *gyökerei* dudorosak. A bőrszövevsejtek antiklinális sejtfaallai nagyon hullámosak, a sejtek megnyúltak (5-7:1). A kidudorodó sejtek felei a kidudorodás aljánál szoknyaszerűen kiszélesednek. Kérdéses, hogy megmarad-e az üledékben (2.7.27d. ábra).

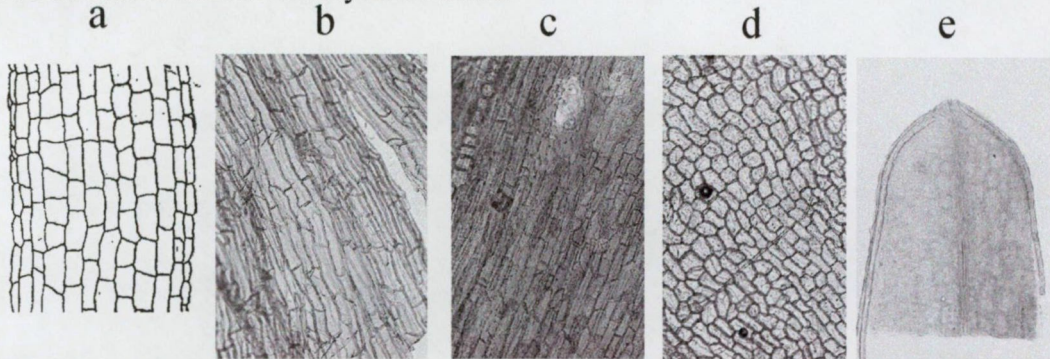
Gyöktörzs. Az epidermiszsejtek gyakran szabálytalanok, néha majdnem izodiametrikusak. A gyöktörzs szivacsos alapszövevében gyakran találhatunk szabálytalan alakú csillagokat 4-8 ággal. A csillag egész felszíne dudoros, a csillag közepe üreges. Különösen gyakoriak az ilyen sejtek (aszteroszkleridák) a gyöktörzsben a gyökerek eredési helyénél.

A *levélnyel* epidermisze átlátszó, szintelen. Kétféle sejtből áll, az egyik vékonyfalú, megnyúlt hatszögű sejt. Közöttük ritkán kerek sejtek helyezkednek el, amelyek fala körbe megvastagodott (2.7.27b. ábra). Néha a sejtek megnyúlt négyszögletesek, mint a *Glyceria fluitans* epidermiszsejtjei, melyektől nem lehet biztosan megkülönböztetni.

66. ***Nymphaea lotus* L. var. *thermalis* (DC.) TUZSON** – Hévízi tündérrózsa

Előfordulása melegvízű tavak iszapjában várható (pl.: Nagyvárad: Püspökfürdő).

Levélnyelének epidermisze hasonló a *Nuphar*-éhoz, de a kerek sejtek sűrűbben helyezkednek el, színük mindig világos (2.7.27a. ábra). Néha kereszt irányban kissé megnyúltak (elliptikusak). Az epidermisz alatt sűrűn, párhuzamosan elhelyezkedő barnászörös rostok futnak. Könnyen leválnak.



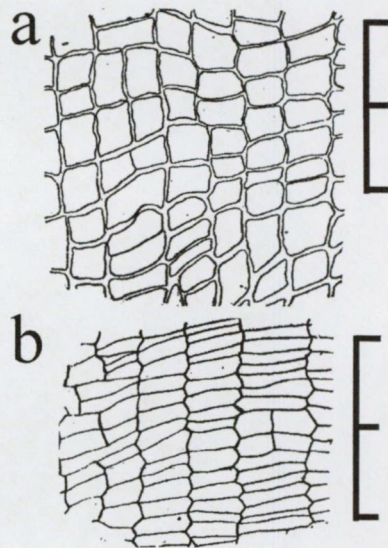
2.7.28. ábra. a-c *Potentilla palustris* a. elsőrendű gyökér, b. gyöktörzs epidermisze, c. levélhüvely epidermisze, d. *Potamogeton natans* magháj epidermisze, e. *Potamogeton acutifolius* levélhegy

67. ***Potentilla palustris* (L.) SCOP. (syn.: *Comarum palustre* L.)** - Tőzegeper

A tőzegeben előfordul a levélhüvely epidermisze és a gyökerek. Mindkét maradvány alapján könnyen azonosítható a faj.

A *gyökerek* simák, barnás színűek, gyökérszőrrel nem találkoztam. A bőrszövetsejtek négyszögletes alakúak, a hosszúság aránya a szélességhez 2-4:1 (2.7.28a. ábra). A sejtek mérete 35 x 18-20 µm. A sejtek elég rosszul különülnek el. A sejtek vékony falúak, néha a transzverzális falak kissé vastagabbak. A gyöktörzs epidermiszének sejtjei megnyúltak (8-10:1), kígyózók vagy S-alakúak, barnásak, a végeik tompán kihegyesedők (2.7.28b. ábra).

Föld feletti szervek. Jellegzetesek a levélhüvely és a szár alsó részének a felépítése. A levélhüvely epidermiszének sejtjei megnyúltak (2-5:1), kihegyesedők, 40-60 µm hosszúak, barnásak, vastag falúak. Egyes részein kerek sejtek sorát lehet megfigyelni (2.7.28c. ábra).



2.7.29. ábra. *Lythrum salicaria* a. gyöktörzs epidermisz, b. a szár alsó részének epidermisze

68. *Potamogeton* spp. – Békaszőlő fajok

Tőzegben és tavi üledékekben lágy szövetei általában nem maradnak meg. Kivétel lehet ez alól a vékony levelű békaszőlőfajok levelének hegye (2.7.28e. ábra), valamint a magháj epidermisze.

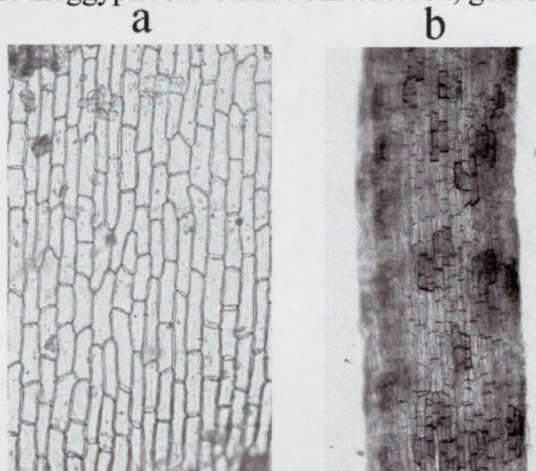
A *magháj epidermisze* nagy, szabálytalan alakú sejtekből áll. A sejtek alakja változó, lehet kerek, megnyúlt vagy kifli alakú, de a sejtfaalak mindig lekerekítettek (2.7.28d. ábra). A sejtek hosszúsága változó (1-4:1). Ez a leírás a *Potamogeton natans*-ről készült. Kérdés, hogy a többi békaszőlő faj maghájának epidermisze mennyiben tér el ettől.

69. *Lythrum salicaria* L. – Réti fűzény

A tőzegben a gyöktörzsnek és a szár alsó részének a epidermisze fordul elő, elég ritkán. Meghatározásuk elég könnyű.

A *gyöktörzs és a szár*. A gyöktörzs epidermiszének sejtjei jellegzetesek. Nagyon vékony falúak (bár lehetnek vastag falú sejtek is), alakjuk négyszögletes, majdnem négyzetes. A legtöbb esetben a sejtek a hosszanti sorokra merőlegesen megnyúltak. Eltérően a *Scirpus*-tól és a *Triglochin*-tól a *Lythrum*-nál a hosszanti sorok szabályosságát gyakran kerek vagy négyszögletes sejtek jelenléte töri meg. Az epidermiszsejtek színe gyengén barnás (különösen a vékonyfalúaknál) (2.7.29a-b. ábra).

A szubepidermális szövetben szilárdítószövetet és szállítóyalábokat találunk. A perenchimaszövet sejtjei meggyipirosas-barnás színezetűek, gomba-hifákra emlékeztetnek.



2.7.30. ábra. *Menyanthes trifoliata* a. levélhüvely epidermisz, b. másodrendű gyökér

70. *Menyanthes trifoliata* L. – Vidrafű

A tőzegben fő tőzegképző fajként és elegyfajként is előfordulhat. A tőzegben leggyakrabban a gyöktörzs és a levélhüvely vékony, egy sejtrétegű hártája fordul elő. Gyökereket is találhatunk.

A *gyökerek* felszíne sima, gyökérszőr nélkül. A bőrszövet nagyon hasonlít a *Phragmites*-éhez, mert szintelen sejtekből áll, amiben vastag falú, barna színű sejtek csoportjai vannak. De a *Menyanthes*-nél a sejtek többé-kevésbé egyenlő hosszúak, a barna sejteknek csak 2-3 faluk vastagodott, és a barna sejtek csoportjai több sejtből állnak (10-20) (2.7.30b. ábra).

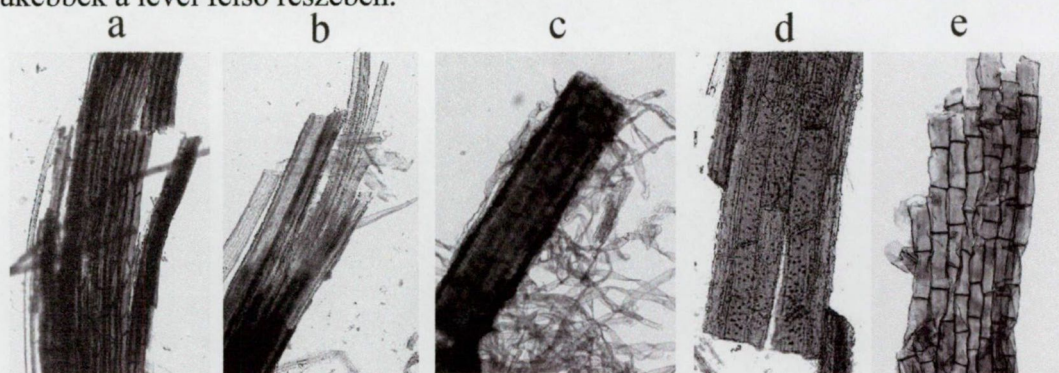
A *gyöktörzs és a levélhüvely* epidermiszének sejtjei azonos méretűek a sejtek sarkai lekerekítettek. A sejtek mérete többé-kevésbé állandó (3-5:1). A sejtek hossza átlagosan 100 µm (20-30 x 80-150 µm), a szomszédos sejtek közötti radiális sejtfaalak mindig ferde helyzetűek, ezért úgy tűnik, mintha a sejtfaalak egyenetlenül vastagodott volna meg. A transzverzális falak keskenyebbek, mint a sejtek szélessége, a sejtek sarkai lekerekítettek. A transzverzális falak sokszor átlósak, gyakran annyira, hogy a sejt kihegyesedő (2.7.30a. ábra).

71. *Thelypteris palustris* SCHOTT – Tőzegpáfrány

Maradványai a tőzegben leggyakrabban a tracheidák és a sporangiumok. Néha előkerülnek a gyöktörzs epidermiszei és gyökerek.

A *gyökerek* simák, néha szőrösek. Mindig sötétbarna színűek, a szőrök pedig barnásak vagy barnák. Általában a szőrök sűrűn helyezkednek el a gyökereken. A sejtfal vékony. A gyökerek bőrszövetsejtjei vékony falúak, jobban megnyúltak (10-15:1), mint az *Equisetum* esetében. A sejtek nem különülnek el olyan élesen, mint az *Equisetum*-nál. A transzverzális falak ferdén helyezkednek el a hosszantiakhoz képest, de előfordul merőleges elhelyezkedés is. A gyökérszőrök kicsit vastagabbak, mint az *Equisetum*-nál. Alapi részükön nincsen sejtfalvastagodás, mint az *Equisetum*-nál (2.7.31a-b. ábra).

A *gyöktörzs és a föld feletti szervek*. A gyöktörzs bőrszöveti sejtjei sötétbarna színűekkel és kihegyezett alakjukkal elég jellegzetesek. Különös figyelmet érdemelnek a tracheidák, amelyek sajátos felépítésűek. Mindig kötegekben találhatók. A tracheidák sejtfala lépcsős vastagodású, a tőzegben nagyon jó a megtartása. Méretük nagyon változatos, attól függően, hol helyezkednek el a növényen belül. A legszélesebb tracheidák a gyöktörzsben vannak, a legszűkebbek a levél felső részében.



2.7.31. ábra. a-b. *Thelypteris palustris* bőrszövetsejtek és tracheidák, c. *Dryopteris cristata* bőrszövet, d *Dryopteris carthusiana* gyökér szövetei, e. *Equisetum fluviatile* bőrszövet

72. *Dryopteris carthusiana* (VILL.) H. D. FUCHS – Szálkás pajzsika

A tőzegtől ritkán előkerül, gyökerei alapján könnyen határozható.

Gyökerek felszíne sima, barna színűek. A bőrszövetsejtek világosbarna színűek, U alakban vastagodottak, könnyen leválnak, transzverzális falai vastagabbak a hosszantiaknál. A bőrszövetsejtek alatt sötétbarna, gödörkésen vastagodott falú (pettyes) sejteket figyelhetünk meg (2.7.31d. ábra). A gyökér belsejében létrásan vastagodott falú tracheidák kötegei vannak.

73. *Dryopteris cristata* (L.) A. GRAY- Tarajos pajzsika

Tőzegtől eddig nem került elő, de várható az előfordulása.

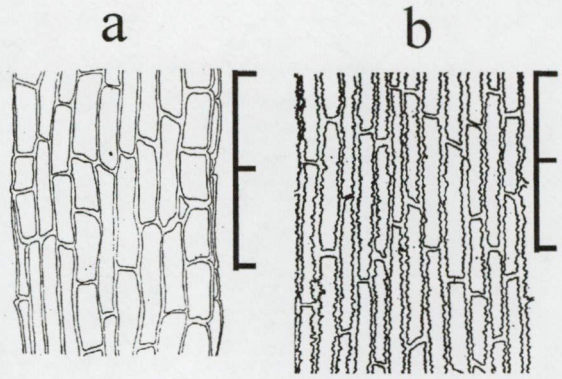
A *gyökerek* simák, azokon szalagszerű gyökérszőrök vannak (2.7.31c. ábra). A bőrszövetsejtek sötétbarnák, többé-kevésbé egyenletesen vastagodottak (nem gödörkésen vagy U alakban vastagodottak). A transzverzális falak többé-kevésbé merőlegesek, nem vastagabbak a hosszantiaknál. A gyökér belsejében létrásan vastagodott falú tracheidák kötegei vannak.

74. *Equisetum fluviatile* L. – Iszapzsurló

75. *Equisetum palustre* L. – Mocsári zsurló

A tőzegben nagyon gyakori, mint a fő tőzégképző faj kísérője. Maradványai közül a tőzegben a gyökerek és a gyöktörzs epidermisze fordul elő.

A gyökerek simák vagy enyhén hullámosak, gyökérszőrökkel, vagy gyakrabban azok nélkül. A gyökérszőrök sejtfala a tövüknél jelentősen vastagabb, mint a többi részen. A gyökerek általában barna, néha sötétbarna színűek. A bőrszövetsejtek nagyok (20-30 x 10-20 μm), erős, egyenletesen vastagodott sejtfallal, élesen elkülönülő sejtekkel. A sejtek közötti transzverzális falak szinte mindig a hosszantiakra merőlegesen helyezkednek el (2.7.31e. és 32a. ábra).

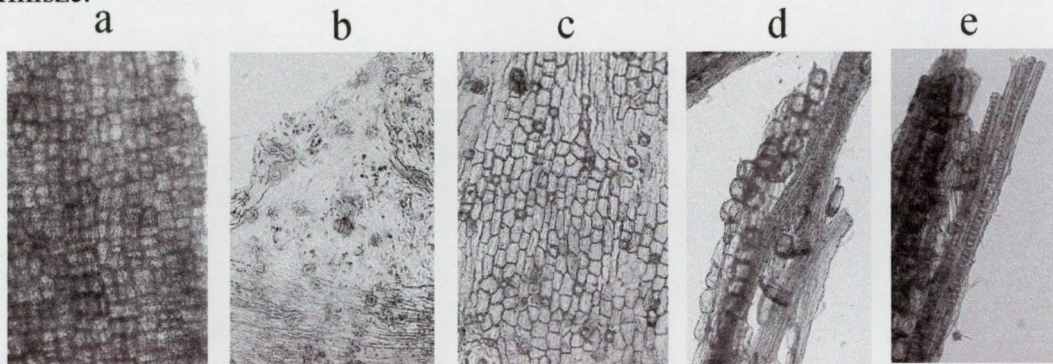


2.7.32. ábra. *Equisetum fluviatile* a. elsődrendű gyökér, b. rizóma epidermisz

A gyöktörzs szövetei közül a tőzegben csak az epidermisz marad meg. A sejtek barnák (világosak vagy egészen sötétek), sejtfaluk hullámos, gyakran látható az elsődleges sejtfal. A transzverzális falak általában merőlegesen helyezkednek el a hosszantiakra (2.7.32b. ábra).

76. *Betula* spp. – Nyír fajok

Savanyú tőzegeből kerülnek elő maradványai. Magja és murvapikkelyei alapján faji szinten határozhatók a nyírek, de a lágokon sokszor nem jutnak el termős állapotig, ezért jó ha szövettani bélyegek alapján is azonosítani tudjuk a tőzegeből. A fajok szövettani alapon való elkülönítése további vizsgálatokat igényelne. A tőzegeből előkerülhet levelének és gyökerének epidermisze.



2.7.33. ábra. a-b. *Betula* spp. a. gyökér kérge, b. levél epidermisz, c-e. *Salix cinerea* c. gyökér kérge, d. gyökér parenchimasejtjei, e. szállítóelemek a gyökérben.

Levelének epidermisze átlátszó hártya formájában fordul elő. Ezen hosszabb és rövidebb sejtekből álló területek helyezkednek el hálózatosan (levélerek). A hosszabb sejtű régiók kidudorodnak az epidermisz felületéből. A hosszabb sejtek között feltűnő besüllyedt gázcserenyílások láthatók. A sztómát 6-8 sejt veszi körül, amelyek sztóma felőli szélei jelentősen megvastagodottak. Az epidermiszsejtek a gázcserenyílások környékén megnyúltak (32b. ábra). A rövid sejtű régiókban nem besüllyedt gázcserenyílások vannak, de ezek kevésbé feltűnőek, és csak erősebb nagyításnál láthatók (2.7.33b. ábra).

A gyökerek kérge nagyon vastag falú sejtekből áll. A sejtek vörösesbarnák, négyzetesek vagy téglalap alakúak, de akkor fele akkorák, mint a négyzetes sejtek. A sejtfalak egyenesek, határozott sejt sorok nem figyelhetők meg (2.7.33a. ábra).

77. **Salix cinerea** L. – Hamvas fűz

Tőzegben levele, gyökere és famaradványai egyaránt előfordulnak. Felismerhetők továbbá a gyökerei bunkó alakú mikodomáciumairól is. Levelének szövetei könnyen lebomlanak, az epidermisz nem ellenálló. Szövettani bélyegek alapján a tőzegből gyökerének szállítóelemeit és bőrszövetét határozhatjuk meg.

Gyökerének parenchimasejtjei és a hozzá kapcsolódó szállítóelemek nagyon jellegzetesek. A parenchimasejtek nagyok, felfújtak, hordó alakúak. Színük vörösesbarna. Könnyen szétválnak, lazán állnak. Mindig a szállítóelemekhez kapcsolódnak. A rostok nagyon vastag falúak, hosszúak. Jellegzetesen létrásan vastagodottak, vörösesbarna színűek (2.7.33d-e. ábra).

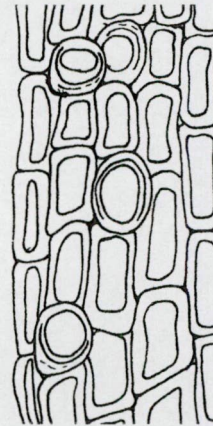
Gyökerének bőrszövete egysejtrétegű átlátszó hártya formájában marad meg. Öt- vagy hatszögletű sejtekből áll. A sejtek kissé megnyúltak (2:1). A sejtek között kicsi kerek sejtek is vannak. Néha megfigyelhetjük, hogy a kerek sejtekbe micéliumok nőnek be. A szövet felépítése nagyon hasonló a *Nuphar lutea* levélnyel epidermiszére, de annak sejtjei hosszabbak, és a sejtek rosszul különülnek el. A *Nuphar* levelének epidermisze sokkal rövidebb sejtekből áll, de a *Salix* sejtjei mindig sorokban helyezkednek el, míg a *Nuphar*-nál izodiametrikusak, és nincsenek sorok (2.7.33c. ábra). Ez alatt vastag falú, barnás sejtek vannak, amelyek könnyen leválnak. Alakjuk hatszögletű.

78. **Vaccinium oxycoccus** L. – Tőzegáfonya

79. **Vaccinium uliginosum** L. – Hamvas áfonya

Savanyú, *Sphagnum*-tőzegből kerülhetnek elő maradványai. Az áfonya fajok gyökerének bőrszövete tőzegből könnyen felismerhető, de faj szintű elkülönítésük további vizsgálatokat igényelne. Föld feletti szerveiket sem vizsgáltuk.

A *gyökereik* simák, vörösesbarna színűek, gyökérszőrök nincsenek. A sejtek általában megnyúltak (2-3:1), néha az elsőrendű gyökereken rövidek (1:1), vastag falúak. A bőrszöveten gyakran találkozhatunk kerek sejtekkel (2.7.34. ábra). Nagyon hasonlít az *Andromeda* gyökerére, de annak sejtfalai vastagabbak, annyira, hogy a sejtumen teljesen lekerekített. Másrészt az *Andromeda*-nál nincsenek kerek sejtek, és az elsődleges sejtfalak feltűnőek.



2.7.34. ábra. *Vaccinium uliginosum* gyökér bőrszövete

80. **Andromeda polifolia** L. – Tőzegrozsmaring

Savanyú, *Sphagnum*-tőzegből kerülhetnek elő maradványai. Föld feletti szerveiket nem vizsgáltuk.

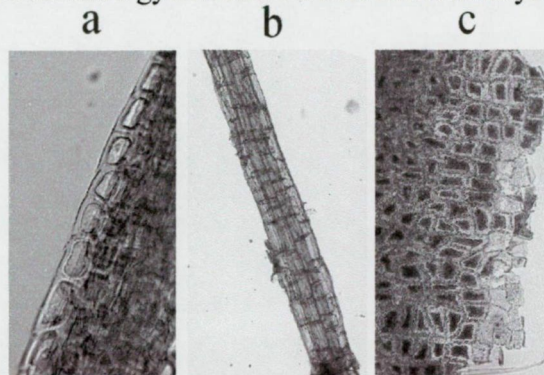
A *gyökereik* simák, vörösesbarna színűek, gyökérszőrök nincsenek. Minden bőrszövetsejt négyzetes. A sejtfalak nagyon vastagok, annyira, hogy a sejtumen teljesen lekerekített. A sejtek az elsőrendű gyökereken rövidebbek (1-1), a felsőbbrendűeken hosszabbak (3-4:1). Az elsődleges sejtfal feltűnő (2.7.35a. ábra).

81. **Empetrum nigrum** L.- Mámorka

Savanyú, *Sphagnum*-tőzegből kerülhetnek elő maradványai. Föld feletti szerveiket sem vizsgáltam.

A *gyökereik* simák, vörösesbarna színűek, gyökérszőrök nincsenek. A gyökér két jól

elkülönülő rétegből áll. A külső réteg halvány barnás színű, nagy, áttetsző sejtekből áll. A belső réteg a vörösesbarna, sötét központi henger. Az elsőrendű gyökereken a bőrszövetsejtek nagyok, rövidek (1-3:1), vékony falúak. A harmad- és negyedrendű gyökereken a sejtek megnyúltak (3:1) és a transzverzális falak vastagodottak, vagy rövidek (1:1) és minden sejt faluk vastag. A gyökér nagyon hasonlít a *Schoenus* fajokéra, de a központi henger kitölti a gyökér 70-90 %-át. A felsőbbrendű gyökerekről a bőrszövet könnyen leválik (2.7.35b. ábra).



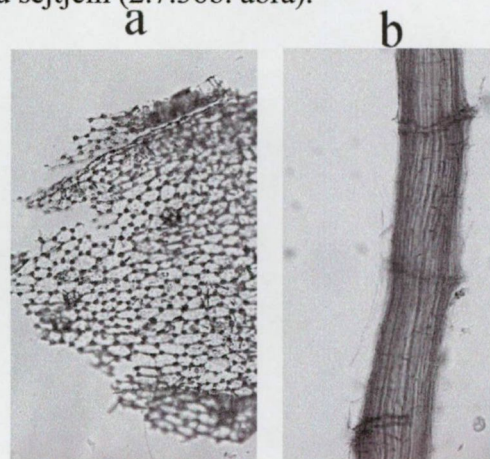
2.7.35. ábra. a. *Andromeda polifolia* elsőrendű gyökér, b. *Empetrum nigrum* elsőrendű gyökér, c. *Picea abies* gyökér kérge

82. *Sphagnum* spp. – Tőzegmoha fajok

A savanyú, *Sphagnum*-tőzegen legtömesebb tőzegrész alkotói a különböző *Sphagnum* fajok levelei. A *Sphagnum*-ok leveleit tőzegről JANSSENS (1987) határozója segítségével határozhatjuk. A leveleken kívül megtalálhatók a szárak és a spóratartó tok maradványai.

A *szárak* a tőzegben könnyen elbomlanak, fiatal tőzegben azonban tömegesek lehetnek. Hosszú, nagyon keskeny, vastag falú sejtekből állnak. Sokszor barnásak. A henger alakú szárakon a levált szárlevelek eredési helyei keresztirányú vonal formájában megmaradnak. A külső, nagy sejtekből álló kéregrészt a tőzegben nagyon hamar elbomlik, leválik, bár a belső sejt fal néha rajta marad a központi tengely vastag falú sejtjein (2.7.36b. ábra).

A *spóratartó tok* (kapszula) néha egészben, de gyakrabban csak töredékesen marad meg. Gyakran megfigyelhető a tok kerek fedője. A tok szövetének felépítése speciális. A sejtek nagyon szabályos hatszög alakúak, és nagyon erősen sarkosan vastagodottak (2.7.36a. ábra). A sejt falak feketés színűek. A tok töve felé speciális felépítésű gázcsere nyílások vannak, hiányzik a légrés (pszeudosztóma). Gyakran megfigyelhetünk a szövethez tapadt spórákat, Y alakú csíranyílással.



2.7.36. ábra. *Sphagnum* spp. a. spóratartó tok sejtjei, b. fosszilis szár

83. *Bryopsida* – Lombosmohák

A barnamohás tőzegen főbb tőzegrész alkotói a lombosmohák, de szinte minden üledékben találhatunk mohamaradványokat, mert elég ellenállóak. A kevésbé bomlott maradványok akár faji szinten azonosíthatók a recens fajokra írt határozók segítségével. Legtöbbször a *Bryaceae* és *Amlystegiaceae* családok fajai kerülnek elő.

A *szárak* hasonlóak a *Sphagnum*-ok szárához az üledékben, de vékonyabbak és a levelek

radiálisan kiálló kis csapocskák formájában maradnak meg.

84. *Polytrichum strictum* BRID. – Fehérfilces szőrmoha

Sphagnum tőzegtől gyakran előkerül. A levél lemeze gyakran elbomlik, és csak *a levél töve* marad meg narancssárga sejtsomó formájában. Ez két megnyúlt elliptikus részből áll (a levéltő levélér melletti két oldala). A sejtek megnyúltak (5-10:1), vastag falúak.

2.7.5. Paleobryológiai analízis

A mohák gyakori makrofossziliák negyedidőszaki üledékekben. Leggyakrabban a lombosmohák (*Musci*) gametofitonjai kerülnek elő. A májmohák (*Hepaticae*) és Anthocerosz-félék (*Anthocerotae*) nagyon ritkák, valamint a sporofita is ritkán kerül elő az üledékből. A *Sphagnum*-spórák kivételével a mohaspórákat kevéssé ismerik a palinológusok, de a makrofossziliákat gyakran megemlítik. Néhány lombosmoha, különösen a *Sphagnum*-ok akár tőzegképzők is lehetnek. Tavi és folyóvízi üledékekből gyakran előkerülnek vízi mohák maradványai, de akár szárazföldi fajok is bemosódhatnak (BIRKS 1982, DICKSON 1986, JANSSENS 1983, 1987, 1990, MILLER 1983). Lápokra elsősorban autohton, tavakra pedig allohtonok maradványok jellemzőek (MILLER 1983).

A levelek mikroszkópos bélyegei, mint amilyenek a saroksejtek, a sejtek alakja, a sejtfalak vastagodásai, a levélszél és levélér alakja lehetővé teszik legtöbb esetben a maradvány faj szintű azonosítását, mivel a pleisztocén és holocén időszak fajai egy-két kivétellel jelenleg is élő taxonok. A határozáshoz használhatjuk a recens fajokra írt határozókat (pl.: ORBÁN-VAJDA 1983, DANIELS - EDDY 1985, FREY et al. 1995, HEDENÄS 1993, SMITH 1978). Mivel azonban ezen határozókulcsok gyakran a növények különböző részeinek jellegzetességeire illetve a növények habitusára építenek (pl.: *Sphagnum* szár- és áglevelek alakja, az ágak állása) nagy nehézségekbe ütközhet egy-egy töredék meghatározása.

Ezért fosszilis anyagra külön határozó is született (JANSSENS 1987). JANSSENS (1987) határozóját a Függelékben kisebb módosításokkal közöljük. Feltétlenül szükséges továbbá a várható taxonok pontos ismerete és recens összehasonlító anyag a határozásokhoz. Fontos hogy megjelöljük határozásunk bizonytalanságát is (pl.: *Warnstorfia fluitans/exannulata*, *Sphagnum cf. fallax*, *Sphagnum sec. Cuspidata*), ugyanis sok esetben, ha a maradvány kevés és töredékes a határozás bizonytalan.

A felhalmozódási környezet okozta információvesztés vizsgálata (tafonómia) a paleobryológia területén ezidáig kevés eredményt mutatott fel. A kezdeti néhány vizsgálat (CLYMO 1965, DICKINSON - MAGGS 1974) arra hívja fel a figyelmet, hogy a *Sphagnum*-ok kiváló felhalmozódási tulajdonságaik és kémiai ellenállóságuk miatt a mintákban túltreprezentáltak. Az egyes *Sphagnum*-fajok közt is lehetnek különbségek. Ennek ellenére mégis úgy tűnik, hogy tafonómiai szempontból a mohák az egyik legoptimálisabb csoport.

A lápok fejlődéstörténeti rekonstrukciója során a mohákat a többi vizsgálható csoport közül kiemeli az a tulajdonságuk, hogy önmagukban is elégségesek a főbb láptípusok meghatározásához (SLACK 1994). Az 2.7.2. táblázat néhány elterjedtebb láptípus indikátorfajait mutatja be három különböző szerzőtől recens vizsgálatok alapján. Ez az áttekintés a boreális lápok egy viszonylag általános felosztását tartalmazza. Hazánkban recensén ezek közül csupán néhány fordul elő. Ezeknek elfogadott magyar nevük nincsen, így az angol elnevezéseket tüntettem fel. Fontos azonban ezen láptípusok ismerete, hiszen a hidroszeriesz fontosabb állomásait jelenthetik.

A láp fejlődése során ezen típusok többjén is átmehet. Ezen változások az abiotikus tényezők változását is jelentik, melyre a mohaflóra néhány tagja igen érzékenyen reagál, mivel az edényes növényekkel szemben nem rendelkeznek mélyre hatoló gyökérrzel. Egyéb drasztikus külső hatásoknak (pl.: antropogén beavatkozás) is lehetnek jó indikátorai (KUHRÝ 1994). A 2.7.3. táblázat néhány példát hoz ezen taxonokra.

2.7.2. táblázat

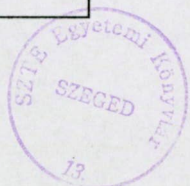
Néhány láptípus indikátorfajai

Láptípus	Mohataxon	Szerző	
tőzegmohás lápok	"Widespread Poor Fens"	<i>Sphagnum riparium</i> >1% de < 15%, <i>Mylia anomala</i> >1%, <i>Sphagnum fuscum</i> < 20%	GIGNAC et al. (1998)
		<i>Dicranum undulatum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>S. fallax</i> , <i>S. fuscum</i> , <i>S. magellanicum</i> , <i>S. subsecundum</i> , <i>Warnstorfia exannulata</i> *	VITT - CHEE 1990 *- semlyék faj
		<i>Dicranum flagellare</i> , <i>D. scoparium</i> , <i>Pohlia sphagnicola</i> , <i>Polytrichum strictum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>S. cuspidatum</i> , <i>S. fallax</i> , <i>S. fuscum</i> , <i>S. magellanicum</i> , <i>S. palustre</i> , <i>S. papillosum</i> , <i>S. rubellum</i> , <i>S. subfulvum</i> , <i>Calypogeia sphagnicola</i> , <i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Plagiothecium laetum</i>	SLACK (1994)
	"Peat Plateaus with Thermokarst Pools"	<i>Sphagnum riparium</i> >15%, <i>Warnstorfia fluitans</i> >0	GIGNAC et al. (1998)
	"Low Boreal Bogs"	<i>Sphagnum magellanicum</i> >20%, <i>S. angustifolium</i> >20%	GIGNAC et al. (1998)
		<i>Pohlia sphagnicola</i> , <i>Polytrichum strictum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>S. capillaceum</i> , <i>S. magellanicum</i> , <i>S. papillosum</i> , <i>S. fuscum</i>	SLACK (1994)
	"Bogs and Peat Plateaus With Thermokarst Pools"	<i>Mylia anomala</i> >1% <i>Sphagnum fuscum</i> >20%	GIGNAC et al. (1998)
	"Low Boreal Dry Poor Fens"	<i>Pleurozium schreberi</i> >10% <i>Hylocomium splendens</i> >5% <i>Sphagnum fuscum</i> < 15%	GIGNAC et al. (1998)
barnamohás lápok	"Widespread Moderate-Rich Fens"	<i>Brachythecium mildeanum</i> >0.5%, <i>Hamatocaulis vernicosus</i> >1%, <i>Hypnum pratense</i> >0.5%, <i>Drepanocladus sendtneri</i> >0%, <i>Drepanocladus polycarpus</i> >0%, <i>Tomenthypnum nitens</i> >2%, <i>Scorpidium scorpioides</i> =0, <i>Hylocomium splendens</i> <5%	GIGNAC et al. (1998)
		<i>Amblystegium serpens</i> ** , <i>Brachythecium mildeanum</i> ** , <i>Calliergonella cuspidata</i> ** , <i>Calliergon giganteum</i> ** , <i>Drepanocladus aduncus</i> ** , <i>Drepanocladus polycarpus</i> ** , <i>Helodium blandowii</i> ** , <i>Hypnum pratense</i> ** , <i>Plagiomnium ellipticum</i> ** , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Bryum pseudotriquetrum</i> , <i>Drepanocladus sendtneri</i> , <i>Hamatocaulis vernicosus</i> , <i>Sphagnum squarrosum</i> , <i>Sphagnum warnstorffii</i>	VITT - CHEE 1990 **-eutróf jellegű
		<i>Campylium polygamum</i> , <i>Cinclidium stygium</i> , <i>Hypnum lindbergii</i> , <i>Paludella squarrosa</i> , <i>Plagiomnium ellipticum</i> , <i>Sphagnum warnstorffii</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i> , <i>Plagiochila porelloides</i> , <i>Helodium blandowii</i>	SLACK (1994)
	"Widespread Extreme Rich Fens"	<i>Scorpidium scorpioides</i> >0%, <i>Tomenthypnum nitens</i> >10%	GIGNAC et al. (1998)
	<i>Aneura pinguis</i> , <i>Calliergon trifarium</i> , <i>Campylium stellatum</i> , <i>Scorpidium revolvens</i> , <i>Scorpidium scorpioides</i> , <i>Meesia triquetra</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i>	VITT - CHEE 1990	

2.7.3. táblázat

Hirtelen változásokat jelző taxonok lápi üledékekben

Mohataxon	Indikált környezeti változás	Szerző
<i>Meesia triquetra</i>	Összehúzódó vízfelület esetén megjelenik.	JANSSENS 1983b
<i>Warnstorfia fluitans</i> <i>W. exannulata</i>	Kiterjedő vízfelület hatására megjelenik.	JANSSENS 1983a
<i>Aulacomnium palustre</i>	A kiterjedő vízfelület hatására eltűnik.	RYBNÍČEK 1973
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	Oligotrofizálódás esetén eltűnik.	RYBNÍČEK 1973
<i>Pohlia mutans</i> <i>Ceratodon purpureus</i>	A láp felülete megég.	KUHRY 1994



3. Eredmények

3.1. Császártöltés: Vörös-mocsár és Hajósi-kaszálók

A vizsgálati terület leírása

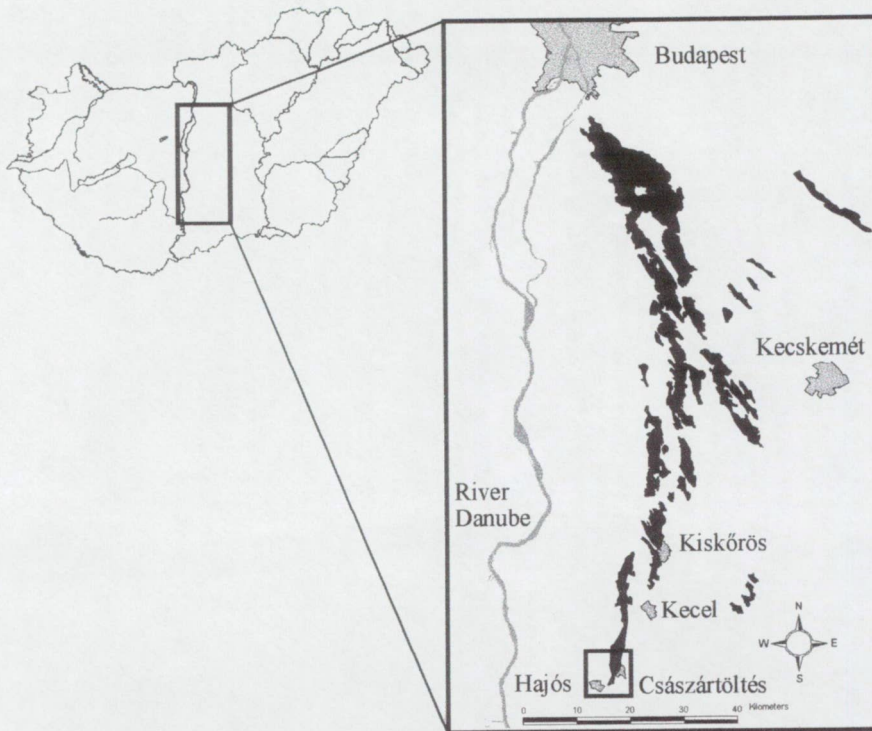
Kialakulás szempontjából az Alföld nyugati vége Magyarország egyik legspeciálisabb területe. A domborzati viszonyok és a folyóvíz hálózat drámai változásokon mentek keresztül a Késő-Glaciálisban. A Duna mellékfolyóival együtt a negyedidőszak elején Duna-Tisza közti hordalékkúpon keresztül folyt (MOLNÁR 1960, 1964, 1965, 1967, 1973), és fontos szerepe volt annak felépítésében. A Solt-Bajai síkság két késő-glaciális neotektonikus üledékgyűjtő medencéből áll (JASKÓ-KROLOPP 1991, SCHEUER et al. 1992). A terület a Würm glaciális során intenzív tektonikus süllyedésnek indult, ami miatt teljesen új folyóvíz hálózat alakult ki. A Solt-Bajai síkság árterületté alakult. A süllyedést a folyó hordaléklerakó tevékenysége idővel ellensúlyozta, elhagyott medrek egész sorozatát hagyva hátra a területen, melyek különböző mértékben feltöltődtek, és láposodásnak indultak (PÉCSI 1959).

A Duna-Tisza közti lápvonulat (Ócsa - Turján, Kecel - Órjeg, Császártöltés - Vörös-mocsár) hozzávetőlegesen észak-dél irányba fut a Duna egykori medreit követve (3.1.1. ábra). Ennek egyik legdélebbi része a Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók (46°23'40" N, 19°09'30" E). A lápok két, jelentősen különböző táj határán fekszenek. A Solti-síkság a Duna árterületéhez tartozik, és felületét különböző mértékben feltöltődött egykori Duna medrek hálózatak be. A Solti-síksághoz keletről a Duna-Tisza közti homokhátság csatlakozik. A felszíni homok alatt több méter vastag löszréteg helyezkedik el, ami a két táj határán egy mintegy 10 méter magas meredek löszfal formájában kerül a felszínre. A löszfal alján időszakos források erednek, és táplálják az alatta fekvő kiterjedt lapterületeket (MAROSI - SOMOGYI 1990).

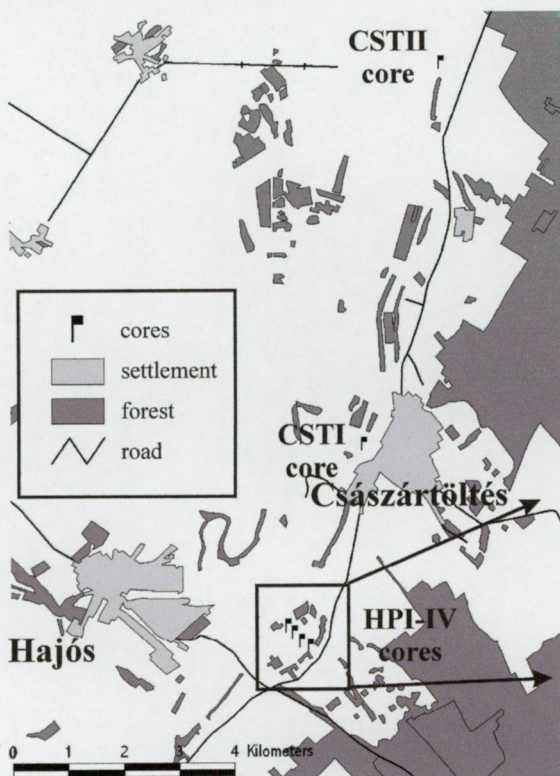
A Duna-Tisza köze a meleg mérsékelt övben (Köppen féle Cfa klímaövbén) helyezkedik el. A januári középhőmérséklet -2°C -nál magasabb, a tél hosszúsága mindössze 3 hónap. A terület klímája szemiárid, és szubmediterrán klímahatással jellemezhető. A csapadék éves mennyisége 500 és 600 mm közé esik (BORHIDI 1961, 1993a).

A Duna-Tisza közti homokhátság természetes vegetációját valamikor nyáras-borókás pusztai cserjések (*Junipero-Populetum*) alkották, egyéves (*Bromus squarrosus*, *Secale sylvestre*) és évelő (*Stipa borystenica*, *Festuca vaginata*) homokpuszta gyepek állományával mozaikolva (BORHIDI 2003, TÓTH 1979, 1996). A kedvezőbb vízellátottságú felszíneken kocsányos tölgyesek (*Iridi variegatae-Quercetum roboris*, *Polygonato latifolii-Quercetum roboris*) helyezkedtek el. Jelenleg a terület túlnyomó része kultúrtáj, szántóföldekkel és szőlőültetvényekkel, valamint a természetes vegetáció kisebb foltjaival.

A Solti-síkság kiterjedt láp- és árterület volt éger-köris láperdők (*Fraxino pannonicae-Alnetum*) kisebb-nagyobb foltjaival (BORHIDI 2003, TÓTH 1979, 1996, PÓCS 1991, RAKONCZAY 2001, SZUJKÓ-LACZA 1993). Az 1973-ban kezdődött vízrendezések elpusztították a lápok természetes vegetációját. A mesterséges Duna-völgyi főcsatorna ("Abzugskanal"), amit 1929-ben fejeztek be, kiszárította a lápokot. A vízszabályozásokat követően a tőzégbányászat formálta át a táj képét. A Vörös-mocsár túlnyomó része, az üledékgyűjtő medencében felhalmozódott üledékkel együtt a bányászat áldozatává vált. A természetes vegetációnak mindössze néhány foltja maradt fenn (BOROS 1936, MOLNÁR - BIRÓ 2001). Ilyen ritka kivétel a vizsgált régióban a Hajósi-kaszálók területe, ahol nem folyt tőzégbányászat.



3.1.1. ábra. Hajós (Hajósi-kaszálók) és Császártöltés (Vörös-mocsár) elhelyezkedése



3.1.2. ábra. A Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók térképe a fúrásponatok elhelyezkedésével

Csupán kevés információval rendelkezünk ezen lápok természetes vegetációjáról. MENYHÁRTH 1877-ben kiterjedt zombékos, *Carex elata* állományokról tudósít. Olyan fajokat említ Hajósról, mint *Stratiotes aloides*, *Ranunculus lingua*, *Caltha palustris*, *Nuphar luteum*, *Dianthus superbus*, *Hippuris vulgaris*, *Galium palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphoides peltata* stb.

A lápokat jelenleg másodlagos vegetáció borítja kiszáradó láprétekekkel, kaszálókcal, a tőzgebányák területén pedig nagy kiterjedésű nádasokkal. A *Solidago gigantea* inváziója komoly természetvédelmi probléma a területen.

Mintavétel

A fúrásponatok pozícióját a Vörös-mocsárban (Császártöltés község) és a Hajósi-kaszálókön (Hajósi pincék község) az 3.1.2. ábra mutatja. A Hajósi-kaszálókön a fúrásponatok egy transzekt mentén helyeztük el, hogy a lápi növényzet zonációja és a folyó- valamint forrásvizek hatásait is ki tudjuk mutatni. A HPI fúrás a meder legmélyebb pontján helyezkedett el. Ezen fúrás mag pollenanalitikai vizsgálata és radikarbon kormeghatározása is megtörtént. Kvartermalakológiai vizsgálatokhoz csak a CSTII és HPII fúrások tartalmaztak elégséges mennyiségű Mollusca maradványt. Makrofosszília vizsgálatot valamennyi fúráson végeztünk. A fúrás magok szedimentológiai leírását a 3.1.1. és 3.1.2. táblázatok mutatják.

Pollenelemzés

A szárazföldi vegetáció fejlődését a HPI fúráson végzett pollenelemzés alapján rekonstruáltuk. A pollenanalízis és az eredmények értékelése MAGYARI Enikő munkája. A pollenelemzés eredményeit a Függelék 5. ábra mutatja.

92-138 cm és 326-402 cm között a pollenkoncentráció az üledékben olyan alacsony volt, hogy az alkalmazott feltárás mellett nem tette lehetővé a minta értékelését. A pollenkoncentráció 156-250 cm között optimális volt.

328-402 cm között a pollenkoncentráció nagyon alacsony volt (6000-29000 pollen/cm³), csak a *Pinus sylvestris* pollenjeit lehetett megszámolni a mintában, ami szelektív fosszilizációra utal.

92-138 cm között a minta nagy mennyiségű 250 µm-nél kisebb szerves törmelékkel tartalmazott. A használt NaOCl kezelés sem tette lehetővé az anyag teljes eltávolítását. A megfelelő mennyiségű *Lycopodium* spóra minden egyes tárgylemezen arra utal, hogy a pollensterilitás lépett fel ebben a szintben is.

A pollenelemzés eredményeit a 3.1.3. táblázat mutatja.

A malakológiai elemzés

Csak a CSTII és HPII fúrás tartalmazott elégséges mennyiségű Mollusca maradványt a vizsgálatokhoz. A vizsgálatok eredményét a 3.1.4. és 3.1.5. táblázatok mutatják. A maradványok alacsony mennyisége a HPII fúrásban nem tette lehetővé diagram készítését. A CSTII fúrás eredményeit a Függelék 6. ábra mutatja.

A makrofosszília elemzés

A makrofosszília elemzés eredményeit a 3.1.3 - 3.1.8. ábrák mutatják. Az alacsonyabb koncentrációban jelentkező tőzegszövet alkotókat a makrofosszília diagramokon oszlop formában jelenítettük meg. A makrofosszília zónák leírását a 3.1.5. és 3.1.6. táblázatok tartalmazzák.

3.1.1. táblázat.

A Vörös-mocsárból kiemelt fúrásmagok szedimentológiai leírása (SÜMEGI Pál munkája)

fúrásmag	Mélység	Troel-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
CSTI.	0-50 cm	Th1Sh3	Feketésbarna színű, kotosodott lápföld
	50-200 cm	Th ₄ Phrag	Feketésbarna (170-180 cm sárgásbarna) színű nádtőzeg
	200-220 cm	Th ₃ As ₁	Sötétbarna színű, egyenletesen eloszlott agyagos kőzetliszt tartalmú tőzeg
	220-260 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	260-280 cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
	280-285 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	285-300 cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
	300-325 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	325-330 cm	Th ₃ As ₁	Jelentős agyagtartalmú sötétbarnaszínű tőzeg
	330-338 cm	Th ₁ As ₃	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
	338-343 cm	As ₂ Gs ₂	Fehéresszürke színű kőzetlisztes homok
	343-383 cm	Tb ₃ As ₁	Vörösarna színű, nem égett fadarabokat, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	383-420 cm	Gs ₁ As ₃	Fehéresszürke színű homokos kőzetlisztes
CSTII.	0-50 cm	Th1Sh3	Feketésbarna színű, kotosodott lápföld
	50-75 cm	As ₃ Th ₁ Tm ₃	Mollusca héjmaradványos, szerves törmelékes tavi üledék
	75-190 cm	Th ₃ As ₁	Jelentős agyagtartalmú sötétbarnaszínű tőzeg
	190-200 cm	As ₄	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt
	200-235 cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
	235-240 cm	Gs ₁ Th ₁ As ₂	Kőzetlisztben és szerves anyagban dús sávokat lencséként tartalmazó fehéresszürke színű kőzetlisztes homok
	240-280 cm	Gs ₂ As ₂	Fehéresszürke színű homokos kőzetlisztes

3.1.2. táblázat.

A Hajósi-kaszálókon kiemelt fúrásmagok szedimentológiai leírása (SÜMEGI Pál munkája)

fúrásmag	Mélység	Troel-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
HPI.	0-23 cm	Sh4	Feketésbarna színű, kotosodott lápföld
	23-170 cm	Th ₄ Phrag	Barnássárga színű nádtőzeg
	170-268 cm	Th ₃ As ₁	Barnásfekete színű, egyenletes eloszlású agyagos kőzetlisztet tartalmazó tőzeg
	268-293 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	293-295 cm	As ₂ Th ₁ Dg ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel és faszén darabokkal
	295-296 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	296-380cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
HPII.	0-20 cm	Sh4	Feketésbarna színű, kotosodott lápföld
	20-125 cm	Th ₄ Phrag	Barnássárga színű nádtőzeg
	125-150 cm	Th ₃ As ₁	Barnásfekete színű, egyenletes eloszlású agyagos kőzetlisztet tartalmazó tőzeg
	150-170 cm	As ₂ Th ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	170-190 cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
	190-220 cm	Gs ₃ As ₁	Fehéresszürke színű folyóvízi finomhomokos apróhomok kőzetliszt sávokkal
HPIII.	0-20 cm	Sh4	Feketésbarna színű, kotosodott lápföld
	20-165 cm	Th ₄ Phrag	Barnássárga színű nádtőzeg
	165-180 cm	Th ₃ As ₁	Barnásfekete színű, egyenletes eloszlású agyagos kőzetlisztet tartalmazó tőzeg
	180-190 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	190-280 cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészekkel
	280-290 cm	Gs ₁ As ₃	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt homoksávokkal

	290-300 cm	Gs ₂ As ₂	Fehéresszürke színű folyóvízi finomhomokos apróhomok kőzetliszt sávokkal
HPIV.	0-20 cm	Sh ₄	Feketésbarna színű, kotusodott lápföld
	20-140 cm	Th ₄ Phrag	Barnássárga színű nádtőzeg
	140-180 cm	Th ₃ As ₁	Barnásfekete színű, egyenletes eloszlású agyagos kőzetlisztet tartalmazó tőzeg
	180-220 cm	Th ₂ As ₂	Sötétbarna színű, agyagos kőzetliszt sávokat tartalmazó tőzegszint
	220-295 cm	Th ₄ Phrag	Barnássárga színű nádtőzeg
	295-300 cm	As ₃ Th ₁	Világos zöldesszürke színű agyagos kőzetliszt tőzegrészsávokkal

3.1.3. táblázat.

A Hajósi-kaszálók I. fúrás pollenanalitikai leírása (MAGYARI Enikő munkája alapján)

Helyi pollen zónák	Zóna leírás
HPIP-6. 20-92 cm Gyertyános-tölgyesek. Kiterjedt sztyepek.	A zónában a fontosabb fajok a <i>Quercus</i> , <i>Carpinus betulus</i> és az <i>Alnus cf. glutinosa</i> . Az arbor pollen 35-40%-ot tesz ki. Kevert tölgyesek és gyertyános tölgyesek jellemzők. Erős antropogén hatásra és kiterjedt erdős-sztyeppre következtethetünk a pollenkép alapján. A <i>Cyperaceae</i> pollenek gyakoriak.
HPIP-5. 92-138 cm	Pollensteril.
HPIP-4. 138-210 cm Gyertyános-tölgyesek és gyertyános bükkösök. A sztyepp területe növekszik!	Tölgy, gyertyán és bükk pollenek dominanciája jellemző erre a zónára, de a sztyepei elemek pollenaránya 75-80 %-ra nőtt. Feltételezhetően a bükkösök a Duna árterületén, míg a szántóföldek és kevert erdős-sztyepek a Duna-Tisza közti homokhátságon helyezkedtek el. A <i>Tilia</i> és <i>Ulmus</i> eltűnt a <i>Quercus</i> fokozatosan visszaszorult. A nagy számú gyomfaj (<i>Polygonum aviculare</i> , <i>Cerastium sp.</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Spergula sp.</i>) és a <i>Triticum</i> -type gabona pollen erős antropogén hatásra utal valamennyi mintában.
HPIP-3. 210-270 cm Kevert erdős-sztyepp <i>Pinus sylvestris</i> -el. <i>Artemisia</i> sztyepp.	A kevert erdős-sztyepp fajok pollenjei uralkodnak a zónában: <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Tilia platyphyllos</i> és <i>Tilia cordata</i> . 258 cm-ig a <i>Pinus sylvestris</i> fontos szerepet játszik a természetes vegetációban a <i>Salix</i> -al és a <i>Betula</i> -val együtt. A legfontosabb lágyszárú pollenek az <i>Artemisia</i> , <i>Aster</i> -type, <i>Poaceae</i> és <i>Umbelliferae</i> közül kerülnek ki. További fontos fajok a <i>Plantago major/media</i> , <i>Filipendula vulgaris</i> és <i>Pimpinella sp.</i> Az első antropogén hatás 238 cm-nél mutatható ki.
HPIP-2. 326-402 cm	Pollensteril.
HPIP-1. 402-412 cm Boreális erdő <i>Pinus sylvestris</i> -el és tundra vegetáció.	A fő faj ebben a zónában a <i>Pinus sylvestris</i> . Kis mennyiségben a <i>Pinus cembra</i> , <i>Pinus mugo</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Betula nana</i> , <i>Hyppophae rhamnoides</i> , <i>Alnus cf. glutinosa</i> és <i>Selaginella selaginoides</i> is előkerült. A kis mennyiségű lágyszárú pollen, különösen az <i>Artemisia</i> és a <i>Chenopodiaceae</i> érdekes jelenség. A pollenkoncentráció ebben a zónában nagyon alacsony, ami szelektív fosszilizációra, és feltételezhetően kiterjedt csupasz talajfelszínekre utal, kis kiterjedésű tundra foltokkal.

3.1.4. táblázat

A Hajósi-kaszálók II. fúrás malakológiai vizsgálatának eredményei (SÜMEGI PÁL munkája alapján)

Mollusca zóna	Zóna leírás
0-95 cm	Mollusca maradvány nincs.
HPMoII-3. 105-95 cm Sekély, eutróf víz.	A <i>Valvata cristata</i> héjak gyakoriak (több, mint 70 %). A vízi (<i>Pisidium spp.</i> , <i>Armiger crista</i>) és amphibikus (<i>Succinea oblonga</i> , <i>Oxyloma elegans</i>) elemek mennyisége legmagasabb ebben a zónában.
HPMoII-2. 130-105 cm Sekély, eutróf víz dús vizinövényzettel.	Néhány állóvízi környezetet kedvelő faj megjelenik ebben a zónában (<i>Planorbis corneus</i> , <i>Lymnaea palustris</i> , <i>Segmentina nitida</i>). Ez a paleoasszociáció sekély vízi környezet kialakulását jelzi, dús makrofita vegetációval.
200 - 130 cm	Mollusca maradvány nincs.
HPMoII-1. 200-220 cm Folyóvíz.	Néhány folyóvízi faj (<i>Valvata piscinalis</i> , <i>Lithoglyphus naticoides</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i>) kevés példánya jelentkezik ebben a zónában. Ez a szegényes malakofauna hasonló a CSTMoI-1 zónához, és folyóvízi állapotra utal.

3.1.5. táblázat

A császártöltési Vörös-mocsár II. fúrás malakológiai vizsgálatának eredményei (SÜMEGI PÁL munkája alapján)

Mollusca zóna	Zóna leírás
CSTMoII-4. 40-100 cm Száras lápfelszín.	A vízi fauna megváltozik. A <i>Valvata cristata</i> visszaszorul és a <i>Bithynia tentaculata</i> mennyisége megnő, ami a víz eutrofizálódására utal. A xerofil és mezofil elemek (<i>Pupilla muscorum</i> , <i>Vallonia costata</i> , <i>Helicopsis striata</i>) megjelennek a szárazföldi fajok között.
CSTMoII-3. 100-160 cm Sekély, eutróf víz úszó vízi növényzettel.	A <i>Valvata cristata</i> hájak gyakoriak (több, mint 50 %). A vízi (<i>Lymnaea palustris</i> , <i>Pisidium spp.</i> , <i>Segmentina nitida</i>), amphibikus (<i>Succinea oblonga</i> , <i>Oxyloma elegans</i> , <i>Carychium minimum</i>) és erősen hygrophil szárazföldi elemek (<i>Vertigo antivertigo</i> , <i>Vallonia emniensis</i>) aránya a legmagasabb ebben a zónában. A radiokarbon kormeghatározás alapján az első földművelő emberi populációk ebben az időszakban jelentek meg a területen. Feltételezhetően a nagy mennyiségű üledék és szárazföldi csigahéj a partról került a mederbe az emberi tevékenység következtében.
CSTMoII-2. 160-200 cm Mély, de ingadozó vízszintű állóvíz. Holtág csökkenő oxigénszinttel.	A folyóvízi elemek mennyisége lecsökken, majd eltűnnek. Az első szárazföldi elemek (<i>Succinea spp.</i> , <i>Vallonia spp.</i> , <i>Vertigo spp.</i>) ebben a zónában jelennek meg. A <i>Valvata cristata</i> - <i>Bithynia leachi</i> - <i>Bithynia tentaculata</i> paleoasszociáció alakult ki ebben a zónában. Különböző ökológiai igényű fajok (mély/sekély víz, nyílt/sűrű vízi vegetáció) jelennek meg hasonló mennyiségben. Ez a jelenség a Duna időszakos áradásaival magyarázható.
CSTMoII-1. 200-280 cm Folyóvíz.	A folyóvízi elemek mennyisége nagyon magas (<i>Valvata piscinalis</i> , <i>Lithoglyphus naticoides</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Planorbis cf. carinatus</i> , <i>Unio cf. crassus</i> , <i>Pisidium amnicum</i>). Ez az úgynevezett <i>Valvata piscinalis</i> - <i>Lithoglyphus naticoides</i> paleoasszociáció (Sümei 1996, Sümei - Krolopp 2001), ami hidegtűrő, a Pleisztocénben elterjedt fajokat (pl.: <i>Valvata pulchella</i> , <i>Bithynia leachi</i>) és melegkedvelő, a Holocénben elterjedt fajokat (pl.: <i>Lithoglyphus naticoides</i> , <i>Bithynia tentaculata</i>) egyaránt magába foglal. A meder a Duna egy fattyúága lehetett.

3.1.6. táblázat

A Hajósi-kaszálók I-IV fűrés makrofosszília leírása

fűrés	Zóna leírás	kimutatott növénytársulás
HPI	HPIM-6 (20-115cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> van még jelen. A vízszint valamivel magasabb.	<i>Caricetum elatae</i>
	HPIM-5 (115-140cm). A vízszint lecsökken ebben a zónában. Az üledék sok fát és pernyét tartalmaz. A semlyék társulások hiányoznak ebben a zónában.	<i>Caricetum elatae</i> <i>Calamagrostio-Salicetum cinereae</i>
	HPIM-4 (140-215cm). A <i>Carex elata</i> folyamatosan jelen van ebben a zónában. A <i>Cyperus fuscus</i> , <i>Chara</i> és az <i>Amblystegiaceae</i> mohák jól fejlett zombék-semlyék struktúrára utalnak. A vízszint viszonylag magasabb lehetett. <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> nagy mennyiségben jelenik meg.	<i>Caricetum elatae</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>
	HPIM-3 (215-275cm). A <i>Phragmites</i> a fő tőzegrészlet alkotó, együtt a <i>Typha</i> -val és <i>Thelypteris palustris</i> -al.	<i>Thelypteridi-Phragmitetum</i> <i>Thelypteridi-Typhetum</i>
	HPIM-2 (275-300cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A tőzegrészlet elkezdi. A <i>Carex elata</i> ebben a zónában jelenik meg. Az UOM nagy mennyisége erősebb humifikációra utal. A <i>Menyanthes trifoliata</i> előfordulása jellemző erre a zónára.	<i>Phragmitetum communis</i> <i>Menyanthetum</i>
	HPIM-1 (300-420 cm). A makrofosszília koncentráció nagyon alacsony ebben a zónában. A <i>Phragmites</i> és az <i>Equisetum cf. fluitans</i> a fő tőzegrészlet alkotók. Az üledékösszetétel alapján nyílt vízi élőhelyekre következtethetünk.	<i>Phragmitetum communis</i> <i>Equisetetum fluitantis</i> nyílt víz
HPII	HPIIM-5 (25-95 cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> van még jelen. A <i>Cyperus fuscus</i> eltűnik ebből a zónából, de a <i>Menyanthes trifoliata</i> előfordul.	<i>Caricetum elatae</i>
	HPIIM-4 (95-105 cm). A <i>Carex elata</i> lesz a fő tőzegrészlet alkotó. A vízszint valamivel magasabb ebben a zónában. A <i>Cyperus fuscus</i> , <i>Chara</i> és <i>Amblystegiaceae</i> mohák jól fejlett zombék-semlyék struktúrára és viszonylag magasabb vízszintre utalnak.	<i>Caricetum elatae</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i> <i>Nymphaetum albo-luteae</i>
	HPIIM-3 (105-130 cm). A <i>Phragmites</i> a fő tőzegrészlet alkotó, együtt a <i>Typha</i> -val és <i>Thelypteris palustris</i> -al.	<i>Thelypteridi-Phragmitetum</i> <i>Thelypteridi-Typhetum</i>
	HPIIM-2 (130-180 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A tőzegrészlet elkezdi. A <i>Carex elata</i> ebben a zónában jelenik meg. A <i>Phragmites</i> és az <i>Equisetum cf. fluitans</i> a fő tőzegrészlet alkotók. Nagy mennyiségű molluszkahéj jellemzi ezt a zónát.	<i>Phragmitetum communis</i> <i>Equisetetum fluitantis</i> oxigénben gazdag állóvíz
	HPIIM-1 (180-220 cm). A makrofosszília koncentráció nagyon alacsony ebben a zónában. A <i>Phragmites</i> és az <i>Equisetum cf. fluitans</i> az egyetlen tőzegrészlet alkotók. Az üledékösszetétel alapján folyóvízi vízi élőhelyekre következtethetünk.	áramló víz <i>Equisetetum fluitantis</i>
HPIII	HPIIIM-6 (25-70 cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> van még jelen. A <i>Carex elata</i> csökkenő mennyiségéből és a <i>Calamagrostis rizómák</i> jelenlétéből szárazabb lápfelszínre következtethetünk.	<i>Caricetum elatae</i>
	HPIIIM-5 (70-105 cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> van még jelen. A nagy mennyiségű famaradványból a fűzlápok terjedésére következtethetünk.	<i>Calamagrostio-Salicetum cinereae</i> <i>Caricetum elatae</i>
	HPIIIM-4 (105-130 cm). A <i>Carex elata</i> lesz a fő tőzegrészlet alkotó. A vízszint valamivel alacsonyabb ebben a zónában. A <i>Cyperus fuscus</i> eltűnik ebből a zónából.	<i>Caricetum elatae</i>
	HPIIIM-3 (130-170 cm). A <i>Carex elata</i> ebben a zónában jelenik meg. A <i>Cyperus fuscus</i> és <i>Amblystegiaceae</i> mohák jól fejlett zombék-semlyék struktúrára és viszonylag magasabb vízszintre utalnak.	<i>Caricetum elatae</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>

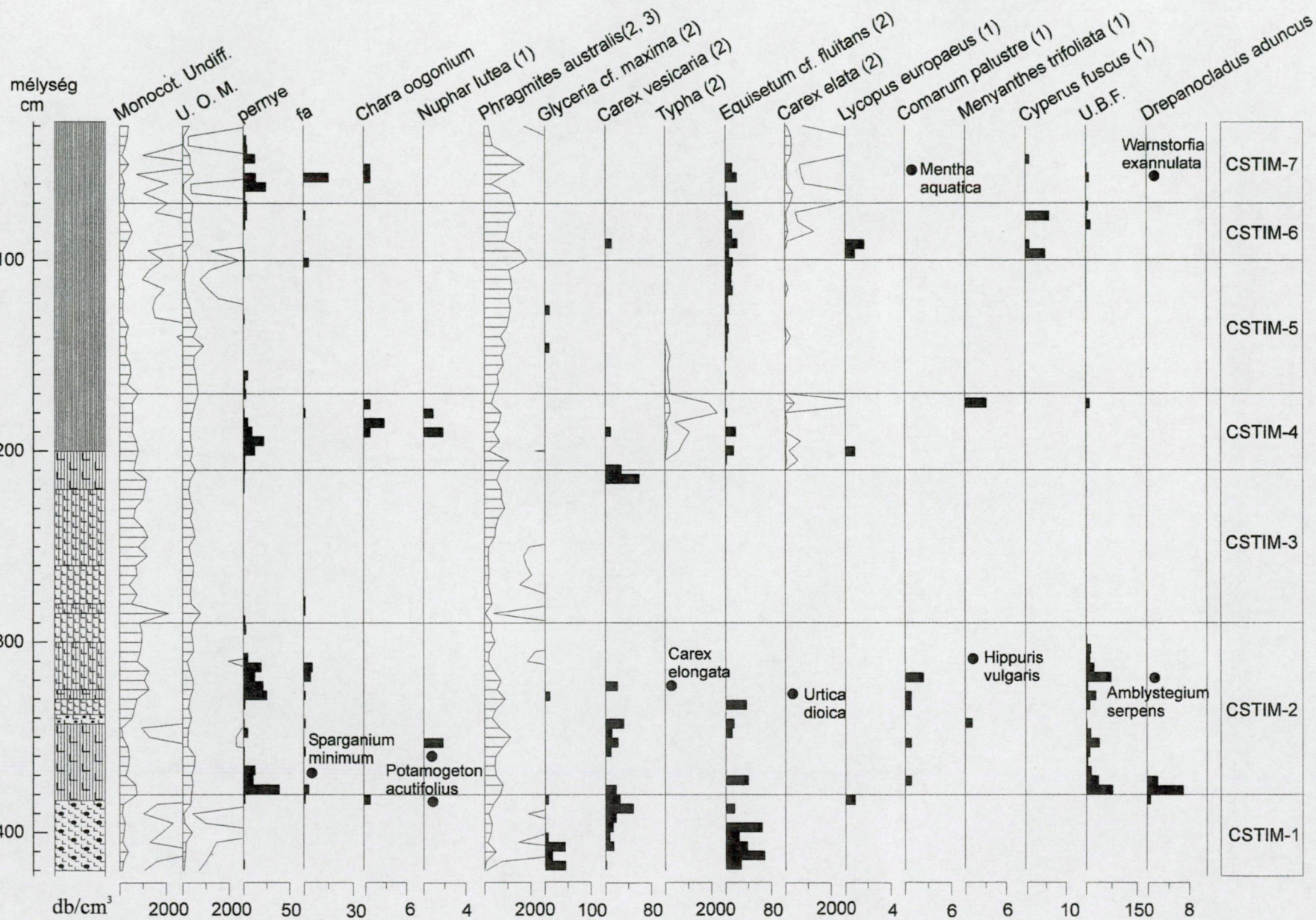
	HPIII-M-2 (170-190 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A tőzegképződés elkezdődik. A <i>Phragmites</i> a fő tőzegrészlet alkotó, együtt a <i>Typha</i> -val és <i>Thelypteris palustris</i> -al.	<i>Thelypteridi-Phragmitetum</i> <i>Thelypteridi-Typhetum</i>
	HPIII-M-1 (190-300 cm). A makrofosszília koncentráció nagyon alacsony ebben a zónában. A <i>Phragmites</i> és az <i>Equisetum cf. fluitans</i> az egyetlen tőzegrészlet alkotók.	<i>Phragmitetum communis</i> <i>Equisetetum fluitantis</i> állóvíz
HPIV	HPIV-M-6. (35-85 cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> és az <i>Equisetum fluitans</i> van még jelen. A <i>Cyperus fuscus</i> és <i>Amblystegiaceae</i> mohák jól fejlett zsombék-semlyék struktúrára és viszonylag magasabb vízszintre utalnak.	<i>Caricetum elatae</i> <i>Equisetetum fluitantis</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>
	HPIV-M-5. (120-85 cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> van még jelen. A <i>Cyperus fuscus</i> hiánya a semlyéktársulások eltűnésére és alacsonyabb vízszintre utal.	<i>Caricetum elatae</i>
	HPIV-M-4. (120-170 cm). <i>Carex elata</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Phragmites australis</i> van még jelen. A <i>Cyperus fuscus</i> , <i>Nuphar lutea</i> és <i>Amblystegiaceae</i> mohák jól fejlett zsombék-semlyék struktúrára és viszonylag magasabb vízszintre utalnak.	<i>Caricetum elatae</i> <i>Nymphaetum albo-luteae</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>
	HPIV-M-3. (170-225 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A tőzegképződés elkezdődik. A <i>Phragmites</i> a fő tőzegrészlet alkotó, együtt a <i>Typha</i> -val és <i>Thelypteris palustris</i> -al.	<i>Thelypteridi-Phragmitetum</i> <i>Thelypteridi-Typhetum</i>
	HPIV-M-2. (225-285 cm). A <i>Menyanthes trifoliata</i> a fő tőzegrészlet alkotó, ami mellett <i>Amblystegiaceae</i> mohákat találunk. A növénymaradványok alapján úgynevezett barnamohás láp alakult ki ebben a szintben.	<i>Menyanthetum</i> barnamohás láp
	HPIV-M-1. (285-300 cm). A makrofosszília koncentráció nagyon alacsony ebben a zónában. A <i>Hippuris</i> és <i>Myriophyllum</i> magjai nyílt vízi élőhelyre utalnak.	<i>Hippuridetum vulgaris</i> <i>Myriophylletum verticillati</i> állóvíz

3.1.7. táblázat

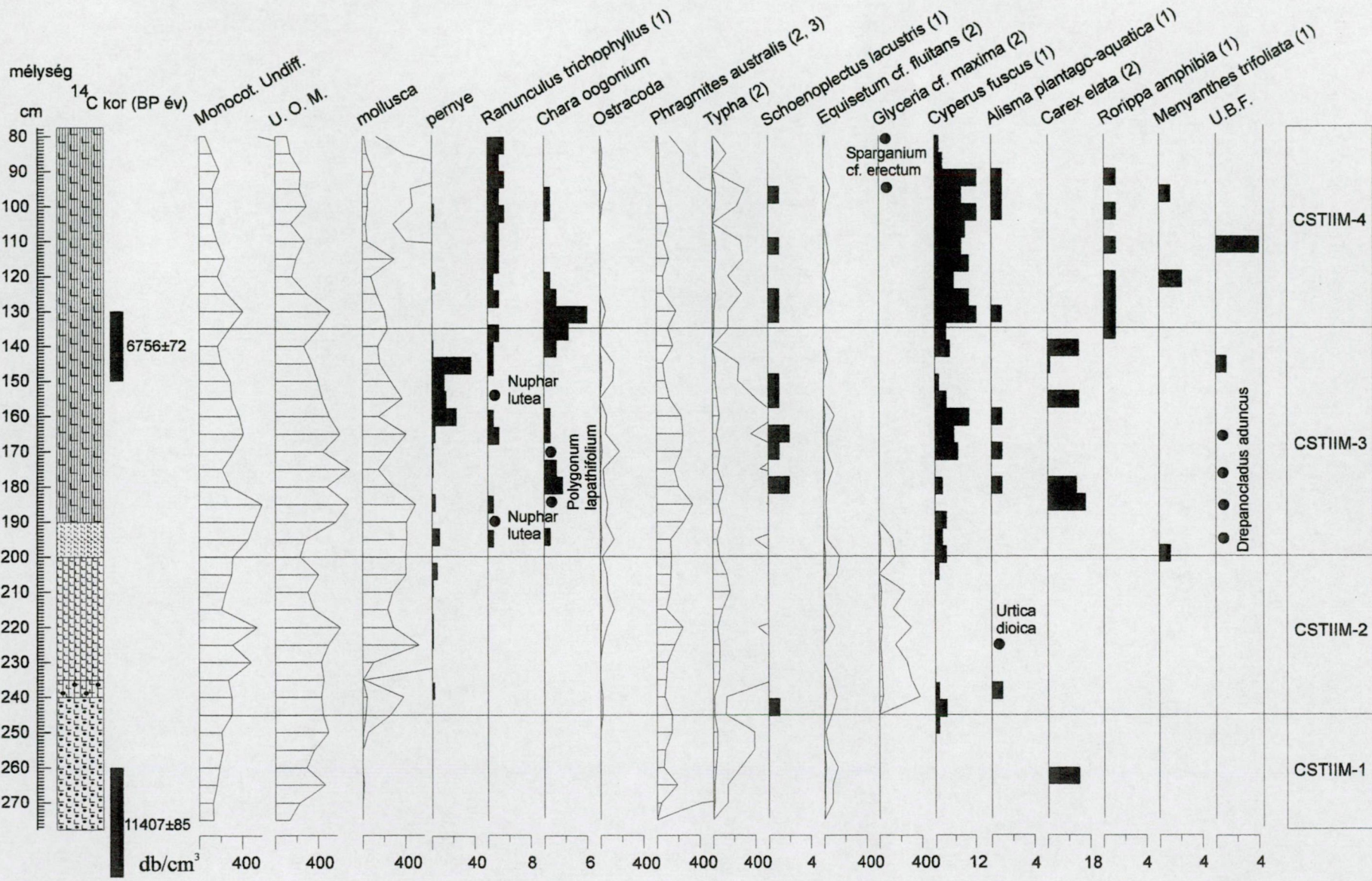
A császártöltési Vörös-mocsár I-II. fűrés makrofosszília leírása

fűrés	Zóna leírás	kimutatott növénytársulás
CSTI	CSTIM-7 (30-70 cm). A <i>Carex elata</i> és <i>Phragmites australis</i> a fő tőzegszövet alkotók. A vízszint valamivel alacsonyabb.	<i>Caricetum elatae</i>
	CSTIM-6 (70-100 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. <i>Phragmites</i> a fő tőzegszövet alkotó együtt a <i>Carex elata</i> -val és <i>Equisetum</i> -al. A pionír iszapvegetáció fajai jelen vannak ebben a zónában. A vízszint magasabb és ingadozik.	<i>Phragmitetum</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>
	CSTIM-5 (100-170 cm). A <i>Phragmites</i> a legfontosabb és szinte az egyetlen tőzegszövet alkotó.	<i>Phragmitetum</i>
	CSTIM-4 (170-210 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A <i>Typha</i> és <i>Phragmites</i> a fő tőzegszövet alkotók, ami mellett a <i>Carex elata</i> van még jelen. A tündérrózsa hínár fajai kerültek elő az üledékből A vízszint magasabb.	<i>Phragmitetum</i> <i>Nymphaeetum albo-luteae</i>
	CSTIM-3 (210-290 cm). A makrofosszília koncentráció alacsony ebben a zónában. A <i>Phragmites</i> az egyetlen tőzegszövet alkotó.	<i>Phragmitetum</i>
	CSTIM-2 (290-308 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A tőzegképződés elkezdődik. A <i>Phragmites</i> a fő tőzegszövet alkotó, ami mellett <i>Amblystegiaceae</i> mohák, <i>Comarum palustre</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Sparganium minimum</i> stb. van jelen.	<i>Menyanthetum</i> <i>Sparganio minimi</i> – <i>Utricularietum</i> barnamohás láp
	CSTIM-1 (308-420 cm). A makrofosszília koncentráció nagyon alacsony ebben a zónában. A <i>Phragmites</i> és az <i>Equisetum cf. fluitans</i> a fő tőzegszövet alkotók.	<i>Equisetetum fluitantis</i> áramló víz
CSTII	CSTIIM-4 (80-135 cm). A makrofosszília koncentráció alacsony. A <i>Typha</i> és <i>Phragmites</i> a fő tőzegszövet alkotók. A pionír iszapnövényzet és a boglárkahínár fajai fontosak ebben a zónában. A vízszint valamivel alacsonyabb és ingadozik.	<i>Phragmitetum</i> <i>Ranunculetum aquatilis</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>
	CSTIIM-3 (135-200 cm). A <i>Typha</i> és <i>Phragmites</i> a fő tőzegszövet alkotók és a <i>Carex elata</i> is jelen van. A tündérrózsa hínár és pionír iszapnövényzet fajai fontosak ebben a zónában. A vízszint magasabb.	<i>Phragmitetum</i> <i>Nymphaeetum albo-luteae</i> <i>Cypero-Juncetum bufonii</i>
	CSTIIM-2 (200-245 cm). A makrofosszília koncentráció magasabb. A <i>Typha</i> és <i>Phragmites</i> a fő tőzegszövet alkotók, ami mellett <i>Glyceria</i> figyelhető meg. A molluszka and <i>Ostracoda</i> maradványok gyakoriak.	<i>Phragmitetum</i> <i>Glycerietum</i> állóvíz
	CSTIIM-1 (245-275 cm). A makrofosszília koncentráció alacsony. A <i>Typha</i> , <i>Phragmites</i> és <i>Equisetum</i> a fő tőzegszövet alkotók.	áramló víz <i>Equisetetum fluitantis</i>

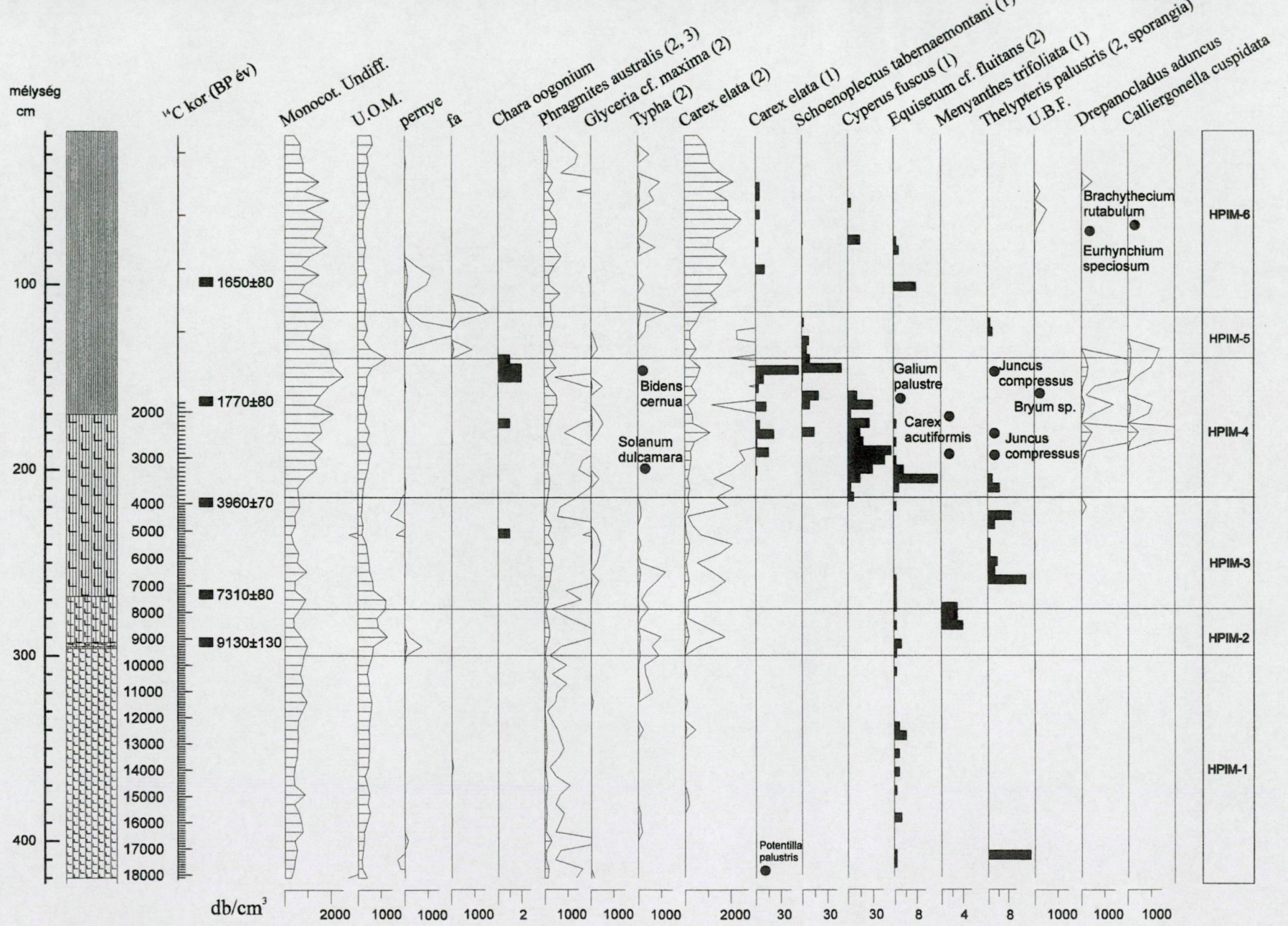
3.1.3. ábra. A CSTI fúrás makrofosszília diagramja (1: mag, 2, 3: lágy szövetek)



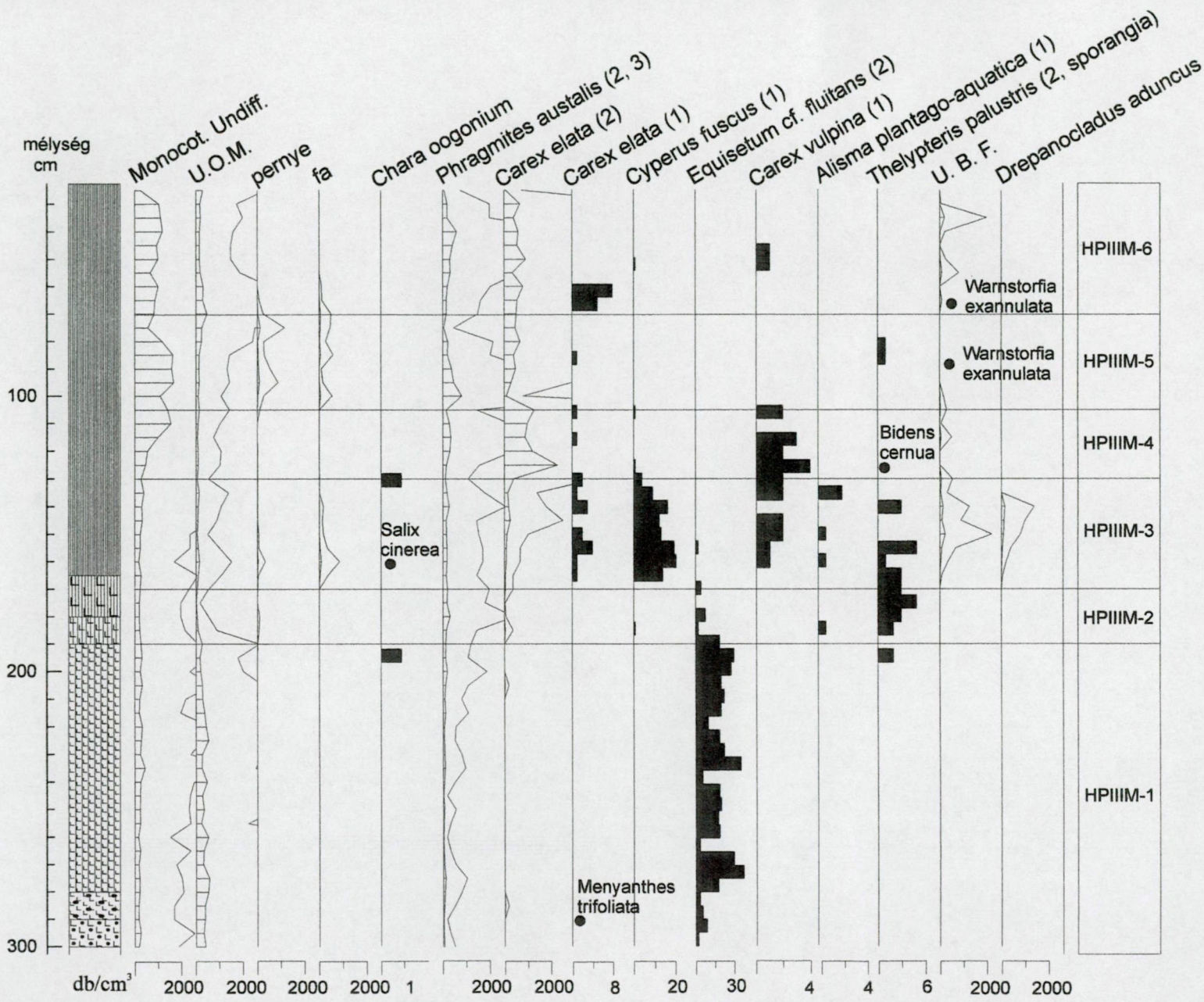
3.1.4. ábra. A CSTII fúrás makrofosszília diagramja (1: mag, 2, 3: lágy szövetek)

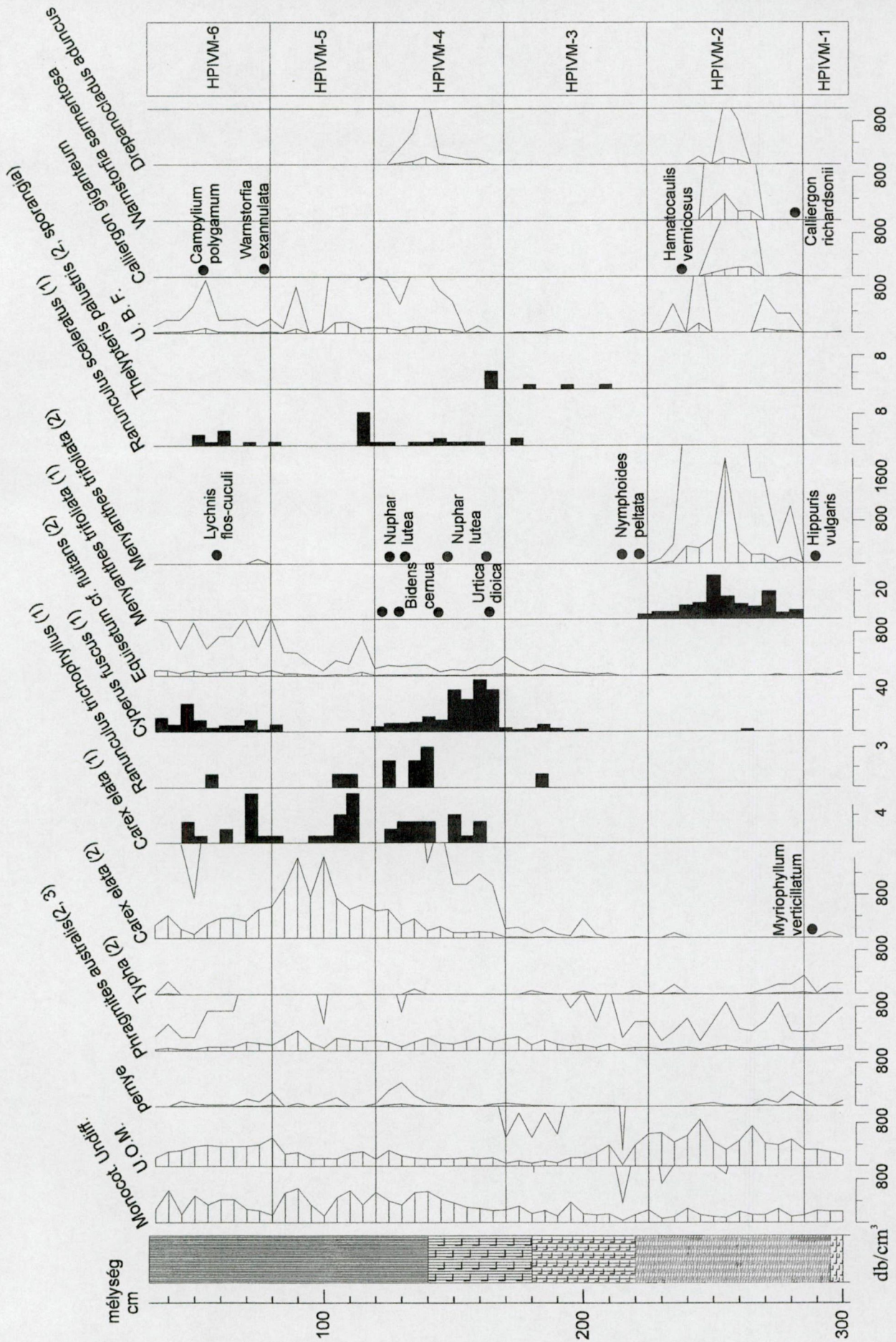


3.1.5. ábra. A HPI fúrás makrofosszília diagramja (1: mag, 2, 3: lágy szövetek)



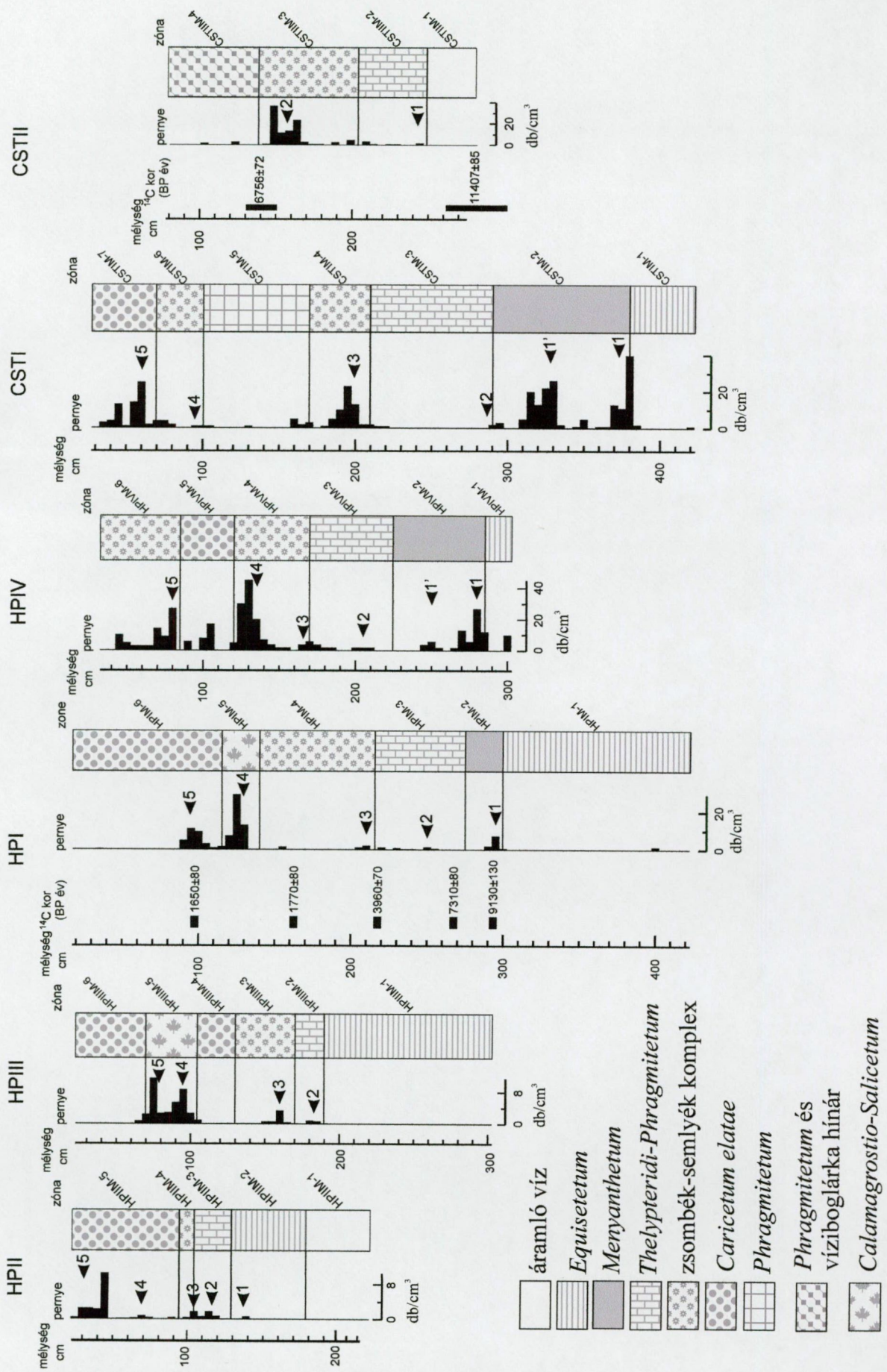
3.1.7. ábra. A HP1111 fúrás makrofosszília diagramja (1: mag, 2, 3: lágyszövetek)



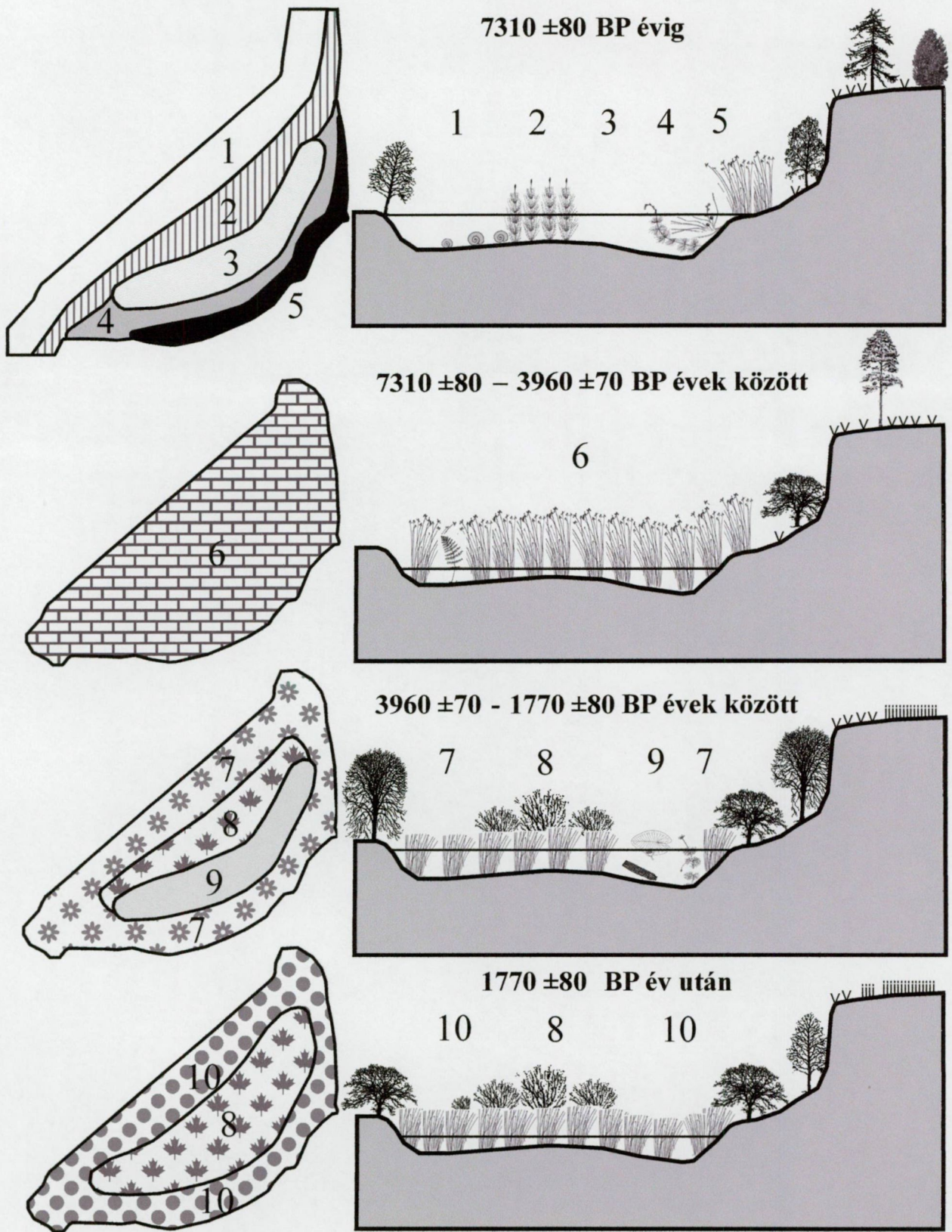


3.1.8. ábra. A HPIV fúrás makrofosszília diagramja (1: mag, 2, 3: lágy szövetek)





3.1.9. ábra. A makrofosszília diagramok korrelációja



3.1.10. ábra. A Hajósi-kaszálók vegetációs fejlődése. Vízi és lápi növénytársulások: 1. áramló víz, 2. *Equisetum*, 3. álló víz, 4. *Myriophyllum*, 5. *Menyanthes*, 6. *Thelypteris-Phragmites*, 7. zombék-semlyék komplex, 8. *Calamagrostis-Salix cinerea*, 9. *Nymphaeetum* és *Cypero-Juncetum*, 10. *Caricetum elatae*.

Az apró faszéndarabok (pernye, "macrocharcoal") feltételezhetően szárazföldi (allochton) elemek a makrofosszília vizsgálatokban. Méretük 300 µm felett van, legtöbbször 1-3 mm közé esik. A pernye csúcsok összehasonlításával (3.1.9. ábra) a következő megállapításokat tehetjük.

A pernye koncentrációja a területen nyugati irányban csökken (a homokhátságtól a Duna irányába). Ez a jelenség könnyen magyarázható a terület földrajzi adottságaival. A száraz homokhátság vegetációja könnyebben égett le, mint a nedves, mocsarakkal és vízfolyásokkal tarkított ártér. A szelek a pernyét a száraz homokhátságról fújták a Duna árterületére, így a lápokra is. A pernye mennyiségének a távolsággal való hirtelen csökkenése az ebbe a mérettartományba tartozó pernye rövid távú transzportját támasztja alá (TOLONEN 1986). A szállítás maximális távolsága néhány száz méter lehet.

Ugyanazon, radiokarbon mérésel is korrelált pernyecsúcs intenzitása a távolabbi fúrásoknál eltérő. Például az 1. csúcs a HPIV és a CSTI fúrásokban magasabb, mint a távolabbi CSTII fúrásban. De a 2. csúcs a CSTII fúrásban nagyobb, mint a HPIV vagy a CSTI fúrásban. Ez a jelenség szintén a pernye rövid távolságú transzportjával magyarázható. Feltételezhetően a tüzek intenzitása, és térbeli kiterjedése eltérő volt a különböző események során, ami miatt eltérő mennyiségű pernye került a láp egymástól távolabb eső pontjaira.

A pernyecsúcsok elhelyezkedése és a radiokarbon mérések alapján (3.1.9. ábra) kijelenthetjük, hogy a Vörös-mocsárban és a Hajósi-kaszálókban a fontosabb vegetációs változások hozzávetőlegesen egyszerre történtek. A helyi környezeti tényezők és a geomorfológiai adottságok azonban módosították a hidroszeriesz fő irányát. A következőkben a bemutatjuk hidroszeriesz általános menetét. A Hajósi-kaszálók vegetációjának fejlődését a 3.1.10. ábra is szemlélteti.

Folyóvízi fázis

A radiokarbon kormeghatározás és a paleoökológiai adatok alapján a feltöltődő meder a Pleisztocén/Holocén határán szakadt el a Duna vízrendszerétől, egy neotektonikus süllyedés során. Egy szokatlanul hosszú holtág jött létre, ami a Holocén során feldarabolódott. A mintegy 47 km hosszú lápvonulatot később bemosódott üledékgátak osztották rövidebb szakaszokra (DÖMSÖDI 1972). JASKÓ - KROLOPP (1991) és SCHEUER et al. (1992) intenzív neotektonikus süllyedést mutatott ki a közeli Paks-Sárközi süllyedék területéről. Kimutatták, hogy a Duna már a würm során (40.000 évet meghaladó radiokarbon kor) jelent meg a területen (SCHEUER et al. 1992). A süllyedés tovább folytatódott a Holocénben.

A fúrások feküsképződményét helyenként aprókavicsokat is tartalmazó, muszkovitban gazdag, finomhomokos apróhomok alkotta. A folyóvízi feküsképződmény, a durvább szemcseösszetételű, jelentős áramlási energia mellett felhalmozódott üledék kifejlődését követően ennek a hosszú, valószínűleg a dunai főmedertől egységesen levált holtágnak, vagy a főmedret a hosszan elnyúló, főmedret kísérő természetes parti gát miatt kialakult fattyúágnak az egyes részei eltérő módon fejlődtek. Az eltérő helyi üledékbehordódás, a feltöltődő mederbe kilépő, a magaspártok alján fakadó talajvíz források kémiai összetétele, a lokális talajvíz magassága és kémiai összetétele, a különböző geomorfológiai helyzet, valamint az eltérő abiotikus tényezők következtében különböző minőségű és mennyiségű növényzeti borítás alakult ki. Így a vizsgált dunai meder egyes szakaszain eltérő üledékes feltöltődés, eltérő növényzeti paleoasszociációk, azaz lokális környezeti hatásra eltérő abiotikus és biotikus sorozatok alakultak ki már a Holocén kezdetén.

A lápi szukcesszió első fázisa 7310 BP (8100 cal. BP) évig tartott, amikor folyóvízi és vízparti vegetáció, valamint barnamohás lápok jellemezték a területet. Habár a felszíni vizek hatása folyamatosan csökkent, az intenzív neotektonikus süllyedés miatt, 7310 BP (8100 cal. BP) évig biztosan kimutatható. A radiokarbon mérések szerint ezen fázis első része még késő-glaciális, a második fele azonban (9130 BP, 10300 cal. BP év után) kora-holocénnek tekinthető. Az első pernyecsúcs 9130 ± 130 ^{14}C BP évnél a Holocén kezdetét jelzi (3.1.9. ábra). Ez egybeesik a *Pinus sylvestris* pollen csökkenésével a pollendiagramon. A magasparton kifejlődött ritkás fenyves leégését feltételezhetjük a láp körüli területeken, amit a relatíve száraz telek és tavasz, valamint az azt követő meleg nyarak okozhattak. A mederben a vízszint magas volt, áramló és állóvízű részekkel egyaránt. A folyóvízben nem éltek makrofiták, de a víz oxigénben és tápanyagokban gazdag lehetett. Ezt támasztja alá a folyóvizet kedvelő molluszkák nagy száma is (*Valvata piscinalis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Lymnaea stagnalis*, *Planorbis* cf. *carinatus*, *Unio* cf. *crassus*, *Pisidium amnicum*).

A folyóvizet zsurlós mocsár (*Equisetum fluitantis*) szegélyezte. Ez a társulás előkerült szinte valamennyi fűrásból (HPMI-1, HPMII-2, HPMIII-1, CSTMI-1 és CSTMII-1 zónák).

A meder folyóvíztől elzárt öblözeteiben mélyebb, oxigénszegény vizű tavak alakultak ki makrofita vegetáció és molluszkafauna nélkül. Ezen tavak szegélyén gazdag makrofita vegetációt találunk, *Hippuridetum vulgaris* és *Myriophylletum verticillati* társulásokkal. Ezeket a társulásokat a HPIV fűrásban figyeltük meg (HPIV-1 zóna).

Ezen tavak partján megindult a tőzegképződés. Olyan eutróf tőzeglápi társulások ("rich fen") jelentek meg, mint a *Menyanthetum* vagy a *Sparganio minimi-Utricularietum*. Legfontosabb kimutatott virágos növények a *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Sparganium minimum*, *Phragmites australis* és *Carex vesicaria*. Ezen társulások nagyon gazdagok mohafajokban. Legfontosabb mohafajok a *Calliergon richardsonii*, *Warnstorfia sarmentosa*, *Calliergon giganteum*, *Drepanocladus aduncus*, *Pseudephemerum nitidum* és *Hamatocaulis vernicosus*. Ez az úgynevezett barnamohás láp ("brown moss carpet"), amit a magyarországi pleisztocén üledékekből gyakran leírtak (BOROS 1952), de a Kora-Holocénből eddig nem ismertük. Ez a mohaközösség nagyon hasonló ahhoz, amit a keleméri Nagy-Mohos lápról (MAGYARI et al. 1999, 2000, JUHÁSZ et al. 2003) és a Balatonból (JAKAB – SÜMEGI 2005) írtak le. Ez a közösség a HPI, HPII és CSTI fűrásokból került elő (HPMI-2, HPMIV-1 és CSTMI-2 zónák).

Ezen fázis első felében (402-412 cm) a pollenkoncentráció nagyon alacsony, ami szelektív fosszilizációra utal. Ezen zónában a legfontosabb fafaj a *Pinus sylvestris*. Kisebb mennyiségben a *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Larix decidua*, *Betula nana*, *Hippophaë rhamnoides*, *Alnus* cf. *glutinosa* és *Selaginella selaginoides* is előkerült. A teresztris vegetációt, a magaspart növényzetét feltételezhetően kiterjedt csupasz homokfelszínnek jellemezték kisebb tundra foltokkal és helyenként boreális erdőkkel

A fázis második fele (326-402 cm) pollensterilnek bizonyult, amit a pollenszemcsék bomlásával magyarázhatunk. A HPIV és CSTI fűrások makrofosszília diagramjain ebben a mélységben (HPIV 215 cm, CSTI 285 cm) a makrofosszília koncentráció hirtelen csökkenését tapasztaljuk (UOM és Monocot. Undiff. értékei), ami a tőzeg bomlására és a szerves anyag humuszosodására utal a vízszint lecsökkenése miatt. A HPIV és CSTI fűrások a meder szélén történtek, ahol a vízhiány, tőzegkiszáradás és tőzegebomlás a leghamarabb jelentkezhetett.

Habár ezen pollenre steril réteg (402 és 326 cm között) radiokarbon korának meghatározására nem került sor, a 291-296 cm-es réteg korából (9130 BP, 10300 cal. BP év) biztosak lehetünk abban, hogy ez a réteg a Késő-Glaciális utolsó stadiálisából, Younger Dryas kronozónából (10000 – 10700 BP, 11268 – 12840 cal. BP) származik.

A Younger Dryas-t is reprezentáló pollenelemzés nagyon ritka a Duna-Tisza közéről. Az ócsai fűrásban (JÁRAI-KOMLÓDI 1966a, b, 1968) Younger Dryas pollenspektrumát *Gramineae* és *Artemisia* pollenek dominanciája jellemzi, a fásszárúak közül pedig elsősorban a *Pinus* és

Betula pollenek. JÁRAI-KOMLÓDI szerint hideg-kontinentális *Artemisia* sztyepp és boreális parkerdő jellemezte Ócsa környékét a Késő-Glaciálisban. A mérsékelt lomboserdei fafajok (*Quercus*, *Ulmus* és *Corylus avellana*), amelyek a megelőző Allerød interstadialisban jelen voltak, fennmaradtak Younger Dryas-ban is, de mennyiségük lecsökkent. Az ócsai meder egy kiterjedt vizes élőhelyen fekszik, ami szintén a Duna egykori árterülete volt. A homokhátság viszonylag messze van ettől az ócsai medertől, míg a hajósi terület annak közvetlen szomszédságában található. A két terület Younger Dryas kori vegetációja a paleobotanikai adatok alapján teljesen különböző volt.

A Kolon-tó a homokkal borított Kiskunság nyugati peremén, míg a bócsai lápterület a homokhátság szívében van (BORSY et al. 1991, LÓKI et al. 1995). Mindkét tóból származó üledékminták nagy mennyiségben tartalmaztak futóhomok szemcséket, ami intenzív homokmozgásról tanúskodik Younger Dryas időhorizontban. Ezen rétegek pollenmegőrződése nagyon rossz volt, így nincs információnk a mikrostadiális szint teresztris vegetációjáról. Viszont az Allerød interstadialis pollenösszetétele bővelkedik a *Gramineae*, *Artemisia* és *Chenopodiaceae* pollenekben, és a NAP mennyisége is eléri 70-75%-ot, ami arra utal, hogy a területen még a rövid ideig tartó felmelegedések során is uralkodóan fátlan hideg-kontinentális sztyepp fejlődött ki. Ócsához hasonlóan (JÁRAI-KOMLÓDI 1966a, b, 1968) melegkedvelő lombos fák kisebb csoportjai szintén előfordulhattak (LÓKI et al. 1995), viszont Ócsával szemben Bócsán a vegetáció túlnyomó részt fátlan volt. A Younger Dryas kronozónára tehető homokmozgások ismeretében (GÁBRIS et al. 2000; BORSY et al. 1991) megállapíthatjuk, hogy ebben a fázisban a hajósi magasparton is jelentős területek lehettek sztyepei vegetációval, illetve futóhomokkal borítva.

Nádas fázis

Az üledékösszetétel és a fosszilis közösségek képe is megváltozik 7310 BP (8100 cal. BP) évet követően. A tőzeg felhalmozódása a meder valamennyi pontján megindult. A második pernyecsúcs kijelöli ennek a fázisnak a kezdetét a makrofosszília diagramon (3.1.9. ábra).

A nádasok kialakulása egybeesik a teresztris vegetációban beálló drámai változásokkal. A medret a Kora-Holocénben szegélyező *Salix* bozót eltűnik, és elterjed a *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus* és *Tilia*. A *Pinus sylvestris* és *Picea abies* visszaszorul a vegetációban. A lomboserdei fafajok terjedését az *Aster*-type és az *Artemisia* pollen megjelenése és fokozatos növekedése kíséri. Mindkét taxon mennyisége eléri a 20 %-ot. Terjedésük a *Gramineae* fajok rovására történik, ami a sztyepp vegetációban beálló jelentős változást bizonyítja.

Tehát a máshol kimutatott beerdősülés, illetve az erdők terjedése (Bátorliget (WILLIS et al. 1995), Csaroda (MAGYARI 2002), Ócsa (JÁRAI-KOMLÓDI 1966a), Tiszagyulaháza (MAGYARI 2002), Pocsaj (FÉLEGYHÁZI 1998)) helyett Hajóson a meleg-kontinentális *Artemisia*, *Compositae* és *Umbelliferae* fajokban gazdag lösz- és homokpuszták terjedését tapasztaljuk ebben az időszakban.

Ezen fajok terjedése a növekvő ariditást bizonyítja 7310 BP (8100 cal BP) év körül (Függelék 5. ábra) a Boreális kronozóna végén. Az *Artemisia* és *Aster*-type pollen mennyisége magas marad az egész Atlantikus kronozónában és az arbor pollen mennyisége fokozatosan csökken. Ha elfogadjuk, hogy az üledékképződés az Atlantikuson keresztül folyamatos volt, akkor megállapíthatjuk, hogy a Hajós környéki homokterületek nyíltak maradtak a Középső-Holocénben. Mindössze kisebb kevert tölgyes foltok előfordulásával számolhatunk.

A molluszka paleoasszociáció (*Planorbarius corneus*, *Lymnaea palustris*, *Segmentina nitida* a HPMoII-2 zónában) alapján sekély tavi környezet kialakulására következtethetünk.

A makrofosszília vizsgálatok alapján nádasok borították el a teljes medret. A *Thelypteris palustris* előfordulása úszólápok (*Thelypteridi-Phragmitetum*, *Thelypteridi-Typhetum*)

kialakulását valószínűsítik a meder mélyebb részein. Ez a fosszilis közösség nagyon fajszegény volt. A makrofosszília vizsgálatok nem támasztják alá a submers hínártársulások jelenlétét ebben a zónában.

Ezt a fázist és a hozzá kapcsolódó társulást kimutattuk valamennyi fúrásból, de eltérő üledékvastagság mellett. A HPIII fúrásban ez a fázis csupán 20 cm volt, míg a CSTI fúrásban 80 cm. Ez utóbbi (CSTM-3 zóna) nagy mennyiségű üledéket (kőzetliszt) tartalmazott, amit a közeli patak hordott a mederbe a lösszel fedett homokhátságról. Ez a megnövekedett erózió a folytatódó neotektonikus süllyedéssel magyarázható. A megnövekedett relief fokozódó üledékbehordódást okozott a kialakuló tölcészerű eróziós, deráziós löszölgyeken keresztül. A nagy mennyiségű üledék a meder egyes részeinek feltöltődését, és az egykori több kilométer hosszú holtág feldarabolódását okozta. Az üledékbehordódás jól megfigyelhető a 3.1.2. ábrán. A Hajósi-kaszálók feltöltődött, majd később mesterségesen megerősített (ARNOLD - KNIPPL 2003) északi részét a középkori katonai térképek egy fontos és szinte az egyedüli átkelési helyként jelölik meg a tőzeglápon keresztül (MOLNÁR - BIRÓ 2001).

A Hajósi-kaszálók északi részének feltöltődése miatt a terület elszigetelődött a Duna áradmányvizeitől. Ezt követően a területet csak a csapadékvíz és a löszfal alján megfigyelhető talajvízforrások táplálták. Az egykori meder északi részén, a Vörös-mocsárban (CSTI és CSTII) a Duna áradmányvizeivel való összekötetés folyamatos maradt.

A Vörös-mocsárban nádas, víziboglárika hínár és tündérrózsa hínártársulások, valamint különböző molluszka közösségek jellemzik a szukcesszió további menetét. A Hajósi-kaszálók ezzel szemben láposodásnak indult, és zsombékosok alakultak ki. Innen kezdve a Hajósi-kaszálók és Vörös-mocsár fejlődése eltérően alakult, ezért az külön tárgyaljuk.

Zsombék-semlyék fázis

3960 BP (4400 cal. BP) évet követően a klíma kedvezőbbé vált. Ezen fázis kezdetét a makrofosszília diagramokon a harmadik pernyecsúcs jelzi. Gyertyános-tölgyes és gyertyános-bükkös társulások jelennek meg, de emellett a sztyeppelemek mennyisége is megnő, mintegy 75-80 %-ra. Kézenfekvő megállapítás, hogy a bükkös erdők a Duna árterületén terjedtek, míg a homokhátságon a kevert erdőssztyepp helyét kaszálók, legelők és gabonaföldek vették át. Bár a klíma csapadékosabbá vált az erős antropogén hatás, a termelő tevékenység megakadályozta az erdők kialakulását.

Molluszka maradványokat a Hajósi-kaszálókon csak a HPII (HPMoII-3 zóna) fúrásban találtunk. A *Valvata cristata* héjak gyakoriak (több, mint 70 %), és a vízi (*Pisidium spp.*, *Armiger crista*) és amphibikus (*Succinea oblonga*, *Oxyloma elegans*) elemek mennyisége a legmagasabb ebben a zónában. A terület láposodása a pH csökkenésével járt, ami miatt a csigahéjak hiányoznak az üledék további részéből.

A makrofosszília vizsgálatok alapján a vízszint magasabb lett, és diverz lápi vegetáció alakult ki a Hajósi-kaszálókon. A zsombékos (*Caricetum elatae*) lett az uralkodó vegetációtípus, ami az Alföld egyik legjellegzetesebb lápi társulása. A *Carex elata* méretes zsombékjai között sekély és ingadozó vizű semlyékeket lehet megfigyelni különböző rögzült hínár (*Nymphaeetum albo-luteae*) és pionír iszaplakó (*Cypero-Juncetum bufonii*) társulásokkal. A hínártársulások tavasszal és nyárelején, magasabb vízállás mellett, az iszaplakó társulások nyár végén és ősszel a semlyékek kiszáradását követően jelentek meg.

Ez a társulás a Hajósi-kaszálókon valamennyi fúrásban megjelenik (HPMI-4, HPMII-4, HPMIII-3 és HPMIV-4 zónák).

A zombéklápok pusztulása

Ezen fázis első felében 1770 és 1650 BP (1700 – 1550 cal. BP) évek között (92-138 cm) a jelentős pernyecsúcs intenzív tüzekre utal. A pollenkoncentráció nagyon alacsony volt és ez feltételezhetően kapcsolatban van ezzel a pernyecsúccsal. 138 cm-től jelentős antropogén hatást (gabonatermesztés, legeltetés, taposás) lehet kimutatni az üledékből, ami feltételezi ezen tüzek antropogén eredetét, bár a természetes okokat sem lehet teljesen kizárni.

A famaradványok növekvő mennyiségéből az üledékben a fűzlápok terjedésére és alacsony vízszintre következtethetünk. A történeti adatok (GYÖRFFY 1995) szerint a körülbelül 700 és 1000 AD évek közé eső időszakban a Kárpát-medence klímája szárazabbá vált. Hasonló változásokat találtak a Sarló-hát pollenvizsgálata során, az Alföld északkeleti részén (MAGYARI 2002). A radiokarbon mérések szerint ez a száraz periódus körülbelül 200 és 500 cal. AD (1770 - 1650 BP, 1700 - 1550 cal. BP) évek közé esett a hajósi területen

A vízszint alacsonyabb lett a mederben. A változatos zombék-semlyék társuláskomplex degradálódott, és a *Caricetum elatae* társulás lett a domináns. A pionír iszaplakó- és hínártársulások eltűntek. A meder mélyebb területein fűzláp (*Calamagrostio-Salicetum cinereae*) alakult ki (HPMI-5 és HPMIII-5 zónák). Ez a degradálódási folyamat gyakran megfigyelhető napjainkban is antropogén hatásra (vízrendezések) (SZODFRIDT - TALLÓS 1968). Ilyenkor a zombék-semlyék struktúra sokkal sűrűbbé válik, és a csupasz iszapfelszínek eltűnnek. Ez a társulás szinte valamennyi fűrásban megjelenik (HPMI-6, HPMII-5, HPMIII-4, HPMIII-6 és HPMIV-5 zónák).

A fázis második felében 1650 BP (1550 cal. BP, 400 cal. AD) évet követően (20-92 cm) a klíma kedvezőbbé vált, meleg és mérsékelt száraz lett. Kevert tölgyesek és gyertyános-tölgyesek terjedtek el. Erős antropogén hatás és kiterjedt erdős-sztyepp mutatható ki a pollenkép alapján.

A HPIV-es fűrásba (HPMIV-6 zóna) visszatérnek a semlyéktársulások és megjelenik az *Equisetum fluitans*, ami a löszfal alatt található időszakos források jelentőségére hívja fel a figyelmet. Ezek a források táplálják vizet a lápot a csapadékosabb időszakokban. Az egyik ilyen forrás különösen közel van a HPIV fűráshoz.

A Vörös-mocsár fejlődése

A Vörös-mocsár esetében a kapcsolat a Duna áradmányvizeivel fennmaradt 7310 BP (8100 cal. BP) évet követően is. A területet érintő legjelentősebb árvizekről tudunk 1873-ból, de kisebb vízborításúak előfordultak 1941-ben, 1945-ben és 1956-ban is.

Az oxigénben, tápanyagban és karbonátban gazdag vizek elérték a területet és megváltoztatták a hidroszerkesztés fő irányát. A *Phragmites* maradványai uralják a teljes szelvényt. Például 3960 BP (4400 cal. BP) évnél (harmadik pernyecsúcs), amikor a zombékosok előretörése a Hajósi-kaszálókön megtörtént, a csapadékosabb klíma a nádasok előretörését eredményezte a CSTI fűrásban. Ebben a fűrásban a *Carex elata* kisebb megjelenése csak egy átmeneti esemény volt a CSTMI-4 zónában. A *Carex elata* számottevő mennyiségben csak CSTMI-7 zónában 1770 BP (1700 cal. BP) év után jelenik meg.

MOLNÁR szerint (MOLNÁR 1996, 2001, MOLNÁR – BOTZ 1996) a Duna-völgyi tavak a Duna szabályozása előtt vizük nagy részét az évente magas vízállás esetén áradó Duna-vízből kapták. A hátsági tavak pedig csapadék, illetve talajvízből táplálkoztak, és ennek megfelelően eltérő üledékképződési környezet alakult ki bennük. Eredményeink alapján azonban átmeneti helyzetben lévő területek is előfordulhatnak, mint azt a Hajósi-kaszálók üledékvizsgálata is bizonyítja.

Fontos kiemelni azt, hogy a CSTII fúrásban jelentős az üledékhiány, és csupán a késő-glaciális és kora-holocén rétegek maradtak meg. Ezt az üledék radiokarbon korán kívül megerősíti a fiatalabb pernyecsúcsok (3-5. csúcsok) teljes hiánya is (3.1.9. ábra). Ez a réteghiány könnyen megmagyarázható a vízrendezésekkel és a területen folytatott tőzgebányászattal.

Az eredmények összefoglalása

A radiokarbon kormeghatározás és a paleoökológiai adatok alapján a feltöltődő meder a Pleisztocén/Holocén határán szakadt el a Duna vízrendszerétől, a Paks-Sárvízi süllyedék neotektonikus süllyedése miatt. Egy szokatlanul hosszú, mintegy 47 km-es holtág jött létre, ami a Holocén során feldarabolódott. A makrofosszília vizsgálatok eredményei szerint a császártöltési Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók a meder feldarabolódása miatt eltérő fejlődésen mentek keresztül.

A Vörös-mocsár megőrizte kapcsolatát a Dunával, annak áradásai oxigénben, tápanyagban és karbonátban gazdag vizet juttattak a területre. A nádasok uralták a területet annak kialakulását követően. A zombékosok csak 1770 BP (1700 cal. BP) év után terjedtek el a területen.

A Hajósi-kaszálót a Kora-Holocénben a mederbe került nagy mennyiségű szerves üledék elszigetelte a Duna áradmányvizeitől, és ezután csak a csapadékvíz illetve felszín alatti vizek táplálták. A nádasok csak a Kora-Holocénben voltak jelen. A zombékosok 3960 BP (4400 cal. BP) év után jelentek meg a javuló klíma és a láp oligotrofizálódása következtében.

3.2. Nagybárcány: Nádas-tó

A vizsgálati terület leírása

A nagybárcányi Nádas-tó a Keleti vagy Pásztói Cserhátban a Nagybárcány község határában emelkedő 516 méter magas Hármás-Határhegy északi oldalában helyezkedik el, 360 méter tengerszint feletti magasságban (3.2.1. ábra). A közelében két másik meder az ún. Feneketlen-tó és a Felső-tó is található, ezek azonban kisebbek, mint a Nádas-tó.

A Nádas-tó a Csepegőskúttól a túristajelzéses úton körülbelül 10 perc alatt érhető el. A meder észak-dél irányban megnyúlt, a déli részén erősen elkeskenyedő nyúlvánnyal rendelkezik. Hossza közel 100 méter, szélessége a legszélesebb részen mintegy 40 méter, területe körülbelül 2000 négyzetméter. Az elkeskenyedő rész 5-10 méter szélességű.

A medret cseres-tölgyes veszi körül. A meder vegetációtérképét a 3.2.2. ábra mutatja.

A lápon jelenleg három növénytársulás figyelhető meg. A láp központi részén tőzegmohás fűzlápot (*Salici cinereae-Sphagnetum recurvi*) figyelhetünk meg. A társulás ezen állománya viszonylag fajszegény, a *Salix cinerea* mellett a *Sphagnum squarrosum* tőzegmoha dominanciája jellemzi. Ez a társulás Magyarországon kifejezetten ritka, az Alföld és a Középhegység jó vízellátottságú, lefolyástalan völgyeiben, vagy kisebb lokális mélyedéseiben alakul ki. A fűzláp a fűrés évében (2003) a sok téli csapadék miatt úszóláp formájában jelent meg. A nyugatról nem is lehetett a lápra bejutni.

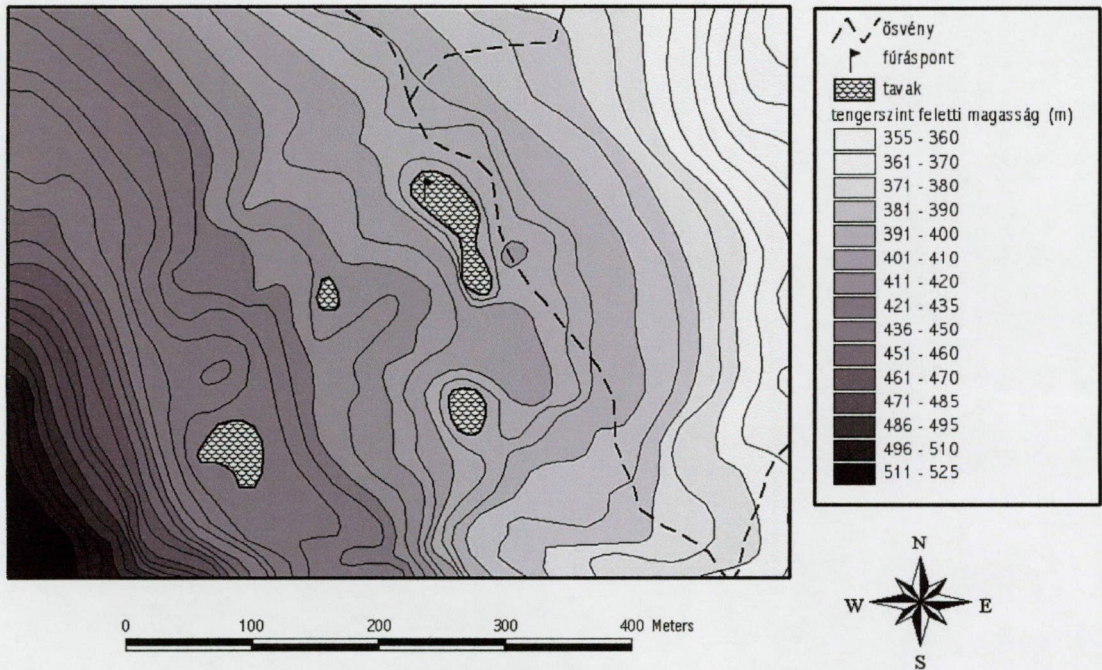
A fűzlápot, a nyugati oldalt kivéve, nádas (*Scirpo-Phragmitetum*) szegélyezi. A nádas viszonylag fajszegény, olyan fajok fordulnak elő benne, mint a *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Utricularia vulgaris*. A nádast kívülről magassásos (*Caricetum ripariae*) szegélyezi. A társulás állományalkotó faja a *Carex riparia*. A magassásosban előfordulnak még a *Lysimachia vulgaris*, *Iris pseudacorus*, *Agrostis canina*, *Sparganium erectum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Drepanocladus aduncus* stb.

Nagyon érdekes, hogy a láp az első vegetációtérkép készítése óta (MÁTHÉ - KOVÁCS 1959) jelentős változáson ment át (3.2.2. ábra). 1959-ben a lápon csak kis kiterjedésben lehetett megfigyelni a tőzegmohás fűzlápot, és a tőzegmoha is viszonylag kis területet borított. Jellemző volt a területre a békabuzogányos (*Sparganietum erecti*) is. 2003-ban az egykori nádas helyén a fűzláp előretört, a nádas pedig az egykori békabuzogányos helyét vette át. A békabuzogányost ma nem lehet megfigyelni a területen. Mindez arra utal, hogy a láp oligotrofizálódik, és a tőzegmohás társulások pedig előretörnek.

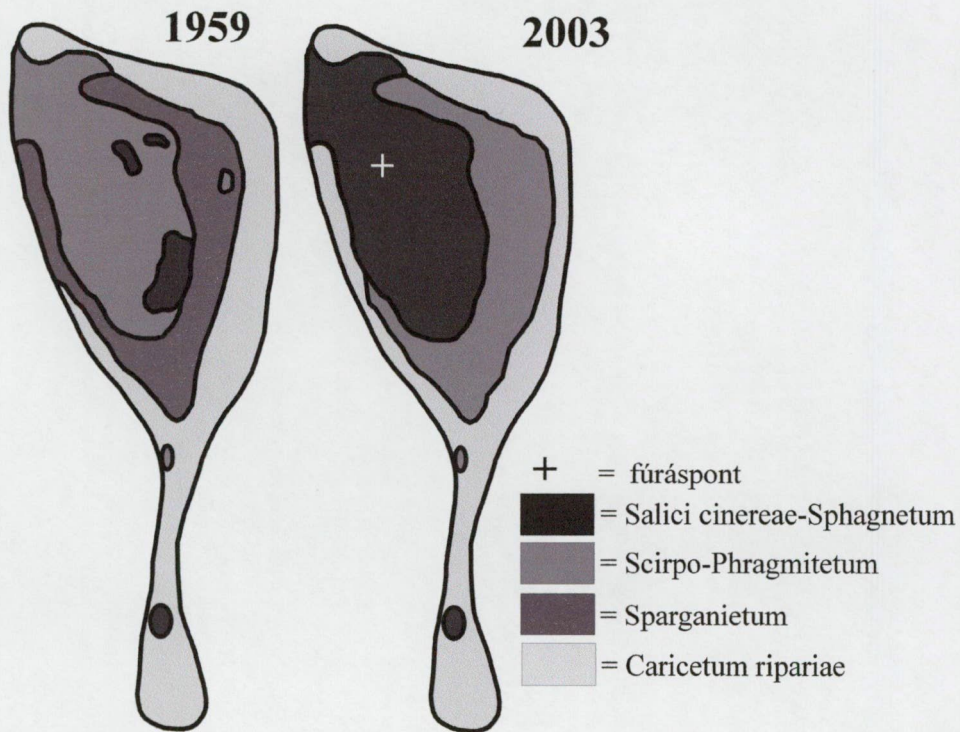
3.2.1. táblázat.

A nagybárcányi Nádas-tóból kiemelt fűrésmag szedimentológiai leírása (SÜMEGI Pál munkája)

Mélység	Troel-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
0-40 cm	Tb4 (Sphag.)	<i>Sphagnum</i> -tőzeg
40-110 cm	Dg2Th1Tb1(Sphag.)	tőzegrész <i>Phragmites</i> (40-80 cm) és <i>Typha</i> (80-100 cm) rizómákkal
110-130 cm		víz
130-134 cm	Dg2Tb1Th1	tőzegrész, enyhén égett sávval, <i>Phragmites</i> rizómákkal
134-255 cm	Ld3Sh1	sötétbarna eutróf tavi üledék (agyagos kőzetliszt) változó szerves anyag tartalommal, 225 cm-nél nagy mennyiségű famaradvánnyal
255-277 cm	As3Ld1	mustársárga, majd barnásszürke enyhén laminált kőzetliszes agyag sárgás foltokkal
277-295 cm	Ld3Sh1	barnásszürke, majd mustársárga agyagos kőzetliszt sárga foltokkal
295-300 cm	As3Ld1	átmeneti réteg
300-340 cm	As3Ag1	zöldesszürke agyagos kőzetliszt (oligotróf tavi üledék), felfagyási nyomokkal



3.2.1. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó és a fúrás pont elhelyezkedése



3.2.2. ábra. A Nádas-tó vegetációtérképe 1959-ben (MÁTHÉ-KOVÁCS 1959) és 2003-ban a fúrás pont helyével (eredeti, készítette: JAKAB Gusztáv)

A makrofosszília vizsgálatok eredményei

A fúrást a fűzláp állományban a láp északnyugati részén végeztük a 3.2.2. ábrán megjelölt helyen. A felszíntől 110 cm-ig tőzeget találtunk. Ez alatt 130 cm-ig víz volt (úszóláp). 130 és 300 cm között tőzeg és tőzegrészlet volt változó szerves anyag tartalommal. 300 és 340 cm között kőzetlisztes tavi üledéket figyeltünk meg (részletesen lásd a 3.2.1. táblázatot). Az üledék pollanalitikai vizsgálatát JUHÁSZ Imola végezte el. Az előzetes eredményeket a 3.2.2. táblázat és a Függelék 7. ábra mutatja. A makrofosszília diagramokat a 3.2.3. - 3.2.6. ábrák mutatják. A szelvényt a makrofosszília vizsgálatok eredményei alapján kilenc zónára osztottam.

NBM-1 (340-290 cm)

Az alsó, kőzetlisztben gazdag, szerves anyagban szegény üledékben a makrofosszília koncentráció nagyon alacsony, amiből magasabb vízszintre, oligo-mezotróf vízminőségre és alacsony növényzeti borításra következtethetünk. A meder szélén keskeny sávban vagy kisebb foltokban nádas lehetett. A radiokarbon kormeghatározás és a pollenelemzés szerint (JUHÁSZ et al. 2004, JUHÁSZ 2005a) ez a zóna a Pleisztocén/Holocén váltás idején, a Dryas III. és Preboreális kronozóna idején alakult ki.

A láp recens képerre annyira jellemző tőzegmoha, a *Sphagnum squarrosum* jelen volt már ekkor is a területen, bár kis mennyiségben. A korábbi adatokkal ellentétben (MÁTHÉ - KOVÁCS 1959) tehát a *Sphagnum* betelepülése a területre nem újkeletű dolog. A tőzegmohák különböző fajai már a meder kialakulása óta jelen vannak a területen, jelentős szerephez azonban csak a Holocén legutolsó szakaszában jutottak, bár a kelta megtelepedésre tehető medertisztítás következtében nem lehet megállapítani, hogy a késő vaskor előtt kialakulhatott-e már tőzegmohaláp. Érdekes az *Acutifolia* szekcióba tartozó tőzegmoha előkerülése az üledékből, ami valószínűleg a tó környékén előforduló kevertlombú tajga talaján élt.

NBM-2 (290-270 cm)

290 centimétertől a makrofosszília koncentráció megnő. Nő a *Phragmites communis* rizómák és *Sphagnum squarrosum* levelek mennyisége az üledékben. Megjelennek a *Typha angustifolia* és a *Typha latifolia*, valamint a nádasokban előforduló különböző növények magjai (*Ranunculus sceleratus*, *Rorippa amphibia*, *Alisma plantago-aquatica*) és a *Daphnia* ephippiumok. A tőzegmohák között megjelennek a *Sphagnum palustre* és különböző lombosmoha fajok (*Drepanocladus aducus*, *Meesia cf. hexasticha*).

A makrofosszília vizsgálatok alapján alacsonyabb vízszintre és mezotróf vízminőségre következtethetünk. A meder szélén a nádas már összefüggő zónát alkotott ebben az időszakban. A terület láposodásnak indult. A radiokarbon kormeghatározás és a pollanalitikai vizsgálatok alapján (JUHÁSZ et al. 2004, JUHÁSZ 2005a) ez a zóna a Boreális kronozóna idején alakult ki.

NBM-3 (270-245 cm)

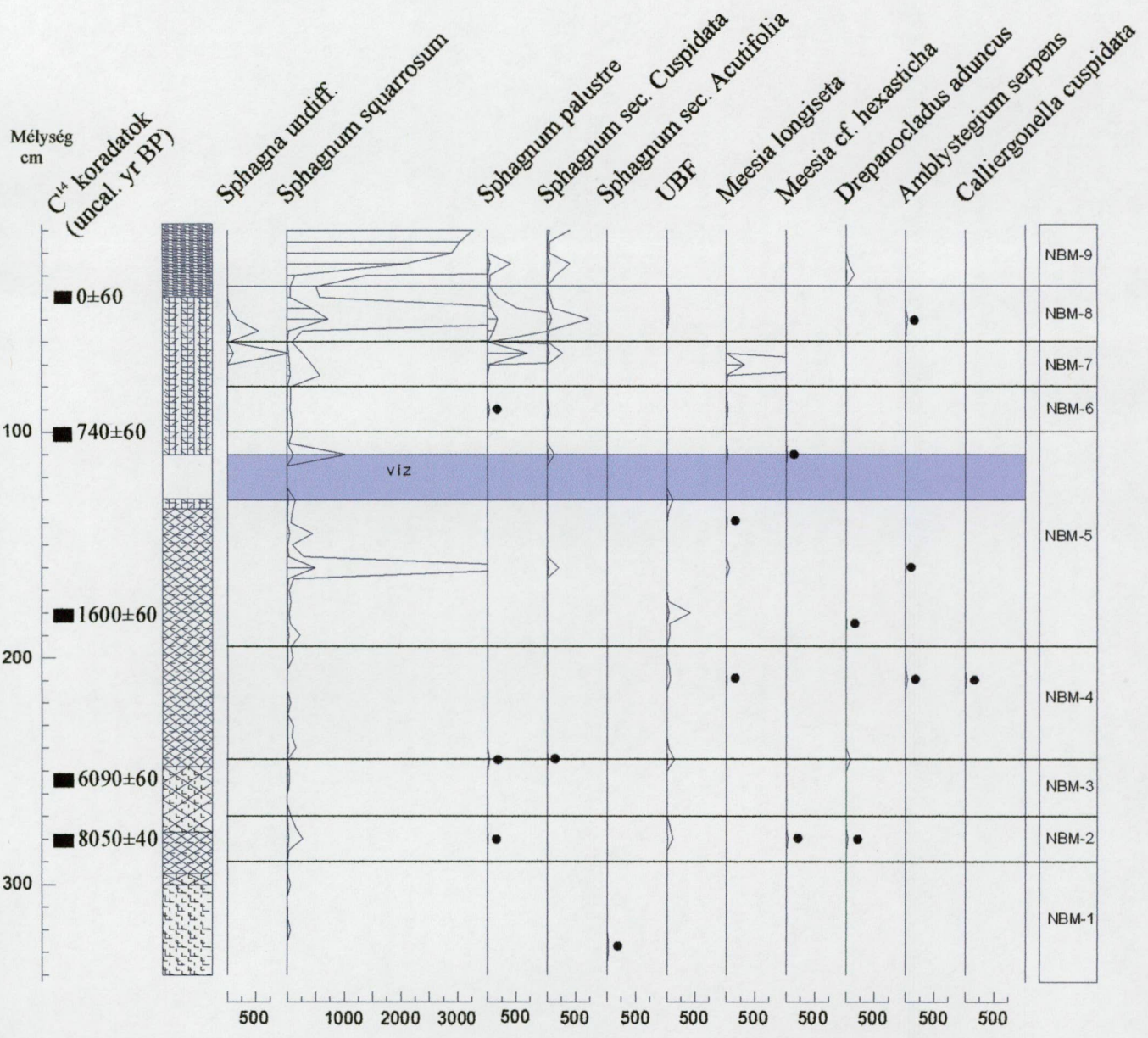
270 cm-nél a makrofosszília koncentráció és a *Phragmites* mennyisége lecsökken, eltűnnek a mocsári és a lápi fajok, amiből a megemelkedett vízszintre következtethetünk. A zóna második felében, 6090 BP (6900 cal. BP) év után a makrofosszília koncentráció és a *Phragmites* mennyisége ismét növekszik, és újra megjelennek a különböző tőzegmoha- (*Sphagnum squarrosum*, *Sphagnum sec. Cuspidata*, *Sphagnum palustre*) és lombosmohafajok (*Drepanocladus aducus*). Ebből a vízszint újabb csökkenésére és a mocsári és lápi növényzet terjedésére következtethetünk.

Ezen zóna a radiokarbon mérés és a pollenelemzés alapján (JUHÁSZ et al. 2004) az Atlantikus kronozóna elején alakult ki.

3.2.2. táblázat

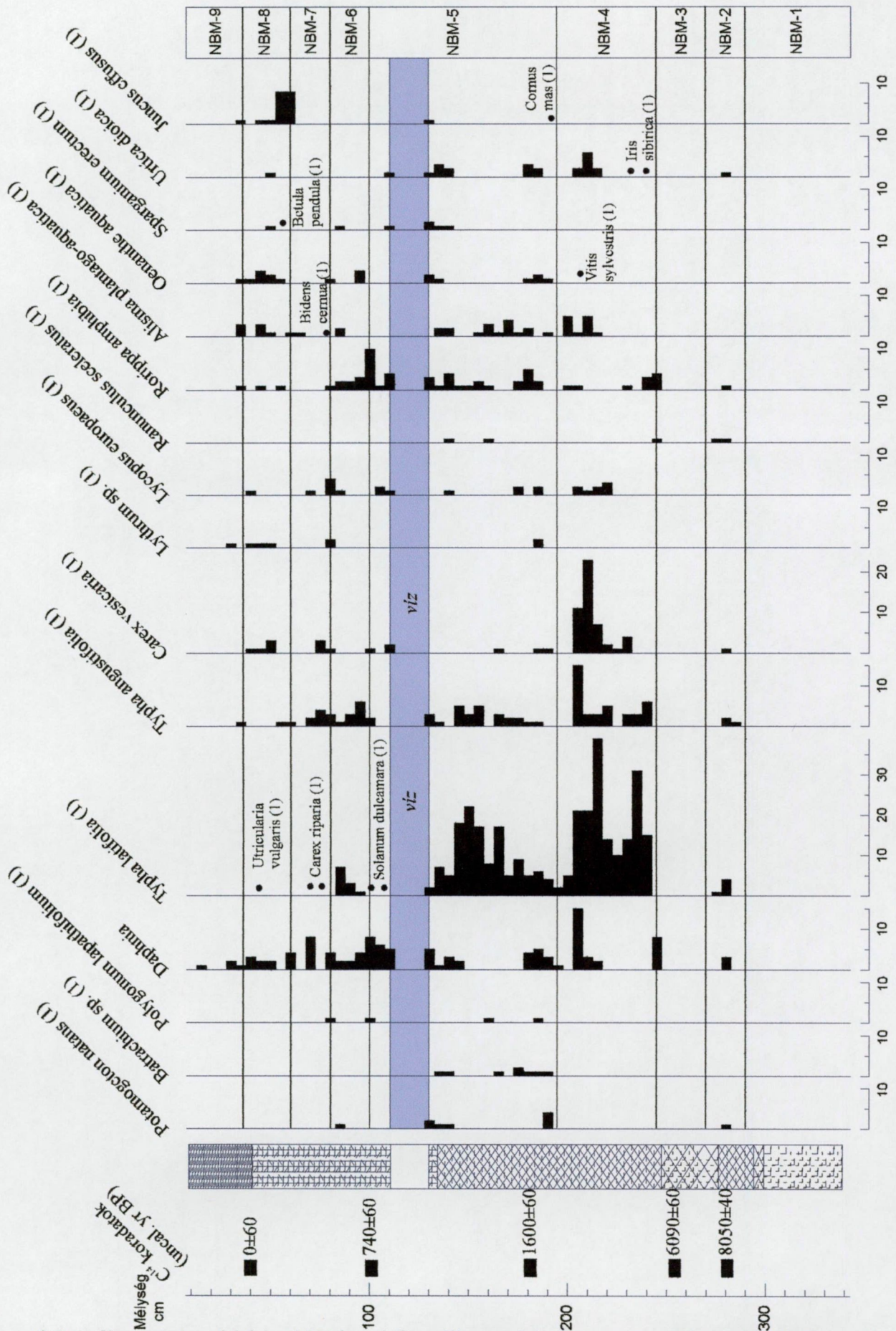
A nagybárkányi Nádas-tóból származó fűrés pollenanalitikai leírása (JUHÁSZ Imola munkája alapján, JUHÁSZ 2005a)

Helyi pollen zónák	Zóna leírás
NBP-9 56-40 cm zárt lombkoronájú kevertlombú tölgyes, erős antropogén hatás	A <i>Quercus</i> a domináns fafaj, de a <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> is jelen vannak. A tölgyesek kiterjedése csökken. A <i>Poaceae</i> , a gyomok (<i>Plantago lanceolata</i> , <i>Urtica</i> , <i>Rumex</i>) és a gabonapollenek dominanciája erős antropogén hatásra utal.
NBP-8 72-56 cm zárt lombkoronájú kevertlombú tölgyes, antropogén hatás	A lombkorona további záródását tapasztaljuk. A <i>Quercus</i> és a <i>Betula</i> a domináns fafajok, de a <i>Corylus</i> , <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> is folyamatosan jelen vannak. Nagyon kevés a lágyszárú taxon. Az antropogén hatás kevésbé kifejezett, de a gabonák és gyomok (<i>Rumex</i> , <i>Plantago</i>) pollenjei folyamatosan jelen vannak.
NBP-7 104-72 cm zárt lombkoronájú kevertlombú tölgyes, antropogén hatás	A <i>Salix</i> (40%) és a <i>Quercus</i> a domináns fafajok (30-40%), de a <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> is folyamatosan jelen vannak. Más fafajok ritkák. A pollenképből zárt lombkoronájú erdő kialakulására következtethetünk. A különböző gyomfajok (<i>Artemisia</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Centaurea cyamus</i> stb.) és a gabona pollenek antropogén hatásra utalnak.
NBP-6 192-136 cm nyílt lombkoronájú kevertlombú tölgyes, antropogén hatás	A <i>Quercus</i> a domináns fafaj, a <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> mennyisége hirtelen megnő. A lágyszárú fajok terjedéséből a lombkorona fokozatos felnyílására következtethetünk 168 cm mélység után. A különböző gyomfajok (<i>Plantago lanceolata</i> , <i>Centaurea cyamus</i>) és a gabona pollenek megjelenése erőteljes antropogén hatásra utalnak.
NBP-5 248-192 cm mogyoróelegyes kevertlombú tölgyes	A <i>Quercus</i> a domináns fafaj, a <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> is jelen van elszórtan az erdőtakaróban és egy zártabb erdőtársulás alakul ki. A lágyszárú vegetáció szegényes. A <i>Corylus</i> mennyisége fokozatosan csökken a zóna második felére, a <i>Tilia</i> és az <i>Ulmus</i> előretör; újra megjelenik a <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> . A lágyszárú vegetáció ismét fajgazdagabb lesz.
NBP-4 272-248 cm fajgazdag kevertlombú tölgyes, antropogén hatás	A <i>Quercus</i> és a <i>Corylus</i> továbbra is a domináns fafajok, együtt a <i>Tilia</i> -val és az <i>Ulmus</i> -szal. A <i>Pinus sylvestris</i> mennyisége hirtelen lecsökken, és a zóna második felére csökken a <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> mennyisége is. Az első antropogén hatás 260-248 cm között mutatható ki. Az erdők összetételének megváltozásáért a fafajok az emberi népesség általi szelektív kitermelését tehetjük felelőssé.
NBP-3 292-272 cm fajgazdag kevertlombú tölgyes, <i>Fagus</i> és <i>Carpinus</i> állományokkal	A fenyőfélék (<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Abies</i>) és a <i>Betula</i> kis mennyiségben még jelen van, de már a <i>Quercus</i> (40%) és a <i>Corylus</i> (25%) a domináns fafajok. Terjednek a melegkedvelő tölgyesek jellemző fafajai, a <i>Tilia</i> és az <i>Ulmus</i> . Hirtelen megjelennek <i>Fagus</i> és a <i>Carpinus</i> is (2-3%). A lágyszárú vegetációban a sztyeppelemek aránya hirtelen lecsökken.
NBP-2 304-292 cm fajgazdag kevertlombú tölgyes megjelenése és előretörése, az erdős- sztyepp és a kevertlombú tajga maradványai	A zóna elején a fenyők mennyisége hirtelen lecsökken: a <i>Pinus</i> 20 %, a <i>Picea</i> 5 % az <i>Abies</i> 5 %-ra. A <i>Betula</i> mennyisége ezzel szemben 15 %-ra, a <i>Corylus</i> pedig 10 %-ra nő. Ezt követően megjelennek a melegkedvelő fafajok, a <i>Quercus</i> (20%) és <i>Ulmus</i> pollenszemei. A lágyszárú vegetációban a <i>Poaceae</i> , <i>Artemisia</i> , type <i>Asterioideae</i> és a <i>Chenopodiaceae</i> vannak jelen.
NBP-1 312-304 cm erdős-sztyepp, kevertlombú tajga	A legfontosabb fafajok a <i>Pinus</i> (40%), <i>Picea</i> (10%), <i>Abies</i> (5%) és <i>Betula</i> (8%), de a <i>Corylus</i> és <i>Juniperus</i> is jelen van nagyon kis mennyiségben. A lágyszárú vegetációban a <i>Poaceae</i> mellett az olyan sztyeppelemek vannak jelen, mint az <i>Artemisia</i> , type <i>Asterioideae</i> , type <i>Cichorioideae</i> és <i>Chenopodiaceae</i> .

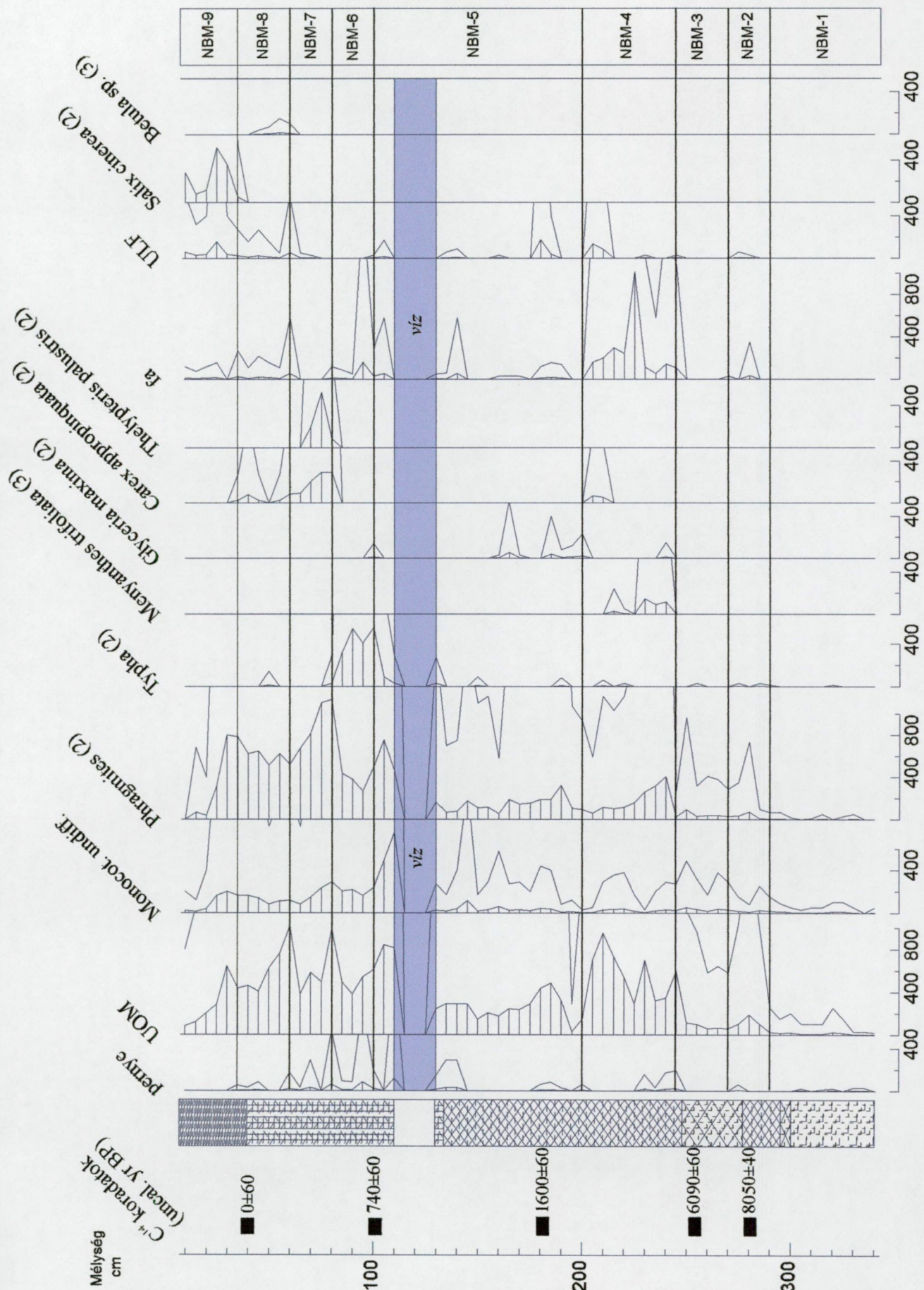


3.2.3. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó fosszilis moháinak diagramja (db/cm³)

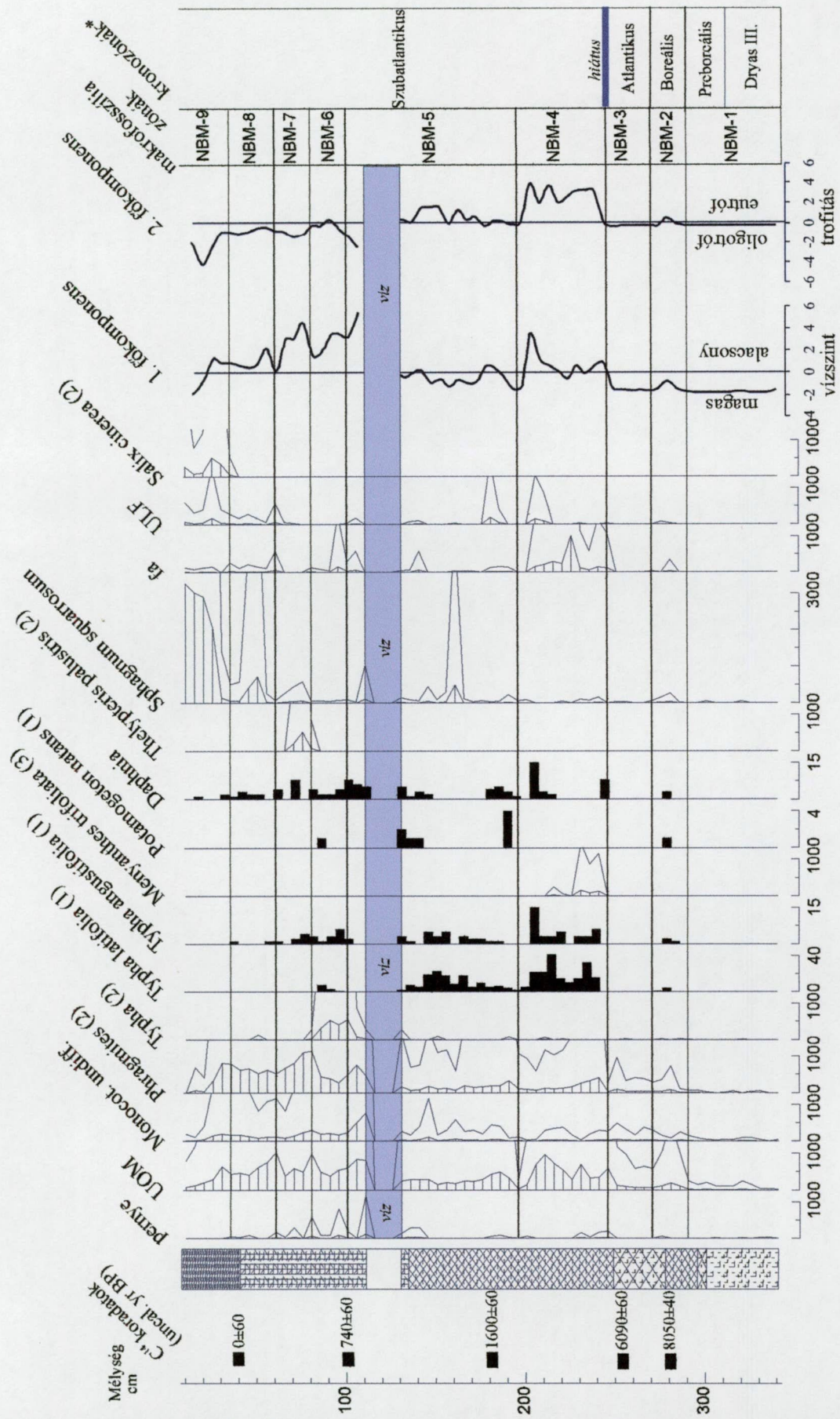




3.2.4. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó fosszilis magjainak és szaporítóképleteinek diagramja (db/3cm³)(1 = mag)



3.2.5. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó fosszilis növényi szöveteinek diagramja (db/cm^3) (2 = gyökér, 3 = levél vagy levélhüvely epidermisz)



3.2.6. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó összesített makrofosszília diagramja a főkomponens analízis értékeinek feltüntetésével, válogatott taxonok (1 = mag, db/3cm³, 2 = gyökér, levél vagy levélhüvely epidermisz, db/cm³) (*Mangerud et al. 1974)

NBM-4 (245-195 cm)

A 187-176 cm-ről származó üledék radiokarbon kormeghatározása alapján a zóna kezdetén egy hozzávetőlegesen 4400 éves réteghiányt tapasztalunk. Ezt az üledékhiányt a pollenösszetétel hirtelen változása és a makrofosszília vizsgálatok alapján kimutatható hirtelen környezetváltás is alátámasztja. A mérési adatok extrapolálása alapján az üledékhiány 330 cal. BC (2300 cal. BP) év körül alakult ki, abban az időszakban, amikor feltehetően kelta népcsoportok éltek a környéken. A feltehetően akkor már kialakult tőzeglápot kimélyítették, mint a Keleméri Kis-Mohos tó (WILLIS et al. 1998, SÜMEGI 1998), Nagy-Mohos tó (MAGYARI et al. 2000, 2001) vagy a Csarodai Nyírestó (SÜMEGI 1999) esetében. Azonban a pollenanalitikai vizsgálatok itt a kender (*Cannabis*) pollenjét nem mutatták ki, így inkább víznyerési céllal mélyíthették ki a medret (JUHÁSZ et al. 2004, JUHÁSZ 2005). Minden bizonnyal kapcsolatban van a kiásott medence funkciójával az üledékben talált óriási mennyiségű famaradvány. Ez aligha származik láp széléről bedőlő fáktól, mert a későbbiekben kialakuló zártabb erdők esetében is nagyságrendekkel kevesebb fa halmozódott fel az üledékben. Különösen sok fa került elő 225 cm mélységből (kb. 1000 db/cm³). Talán valamilyen a medence funkciójával kapcsolatban lévő faéptmény vagy nagyobb tárgy maradványai lehetnek.

A zóna elején hirtelen megnő a makrofosszília koncentráció, különösen magas az UOM értéke, ami eutróf mocsári és lápi környezetet jelez. Jelentősen megnő a *Phragmites* borítása a területen. Nagy mennyiségben került elő a zónából a vidrafű (*Menyanthes trifoliata*) levélhüvelyének epidermisze, ami valószínűleg a nádas nyílt, víz felőli oldalán vagy semlyékszerű mélyedésekben fordult elő. Érdekesség a *Iris sibirica* magjának előkerülése az üledékből. A mohák közül a *Sphagnum squarrosum* került elő a zóna ezen részéből.

A zóna második felében csökken a nád mennyisége és terjed a gyékény. A *Typha latifolia* és a *Typha angustifolia* is jelen volt. A gyékényes a terület déli oldalán illetve a tó szegélyén lehetett, mert bár a magja nagy mennyiségben került elő, rizómáját alig találtuk. Nagyon jellemző erre az időszakra a *Carex vesicaria*, és a különböző lombosmohafajok is (*Amblystegium serpens*, *Calliergonella cuspidata*, *Drepanocladus aduncus*). Nagy mennyiségben kerültek elő a *Daphnia* ephippiumok, és terjednek az eutróf mocsári növények, mint a *Lycopus europaeus*, *Rorippa amphibia*, *Alisma plantago-aquatica* és *Urtica dioica*. Érdekesség a *Vitis sylvestris* magjának jelenléte az üledékben.

A makrofosszília vizsgálatok alapján alacsonyabb vízszintre, és kezdetben mezo-eutróf, majd 225 cm-től eutróf vízminőségre következtethetünk. Ezen zóna a radiokarbon mérés és a pollenelemzés alapján (JUHÁSZ 2005a) a Szubatlantikus kronozóna alatt, a késő vaskor és római kor idején alakult ki.

NBM-5 (195-100 cm) (130-110 cm víz)

Ebben a zónában kissé csökken a makrofosszília koncentráció. Viszonylag alacsony a *Phragmites* rizómák koncentrációja. Megjelennek a különböző hínárfajok (*Potamogeton natans*, *Batrachium* sp., *Polygonum lapathifolium*). Ebből egy relatíve magasabb vízszint kialakulására következtethetünk.

Jellemző a *Sparganium erectum* is. A nádas viszonylag fajgazdag, olyan fajok fordulnak elő, mint a *Lycopus europaeus*, *Lythrum* sp., *Ranunculus sceleratus*, *Rorippa amphibia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Oenanthe aquatica*, *Urtica dioica*. A *Cornus mas* magjának előkerülése az üledékből mezofil erdők terjedéséről tanúskodik.

Ebben a zónában az előző zónához nagyon hasonló változásokat lehet megfigyelni. A zóna elején még viszonylag magas a *Phragmites* rizómák koncentrációja, ami folyamatosan csökken. Ezzel párhuzamosan nő a *Typha* mennyisége a területen. A váltást 160 cm-nél a meder rövid ideig tartó hirtelen kiszáradása jelzi, ahol a *Sphagnum squarrosum* tőzegmoha

mennyisége jelentősen megnő. Ezt megelőzően mezo-eutróf, 160 cm-től eutróf vízminőségre következtethetünk.

130 és 110 cm között egy vízréteg helyezkedett el (úszóláp). 110 és 100 cm között a *Phragmites* rizómák mennyisége jelentősen megnő, amiből arra következtethetünk, hogy a vízszint csökkenése miatt a nyílt vízfelület kiterjedése lecsökkent, és a nád megjelent a fűrásponton is. Megjelent a fűrásponton a *Typha* (rizóma) is, egyenlőre még kisebb mennyiségben. A vízszint lecsökkenésére utal az iszaplakó *Rorippa amphibia* csúcsa.

A pollenanalízis (JUHÁSZ 2005a) és a radiokarbon kormeghatározás szerint ez a makrofosszília zóna a népvándorlás korától az Áprád-kor végéig tart. A pollenanalízis (JUHÁSZ 2005a) a tavat körülvevő erdő lombkoronájának felnyílását mutatta ki a zóna vége felé, bár *Fagus* és *Carpinus* mindvégig jelen volt.

NBM-6 (100-80 cm)

Ebben a zónában a makrofosszília koncentráció nagyon magas. A mederbe sok fa kerül. Magas a pernyekoncentráció is, ami a fokozódó tájhasználatra utal. Erre a zónára jellemző a gyékény előretörése a fűrásponton (a *Typha* rizóma mennyisége megnő), de a *Typha angustifolia* aránya nagyobb lehetett, mint korábban. A *Typha angustifolia* fokozatosan átveszi a *Typha latifolia* szerepét, ami láposodásra és magasabb vízszintre utal.

Ezt a zónát a jelenkori láp kialakulásának első állomásának tekinthetjük, amikor a láp középső részét (a fűráspont) elborítja a gyékényes úszóláp a hínártársulások rovására. Ebben a zónában tehát tó/láp váltással számolhatunk. Feltételezhetjük, hogy az emelkedő vízszint hatására a nádas felszakadt az üledékből, és úszóláp alakult ki. A *Phragmites* helyét hamar átvette a *Typha angustifolia*. Innen kezdve a láp növényzetének változásait túlnyomó részben autogén folyamatok határozták meg.

NBM-7 (80-60 cm)

Valódi úszólápi állapot. A fokozódó oligotrofizálódás hatására a fűrásponton úszólápi nádas alakult ki (*Phragmitetum communis thelypteridetosum*). A zónára jellemzőek a *Carex riparia* és *Carex appropinquata* is. A zónára jellemzőek a hirtelen váltások, amik a további oligotrofizálódás irányába mutatnak. Először jelentős mértékben megnő a tőzegráfrány (*Thelypteris palustris*) mennyisége. Majd később a tőzegráfrány mennyiségének csökkenésével előretör a ritka *Meesia longiseta* lombosmohafaj. Ennek csökkenésével megnő a tőzegráfrány mennyisége, különösen a *Sphagnum palustris*-é.

NBM-8 (60-35 cm)

A fűrásponton az oligotrofizálódás hatására tőzegráfrány nádas (*Phragmiti communis-Sphagnetum*) alakult ki. A *Typha* fajok lényegében eltűnnek. A *Sphagnum squarrosum* mellett jelentős volt a *Sphagnum palustre* és a *Sphagnum sec. Cuspidata* mennyisége is. Az *Utricularia vulgaris* magjának előkerülése a zónából állandóvízű termőhely jelenlétére utal (FELFÖLDY 1990). A zónában megnő az autochton famaradványok mennyisége (fa, ULF). A *Betula pendula* lápi előfordulásával is számolhatunk. Jellemző erre a zónára a *Juncus effusus* nagy mennyisége is, ami a tőzegráfrány degradációját jelzi.

NBM-9 (35-10 cm)

Az utolsó zónában a tőzegráfrány nádas helyét tőzegráfrány fűzláp (*Salici cinereae-Sphagnetum*) veszi át. Ez a területen recensen is megfigyelhető folyamat, a rekettyefűz terjedése. A nád és a nádasok fajainak mennyisége lecsökken. A famaradványok (fa, ULF) mennyisége tovább nő. Gyakoriak a *Salix cinerea* maradványok (levél, gyökér). A *Sphagnum squarrosum* mennyisége nagyságrendekkel nő.

Az eredmények értékelése

A lúp fejlődését a makrofosszília vizsgálatok alapján alapvetően három részre lehet osztani. Az első rész a késő-glaciális, a kora- és középső-holocén rétegeket foglalja magába. Itt oligo-mezotróf és mezotróf vízminőséggel számolhatunk. A vízszint magas volt, a kisebb ingadozásokat leszámítva. Ezt követően az üledékben egy mintegy 4400 éves réteghiányt tapasztalunk, amit nagy valószínűséggel az üledék kiásása eredményezett a késő vaskorban, a kelták megtelepedésének idején. Ezt követően a vízszint valamivel alacsonyabb lett, a vízminőség pedig eutóffá vált, a makrofita vegetáció körbevette a tavat. Ezt az időszakot a trofitási viszonyok ingadozása jellemezte. Ez a szakasz a Szubatlantikus első felére tehető, az Árpád-kor végéig. Az utolsó szakaszban, ami a jelenkorig tart, a tó elláposodik és a nyílt vízfelület megszűnik. Ebben az időszakban az autogén folyamatok jellemzik a szukcesszió menetét.

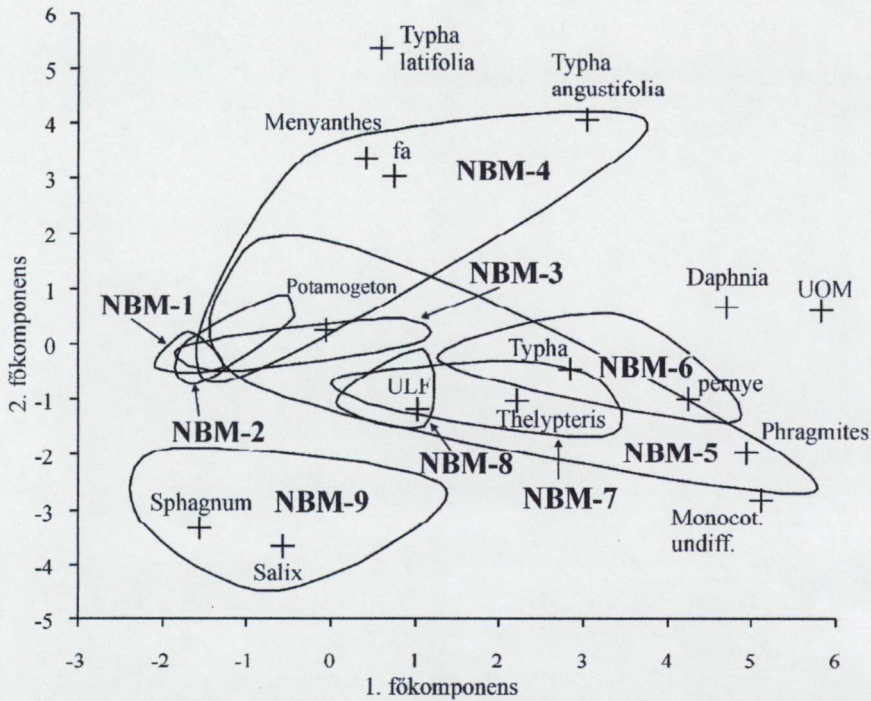
A 15 leggyakoribb és legfontosabb tőzegszövet alkotó eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei.

A változók (tőzegszövet alkotók) és az objektumok (üledékminták) ordinációjának eredményét a 3.2.7. ábra mutatja. A kettős szórásdiagramon látható, hogy az első főkomponens tengelye mentén a minták a vízborítás borítás mértéke szerint rendeződtek. Az alacsonyabb értékek közelébe kerültek a nyílt vízre utaló taxonok (pl. *Potamogeton*) illetve minták (NBM-1, NBM-2, NBM-3 zónák). A magasabb értékek közelébe kerültek a mocsári környezetre, magasabb növényzeti borításra utaló taxonok (pl. *Phragmites*, UOM, *Typha*) és minták (pl.: NBM-6, NBM-7, NBM-8 zónák). A 2. főkomponens mentén a minták a trofitás mértéke szerint rendeződtek. A magasabb értékek közelébe az eutrófiára utaló taxonok (pl.: *Typha*, *Menyanthes*, *Daphnia*) és minták (NBM-4, NBM-5), az alacsonyabb értékek közelébe az oligotrófiára utaló taxonok (pl.: *Sphagnum*, *Phragmites*) és minták (pl.: NBM-9) kerültek.

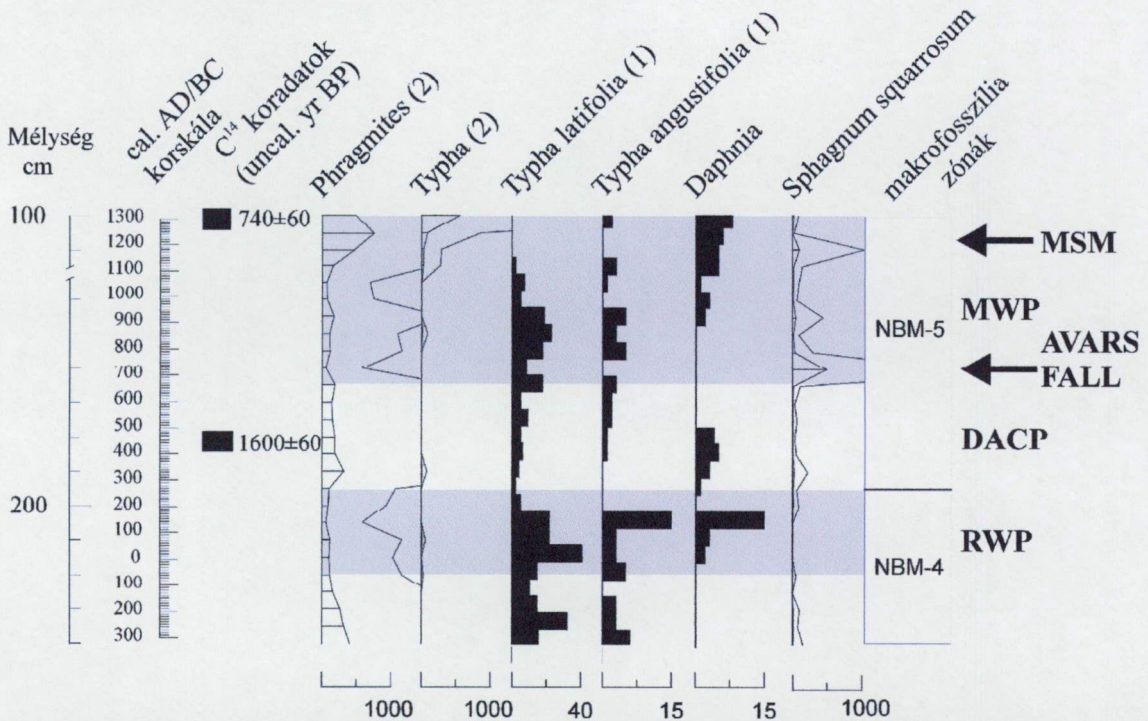
Az objektumok (üledékminták) ordinációjából származó 1. és 2. főkomponens értékeket mélység szerint ábrázoltuk (3.2.6. ábra). Az ábrán jól látszik, hogy késő-glaciális és holocén rétegekben a medret a magasabb vízszint és az oligo-mezotróf vízminőség jellemezte. A hiátust követően a Szubatlantikus kronozónában előbb közepes vízszint és eutróf vízminőség, majd a Holocén végén alacsonyabb vízborítás (nagyobb növényzeti borítás) és oligotrofizálódás volt a jellemző.

A nagybárkányi Nádas-tó fejlődésének az Atlantikusig tartó első szakaszát a trofitási viszonyok viszonylagos állandósága mellett a vízszint kisebb ingadozásai határozták meg. A Késő-Glaciális és Preboreális kronozónák idején lerakódott rétegekben a makrofosszília vizsgálatok alapján nem lehetett változást kimutatni. A Boreális kronozónában a vízszint alacsonyabb lett, és beindul a láposodás, ami összefüggésben van a klíma melegebbre és szárazabbra fordulásával. Ez egybeesik a melegkedvelő tölgyesek kialakulásával a pollenvizsgálatok szerint (JUHÁSZ et al. 2004, JUHÁSZ 2005a). A vízszint ezt követően az Atlantikus kezdetén ismét megemelkedett, majd körülbelül 6100 BP (6900 cal. BP) évnél ismét csökkenni kezdett, lehetőséget adva a nádas újabb térhódításának. A balatoni üledékek makrofosszília vizsgálata is nagyobb vízborítást mutatott ki az Atlantikus kronozóna elején (JAKAB et al. 2005).

A nagybárkányi Nádas-tó fejlődésének második szakasza körülbelül 330 BC évtől az Árpád-kor végéig tart. A vízszint alacsonyabb lett, és a tavat mocsárszóna vette körbe. Erre az időszakra a trofitási viszonyok ingadozásai a jellemzőek, aminek a háttérben klimatikus okok állhatnak. A 3.2.8. ábrán 6 olyan tőzegszövet alkotó mennyiségének alakulását tüntettük fel, amik különösen jellemzők voltak ezen időszakban. Az ábrán feltüntettük a történetileg is regisztrált ókori és középkori klimatikus fázisokat (LAMB 1995, JIANG 2005).



3.2.7. ábra. A nagybárkányi Nadas-tó makrofossziliáin végzett főkomponens analízis kettős szórásdiagramja (skála faktor: 6,7666)



3.2.8. ábra. A nagybárkányi Nadas-tó trofitás ingadozásai a 330 BC - 1300 AD évek közötti időszakban. A szürke területek a melegebb klímájú periódusokat jelölik. (rövidítések: MSM: Medieval Solar activity Maximum = Közékorai Szoláris Aktivitási Maximum, MWP: Medieval Warm Period = Viking Klímaoptimum, DACP: Dark Age Cold Period = Népvándorláskori Minimum, RWP – Roman Warm Period = Római Klímaoptimum, Avars Fall = Avar Birodalom bukása. 1: mag db/3cm³, 2: rizodermisz db/cm³. A közbeékelődő vízréteg 130-110 cm között kihagyva.)

A 3.2.8. ábrán jól látható, hogy a melegebb időszakokban (MWP, RWP) az üledékben a *Phragmites* koncentrációja csökken, míg a *Typha* magvak és *Daphnia* ephippiumok mennyisége nő. Itt egy olyan kompetíciós jelenséggel állunk szemben, amikor hol a nád, hol a gyékény került túlsúlyba a mederben. Mind a nád, mind a gyékény jó kompetítor, ha neki kedvező körülmények közé kerül. A nád magasra nő, beárnyékolja az alacsonyabb és fényigényes gyékényt, könnyen kiszorítja azt. A nádnak viszont viszonylag durvább üledékre van szüksége ahhoz, hogy a gyökerei megfelelően rögzítsék, enélkül könnyen eldőli. Lazább üledékben viszont a gyékény könnyebben telepszik meg (HASLAM 1972, NURMINEN 2003, TOIVONEN - BÄCK 1989). A nagyobb szoláris aktivitás idején több fény jutott a tóba, feltehetően az erdő lombkoronaszintjének nyíltabbá válása miatt (JUHÁSZ 2005a). A tavat déli, délkeleti irányból magas és meredek hegyoldal veszi körbe (3.2.1. ábra), amiről a magas fák a tó jelentős részét beárnyékolják. Nagyobb szoláris aktivitás idején a fitoplankton felszaporodását mutatja az azzal táplálkozó *Daphnia* mennyiségének növekedése. A fitoplankton felszaporodása lazább üledék kialakulását eredményezte, ami kedvezett a *Typha* terjedésének.

A Viking Klímaoptimum kezdetét és végét a szoláris aktivitás maximuma jellemezte. Az első maximum 700-800 AD évek között a Kárpát-medencében is jelentős szárazságot okozott, és hozzájárult az Avar Birodalom meggyengüléséhez, majd bukásához (GYÖRFFY 1995, GYÖRFFY – ZÓLYOMI 1994). Azt, hogy a Kárpát-medence klímája 700 és 1000 AD évek között szárazabbá vált a pollenvizsgálatok is alátámasztották (MAGYARI 2002). A Viking Klímaoptimum végén, 1250 AD évnél volt az úgynevezett középkori szoláris aktivitási maximum (*Medieval Solar activity Maximum*), ami jelentős szárazságot okozott pl. Észak-Amerikában. Mindkét maximum idején a *Sphagnum squarrosum* mohafaj maradványainak hirtelen terjedését tapasztaljuk az üledékben. 800 AD évnél visszaesik a *Phragmites* és a *Typha* mennyisége is. Ebből a meder rövid ideig tartó kiszáradására következtethetünk, amikor a tőzegmohák átmenetileg elborították a tó medrét. 1200-1300 AD évnél a vízszint huzamosabb ideig lecsökkent, ami lehetővé tette azt, hogy a nádas elborítsa a tó medrét, a nyílt vízfelület visszaszorulását okozva ezzel.

A jelenkori lág kialakulása, és ezzel a tőzeg felhalmozódásának kezdete az Árpád-kor végére tehető. Körülbelül 1400 AD évnél a *Typha* rizómák mennyisége jelentősen megnő, jelezve ezzel a vízszint megemelkedését és az úszólág kialakulását. A lápi szukcesszió alakulását ettől kezdve autogén folyamatok jellemzik, melyek a fokozatos oligotrofizálódás irányába mutatnak. Figyelemreméltó a hasonlóság két másik hazai tőzegmohalápunk a csarodai Báb-tava (JAKAB - MAGYARI 2000) és a keleméri Nagymohos (MAGYARI et al. 2000, 2001) kialakulásának menetével. Mindkét esetben *Typha* – *Thelypteris palustris* – *Meesia longiseta* – *Sphagnum* spp. fajokkal jellemezhető stádiumokon keresztül alakult ki a tőzegmohalág, ami egyfajta szabályszerűsége utal a hazai *Sphagnum*-lágok képződésében.

3.3. Balatonederics: Szigligeti-öböl, Balaton

A vizsgálati terület leírása

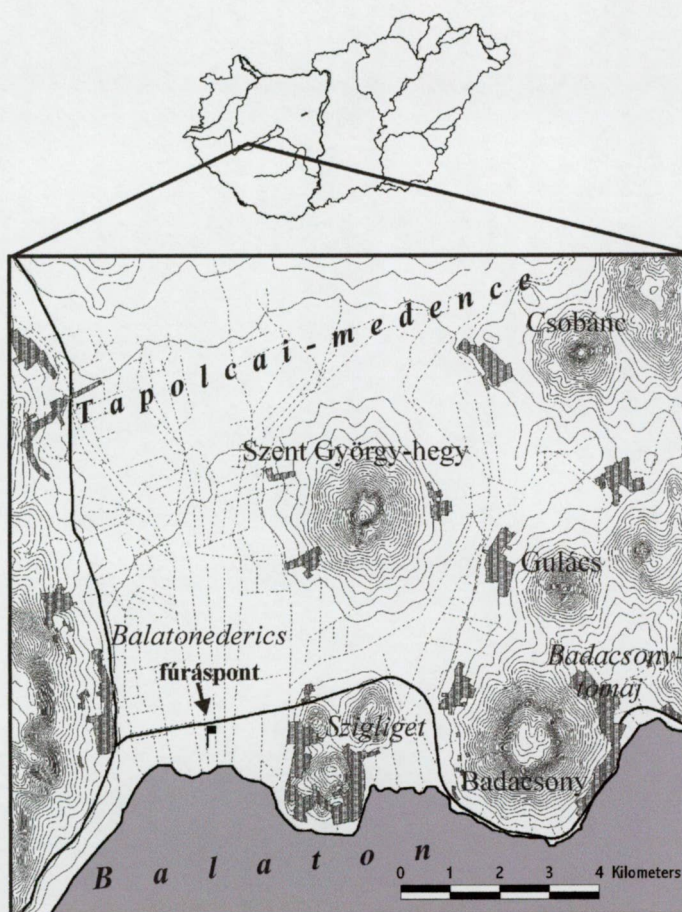
A Balaton Közép-Európa legnagyobb területű tava. Területe átlagos vízálláskor mintegy 593 km². Hossza 78 km, átlagos szélessége 7,6 km. A tó átlagos vízmennyisége 1800 millió m³, magassága 104,57 mAf. A tó területéből mintegy 16,8 km²-nyi területet borít nádas (BULLA 1962, ILLÉS 1981).

A tó vízgyűjtő területe 5774 km². Legjelentősebb táplálója a Zala folyó, valamint az északi partvidék patakjai. Ezen felszíni vízfolyások által a tóba szállított víz mennyisége azonban a számítások szerint a Balaton felületéhez, mint párologtató felülethez viszonyítva nagyon kevés. Vagyis a Balaton nem tekinthető a Zala és a beömlő patakok szétömlő, megduzzasztott vizének, hanem főtömegében csapadékvíz eredetű. Vize tavasszal áradni kezd, nyár elején éri el a legmagasabb vízállását, majd ősszel ismét apadni kezd. A tó párolgása a havi középhőmérséklettel arányos. Az emberi beavatkozás előtti 5-10 méteres vízszintingadozás a szabályozás hatására az 1920-1970 évek között már 2 méterre csökkent. A Balaton vízszintje tehát nagymértékben a klímának kiszolgáltatott, bár a szabályozások óta az ingadozások jelentősen csökkentek (BULLA 1962, ILLÉS 1981).

A Balaton medencéje nem egyidejű és egységes süllyedék, hanem különálló süllyedékek sorozatából jött létre, amelyeket földhátak választottak el, és amiket a fejlődés egy meghatározott fokán a tavi abrázio munkája egyesített. A tó eredeti alakja tehát jobban követte a keresztirányú süllyedékeket, észak és dél felé több helyen beöblösödött. A geomorfológiai vizsgálatok szerint az egységes víztükör kialakulása, a „földnyelvek” lealacsonyodása és víz alá kerülése hiánytalanul végbement a Pleisztocén folyamán LÓCZY (1913) és MAROSI – SZILÁRD (1981) szerint. A paleolimnológiai vizsgálatok szerint viszont a tómeder kialakulása fokozatosan történt, nyugatról északkelet felé, a különálló tómedencék egyesülésével a Holocén folyamán. Körülbelül 5000 év különbség volt a Keszthelyi- és Szigligeti-öblök, valamint a Balatonkenesei-öböl kialakulása között. A Keszthelyi- és Szigligeti-öböl kialakulását a Késő-Glaciális elejére (17-15000 BP év), a Balatonkenesei-öböl kialakulását pedig a Késő-Glaciális végére teszik. A két nagy öblözet egyesülése mintegy 4-5000 évvel ezelőtt történt (BODOR 1987, CSERNY 2002). ZÓLYOMI (1987) szerint a Balaton szigligeti medencéje jött először létre, a Késő-Glaciális magas vízszintje pedig csak látszólagos mert a Balaton fenékszintje ebben az időszakban magasabban volt. Véleménye szerint a keleti és középső medence egyesülése mintegy 7500 évvel ezelőtt mehetett végbe.

A balatoni üledékek térbeli elhelyezkedését ZÓLYOMI (1952, 1987) és CSERNY (1987, 2002) vizsgálatai alapján részletesen ismerjük. A tómeder kialakulása után a Késő-Glaciálisban többnyire homok vagy kőzetliszes-homok, ritkábban homokos-kőzetliszt rakódott le, az átmeneti szintben bazalt, dolomit vagy homokkő kavicsokkal (0,5-1 cm). A sárgás-vöröses vasoxid kiválások hosszabb ideig tartó vízmentes időszakokra utalnak. A nyugati és középső medencében a Késő-Glaciálisban tőzegképződés folyt (ZÓLYOMI 1987, CSERNY 1987, 2002). A tőzegréteget egészen a tó közepéig meg lehet figyelni. Az üledék felhalmozódása a Holocénben a tó különböző medencéiben nagyon változó képet mutat. A tó alacsony vízszintjei miatt az üledékben több helyein is hiátus van. ZÓLYOMI szerint a tó vízszintje Kora-Holocénben jelentősen lecsökkent, és üledékfelhalmozódás (tőzegképződés) egyedül a Szigligeti-öbölben folyt.

Az üledék vastagsága az északi part közelében a legnagyobb. A tómeder aszimmetrikus alakja miatt a pannon üledékek az északi part közelében vannak a legmélyebben, míg a déli part közelében egészen a felszín közelében helyezkednek el. Az urakodó szélirány, valamint a Keszthelyi-hegység és Bakony szélárnyékoló hatása miatt létrejövő áramlások az iszapos üledékeket az északi parton, míg a homokos üledékeket a déli parton rakják le (LÓCZY 1913,



3.3.1. ábra. A fúrásponthelyezkedése a Szigligeti-öbölben

3.3.1. táblázat.

A balatonedericsi fúrásszelvény rétegtani leírása (SÜMEGI Pál munkája alapján, SÜMEGI et al. 2005a)

Mélység	Troels-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
0-40 cm	Sh4	kiszáradt, talajosodott (kötösödött) tőzeg,
40-90 cm	Lc2Th2	feketésszürke tavi üledék,
90-208 cm	Th3Sh1	90-120 cm feketésbarna tőzeg, 130-148 cm feketésszürke tavi üledék, 148-208 cm feketésbarna nyers tőzeg, csiga,
208-275 cm	Th1As2Sh1	208-240 cm világosbarna nyers tőzeg jelentős mennyiségű tavi üledékkel, 240-254 cm feketésbarna tőzeg, csiga, 254-275 cm feketésszürke csigás tavi betelepülés,
275-280 cm	Th3Sh1	nyers tőzeg,
280-305 cm	Th4	280-290 cm világosabb tőzeg, szürke betelepüléssel, 290-305 cm tőzeg,
305-315 cm	Th2Sh2	láp föld,
315-388 cm	Th4	tőzeg,
388-400 cm	Lc4 (éles váltás)	380-400 cm mészszipa, 390-400 cm tavi üledék,
400-435 cm	As2Lc2	sötétszürke tavi üledék, csiga,
435-440 cm	As2Ld2	tőzeg,
440-510 cm	As2Ld1Th1	homogén tőzeg barnamoha maradványokkal,
510-518 cm	Ag1As2Gs1	homokos kőzetliszt kavicsal,

VLADÁR 1968). A Balaton negyedidőszaki üledékeinek átlagos vastagsága 5 méter. A jelenlegi kiegyenlített mederfenékhez viszonyított üledékvastagság a mederben nagyon változó, ami változatos morfológiájú aljzatot jelez. Egyes aljzat-kiemelkedések felett a tavi képződmények vastagsága 1,0-1,5 méterre is lecsökken, míg a mélyedéseknél 8 méterre is megnő (CSERNY 1993).

CSERNY (2002) vizsgálatai során sehol sem talált a tó kialakulásától kezdődően (Dryas I.) folyamatos és hiánytalan rétegsort. A tó nyugati felén ugyan kimutatott idősebb üledékeket is, de a Késő-Glaciális/Holocén átmenetnél üledékhiányt tapasztalt. A korábbi vizsgálatok szerint (ZÓLYOMI 1952, 1987) viszont a Balatonban a Szigligeti-öbölben a tó kialakulása óta folyamatos üledékképződés folyt. Ezért a Balaton tó paleoökológiai vizsgálatához a Szigligeti-öböl jelenleg szárazon álló parti sávjából, a parttól mintegy 100 méterre az 3.3.1. ábrán megjelölt helyen történt a mintavétel.

A szelvény szedimentológiai leírását a 3.3.1. táblázat tartalmazza. A szelvényből jelenleg előzetes pollenanalitikai eredményekkel rendelkezünk (3.3.2. táblázat). A mintavétel sűrűsége (16 cm) egyenlőre nem teszi lehetővé a pollenelemzés és a makrofosszília analízis (5 cm) részletes összehasonlítását. Másrészt a Balaton üledékeinek pollenanalitikai vizsgálata az üledékgyűjtő jelentős mérete miatt még a regionális vegetáció korrekt rekonstrukcióját sem teszi lehetővé (JACOBSON - BRADSHAW 1986). Az előzetes pollendiagramot a Függelék 8. ábrája mutatja.

A makrofosszília vizsgálatok eredményei

BEM-1 zóna (515-485 cm)

A fűró 520 cm-nél kavicsal kevert homokos közetlisztet ért el, ami felfelé barnamoha maradványokat tartalmazó homogén tőzegbe ment át (3.3.1. táblázat). A vízszint eleinte ingadozó lehetett, a közeli patakok elérték a meder ezen részét, mert apró kavicsokat tartalmazott az üledék. Ez követően a makrofosszília vizsgálatok eredményei (3.3.2. és 3.3.3. ábra) és az üledéktani kép alapján magasabb vízszintre és alacsony növényzeti borításra következtethetünk a mederben. A mederben a *Phragmites* és a *Typha latifolia* ért el jelentősebb borítást. A meder szezonális kiszáradására utal az iszaplakó *Cyperus fuscus* maglelete. A vízben az aljzatot *Chara*-gyepek borították. Az ostracodák mennyisége is jelentős. A pernyekoncentráció ebben a rétegben folyamatosan nő. Nagy mennyiségben kerültek elő egy *Pinus* faj szövetmaradványai (a pollenspektrum alapján feltételezhetően *Pinus sylvestris*). A radiokarbon mérés eredménye alapján az üledék felhalmozódása Dryas I. (MANGERUD et al. 1974), vagy a Heinrich 1 eseménnyel (BOND et al. 1992, 1993) szinkronizálható Pupilla sterri zonula idejére tehető (SÜMEGI 1996, SÜMEGI-KROLOPP 1995, 2002).

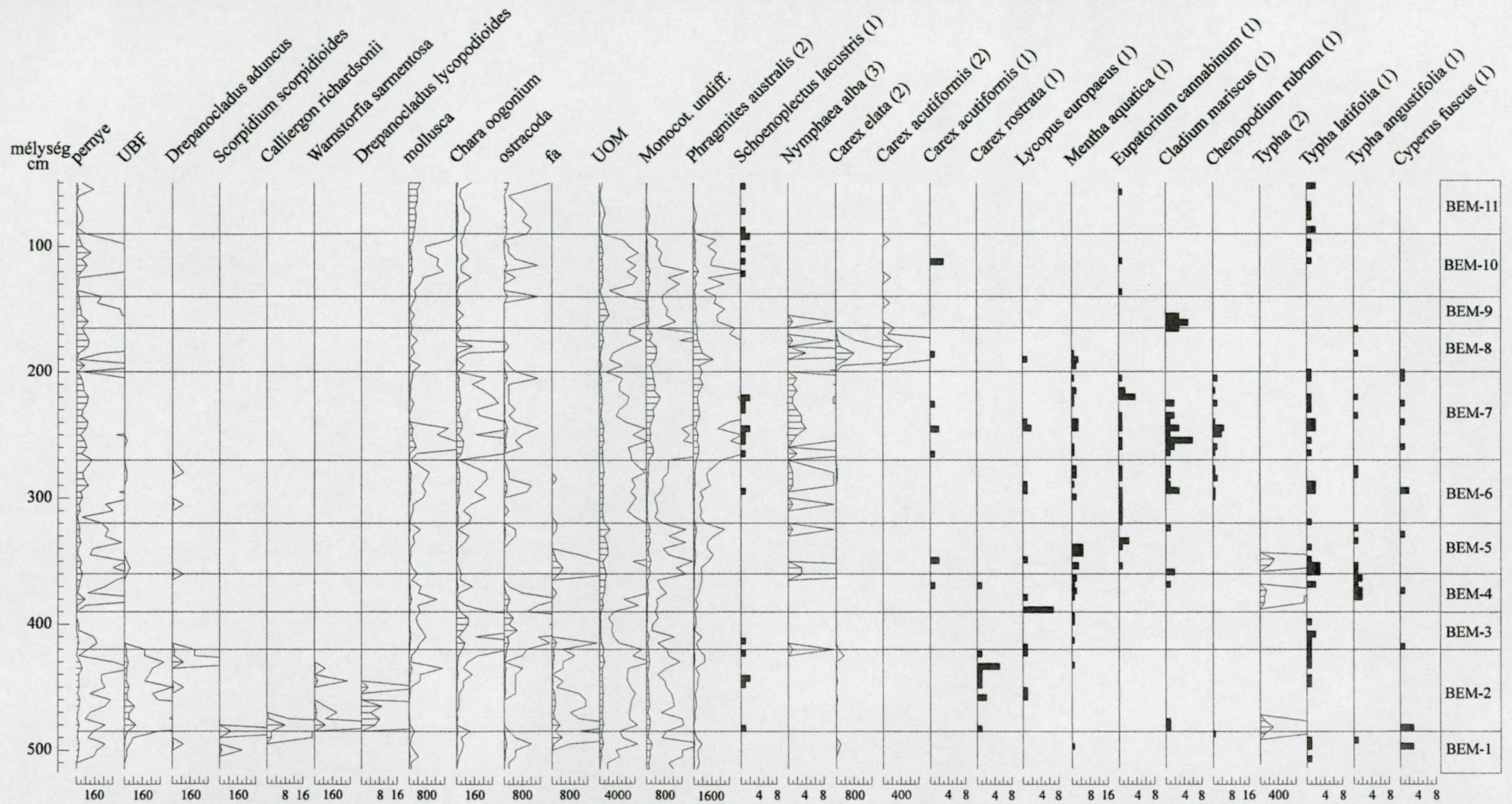
A Szigligeti-öböl ezen részén a tőzeg felhalmozódása már röviddel a tó kialakulását követően, mintegy 14300 BP (16-17000 cal. BP) évtől megindult, tehát jóval korábban, mint azt eddig a Balaton más területeiről kimutatták (vö. CSERNY 2002).

Nagy jelentőségű az arktikus-alpesi elterjedésű nyírfajok a *Betula humilis* és a *Betula pubescens*, valamint a *Dryas octopetala* magjának előkerülése ebből a rétegből.

3.3.2. táblázat

A balatonedericsi I. fűrész pollenanalitikai leírása (JUHÁSZ Imola munkája alapján, JUHÁSZ in SÜMEGI et al 2005a)

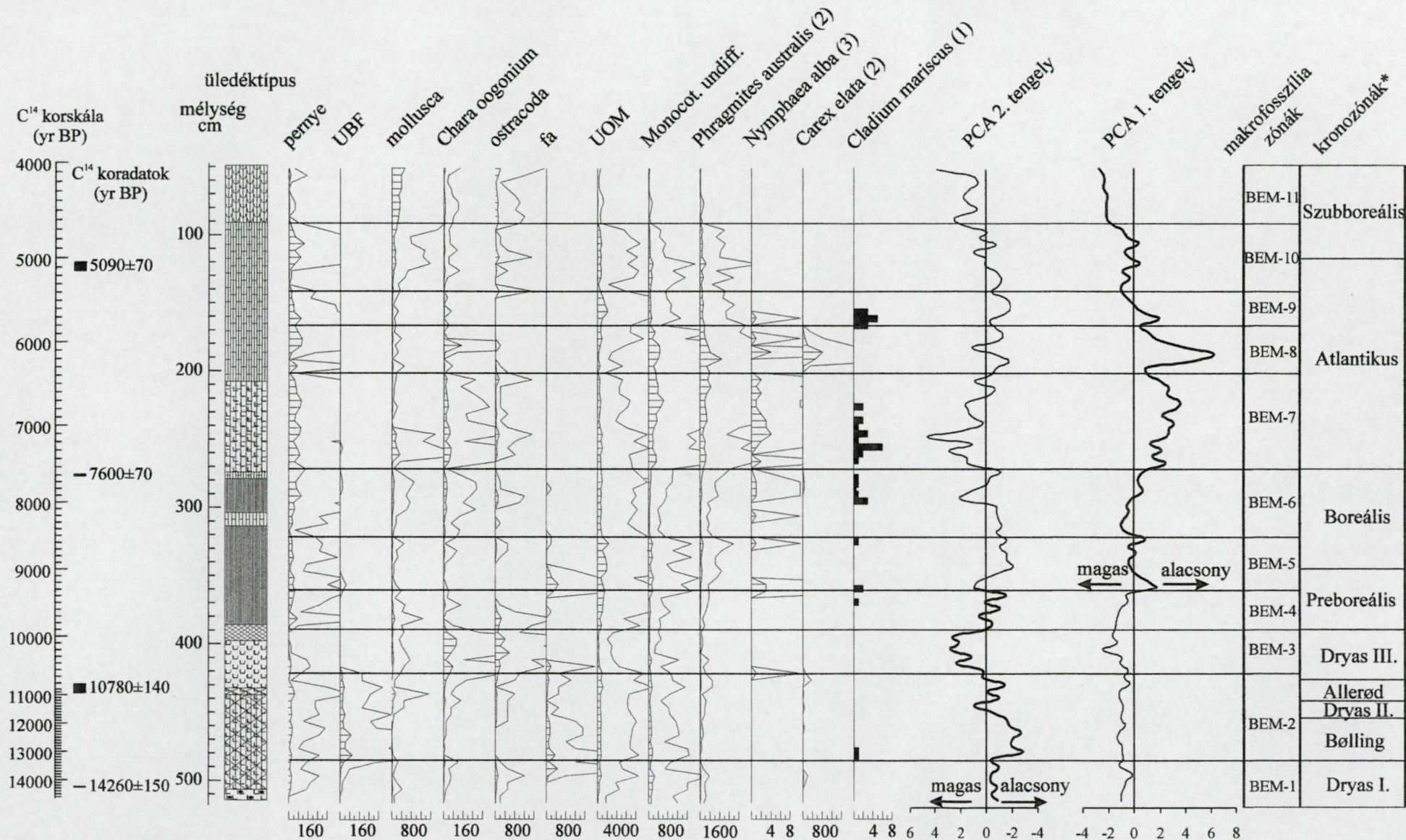
Helyi pollen zónák	Zóna leírás
BEP-13. 72-40 cm erőteljes emberi hatás, az erdőtakaró felnyílása	A <i>Quercus</i> és <i>Pinus sylvestris</i> jelentős visszaesését tapasztaljuk ebben a zónában, párhuzamosan a lágyszárú vegetáció terjedésével. A <i>Poaceae</i> , <i>Artemisia</i> és <i>Chenopodiaceae</i> terjedését tapasztaljuk. A gabonák és gyomfajok (<i>Centaurea</i>) pollenjei a terjedő földművelésre utalnak.
BEP-12. 104-72 cm Az erdőtakaró záródik	A legtöbb fafaj (<i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Fagus</i> , <i>Carpinus</i>) mennyisége nő ebben a zónában. A fenyőfélék mennyisége is viszonylag magas. A lágyszárú vegetációból a <i>Poaceae</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Asteraceae</i> és <i>Chenopodiaceae</i> van jelen, viszonylag alacsonyabb mértékben.
BEP-11. 136-104 cm Erőteljes emberi hatásra az erdőtakaró felnyílása	A zónát a <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i> és <i>Fagus</i> mennyiségének csökkenése jellemzi. A <i>Betula</i> és <i>Carpinus</i> átmenetileg terjed. A <i>Quercus</i> értéke folyamatosan magas. A lágyszárúak között legjelentősebb taxonok a <i>Poaceae</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Asteraceae</i> és <i>Chenopodiaceae</i> . A gabonák és a gyomfajok pollenjei az emberi jelenlétre utalnak a területen.
BEP-10. 168-136 cm A bükk visszaesése a tölgyesben	Ezt a zónát az erdők kiterjedésének maximuma jellemzi. A <i>Fagus</i> és <i>Fraxinus</i> eléri maximumát, de a <i>Quercus</i> és <i>Corylus</i> értékei is magasak. A lombos fák között a <i>Tilia</i> és az <i>Ulmus</i> is folyamatosan jelen vannak, csakúgy mint a fenyőfélék (<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Abies</i> és <i>Larix</i>). A <i>Poaceae</i> mennyisége a minimumra csökken.
BEP-9. 264-168 cm Neolit emberi hatás megjelenése, szelektív fakitermelés és mezőgazdasági tevékenység.	A fenyők (<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i>) mennyisége valamelyest megnő ebben a zónában, de a melegkedvelő lombos fafajok (<i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i>) pollen mennyisége is magas. A <i>Carpinus</i> jelentősen visszaszorul. Megjelennek a gabonafélék pollenszemerei. A bükk mennyiségének többszöri visszaesése és a <i>Poaceae</i> növekedése emberi hatásra utalnak.
BEP-8. 312-264 cm A bükk és a gyertyán megtelepedése az fajgazdag elegyes tölgyesben	A <i>Fagus</i> , majd a <i>Carpinus</i> jelenléte folyamatossá válik, és mennyiségük jelentősen megnő. A <i>Quercus</i> és <i>Corylus</i> a domináns fafajok. A <i>Poaceae</i> mennyisége egy zóna eleji maximum után lecsökken, miközben <i>Pinus sylvestris</i> értékei megemelkednek. Az <i>Alnus</i> görbéje folyamatossá válik.
BEP-7. 392-312 cm A melegkedvelő fafajok elterjedése, a fenyőfélék zuhanásszerű csökkenése a bükk megjelenése	Ebben a zónába a <i>Pinus sylvestris</i> mennyisége hirtelen visszaesik, a melegkedvelő lombos fák (<i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i>) pollenjének mennyisége pedig jelentősen megnő. Megjelennek a <i>Fagus</i> elszórt pollenszemerei is. A <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Larix</i> és <i>Betula</i> is kimutatható. A <i>Poaceae</i> mennyisége jelentősen megnő, type Asterioides és <i>Chenopodiaceae</i> is jelen van elszórtan.
BEP-6. 424-392 cm	A pollenkoncentráció nagyon alacsony, ami szelektív fosszilizációra utal. Főleg a <i>Pinus sylvestris</i> pollenjei maradtak meg az üledékben. Elszórtan <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> és <i>Quercus</i> is jelen van.
BEP-5. 440-424 cm	A <i>Pinus sylvestris</i> értéke hirtelen csökken, a <i>Poaceae</i> ezzel párhuzamosan növekszik. A lágyszárú vegetációban az <i>Artemisia</i> és <i>Chenopodiaceae</i> szintén magas értékekkel jelentkeznek.
BEP-4. 456-440 cm	Ezt a zónát a <i>Betula</i> és <i>Pinus</i> magasabb értékei jellemzik. A <i>Poaceae</i> , <i>Artemisia</i> és <i>Chenopodiaceae</i> értékei csökkennek. A <i>Corylus</i> továbbra is jelen van alacsony arányokkal.
BEP-3. 472-456 cm	A fenyőfélék visszaszorulnak, az <i>Artemisia</i> , <i>Poaceae</i> és <i>Chenopodiaceae</i> értékei pedig újra magasabbak lesznek. A melegkedvelő taxonok között a <i>Corylus</i> mutatható ki, a <i>Betula</i> arányai pedig visszaesnek.
BEP-2. 504-472 cm	A <i>Pinus sylvestris</i> mennyisége jelentősen megnő, és a <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Larix</i> , <i>Betula</i> és <i>Juniperus</i> értékei is magasabbak. Ezzel szemben a <i>Poaceae</i> és az <i>Artemisia</i> jelentősen visszaszorul és a zóna végén jelenik meg újra. <i>Corylus</i> értékei visszaesnek.
BEP-1. 518-504 cm	A <i>Pinus sylvestris</i> viszonylag alacsony értéke és a <i>Picea</i> , <i>Abies</i> és <i>Juniperus</i> jelenléte jellemzi ezt a zónát. A <i>Betula</i> és <i>Corylus</i> értéke viszonylag magas. A lágyszárú vegetációban a <i>Poaceae</i> értéke eléri a 35 %-ot. Az <i>Artemisia</i> és <i>Asteraceae</i> értékei is viszonylag magasak.



3.3.2. ábra. A balatonedericsi fúrás makrofosszília diagramja. 1: mag, 2: lágyszövetek (főleg rizodermsz), 3: maghéj epidermsz.

További taxonok zónánként:

BEM-1: *Dryas octopetala* (1), *Pinus* sp. (2), *Equisetum fluviatile* (2), *Betula humilis* (1), *Betula pubescens* (2), *Menyanthes trifoliata* (2), BEM-2: *Calliergon giganteum*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Drepanocladus sendtnerii*, *Tomenthypnum nitens*, *Sphagnum palustre*, *Pinus* sp. (2), *Betula nana* (1), *Betula pubescens* (1), *Betula humilis* (1), *Menyanthes trifoliata* (1, 2), *Urtica dioica* (1), *Carex nigra* (1), *Potamogeton natans* (1), *Ranunculus sceleratus* (1), *Nuphar lutea* (2), BEM-3: *Batrachium* sp. (1), BEM-4: *Polygonum lapathifolium* (1), *Myriophyllum verticillatum* (1), *Ranunculus sceleratus* (1), *Potamogeton* sp. (1), *Juncus* sp. (1), *Urtica dioica* (1), BEM-5: *Carex pseudocyperus* (1), *Carex paniculata* (1), *Stachys palustris* (1), *Lythrum* sp. (1), *Urtica dioica* (1), *Salix cinerea* (2), BEM-6: *Bryum* sp., *Carex pseudocyperus* (1), *Polygonum persicaria* (1), *Urtica dioica* (1), BEM-7: *Meesia longiseta*, *Betula pendula* (1), *Myriophyllum verticillatum* (1), *Utricularia vulgaris* (1), *Acoellus pannonicus* (1), *Najas marina* (1), *Potamogeton* sp. (1), BEM-10: *Potamogeton natans* (1)



3.3.3. ábra. A balatonedericsi fúrás makrofosszília diagramja (válogatott taxonok) a főkomponens analízis értékeinek feltüntetésével, *MANGERUD et al. (1974)

A magcsákó (*Dryas octopetala*) egy arktikus-alpesi törpecserje, mely jelenleg a sarkkőri területek és a mérsékelt övi magashegységek lakója (3.3.4. ábra)(ELKINGTON 1971). A Késő-Glaciális egyik jellemző faja volt Nyugat-Európa fátlan, tundra-klimájú területein, és az ún. „Dryas-flóra” egyik vezérkövülete. A késő-glaciális lehülések nevüket ezen fajról kapták. Hazánkban ezidáig csak Würm korú előfordulásáról tudunk (MEDZIHRAJSZY – BAJZÁTH 1998, BAJZÁTH 1999). A magcsákó száraz gyepekben, köves tundrán, kőfolyásokon vagy lápterületeken él. Oroszországban az úgynevezett fagyhalom lápok gyakori faja. Ezekon a lápokon az állandóan fagyott halmok váltakoznak nedves mélyedésekkel (BOTCH – MASING 1983).

Ez a zóna, bár a korábbi fűrésoknál nem végeztek radiokarbon vizsgálatot, de talán megfeleltethető ZÓLYOMI (1952) „1^o vegetációs fázisával” az V. számú a Szigligeti-öbölben végzett fűrésből. Ez a Balaton tó kialakulásának időszaka.

BEM-2 zóna (485-420 cm)

A BEM-2 makrofosszília zóna kialakulása a radiokarbon mérések szerint a Bølling/Allerød interstadiális („late-glacial interstadial”) idejére tehető. A megnövekedett és ingadozó pernyekoncentrációból klíma melegebbre fordulására és ciklikus tajgatüzekre következtethetünk (sok *Pinus sp.* szövetmaradvány).

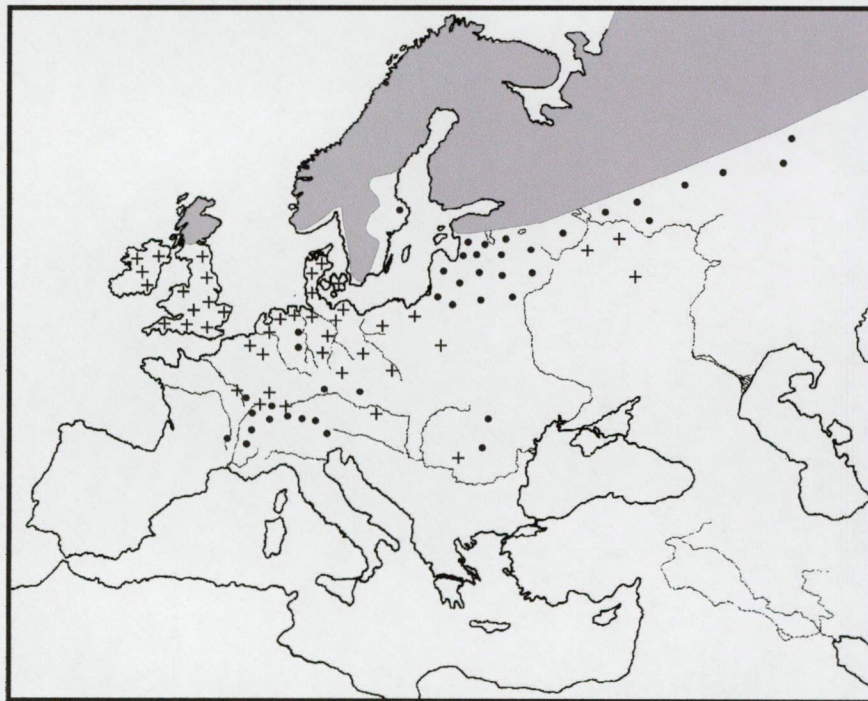
A BEM-2 zóna tartalmazza az egyik legfajgazdagabb késő-glaciális makrofosszília közösséget, amit eddig hazánk területéről kimutattak. Nagyon fajgazdag tundralakó lápi mohafajokban (*Scorpidium scorpioides*, *Calliargon richardsonii*, *C. giganteum*, *Warnstorfia sarmentosa*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Drepanocladus lycopodioides*, *D. sendtnerii*, *D. aduncus*, *Tomenthypnum nitens*). Ezenkívül előkerültek a *Betula nana* és a *Betula humilis* magleletei is. Ezidáig a Késő-Glaciálisból mindössze pollen lelete került elő a *Betula nana*-nak (JÁRAI-KOMLÓDI 1966a, MAGYARI et al. 1999, 2000, JAKAB et al. 2004a). A *Betula* fajok pollenjei nagyon hasonlóak, és csak statisztikai módszerekkel különíthetők el (BIRKS 1968). Magleleteik mindig nagy jelentőségűek, mivel így biztosan meghatározhatóak. Magmaradványaik ezidáig csak egy Würm korú rétegből kerültek elő (28470±300 BP év) Győrújfalú mellől (MEDZIHRAJSZY – BAJZÁTH 1998). A Kárpát-medencében a Déli-Kárpátokból ismert még ezen fajok makrofossziliáinak egy feltételezhetően szintén Würm korú előfordulása (STAUB 1891). A *Betula nana* recens elterjedését és makrofosszília leleteit Európában a 3.3.5. ábra mutatja.

A BEM-1 és BEM-2 zónában talált magmaradványok (3.3.6. ábra) azt bizonyítják, hogy a „Dryas-flóra” fajai nem „hiányoznak teljesen” (ZÓLYOMI 1952) Magyarországról, és bár nem tundra vegetáció volt jellemző, a „Dryas-flóra” (tundra flóra) egyes fajai a Késő-Glaciálisban is jelen lehettek hazánkban. Azt, hogy nem tundravegetáció jellemezte a BEM-1 és BEM-2 zónákat az előkerült jelentős mennyiségű *Pinus sp.* szövetmaradvány is alátámaszja.

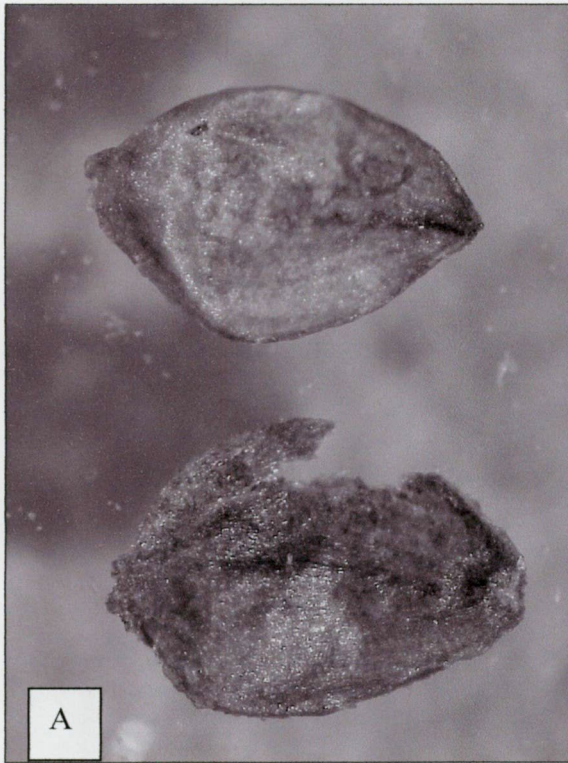
A Szigligeti-öböl vízszintje jelentősen alacsonyabb lehetett a mai szintnél, és 12300 BP (14000 cal. BP) évnél elérte a Késő-Glaciálisban a legalacsonyabb szintjét. A Szigligeti-öblöt úgynevezett barnamohás lápok borították el. Ezen láptípus a szubarktikus tundraöv egyik jellemző társulása. Mezotróf környezet és karbonátban gazdag víz szükséges a kialakulásához. Jellemző rá az ún. barna lápi mohafajok (*Scorpidium*, *Calliargon*, *Drepanocladus* fajok) dominanciája és fajgazdagsága, ami mellett a különböző sásfajok (pl.: *Carex nigra*, *C. rostrata*) és a *Menyanthes trifoliata* lehet jellemző (SJÖRS 1950, KOOLJMAN 1993, KOOLJMAN – WESTHOFF 1995). A *Warnstorfia sarmentosa*, *Drepanocladus vernicosus* és a *Tomenthypnum nitens* jelenléte arra utal, hogy ásványi anyagokban gazdag források vize táplálta az élőhelyet, illetve ilyen források vizét szállító patak folyt át a területen (BOROS 1968, HEDENÁS 1993, 1994, HALLINGBÄCK 1996, SLACK 1994). Ez a közösség a hazai Pleisztocén legjellemzőbb és legrégebb ismert élőhelytípusa. Ezen közösség nagyon elterjedt



3.3.4. ábra. A *Dryas octopetala* recens elterjedése (szürke terület és pont) és makrofosszília előfordulásai (kereszt) Európában (HULTÉN 1971 után módosítva)



3.3.5. ábra. A *Betula nana* recens elterjedése (szürke terület és pont) és makrofosszília előfordulásai (kereszt) Európában (HULTÉN 1971 után módosítva)



3.3.6. ábra. Arktikus-alpesi elterjedésű fajok magjai a Szigligeti-öböl késő-glaciális rétegeiből. A: *Betula humilis*, B: *Betula pubescens*, C: *Betula nana*, D: *Dryas octopetala*.

lehetett a hazai Pleisztocénben, mind Würm korú, mind Késő-Glaciális rétegekből gyakran előkerülnek maradványai (BOROS 1952, SZEPESFALVI 1928, 1930, JAKAB et al. 1998).

Nagyon jellemzőek voltak ezeken a barnamohás lápokon a különböző sásfajok (*Carex nigra*, *Carex rostrata*), valamint a tavi káka (*Schoenoplectus lacustris*) és a gyékény fajok (*Typha latifolia*, *Typha angustifolia*) állományai. A mederben kis kiterjedésű és szezonálisan kiszáradó nyílt vízfelületek is lehettek, amire a békaszőlő (*Potamogeton natans*) és a különböző iszaplakó fajok (*Cyperus fuscus*, *Ramunculus sceleratus*, *Chenopodium rubrum*) együttes jelenléte utal.

Igen érdekes, hogy bár a vízszint minden kétséget kizáróan jelentősen alacsonyabb volt a mai szintnél, a nád (*Phragmites australis*) maradványainak mennyisége mégis alacsony az üledékben, tehát a nád alárendelt szerepet játszott ebben az időszakban. A nád képes fennmaradni különböző vízjárású területeken, de legoptimálisabb, ha a vízmélység 50 cm és 20 cm között van, és az elárasztás legalább néhány hónapig tart egy évben. A nád nem kedveli a szeszélyes vízháztartású területeket. Európában észak felé haladva sterillé válik, és a hajtások nem képesek a hideg vízben fejlődni, az erős fagyok pedig elpusztítják a növényt. A melegebb éghajlat kedvez a nád növekedésének (HASLAM 1972, RODWELL 1995, VAN DER TOORN - MOOK 1982). Megítélésünk szerint a szeszélyes vízháztartás és a kedvezőtlen klíma együttes hatása miatt volt a nád ebben az időszakban alárendelt szerepű.

Ezen zóna azonos lehet a ZÓLYOMI (1952) által a Szigligeti-öbölből leírt lombosmohatőzeges („*Scorpidium*-os”) réteggel („1. vegetációs fázis”). ZÓLYOMI (1987) szerint ez a késő-glaciális tőzegréteg csak a Balaton középső és nyugati medencéjére korlátozódik. A tó keleti felében ez a tőzegréteg az északi partra korlátozódik. A pollenkép alapján ezt a réteget „főleg Allerød korúnak” (12000–11000 BP) tartotta. A radiokarbon méréseink alapján ez a barnamohás zóna idősebb, és a Bølling/Allerød interstadiális idején rakódott le. A késő-glaciális interstadiális, a Bølling/Allerød interstadiális, gyakran differenciálatlanul jelentkezik. A kettő közötti stadiális, a Dryas II. kronozóna mindössze 200-500 évig tartott, és elsősorban Észak- és Nyugat-Európában tudták rekonstruálni.

A zóna elején (Bølling interstadiális) a vízborítás nagyon alacsony, ekkor érte el késő-glaciális minimumát (lásd 3.3.3. ábra, 2. PCA görbe). Körülbelül 11800 BP (13600 cal. BP) évnél a vízszint hirtelen megnő (*Potamogeton natans* mag az üledékben), ami valószínűleg a három Bølling/Allerød hideg esemény („*intra-Bølling cold period*, *Dryas II*, *intra-Allerød cold period*”) valamelyikével hozható összafüggésbe (YU – EICHER 2001), de ennek bizonyítása további radiokarbon mérést igényelne.

Ezt követően a vízszint újra lecsökkent (lásd 3.3.3. ábra, PCA 2. tengely), a radiokarbon mérés szerint az Allerød kronozónának megfelelő időszakban. Az alacsony vízszintet bizonyítja ebben az időszakban a mohák (*Drepanocladus aduncus*) és sások (*Carex elata*, *Carex rostrata*) mennyiségének növekedése és a *mollusca*, *Chara* és *ostracoda* maradványok hirtelen visszaesése. A javuló klímára utal a nád terjedése ebben az időszakban, és egy tőzegmohafaj, a *Sphagnum palustre* előkerülése az üledékből. Bár ez az egyik legszélesebb ökológiai tűrőképességű tőzegmohafaj (DANIELS – EDDY 1985), mégis aligha képzelhető el az előfordulása egy karbonátban gazdag környezetben, sokkal valószínűbb, hogy a partról vagy a környező lápterületekről sodródhatott be (allochton), ahol akár nagyobb mennyiségben is nőhetett. Megjelennek a melegkedvelő hínárfajok, mint a *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea* és *Batrachium sp.* is.

BEM-3 zóna (420-390 cm)

430 cm-nél az üledék összetétele jelentősen megváltozik. A homogén tőzeg hirtelen váltással sötétszürke tavi üledékbe megy át. A klíma hűvösebbé válására utal a pernyekoncentráció lecsökkenése. A vízszint tovább emelkedik, és eléri Pleisztocén végi

maximumát. Az interpolált radiokarbon koradatok alapján ez a makrofosszília zóna a Dryas III. (Younger Dryas) idején alakult ki.

A folyamatosan emelkedő vízszint hatására 420 cm-nél a nádas helyét nyílt víz veszi át, az üledékben megnő a *Chara oogoniumok*, *ostracoda* héjak és *mollusca* héjtöredékek mennyisége. Bár az *ostracoda* héjak faji szinten nem lettek meghatározva, feltűnő volt ezen réteg fajgazdagsága. A területen mezo-oligotróf, mély vizű tó alakult ki. Talán ekkor alakult ki a Balaton legmagasabb, jégkorszakinak tartott színője is (KORCSMÁROS 1938).

NAGY-BODOR - JÁRAI-KOMLÓDI (2000) szerint ebben az időszakban a Balaton vízszintje alacsonyabb volt, amire hínarak és a nádasok visszaszorulásából következtek. Valójában a nád és a hínarak visszaszorulását az emelkedő vízszint, a víz oligotrofizálódása és a hűvösebbé váló klíma együttes hatása okozta. NAGY-BODOR - CSERNY (1997) szerint a Balaton keszthelyi medencéje ebben az időszakban szárazulat és lepusztulási terület volt, ami valamelyest ellentmondásban van azzal, hogy a szigligeti medencében egy mély vizű tó alakulhatott ki.

BEM-4 zóna (390-360 cm)

390 cm-nél a csökkenő vízszint hatására újra megindul a tőzegképződés. A nádasok területe megnő. A szárazabbá váló klímára utal a megnövekedett pernyekoncentráció. interpolált radiokarbon koradatok alapján ez a makrofosszília zóna a Pleisztocén/Holocén határán alakult ki.

BEM-5 zóna (360-320 cm)

375 cm-től a növekvő pernyekoncentráció és a *Phragmites* és *Typha* terjedése a klíma szárazabbá válására és a vízszint csökkenésére utal. A *Chara oogoniumok* mennyiségének csökkenése és az eutróf, melegkedvelő hínarak (*Polygonum lapathifolium*, *Myriophyllum verticillatum*) terjedése alapján sekély vizű, eutróf tavi állapotra következtethetünk. A radiokarbon kormeghatározás alapján a BEM-5 makrofosszília zóna a Preboreális/Boreális kronozóna határán alakult ki.

A korábbi vizsgálatok megállapításai szerint a Balaton a Kora-Holocénben kiszáradt (NAGY-BODOR - CSERNY 1997, 1998b, NAGY-BODOR - JÁRAI-KOMLÓDI 2000), üledékfelhalmozódás pedig egyedül a Szigligeti-öbölben folyt (ZÓLYOMI 1952, 1987). A BEM-5 és a BEM-6 makrofosszília zónák ZÓLYOMI (1952) kora-holocén tőzegrétegének felelnek meg (IV-V. vegetációs fázis), amit a balatoni fúrásai során a Szigligeti-öbölben figyelt meg (ZÓLYOMI 1952, 1987). Ez a réteg még a Tapolcai-medence keleti részén is hiányzik (NAGY-BODOR - JÁRAI-KOMLÓDI 2000). CSERNY (2002) szerint ezen időszakban az alacsony vízszint miatt a Balaton nyugati részén nem folyt üledékképződés.

A makrofosszília vizsgálatok eredménye alapján a Balaton kora-holocén kiszáradása csak egy viszonylag rövid ideig tartó esemény lehetett, melynek csúcspontja 9200 BP (10300 cal. BP) évnél volt. Előtte csökkenő, utána növekvő vízszinttel számolhatunk.

BEM-6 zóna (320-270 cm)

Ebben a zónában is tőzegréteg felhalmozódás folyik, de 315 és 305 cm között a tőzeg bomlott. Azonban ezt nem a vízszint lecsökkenése, hanem jelentős szezonális ingadozása okozta, hiszen a hínarak (*Chara*, *Nymphaea alba*) mennyiségének fokozatos emelkedését tapasztaljuk. A klíma feltételezhetően kontinentálisabbá vált, ami miatt a szezonális vízszintingadozás jelentősebb lett, és az öböl partközeli része rendszeresen kiszáradhatott. Erre utal a növekvő pernyekoncentráció és az iszaplakó fajok (*Chenopodium rubrum*, *Cyperus fuscus*, *Polygonum persicaria*) megjelenése is. A zóna kialakulását a Boreális második felére tehetjük.

BEM-7 zóna (270-200 cm)

270 cm-nél (7600 BP, 8400 cal. BP év) az üledék képe megváltozik, feketésszürke csigás tavi üledék betelepülésekkel találkozunk, ami kezdeti magas vízszintre utal. Ez az Atlantikus kronozóna kezdete. A vízszint ezután folyamatosan csökken, 6800 BP (7600 cal. BP) évnél eléri minimumát, majd újra növekedni kezd (lásd 3.3.3. ábra PCA 1. tengely).

A zónában a nyíltvízi élőhelyeket fokozatosan nádas váltja fel. A zóna elején még tömegesek a különböző hínárfajok (*Chara*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton sp.*, *Najas marina*, *Myriophyllum verticillatum*). Emellett jelentős mennyiségben van jelen a tavi káka (*Schoenoplectus lacustris*) is. Folyamatosan nő a *Phragmites* rizómák koncentrációja az üledékben, és a nádasokhoz kötődő *Eupatorium cannabinum* és *Utricularia vulgaris* mennyisége is. Ebben az időszakban fokozatosan mérséklődtek a vízszintingadozások (a *Chenopodium rubrum* mennyisége csökken) és csökken a víz karbonáttartalma (csökken a *Cladium mariscus* és a *Chara* mennyisége).

BEM-8 zóna (200-165 cm)

Ebben a zónában olyan hirtelen változásokat tapasztalunk, amit sokkal inkább a hidrogeográfiai viszonyok átrendeződésével, mintsem klimatikus okokkal lehet magyarázni. A zóna elején a vízszint jelentősen megnő, majd hirtelen lecsökken és eléri Holocén kori minimumát (6100 BP, 7000 cal. BP). Ezen zóna kialakulása az Atlantikus második felére tehető.

A nádasok maximális kiterjedésüket érték el. A karbonát tartalom lecsökkent (nincs *Cladium*, kevés a *Chara* és az *ostracoda*), és a terület láposodásnak indult, amire egyértelműen utal a *Carex elata* és a *Carex acutiformis* terjedése. Ezt követően a vízszint újra magas lett. A víz karbonáttartalma átmenetileg hirtelen megnövekedett, amire a *Chara* oogoniumok maximuma utal. A *Chara* oogoniumok mennyisége 180 cm-nél minden előzmény nélkül hirtelen nő meg. MAGNY (1987) vizsgálatai szerint a *Chara* oogoniumok mennyisége a tavi karbonátos üledékekben összefüggésben van a tavi abrázio mértékével.

Ezen katasztrófális vízszintcsökkenés háttérében a hidrogeográfiai viszonyok hirtelen változása állhat. Ez a változás vagy a balatoni részmedencék egyesülése vagy a Nagyberék felé történt vízkiáramlás lehet. ZÓLYOMI (1987) vizsgálatai szerint a Balaton medencéinek egyesülése a Boreális kronozóna legvégén vagy az Atlantikus elején mehetett végbe (kb. 7500 cal. BP). BODOR (1987) és CSERNY (2002) szerint viszont a Szubboreálisban (kb. 5500 cal. BP) egyesült a Balaton középső és keleti medencéje. NAGYNÉ-BODOR – SZUROMINÉ KORECZ (2002) szerint a Szigligeti-medencében a Nagyberék felé történő vízkiáramlás jelentős vízszint csökkenést okozott az Atlantikusban.

Annak bizonyítása, hogy pontosan mi okozta az Atlantikus második felében, 6100 BP (7000 cal. BP) évnél a vízszint hirtelen csökkenését még további vizsgálatokat igényel.

BEM-9 zóna (165-140 cm)

165 cm-től a szelvény tetejéig a vízszint fokozatos emelkedését tapasztaljuk. A nyílt vízi életformák (*Chara*, *mollusca*, *ostracoda*) kisebb ingadozásokkal, de teret nyernek a nádasok rovására (csökken a *Phragmites* mennyisége). A BEM-9 zóna összetételében még nagyon hasonló a BEM-7 zónához. Jelentős mennyiségben került elő a *Cladium mariscus*.

BEM-10 zóna (140-90 cm)

Ebben a zónában a nádasok még jelentős szerephez jutnak, és továbbra is tőzegképződés folyik. A nád mellett jelen volt a *Schoenoplectus lacustris* és *Typha latifolia* is. A növekvő vízszintre utal a *Nymphaea alba* eltűnése, ami nehezen tűri a hullámzást, és a Balatonban elsősorban a nádasok által védett öblökben él (TÓTH 1960).

BEM-11 zóna (90-50 cm)

Az üledék hirtelen megváltozik, és feketésszürke csigás tavi üledék betelepülésekkel találkozunk, ami megemelkedett vízszintre utal. A vízi életformák (*Chara*, *mollusca*, *ostracoda*) mennyisége jelentősen megnő. Ebben a zónában a nádasok területe drasztikusan visszaesik. A nád maximum 2 méteres vízszint mellett képes állományokat alkotni (HASLAM 1972, RODWELL 1995), és a Balatonban általában 80 cm-es vízmélységig alkotnak állományokat (ILLÉS 1981), így feltételezhetjük, hogy ebben az időszakban a víz szintje jelentősen magasabb lehetett a jelenleginél, és a Holocénben a legmagasabb szintet ekkor érte el. A Szigligeti-öböl ma szárazföldi része a Balaton egyik melléköble lett. A radiokarbon mérés szerint ez a zóna a Szubboreálisban alakult ki. NAGY-BODOR - CSERNY (1998a) szintén erre az időszakra teszi a Balaton vízszintjének jelentős emelkedését.

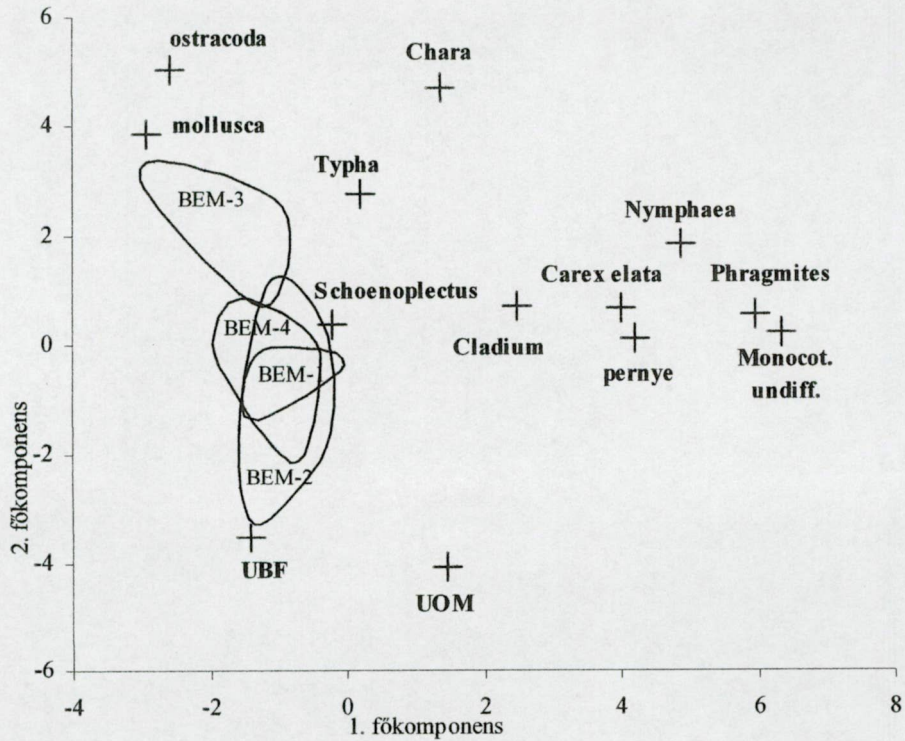
50 cm mélység felett az üledék talajosodott, ezért alkalmatlan volt makrofosszília vizsgálatra.

Az eredmények értékelése

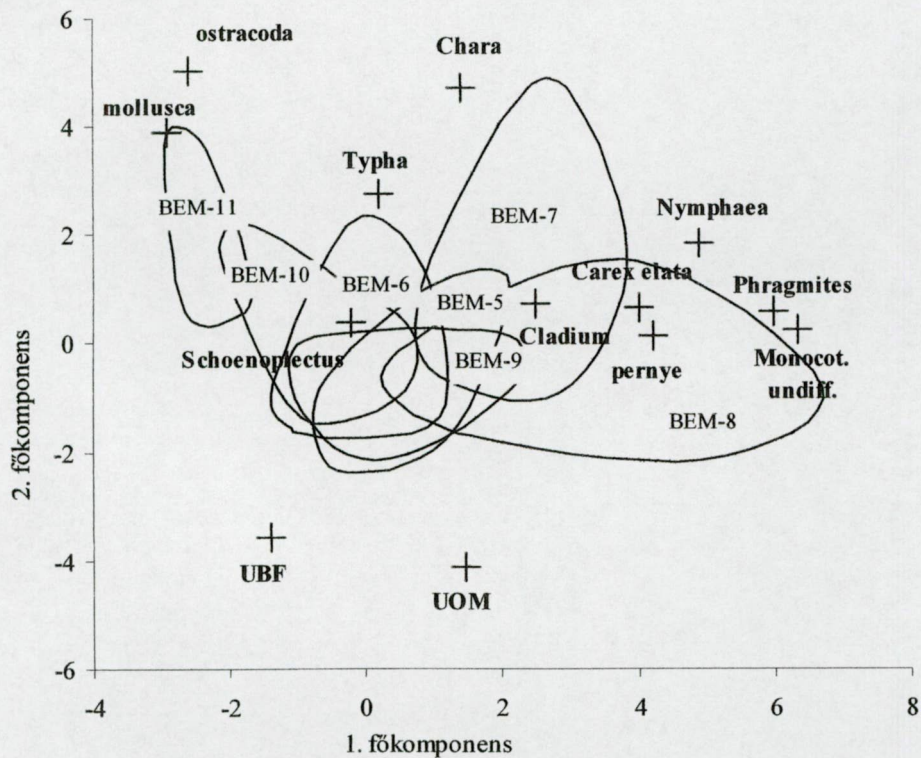
A 13 leggyakoribb és legfontosabb tőzegszövet alkotó eloszlását a mintákban főkomponens analízissel (PCA) értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei. A változók (tőzegszövet alkotók) és az objektumok (üledékminták) ordinációjának eredményét a 3.3.7. és a 3.3.8. ábra mutatja. A kettős szórásdiagramon jól látható, hogy a pleisztocén és preboreális üledékminták a 2. főkomponens tengelye mentén rendeződtek (3.3.7. ábra), míg a holocén üledékminták az 1. főkomponens tengelye mentén (3.3.8. ábra). A pleisztocén és preboreális mintáknál a második tengelyen a magasabb értékek közelébe, a nyílt vízre utaló tőzegszövet alkotók (*mollusca*, *Chara*, *ostracoda*) mellé kerültek azon üledékminták, amik magasabb vízszint mellett rakódtak le. Az alacsonyabb értékek közelébe, a barnamohás lápokra utaló tőzegszövet alkotók (UBF) mellé kerültek azon üledékminták, amik alacsonyabb vízszint mellett rakódtak le. A holocén mintáknál az első tengelyen a magasabb értékek közelébe, a makrofita vízi vegetációra utaló tőzegszövet alkotók (*Phragmites*, *Monocot. Undiff.*, *Carex elata*) mellé kerültek azon minták, amik alacsonyabb vízszint mellett rakódtak le. Az alacsonyabb értékek közelébe, a nyílt vízre utaló tőzegszövet alkotók (*mollusca*, *Chara*, *ostracoda*) mellé a magasabb vízszint mellett lerakódott üledékminták kerültek.

Az objektumok (üledékminták) ordinációból származó 1. és 2. főkomponensre vonatkozó értékeket mélység szerint ábrázolva a makrofosszília diagramra helyeztük (3.3.3. ábra). Ha elfogadjuk azt, hogy magasabb vízállás esetén a területet a nyílt vízi életközösségek, alacsonyabb vízállás esetén pedig a nádas, illetve a Pleisztocén során a barnamohás lápok jellemzik, akkor a diagram az adott kor vízborítására is utal. Ezt alátámasztja az is, hogy az ordináció során a száraz klímára (tüzek) utaló, teresztris eredetű pernye a *Phragmites* értékének közelébe került.

A 2. tengely értékei elsősorban a Pleisztocén és Preboreális, az 1. tengely értékei a Holocén vízszint ingadozásairól adnak információt. Ezért a görbék ezen részeit vastagabb vonallal jelöltük. Ezen módszerrel a vizsgált időszakban több magas és több alacsony vízszintet is sikerült azonosítani. A Késő-Glaciálisban a tó legalacsonyabb vízszintje 12300 BP (14000 cal. BP) évnél (Bølling interstadiális), a legmagasabb 10200 BP (12000 cal. BP) évnél (Dryas III. stadiális) volt. A 3.3.3. ábrán jól látszik, hogy a Késő-Glaciálisban a magasabb vízszintek a stadiálisokban, az alacsonyabb vízszintek az interstadiálisokban jelentkeztek. A hideg és száraz stadiálisokat rendszerint az alacsony vízszintekkel hozzák kapcsolatba a paleohidrológiai vizsgálatok során, de az ellenkezőjére is akad példa.



3.3.7. ábra. A pleisztocén és preboreális minták makrofosszília vizsgálatának eredményein végzett főkomponens analízis kettős szórásdiagramja (skála faktor: 7,4017)



3.3.8. ábra. A holocén minták makrofosszília vizsgálatának eredményein végzett főkomponens analízis kettős szórásdiagramja (skála faktor: 7,4017)

Hasonló ellentmondásos késő-glaciális vízszintingadozásokat mutattak ki Magyarországról a keleméri Nagy-Mohosról (MAGYARI et al. 1999) és a kardoskúti Fehér-tóról (SÜMEGI et al. 1999) is. MAGYARI et al. (1999) a jelenséget a láp felszíne alatt és a láp környékén kialakuló permafroszttal magyarázza. A Balaton esetében azonban, különösen a Dryas III-ban kialakult mélyvízű tónál önmagában ez a magyarázat nem valószínű.

Véleményünk szerint a következő tényezők játszhattak szerepet a stadiálisok magas vízszintjének kialakulásában:

- a stadiálisokban a növényzeti borítás (pl. mohák) alacsonyabb volt (JÁRAI-KOMLÓDI 1968a, c, MAGYARI 2002, ZÓLYOMI 1952), emiatt a vegetáció vízmegkötő képessége is kisebb lehetett.
- az interstadiálisokban a magasabb hőmérséklet miatt intenzívebb volt a párolgás (KUTZBACH - GUETTER 1986).
- a stadiálisokban megnőtt az időszakosan fagyott talajok kiterjedése, illetve a talajfagy éves időtartama. A talajfaggyal összefüggésben lévő talajfolyásos tundrajelenségek (szoliflukció, geliváció, krioturbáció) Magyarország területéről régóta ismertek (PÉCSI 1961, BULLA 1962). MARUSZCZAK (1987) szerint Magyarország déli részén sporadikus permafroszt volt a mélyebb fekvésű helyeken, még 13-15000 BP évek között is, míg az északi részekén diszkontinuus permafroszt. Recens vizsgálatok szerint (CAINE 2002, CAINE et al. 2004) az időszakosan fagyott talajok (*Seasonally Frozen Ground*) akadályozzák a csapadékvíz elszivárgását és emelik a tavak vízszintjét. Más vizsgálatok szerint szubarktikus és boreális környezetben a permafroszt kialakulása rontja a talajok vízelvezető képességét, és pangó vizes területek jöhetnek létre a sekély medencékben (INGHRAM 1983, GLEBOV – KORZHUKIN 1992).
- az éves csapadékeloszlás is hatással lehetett a stadiálisok magas vízszintjeire. Az interstadiálisok csapadéktöbbletét jelentős részben a nyári csapadék tette ki (KUTZBACH - GUETTER 1986), amit a vegetáció és a talaj könnyebben felvehetett.

A Bølling/Allerød interstadiális kezdetétől a Dryas III. stadiális végéig, kisebb ingadozásokkal, a vízszint folyamatosan nő, majd a Pleisztocén/Holocén határán hirtelen lecsökken. Hasonló vízszint változásokat mutattak ki az Alpok tavaiból is, több-kevesebb eltéréssel (MAGNY – SCHOELLAMMER 1999, MAGNY et al. 2002). A legtöbb területen alacsony vízszintet mutatták ki a Bølling interstadiális elején, amit kisebb ingadozásokkal a vízszint emelkedése követett. A Dryas III. stadiális magas vízszinttel jellemzik, legalább annak első felében. A Dryas III. második felében több svájci mintaterületen is a vízszint visszaesését tapasztalták. Ezt a Balaton esetében már csak a Pleisztocén/Holocén határán figyeltük meg.

A holocén vízszintingadozások a vegetációban a nád és a *Chara* mennyiségi változásaiban tükröződnek. A nád szerepe mintegy 9200 BP (10300 cal. BP) évtől válik jelentőssé, így a vízszint változásai tekintetében innen elsősorban az 1. PCA tengely lesz mérvadó. A Holocénben is több alacsony és magas vízszintet lehetett kimutatni. A legalacsonyabb vízszint a Holocén kezdetén (9200 BP, 10300 cal. BP év) és az Atlantikus második felében (6100 BP, 7000 cal. BP) volt. A Holocénben a legmagasabb vízszinttel a 4500 BP (5200 cal. BP) év után számolhatunk (Szubboreális). Az ennél fiatalabb holocén üledékek hiányoznak.

A nád szerepe a Balaton vegetációjában csak a Preboreális/Boreális átmenettől kezdve (10300 cal. BP) jelentős. Valószínűleg ekkor vált a klíma és a víz mélysége egyaránt kedvezővé a nád terjedéséhez. A nád intenzív terjedését, és dominánsá válását mutatták ki ebből az időszakból a Vörös-mocsár tőzeges üledékein végzett makrofosszília vizsgálatok is (JAKAB et al. 2004a). A Boreális első felében a tó vízszintje még magas volt, ami megegyezik a palinológiai vizsgálatok eredményével (NAGY-BODOR – JÁRAI-KOMLÓDI 2000, NAGY-BODOR – CSERNY 1997). A Boreális második felében a vízszint lecsökkent, és a meder rövid időre ki is száradt. A tó kora-holocén kiszáradása azonban csak egy rövid esemény lehetett. A

Szigligeti-öbölben ekkor is víz gyűlt össze, feltételezhetően a Tapolcai-medence ide érkező patakjai miatt.

JÁRAI-KOMLÓDI (2000) szerint a jégkori maradványfajok fennmaradása szempontjából a legkritikusabb időszak a Boreális volt, mert ekkor a lápok jelentős része kiszáradt. Az, hogy a Tapolcai-medence, illetve a hozzá kapcsolódó Szigligeti-öböl ebben az időszakban sem száradt ki, és tőzegképződés folyt, magyarázattal szolgálhat arra, hogyan maradhattak fenn jégkorszaki maradványfajok (*Primula farinosa*, *Pinguicula alpina*, *Drosera rotundifolia*, *Drosera anglica*, *Calamagrostis neglecta*, *Scorpidium scorpioides*, *Drepanocladus sendtnerii*, *Calliergon giganteum*, *Sphagnum fallax*, *Sphagnum palustre*, *Tomenthypnum nitens* stb.) (SOÓ 1955, BOROS 1968) olyan nagy számban. A Balatonhoz csatlakozó más lapterületeken (pl. Kis-Balaton, Nagyberék) ezeket a fajokat recensen nem lehet megfigyelni. Bár ezen fajok közül csak néhány mohafaj (*Scorpidium scorpioides*, *Drepanocladus sendtnerii*, *Calliergon giganteum*, *Sphagnum palustre*, *Tomenthypnum nitens*) került elő az üledékből, és onnan is csak egyes korokból, abból, hogy a medence sohasem száradt ki hosszabb időre, arra következtethetünk, hogy mindig akadt megfelelő élőhely a fennmaradásukhoz.

Az 1. PCA tengely értékein az látszik, mintegy 7100 BP (7800 cal. BP) évtől a vízszint csökkenni kezd, és 6800 BP (7600 cal. BP) évnél eléri minimumát. Ezt követően a vízszint újra lassan nő 4500 BP (5200 cal. BP) évig, leszámítva helyi hidrogeológiai viszonyok változása miatt bekövetkezett hirtelen visszaesést 6100 BP (7000 cal. BP) évnél. 4500 BP (5100 cal. BP) évnél a vízszint hirtelen jelentős növekedésével számolhatunk. A Balaton vízszintjének csökkenését az Atlantikusban, majd hirtelen növekedését a Szubboreálisban a palinológiai vizsgálatok is alátámasztják (NAGY-BODOR – CSERNY 1997, NAGY-BODOR et al. 1999, NAGY-BODOR – JÁRAI-KOMLÓDI 2000).

A Szigligeti-öbölből kimutatott vízszintek összehasonlítása Eurázsia tavainak késő-glaciális és holocén vízszintingadozásaival különösen érdekes, mert ilyen típusú vizsgálatok Közép-Európából csak korlátozott számban vannak (HARRISON et al. 1996, MAGNY et al. 2002). Eredményeink alapján a Balaton átmeneti helyzetben van a Kelet-Mediterráneumból (Balkán-félsziget) és az Észak-Európából leírt vízszint változások között. A Balkán-félszigetről a késő-glaciális maximum (LGM) idejéről magas, a késő-glaciális interstadiálisokból alacsony, a Dryas III-ból magas vízszinteket mutattak ki. Ezzel szemben Észak-Európában a jégtakaró végleges eltűnéséig (a glaciális anticiklon kialakulása miatt) száraz klíma és alacsony vízszint volt jellemző. A Kora-Holocén és Középső-Holocén a Mediterráneumban alacsony, de emelkedő vízszinttel jellemezhető, míg Észak-Európában a Kora-Holocénben kifejezetten magas vízszint volt jellemző, ami folyamatosan csökkent. 5000 BP évtől Mediterráneumban csökkenő, Észak-Európában növekvő vízszintet mutattak ki (HARRISON et al. 1996, MAGNY et al. 2002). A Balaton Szigligeti-öblének vízszintingadozásai a Késő-Glaciálisban és Kora-Holocénben a balkáni, a Középső-Holocénben az észak-európai mintát követi, de ezektől eltérően a Holocénben többször is alacsony vízszint alakult ki, ami feltételezhetően összefüggésben van a kialakuló szubmediterrán klíma (Atlantikus) hatásával (ZÓLYOMI 1952, JÁRAI-KOMLÓDI 2000).

3.4. Velem: Velemi fürdő

A vizsgálati terület leírása

A Keleti-Alpok legkeletibb nyúlványa a Kőszegi-hegység. A Kőszegi-hegységet geológiailag metamorf kőzetek, zöldpalák, feketepalák, kvarchomokkövek, fillitek és a cáki konglomerátum jellemzi, a Kőszeg-hegylát pedig a Pleisztocén homok, kavics és lösz előfordulása (BULLA 1962, VARRÓK 1963). Éghajlata az atlanti hatás következtében kiegyenlített. A tél általában enyhe és nedves, a nyár hűvösebb és 9 °C középhőmérséklet jellemzi. Az éves csapadékmennyiség 700-900 mm (MARKOVICS 1994).

Velem község környéke tájképi, botanikai, geológiai és régészeti szempontból is nagyon értékes és különleges. A község és környéke lakott volt már az újkőkorból is. A tárgyi emlékek legjelentősebb lelőhelye a község feletti 582 méter magas Szent Vid-hegy. Itt egy, az i. e. 13-11. század idején kialakult, őskori erődített telep maradványait tárták fel, amely a hegyek alján futó kereskedelmi utat felügyelte (BÁNDI - FEKETE 1974). A Szent Vid-hegy oldalában a Római Birodalom idejében egy őrtorony állt. Innen védték azt a vízvezeték-rendszert, amely az egykori Savariát, a mai Szombathelyt látta el a Kőszegi-hegység vizével.

A Kőszegi-hegység a Keleti-Alpok flórávidékének (*Noricum*) hazánkba átnyúló flórajárásához a *Ceticum*-hoz tartozik. Flórája magashegységi-alpesi elemekben gazdag. Őshonos a területen a *Pinus sylvestris* és valószínűleg a *Picea abies* is (ANTAL et al. 1994, PÓCS 1991) bár ez utóbbi őshonosságát többen kétségbevonják.

A velemi Péterics-hegyen az erdeifenyő alpesi jellegű sziklai erdeifenyvest (*Calamagrosti varia-Pinetum*) alkot. A hegységben nagy területet borítanak a bükkösök és tölgyesek (*Cyclamini-Fagetum*, *Galio rotundifolio-Fagetum*, *Luzulo-Quercu-Carpinetum*, *Castaneo-Quercetum*). A sziklai vegetációban megjelennek egyes alpin-balkáni bennszülött fajok, mint a *Thlaspi goesingense* a velemi Szent Vid-hegyen, vagy a *Thlaspi coerulescens* Cák és Velem között. A patakparti égerligetek (*Carici brizoidis-Alnetum*) is sok alpesi elemet őriznek, mint a *Matteuccia struthiopteris*, *Cardamine trifolia*, *Alnus viridis*, *Doronicum austriacum* stb. Kőszeg-hegylátján nagy területeket borítanak az ún. kultúrgeczenyések (*Castanetum sativae praenoricum*). Az erdészeti irodalom szerint ezen geczenyések a természetes gyertyános-tölgyesek és cseres-tölgyesek helyén jöttek létre, olyan módon, hogy az erdőirtás során a geczenyefákat (*Castanea sativa*) meghagyták, az egyéb fásszárúakat irtották, a fák alatti gyepeket pedig kaszálták vagy legeltették (KIRÁLY 1996, 1997, SZMORAD 1994).

A Velemi fürdő égerlápja Velem és Kőszegszerdahely községek között helyezkedik el, 320-330 m tengerszint feletti magasságban. Az égerláp a Cseke-patak egykori medrében és annak környékén alakult ki. A Szerdahelyi-patak és a Cseke-patak allúviuma 320 méter tengerszint feletti magasságban ér össze, így a legnedvesebb üledék itt található, kimosódás nélkül, mert a Cseke-patak irányváltoztatásra kényszerült a magasabb vízhozamú Szerdahelyi-patak miatt. Az elhagyott mederben üledékdepó alakult ki.

A fűrés 320 méter tengerszint feletti magasságban történt néhány méterre a közúttól, egy 40-50 éves égererdőben (3.4.1. ábra). Az égeres egy viszonylag fiatal képződmény a területen, mert néhány évtizede a környéket még fátlan mocsári vegetáció borította. Az allúvium egy mintegy 50 x 50 méteres területét a helyi lakosság kimélyítette, és fürdőként hasznosították. Ezen a részen vasas forrás is fakadt. A területet fürdőként évtizedek óta nem használják (KIRÁLY ex verb.). A Velemi fürdőt jelenleg a podagrafüves égerliget (*Aegopodio-Alnetum*) egy láposodó állománya borítja. Az égeresre olyan fajok jellemzőek, mint *Valeriana dioica*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*, *Carex pseudocyperus*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum palustre*, *Anthriscus sylvestris*, *Galium palustre*, *Geranium palustre*, *Glyceria plicata*, *Alopecurus pratensis*, *Carex paniculata*. Régi adata van a területéről a *Thelypteris palustris*-nak is (KIRÁLY 1996).



3.4.1. ábra. A Velemi fürdő és a fúrás pont elhelyezkedése Velem határában

3.4.1. táblázat.

A Velemi fürdőben kiemelt fúrásmag szedimentológiai leírása (SÜMEGI Pál munkája)

Mélység	Troel-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
20-60 cm	Ld 2 As 1 D11	Fa és levélmaradványos, jelentős, homogén eloszlású szerves anyagot tartalmazó, világosbarna színű kőzetlisztes agyag (iszap),
60-71 cm	Ld 2 As 2	Sötétbarna színű agyagos kőzetiszzt,
71-72 cm	Ld 2 As 1 D11	Famaradványos, jelentős, homogén eloszlású szerves anyagot tartalmazó, világosbarna színű kőzetlisztes agyag (iszap),
72-89 cm	Ld 2 As 2	Sötétbarna színű agyagos kőzetiszzt,
89-100 cm	Ld 2 As 1 Dh 1	Famaradványos, jelentős, homogén eloszlású szerves anyagot tartalmazó, világosbarna színű kőzetlisztes agyag (iszap),
100-111 cm	Ld 2 As 2	Sötétbarna színű agyagos kőzetiszzt,
111-117 cm	Ld1 As 2 Dh 1	Famaradványos, jelentős, homogén eloszlású szerves anyagot tartalmazó, világosbarna színű kőzetlisztes agyag (iszap),
117-120 cm	Ld2 As 2	Sötétbarna színű agyagos kőzetiszzt,
120-131 cm	Ld 1 As 2 D1 1	Famaradványos, jelentős, homogén eloszlású szerves anyagot tartalmazó, világosbarna színű kőzetlisztes agyag (iszap),
131-140 cm	As 2 Ag 2	Sötétbarna színű agyagos kőzetiszzt,
140-175 cm	Ld1 As 2 D1 1	Famaradványos, jelentős, homogén eloszlású szerves anyagot tartalmazó, világosbarna színű kőzetlisztes agyag (iszap),
175-180 cm	Ga 2 Gs 2	Kavicsos apróhomok,



A makrofosszília vizsgálatok eredményei

A mintául szolgáló üledék szerves anyag tartalma nagyon alacsony, ami jól tükröződik az alacsony (maximum 400 db/cm³) makrofosszília koncentrációkon (3.4.2. ábra). A „hektikus” görbék valamint a szárazföldi taxonok állandó jelenléte a fosszilis közösség autochton-allochton kevert eredetére utal. A fűrészmag szedimentológiai leírását a 3.4.1. táblázat mutatja. A fűrészmag pollenanalitikai vizsgálatának eredményeit a 3.4.2. táblázat és a Függelék 9. ábrája mutatja. Az üledék radiokarbon korának meghatározása jelenleg folyamatban van, így a szelvény előzetes kronológiai besorolását a pollenanalízis tette lehetővé.

VFM-1 (175-140 cm)

A zónában folyamatosan nő a makrofosszília koncentráció. Az üledékben 155 cm-ig aprószemű kavicsokat lehetett megfigyelni, ami erőteljesebb erózióra utal. Ez összefüggésben lehet a magasabb pernyekonzentrációval, amiből erdőirtásra következtethetünk. A zónában alacsony a famaradványok koncentrációja.

A medret ritkás mocsári növényzet borította. A parti zónában a *Glyceria sp.* kisebb állománya élt. Feltételezhetően a *Glyceria plicata*, ami elterjedt a területen vízmosások és vizesárvok mentén (KIRÁLY 1996). Az alacsony növényzeti borítottság ellenére gazdag vegetáció jellemezte a területet, olyan mocsári fajokkal, mint *Equisetum fluitans*, *Carex acutiformis*, *Carex elata*, *Carex paniculata*, *Symphytum officinale*, *Polygonum hydropiper*, *Stellaria palustris*, *Juncus effusus*, *Rumex hydrolapathum*, *Myosotis palustris*, *Epilobium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Cyperus fuscus*, *Ranunculus repens*, *Mentha longifolia*, *Mentha aquatica* és *Lythrum sp.*. Kis kiterjedésben már ebben az időszakban jelen lehettek az égeresek.

A meder környékéről kerültek az üledékbe az *Urtica urens* és *Chenopodium album* gyomfajok magjai. Ezen fajok tápanyagban gazdag termőhelyeken és nitrogénben gazdag trágyázott talajokon nőnek, és szántóföldi növénytermesztésre utalnak (BORHIDI 1993). A Kőszegi-hegységben házak körül és művelt területeken gyakori fajok (KIRÁLY 1996).

VFM-2 (140-120 cm)

Ebben a zónában a mocsári növények terjedését tapasztaljuk, elsősorban a *Glyceria sp.*, *Typha sp.* és a *Carex elata* mennyisége nő. Erre a zónára jellemző a *Carex vesicaria*. Jellemző az *Epilobium palustre*, *Stellaria palustris*, *Lythrum sp.* és a *Lycopus europaeus*. A mohamaradványok (UBF) egyre gyakoribbak az üledékben, amik főleg a *Drepanocladus aduncus* maradványai lehetnek.

VFM-3 (120-80 cm)

120 cm-től megváltozik a fosszilis közösség képe. Egyre nagyobb mennyiségben jelentkeznek a mintában a famaradványok és a falevél maradványok (ULF). A falevél maradványok növekvő mennyisége jól korrelál a *Quercus* pollen mennyiségével a pollendiagramon, amiből arra következtethetünk, hogy a meder környékén bizonyos területeket felhagytak a művelés alól, ahol erőteljes cserjésedés, visszaerdősülés indult. Ez a folyamat jelenleg is nagyon jellemző erre a területre (KIRÁLY 1997).

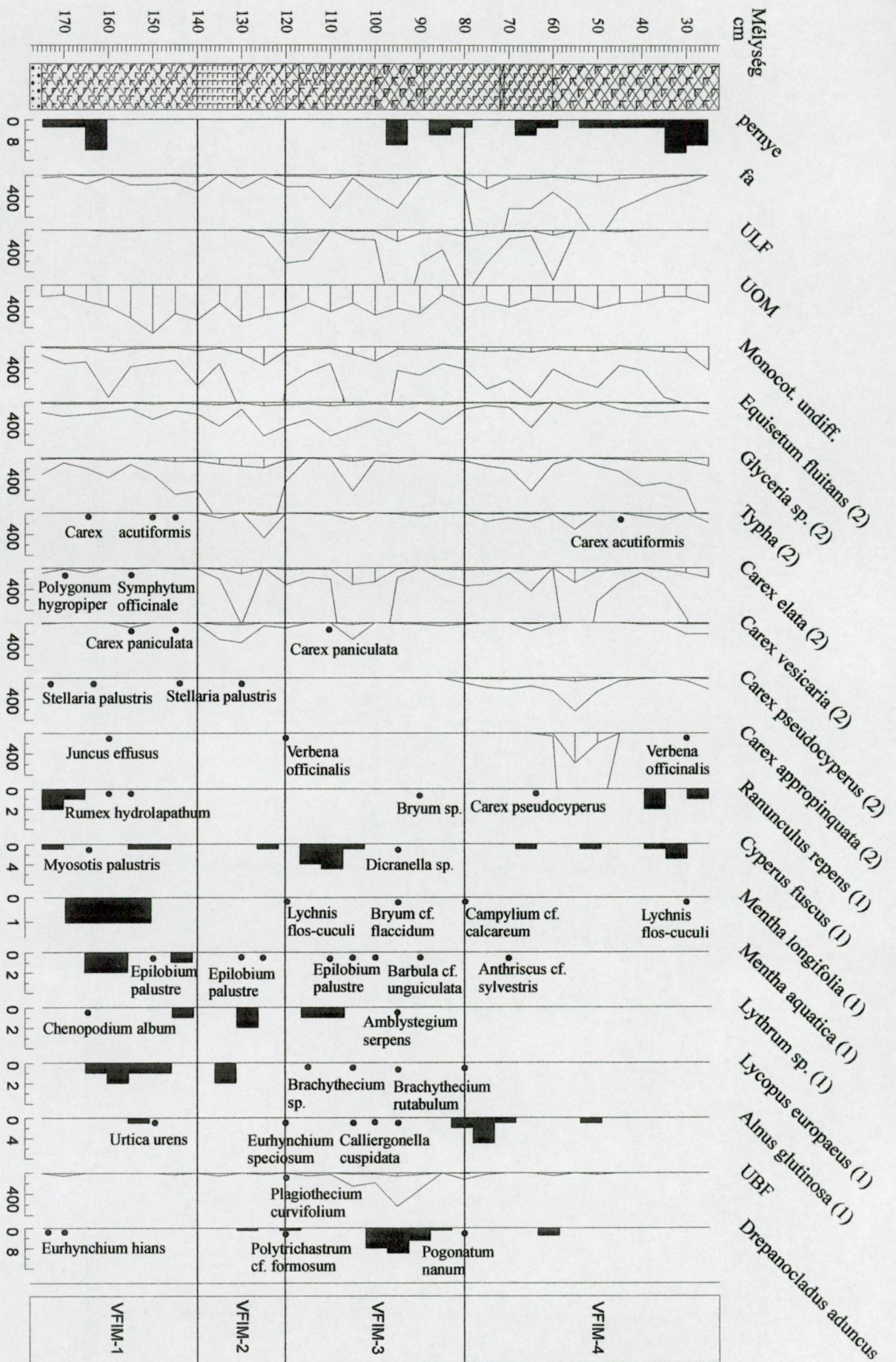
A pollenelemzésből intenzív szántóföldi művelésre és fokozott erózióra következtethetünk (JUHÁSZ 2005b). Ez a fokozott erózió 120 cm-nél kezdődhetett, mert ekkor több nyílt talajfelszínen, de nem mocsári környezetben élő faj is előkerült az üledékből. A *Verbena officinalis* a Kőszegi-hegységben főként útszéleken és gázos helyeken él (KIRÁLY 1996). A zóna végéig sok allochton, a partról bemosódott szárazföldi mohafaj került az üledékbe. Ilyen fajok a *Polytrichum cf. formosum*, *Plagiothecium curvifolium*, *Eurhynchium speciosum*, *Bryum cf. flaccidum*, *Dicranella sp.*, *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*,

3.4.2. táblázat

A Velemi fürdőben kiemelt fűrásmag pollenanalitikai leírása (JUHÁSZ Imola munkája alapján, JUHÁSZ 2005b)

Helyi pollen zónák	Feltételezett kor	Zóna leírás
VFP-7 20-0 cm Égeresek előretörése, puhafás ligeterdők, az emberi hatás csökkenése	késő középkor	Kiterjedt égeresek megjelenése, a fenyőfélék csökkenése figyelhető meg. A mezőgazdaság felhagyását jelzi a lágyszárúak visszaesése, a pásztorkodás megjelenése. Folyamatos vízszint-emelkedésre utal a mocsári fajok magas aránya.
VFP-6 64-20 cm Fenyvesek és égeresek mellett szántóföldek, újabb antropogén hatás	középkor	A mocsári növényzet terjedését, a fenyőfélék (<i>Picea</i> , <i>Pinus sylvestris</i>) magas arányát, valamint az emberi hatás további meglétét lehet megfigyelni,
VFP-5 88-64 cm Visszaerdősülés, a legelők kiterjedése.	népvándorlás kora	A gabona pollenjeinek visszaszorulása, a legeltetést jelző fajok <i>Rumex</i> , <i>Plantago</i> Apiaceae) előretörése. Az égeresek kiterjedése.
VFP-4 124-88 cm Tölgyesek, szántóföldek, legelők, kaszálók	Római kor	A pollenkép alapján kiterjedt földművelésre és emberi településre következtethetünk a területen; a zóna végére a gabonafélék pollenjének aránya fokozatosan csökken és a Poaceae pollenszemeinek maximumát figyelhetjük meg.
VFP-3 140-124 cm Erősödő antropogén hatás	vaskor vége	A növekvő emberi hatásra utal a gabona, dió és gyomfajok (<i>Plantago</i>) pollenjének gyakoribbá válása. A pollenkép alapján az erdők kiterjedése jelentősen csökken.
VFP-2 160-140 cm Kemény- és puhafás ligeterdők, csökkenő antropogén hatás, visszaerdősülés	vaskor eleje	A csökkenő antropogén hatás következtében visszaerdősülés kezdődik. Terjednek a területen az égeresek. Csökken a szántóföldek kiterjedése, legeltetés megjelenése.
VFP-1 164-160 cm Tölgyelegyes kemény- és puhafás ligeterdők, erőteljes emberi hatás (szántóföldek, legelők)	bronzkor vége	Legjellemzőbb fafajok a <i>Quercus</i> , <i>Acer</i> és <i>Salix</i> . Nagyobb mennyiségben jelenik meg az <i>Abies</i> , <i>Picea</i> és <i>Pinus sylvestris</i> is, ami részben távoli behordódás eredménye. A gabona, dió és különböző gyomfajok (<i>Rumex</i> , <i>Taraxacum</i>) pollenjének együttes jelenléte emberi megtelepedésre és erőteljes földművelésre utal.

3.4.2. ábra. A Velemi fürdő makrofosszília diagramja (1 = mag, 2 = rizóma epidermisz)



Barbula cf. unguiculata, *Pogonatum nanum*. Ezek szintén nyílt, erodálódó talajfelszíneken jellemzőek, erdős, cserjés környezetben a Kőszegi-hegységben (PURGER et. al 1997).

Feltételezhetően a talajbemosódás hatására, esetleg a terület déli részén, a Szerdahelyi-patak mentén vezető út építésével, karbantartásával kapcsolatban az egykori patakmeder még jobban elgátlódott. A vízszint megemelkedését és láposodást tapasztalunk ebben a zónában. A pollendiagramon megjelenik a *Myriophyllum verticillatum* hínárfaj pollenje.

A meder időszakos kiszáradásait jelzi az iszaplakó *Cyperus fuscus* csúcsa. Az ezt követő láposodást jól mutatja a *Carex elata*, az *Equisetum fluitans* és a mohamaradványok (UBF) csúcsa. A lápon elsősorban *Drepanocladus aduncus* és *Calliergonella cuspidata* élt.

VFM-4 (80-25 cm)

80 cm-től a talajerózió mértéke lecsökkent, amire az allochton elemek visszaszorulásából következtethetünk. A famaradványok növekvő mennyisége és az *Alnus glutinosa* magjai a meder fokozatos beerdősülésére utalnak. A kialakuló láperdőre jellemzőek a különböző sásfajok (*Carex elata*, *C. appropinquata*, *C. acutiformis*, *C. pseudocyperus* és *C. vesicaria*) valamint a *Glyceria sp.* Árnyas ártéri erdők megjelenésére utal az *Anthriscus cf. sylvestris* magjának előkerülése az üledékből.

A kialakuló égeres azonban még kisebb kiterjedésű lehetett, és szalagszerűen követte az egykori patakpartot. Az *Alnus glutinosa* magok relatíve alacsony száma megerősíti azt, hogy a jelenlegi kiterjedt égererdő csak pár évtizede alakult ki a területen.

Érdekes jelenség a különböző sásfajok (*Carex elata*, *C. appropinquata*) csúcsa 55 cm-nél, ami talán egy átmeneti szárazabb periódusra utal.

A pernye növekvő mennyiségéből a fokozódó tájhasználatra következtethetünk.

Az eredmények értékelése

Az üledék radiokarbon korának meghatározása jelenleg folyamatban van, így a szelvény előzetes kronológiai besorolását a pollenanalízis tette lehetővé. A finomabb kronológiai beosztás és az egyes változások pontos magyarázata a radiokarbon mérések eredményének ismeretében válik lehetővé.

A makrofosszília elemzés alapján az üledék négy zónára lett osztva. Az első zóna a pollenelemzés alapján a bronzkor végétől a késő-vaskor kezdetéig tart. Ekkor a medret viszonylag alacsonyabb vízszint és alacsony növényzeti borítás jellemezte. A második zóna a pollenelemzés szerinti késő-vaskorral esik egybe. Ekkor megnő a meder növényzeti borítottsága. Elsősorban a *Glyceria sp.*, *Carex vesicaria* és a *Typha sp.* mennyisége nő meg. A harmadik makrofosszília zóna a pollenelemzés szerinti Római korral esik egybe. Ekkor megnő a vízszint és a meder láposodásnak indul. Valószínűleg a Szerdahelyi-patak mentén vezető útnak a medren átvezető részét erősítették meg, felduzzasztva ezzel a meder vizét. A láposodást jelzi a különböző sás fajok (*Carex elata*, *Carex paniculata*) és mohafajok (*Drepanocladus aduncus*, *Calliergonella cuspidata*) terjedése. A sok allochton mohafajból fokozott erózióra következtethetünk. A negyedik makrofosszília zóna a népvándorlás korától a jelenkorig tart. A pernye növekvő mennyisége fokozódó tájhasználatra utal. A területen egyre jobban terjednek az erdei környezetre utaló fajok és a fa mennyisége, ami az égeres fokozatos térhódítására utal.

3.5. Szentá: Baláta-tó

A vizsgálati terület leírása

A Baláta-tó Belső-Somogyban, Szentá község határában, a Szentái-erdőben, Kaszó-puszta mellett található. A Belső-Somogy pleisztocén homokterület, amely mészbén szegény, savanyú homokból épül fel. A homokon savanyú kémhatású rozsdabarna erdőtalajok alakultak ki. A folyók mentén, völgyaljokban fekete réti agyagtalajok uralkodnak. A homokbuckák közötti mélyedésekben, amelyekbe a korábbi vízfolyások nagy mennyiségű agyagot raktak le, lefolyástalan, pangóvízű lápfoltok alakultak ki. A Belső-Somogyban igen gyakoriak a kisebb tavak és lápszemek, és mintegy 1200 kisebb-nagyobb tó van a területen. Az egyik legnagyobb a Baláta-tó (BORHIDI 1958).

Belső-Somogy éghajlata erős szubmediterrán klímahatást mutat. Ez leginkább a terület délnyugati részén, a Dráva mentén jelentkezik, 780-830 mm csapadékátalaggal, és kifejezett második őszi csapadékmaximummal (BORHIDI 1958). A Baláta-tó klímáját a somogyszobi mérőállomás adatai szerint 792 mm csapadék jellemzi, egyenletes eloszlásban, elég magas nyári átlaggal. Csapadékeloszlás szempontjából átmeneti klímájú területről van szó. A szubmediterrán típusú évek 70 %-ban, a kontinentális jellegű évek 30 %-ban jelentkeznek. Tehát körülbelül minden harmadik év kontinentális jellegű (BORHIDI - JÁRAI-KOMLÓDI 1959b).

Az erdővel borított homokbuckák közt fekvő mintegy 2 km² kiterjedésű deflációs laposban kialakult lápterület gazdag növény és állatvilágáról híres. A tó egyik legnagyobb nevezetessége a szubtrópusi eredetű rovaréó hínárnövény, az *Aldrovanda vesiculosa*. További ritkaságai a *Comarum palustre*, *Sparganium minimum*, *Ludwigia palustris*, *Menyanthes trifoliata* és a *Caldesia parnassifolia*. A lápon a nyílt vízfelület viszonylag kicsi, a tavat jelentős mértékben ingólápok (*Glycerietum maximae*, *Scirpo-Phragmitetum*, *Thelypteridi-Typhetum angustifoliae*), fűzlápok (*Calamagrostio-Salicetum cinereae*) és zombékosok (*Caricetum elatae*) borítják. A vízfelületeket különböző hínártársulások (*Spirodello-Aldrovandetum*, *Nymphaetum albo-luteae*) borítják. A tavat égeres láperdők (*Carici elongatae-Alnetum*) és tölgy-köris-szil ligetek (*Knautio drymeiae-Ulmetum*) övezik. A környező homokbuckákon cseres-tölgyesek (*Aspodelo-Quercetum roboris*) helyezkednek el, az üdébb részeken pedig gyertyános-tölgyesek (*Circaeo-Carpinetum*) (BORHIDI 1958, 1970, BORHIDI - JÁRAI-KOMLÓDI 1959a, 1959b).

A makrofosszília vizsgálatok eredményei

A makrofossziliákra megvizsgált fűrás mellett 16 fűrást vizsgáltunk meg szedimentológiai szempontból is. A bemutatásra kerülő fűrás tartalmazta a legteljesebb rétegsort, a többi fűrásponton jóval vékonyabb üledékréteg kifejlődést lehetett megfigyelni és a makrofossziliák szempontjából legfontosabb szerves anyagban gazdag rétegek is gyengébben fejlettek voltak. A makrofosszília vizsgálatához felhasznált fűráspont helyzetét a 3.5.1. ábra mutatja. A fűrás szedimentológiai leírása a 3.5.1. táblázatban található. A fűrásmag pollenanalitikai vizsgálata jelenleg folyamatban van (JUHÁSZ 2005c). A dolgozatban csak azokat előzetes eredményeket írjuk le, amelyek a makrofosszília vizsgálatra felhasznált mélységből származnak (3.5.2. táblázat, Függelék 10. ábra).

A pollenanalízis, a radiokarbon kormeghatározás, valamint az üledéktani kép alapján a vizsgált fűrásponton 108 cm-nél egy mintegy 7000-8000 éves üledékhány tapasztalható. A geológiai eredmények alapján a Pleisztocén végétől a Szubboreális kronozónáig üledék nem halmozódott fel a területen. Ennek oka egyértelműen az, hogy nem alakult ki vízborítás a területen. A makrofosszília vizsgálat eredményeit a 3.5.2. ábra mutatja.



3.5.1. ábra. A Baláta-tó térképe a fúrásponatok elhelyezkedésével. Nyíl mutatja a makrofosszília vizsgálatra használt fúrásmag mintavételének helyét.

3.5.1. táblázat.

A Baláta-tóból kiemelt fúrásmag szedimentológiai leírása (SÜMEGI Pál munkája)

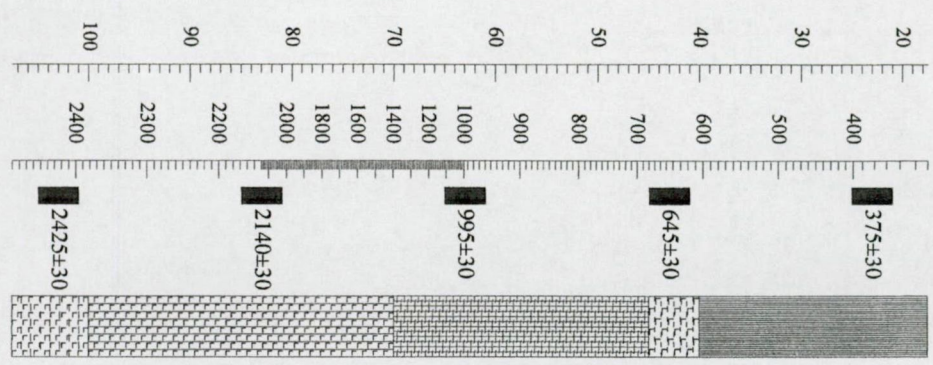
Mélység	Troel-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
20-40 cm	Th 4	világosbarna nyers tőzeg,
40-45 cm	As2 Sh2	feketésbarna tavi iszap,
45-70 cm	Th2 Tb2	világosbarna nyers tőzeg,
70-100 cm	As3 Th1	barnásszürke tavi iszap,
100-108 cm	As3 Sh1	sárgásbarna tavi üledék,
108-140 cm	Ag2 As2	szürkészöld homogén tavi üledék,
140-240 cm	Ag3 As1	szürkészöld homogén tavi üledék,
240-250 cm	Ga4	sárgásszürke futóhomok,
250-260 cm	Ag3 As1	zöldesszürke pleisztocén kőzetliszt,

3.5.2. táblázat.

A baláta-tavi 3. számú fűrés holocén szakaszának pollenanalitikai leírása (JUHÁSZ Imola munkája alapján, JUHÁSZ 2005c)

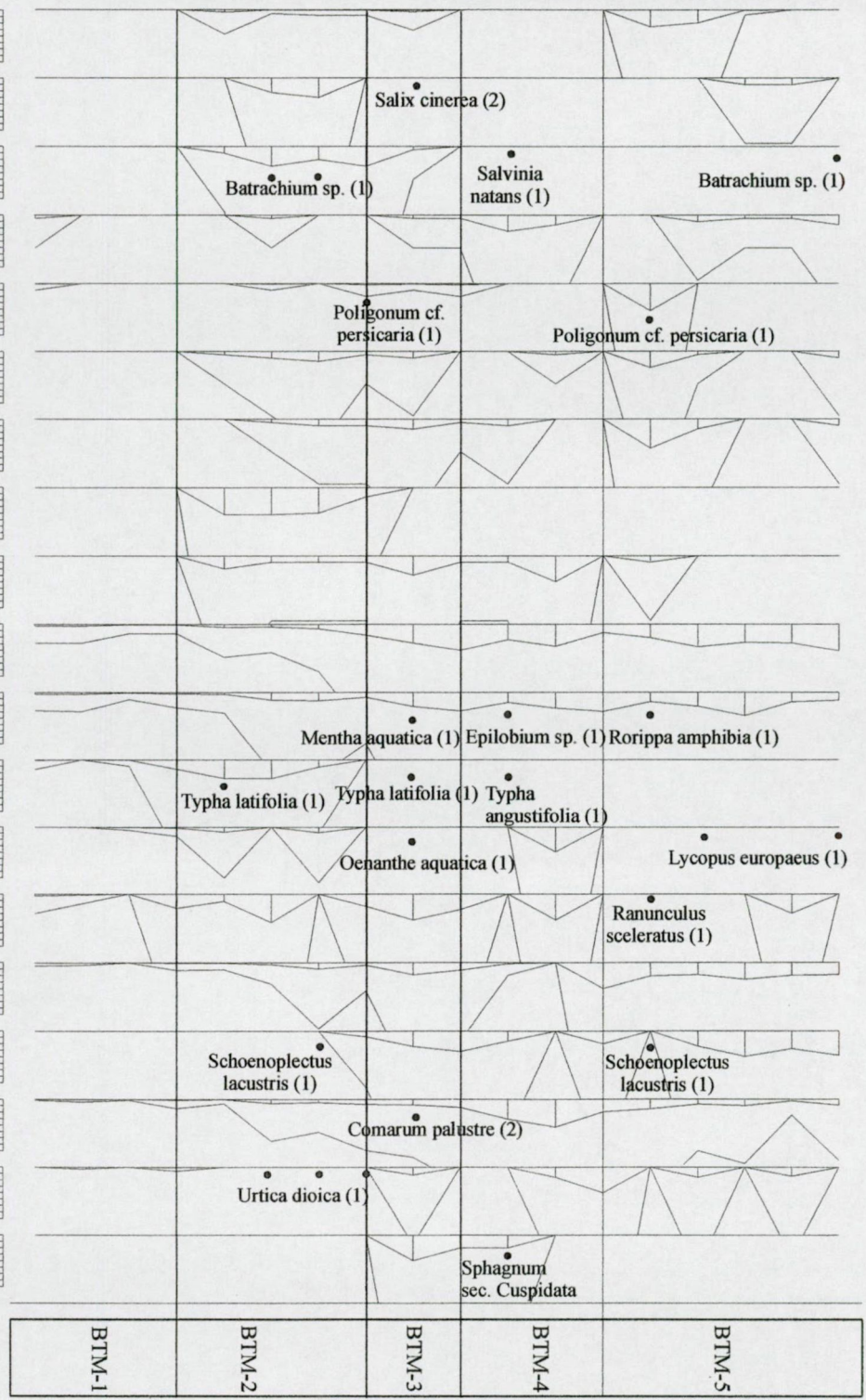
Helyi pollen zónák	Zóna leírás
BTP-7 44-20 cm Gyertyános- és cseres-tölgyes, antropogén hatás	Ebbe a zónában folyamatosan nő az antropogén hatásra utaló taxonok (<i>Artemisia</i> , <i>Asterioides</i> , <i>Rumex</i> , <i>Plantago lanceolata</i> és gabonapollenek) mennyisége, és csökken a <i>Quercus</i> és <i>Betula</i> pollenszemeinek száma. A zóna végén újra nő a fajok pollenjének a mennyisége (<i>Betula</i> , <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Fagus</i>), habár az antropogén hatás folyamatos marad.
BTP-6 68-44 cm Gyertyános- és cseres-tölgyes, nyíres-borókás, antropogén hatás	Nő a <i>Betula</i> , <i>Quercus</i> és <i>Carpinus</i> pollen mennyisége. Az illír-mediterrán <i>Quercus type ilex</i> pollenszemei folyamatosan jelen vannak. A zóna elején és végén a pollenösszetétel alapján sokkal nyitottabb volt a vegetáció. Megjelenik a <i>Juniperus</i> ; a <i>Juglans</i> pollenszemei további emberi hatásra utalnak.
BTP-5 84-68 cm Gyertyános- és cseres-tölgyes, erősödő antropogén hatás	Az előző zónához képest a <i>Betula</i> , <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> és az <i>Alnus</i> mennyisége valamelyest csökken. Az emberi hatást jelző taxonok (<i>Artemisia</i> , <i>Asterioides</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Plantago lanceolata</i>) mennyisége növekszik. A gabonafélék pollenszemei folyamatosan jelen vannak.
BTP-4 108-84 cm Gyertyános- és cseres-tölgyes, antropogén hatás	Az előző zónában lévő legfontosabb fajok (<i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Fagus</i>) mennyisége nem változik. A <i>Corylus</i> mennyisége lecsökken, a <i>Betula</i> mennyisége nő. Megjelennek az illír-mediterrán <i>Quercus type ilex</i> pollenjei. A gabonafélék és a taposást jelző gyomfajok (<i>Rumex</i> , <i>Urtica</i> , <i>Artemisia</i>) pollenszemei folyamatos antropogén hatásra utalnak.
BTP-3 116-108 cm Gyertyános- és cseres-tölgyes	A melegkedvelő tölgyesek összetétele megváltozik. A <i>Quercus</i> és <i>Carpinus</i> terjednek, de a <i>Fagus</i> is folyamatosan jelen van. A <i>Corylus</i> visszaszorul, a <i>Tilia</i> eltűnik. A lágyszárú vegetációt a <i>Poaceae</i> és az <i>Asterioides</i> típusú pollenszemcsék dominálják.
BTP-2 124-116 cm Melegkedvelő cseres-tölgyes, <i>Corylus</i> dominanciával	Egy feltételezett réteghiány után a <i>Pinus sylvestris</i> visszaszorul, a <i>Corylus</i> pedig terjed (35 %). A <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i> és az <i>Ulmus</i> már folyamatosan jelen van. Megjelennek a <i>Fagus</i> és a <i>Carpinus</i> is. A lágyszárúak közül az <i>Artemisia</i> visszaszorul, míg a <i>Poaceae</i> és a <i>Asteraceae</i> folyamatosan jelen van.
BTP-1 132-124 cm Kevert erdős-sztyepp maradványok <i>Pinus sylvestris</i> - szel	A <i>Pinus sylvestris</i> (35-70 %) a legfontosabb fafaj ebben a zónában, de a <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Betula</i> és <i>Juniperus</i> is jelen vannak. A <i>Corylus</i> mennyisége folyamatosan nő. Elszórtan már a melegkedvelő fafajok (<i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> és <i>Alnus</i>) pollenszemcséi is jelen vannak. A lágyszárú taxonokat a sztyepp elemek dominálják (<i>Poaceae</i> , <i>Artemisia</i> és <i>Chenopodiaceae</i>).

mélység
cm



korszála (BP év)
14 C kor (BP év)

- pernye
- fa
- Chara (oogonium)
- Nymphaea alba (1)
- Polygonum lapathifolium (1)
- Potamogeton natans (1)
- Daphnia (pete)
- Dichostylis micheliana (1)
- Cyperus fuscus (1)
- UOM
- Monocot. undiff.
- Typha (2)
- Glyceria cf. maxima (2)
- cf. Eleocharis sp. (2)
- Phragmites australis (2)
- Scoenoplectus lacustris (2)
- Carex elata (2)
- Carex rostrata (2)
- UBF



800 1632 8 16 8 16 4080 8 16 8 16 1632 4 8 3200 3200 160 320 160 3200 800 3200 800 16

3.5.2. ábra. A Baláta tó makrofosszília diagramja (1 = mag, 2 = rizóma epidermisz)

BTM-1 (105-90 cm)

A fúrás 105 és 90 cm között sárgásbarna majd barnásszürke tavi üledéket hozott felszínre, melyben a makrofosszília koncentráció nagyon alacsony volt, ami minerogén üledéképződésre és alacsony növényzeti borításra utal. A makrofosszília vizsgálatokkal *Phragmites australis*, *Typha sp.*, *Glyceria cf. maxima*, *Nymphaea alba*, *Polygonum lapathifolium*, *cf. Eleocharis sp.* és *Carex elata* maradványokat sikerült kimutatni. Tehát szinte mindazon faj előkerült, ami a későbbiekben a láp vegetációjának fontos összetevője lett. Koncentrációjuk azonban nagyon alacsony, amiből alacsony vegetációs borításra következtethetünk. A 101-105 cm közötti minta kora 2425 ± 30 ^{14}C BP (2500 cal. BP) évnak adódott, tehát a körülbelül 7000-8000 éves üledékhiányt követően az üledék felhalmozódása a mederben csak a Szubboreális kronozóna végén, a Szubatlantikus kezdetén indult meg.

BTM-2 (90-70 cm)

70 cm-ig barnásszürke tavi iszap rakódott le. A növekvő makrofosszília koncentráció, a *Phragmites* és a *Carex elata* rizómák, valamint a *Daphnia sp.* ehippiumok növekvő mennyisége ebben a zónában a fokozódó eutrofizációra utal. A pollenelemzés is a *Phragmites* növekvő mennyiségét mutatta ki (JUHÁSZ 2005b). A tó körül tehát zárt mocsárszóna alakult ki, de jelentős, és a mainál jóval nagyobb volt a nyílt víz kiterjedése. A hínárfajok legnagyobbnak a *Potamogeton natans* képviseli. A *Chara sp.* jelenléte a víz relatíve magas karbonáttartalmára utal. Sekély és felmelegedő vizű részeken élt a *Batrachium sp.*. A *Nymphaea alba* csak kisebb mennyiségben került elő ebből a zónából. A meder emellett rendszeresen kiszáradt, amire a *Polygonum lapathifolium*, *cf. Eleocharis sp.*, *Dichostylis micheliana* és a *Cyperus fuscus* együttes jelenléte utal.

Ebben a zónában jellemző a *Typha sp.* és a *Glyceria cf. maxima* nagyobb mennyisége is. Amiből feltételezhetjük az úszólápok kialakulását is, bár az azokon legtöbb esetben jelenlévő *Thelypteris palustris* maradványai nem kerültek elő.

BTM-3 (70-60 cm)

70 cm-nél az üledék képe megváltozik, a barnásszürke tavi iszap világosbarna nyers tözegbe megy át. Ebben a zónában a makrofossziliák koncentrációja jelentősen megnő, ami a nyílt vízfelület kiterjedésének csökkenésére utal. A vízfelület kiterjedése hozzávetőlegesen a jelenkori szintet érthette el. A nádasok kiterjedése jelentősebbé vált a vizsgált szelvény környékén, a terület déli részén. Ezzel párhuzamban megnő a *Phragmites* pollen mennyisége is a pollendiagramon. A nádasokban nagy mennyiségben nőtt a *Schoenoplectus lacustris* is. A sekély felszíni vizek megjelenésére utal a lombosmoha maradványok (UBF) megjelenése az üledékben. A *Typha sp.* és a *Glyceria cf. maxima* eltűnik a fúrásponthoz közeli környékről.

A fokozódó eutrofizációra utal a *Daphnia* növekvő mennyisége. Emellett a *Chara sp.* csökkenő mennyiségéből a víz karbonáttartalmának csökkenésére következtethetünk. Az iszaplakó fajok közül a *Dichostylis micheliana* eltűnik, helyét a *Cyperus fuscus* veszi át. A hínárok között a *Potamogeton natans* még mindig gyakori, de a *Nymphaea alba* mennyisége nő. Ebben a zónában jellemző továbbá a *Polygonum cf. persicaria*, *Salix cinerea*, *Mentha aquatica*, *Typha latifolia*, *Oenanthe aquatica* és a *Comarum palustre* is.

BTM-4 (60-45 cm)

Ebben a zónában a makrofosszília koncentráció jelentősen nem változik, csak a különböző fajok egymáshoz viszonyított aránya tolódik el. A *Carex elata* növekvő és emellett a *Phragmites* és a *Schoenoplectus* csökkenő mennyisége a vízszint jelentős csökkenésére utal. Ez a szárazodás 50 cm-nél (750 BP év) éri el tetőpontját, ahol a *Phragmites* és a *Schoenoplectus* el is tűnik a mintából. A *Phragmites* mennyisége a pollendiagramon is minimumot mutat ebben az időszakban (Függelék 10. ábra).

A csökkenő vízszintre utal a *Potamogeton natans* és a *Daphnia sp.* alacsony mennyisége a mintában. A *Pediastrum sp.* alga csúcsa a pollendiagramon is sekély, felmelegedő, eutróf víz kialakulására utal. A *Carex elata* zombékok között jól érezte magát, és nagy mennyiségben nőtt a *Nymphaea alba*. Megjelent a *Salvinia natans* is. A kiszáradó semlyékek iszapján nagy mennyiségben élt a *Cyperus fuscus* és a *cf. Eleocharis sp.* is (talán *Eleocharis acicularis*). A láposodást támasztja alá ebben a zónában egy tőzegmoha, a *Sphagnum sec. Cuspidata* előkerülése is.

BTM-5 (45-20 cm)

Az ebben a zónában a korábban megkezdődött világosbarna nyers tőzeg lerakódása folytatódik, viszont 40-45 cm között egy égett szintet lehet megfigyelni, amibe kevés feketésbarna tavi iszap rakódott.

Az előző zóna alacsony vízszintjének lezárásaként a tó medrét kisebb tűz érintette, amire az elszenesedett *Potamogeton natans* és *Polygonum lapathifolium* magvak mellett a megnőtt pernyekoncentrációból következtethetünk. A tűz azonban csak kisebb intenzitású lehetett (a magvak csak elszenesedtek), és nem okozott réteghiányt, ami a radiokarbon adatokból is látszik. A vízszint ezután megemelkedett, és a friss iszap- és tőzefelszint olyan iszaplakó fajok népesítették be, mint a *Cyperus fuscus*, *Rorippa amphibia*, *Polygonum persicaria*, *Polygonum lapathifolium* és *Ranunculus sceleratus*. Az átmeneti sekély vízben sok *Potamogeton natans* és *Daphnia sp.* élt.

A kiégett felszint ezután gyorsan visszafoglalta a nádas, és a BTM-3 zónához nagyon hasonló állapot alakul ki. A pollendiagramon is a *Phragmites* terjedését tapasztaljuk. A *Phragmites* mellett jelentős mennyiségben nőtt a *Schoenoplectus lacustris* és a *Lycopus europaeus* is. A nádas sokkal zártabb lett az előzőeknél, mert abban az iszaplakó fajokat már nem figyelhetjük meg.

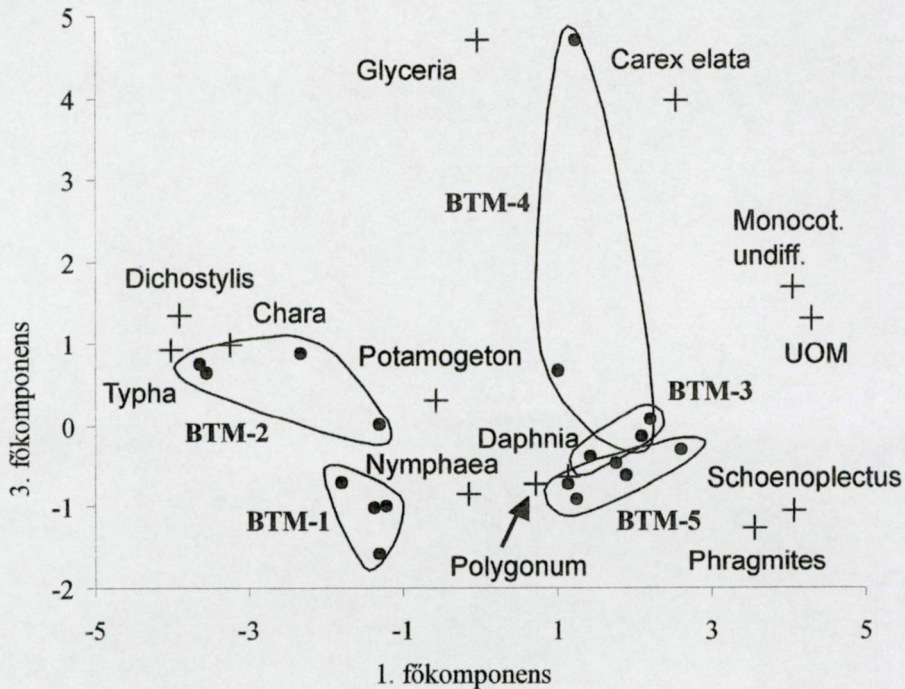
Ez az állapot lényegében megfelel a Baláta-tó déli részén, a fúrásponthoz közel jelenleg megfigyelhető vegetációnak.

Az eredmények értékelése

A 13 leggyakoribb és legfontosabb tőzegrészlet alkotó eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei.

A változók (tőzegrészlet alkotók) és az objektumok (üledékminták) ordinációjának eredményét a 3.5.3. ábra mutatja. A kettős szórásdiagramon jól látható, az első főkomponens tengelye mentén a minták a növényzet borításának mértéke szerint rendeződtek. Az alacsonyabb értékek közelébe kerültek a nyílt vízre utaló taxonok (pl. *Potamogeton*, *Chara* vagy az iszaplakó *Dichostylis micheliana*) illetve minták (BTM-1, BTM-2 zónák). A magasabb értékek közelébe kerültek a mocsári környezetre, magasabb növényzeti borításra utaló taxonok (pl. *Phragmites*, *Schoenoplectus*, *Carex elata*) és minták (BTM-3, BTM-4, BTM-5 zónák). A 3. főkomponens mentén a minták csak kissé szóródnak, valamelyest elkülönül azonban a BTM-4 zóna, ami a makrofosszília vizsgálatok szerint alacsonyabb

vízszint mellett alakult ki. A 3. főkomponens tengelyének magasabb értékéhez került ez a zóna illetve a *Carex elata* pontja.



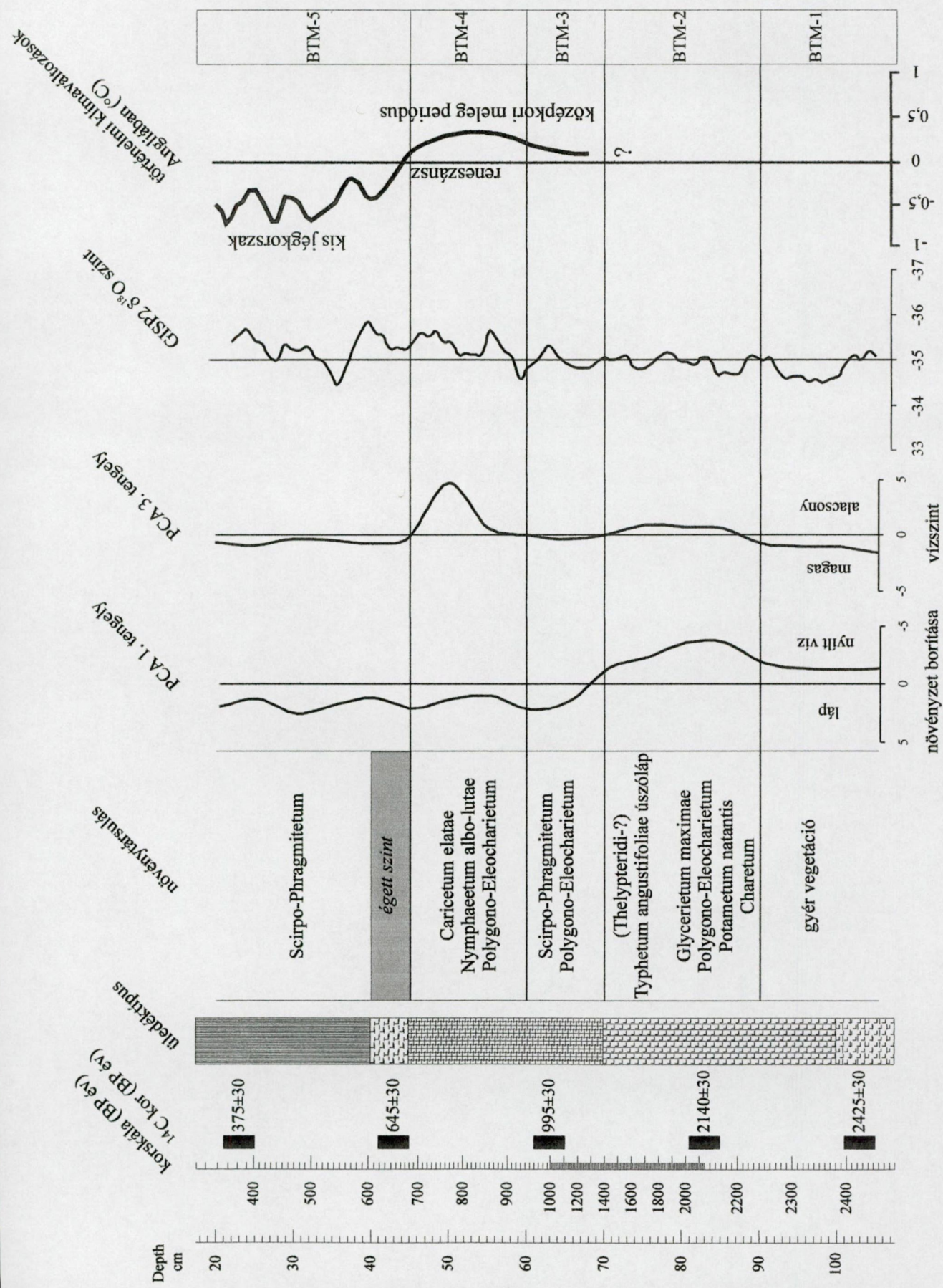
3.5.3. ábra. A Baláta-tó makrofossziliáin végzett főkomponens analízis kettős szórásdiagramja (skála faktor: 5,2210)

Az objektumok (üledékminták) ordinációjából származó 1. és 3. főkomponensre vonatkozó értékeket mélység szerint ábráztuk (3.5.4. ábra). Az ábrán jól látszik, hogy a jelentősebb növényzeti borítás, a nádasok erőteljes térhódítása mintegy 1400 BP (1300 cal. BP) évre tehető. A vízszint viszont a tó kialakulásától kezdve állandóan magas volt (eltekintve a szezonális kiszáradásoktól), viszont 700-900 BP (1000 - 1300 AD, 700 - 900 cal. BP) évek között a vízszint jelentősen lecsökkent, ami a zombékosok előretörését eredményezte.

Ha megvizsgáljuk a lág recens vegetációját (BORHIDI - JÁRAI-KOMLÓDI 1959a, BORHIDI 1970) láthatjuk, hogy valójában a kezdeti BTM-1 makrofosszília zónát kivéve valamennyi vegetációtípus recensen is megfigyelhető a terület különböző részein, bizonyos szabályszerűségek szerint elrendeződve. Tehát a 2200 BP (2250 cal. BP) évtől lezajlott változások csak a társulások klimatikus és szukcessziós okok miatt lezajlott áthelyeződései voltak.

BORHIDI (1970) szerint a lápot vízzel a csapadékon kívül csak egy a medertől délkeletre fekvő forrás táplálja. A forrás vize a különböző társulásokon keresztülhaladva válik fokozatosan lágvízzé, ahogy kémiai összetétele (pl. oldott oxigéntartalma) megváltozik. A terület legdélebbi részén *Glycerietum maximae* helyezkedik el, észak felé haladva pedig *Scirpo-Phragmitetum*, *Thelypteridi-Typhetum angustifoliae* (úszólág néhol *Salix cinerea*-val), majd legészakabbra *Caricetum elatae* következik.

A lág növényzetének kialakulása úgy történhetett, hogy 2200 BP (2250 cal. BP) évnél a tó vizének fokozatos eutrofizálódásával keskenylevelű gyékényes és vízi harmatkásás úszólágok alakultak ki, amiket a szél a meder déli oldalára sodort, ahol rögzültek. A tavat körülvevő mocsárszóna kialakulásával megjelentek a lápi közösségek először a terület északi, majd déli végén is. 1400 BP (640 AD, 1300 cal. BP) évnél a nádas és zombéksásos társulások jelentősen előretörték, a nyíltvíz pedig összezsugorodott. Kialakult a jelenleginek megfelelő



3.5.4. ábra. A Baláta-tó vegetációjának kialakulása a főkomponens analízis eredményeinek feltüntetésével

vegetációs állapot. Ez az állapot 700 és 900 BP (1000 - 1300 AD, 700 – 900 cal. BP) évek között egy szárazabb klimatikus periódusban úgy módosult, hogy a terület északabbi részéről a zombékosok dél felé húzódtak.

BORHIDI - JÁRAI-KOMLÓDI (1959a) elképzelésével szemben a Baláta-tavat körülvevő égeres láperdő (*Carici elongatae-Alnetum*) nem része ennek a hidroszeriesznek. Ezen égerlápok nem származtathatóak az úszólápokon kialakult *Salix cinerea* állományokból. Térképező fúrásaink során ugyanis azt tapasztaltuk, hogy tipikus lábas égeresek ott tudtak kialakulni, ahol a pleisztocén agyagra homok települt. Feltételezhetően a plasztikusabb agyagon komolyabb fák nem tudnak elég stabilan megállni. Az úszólápon megtelepedett égeresek pedig idővel eldőlnék és elpusztulnak.

BORHIDI - JÁRAI-KOMLÓDI (1959b) vizsgálatai szerint a tó vízszintje, kiszáradása és vízzel való újratöltődése, valamint a különböző klímátípusú évek csapadékjárása között szoros összefüggés mutatható ki. Abban az esetben, ha a nyárvégi arid időszakot mutató szubmediterrán (x^{''}) és a közepesen száraz-szubmediterrán (xx^{''}) típusú évek hosszabb időn át ismétlődnek a tó teljesen ki is száradhat, mint az történt 1941 és 1947 között.

Feltételezhetően az ilyen száraz-szubmediterrán évek ismétlődése okozta a tó kiszáradását 900-700 BP (1000 - 1300 AD) évek között is. Ez a kora-középkorra tehető időszak az ún. Viking Klímaoptimum (*Medieval Warm Period*) (~1000-1300 AD) (LAMB 1995), amikor Európa klímája átmenetileg melegebbre fordult. Ezen melegebb időszak globális jellegét bizonyítják a grönlandi jégfúrások oxigén izotópos elemzése is (STUIVER et al. 1995). A grönlandi fúrásokból származó $\delta^{18}\text{O}$ értékeket feltüntettük (mélység szerint korrelálva) a Baláta-tóból származó minta makrofosszília vizsgálatának eredményei mellett a 3.5.4. ábrán. A $\delta^{18}\text{O}$ relatív mennyisége a szoláris aktivitásnak megfelelően változik. Mivel a szoláris aktivitás növekedése hőmérséklet emelkedést, csökkenése pedig lehűlést eredményez, mértéke a $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ arány méréseivel kifejezhető. Jól látszik, hogy az alacsonyabb $\delta^{18}\text{O}$ értékek egybeesnek *Caricetum elatae* társulás térhódításával (BTM-4 zóna), illetve a 650 BP (1300 AD) évnél jelentkező égési szinttel.

A pollenelemzés alapján (JUHÁSZ 2005b) ebben az időszakban az erdők felnyílására és a *Betula* és *Juniperus* terjedésére következtethetünk. A mintában nagyobb mennyiségben megjelennek a tipikusan mediterrán-illír *Quercus* type *illex* pollenjei is (Függelék 10. ábra). Feltételezhetően az erdők antropogén zavarása és a klimatikus szárazodás együttes hatására a területen domináns klímá cseres-tölgyesek (*Aspedelo-Quercetum roboris*) felnyíltak/degradálódtak, és kialakultak az ún. nyíres-borókás (*Junipero-Betuletum*) különböző típusai (BORHIDI 1958, 2003).

3.6. Mezőlak: Szélmező

A vizsgálati terület leírása

A vizsgált kistáj, a Marcal-völgy 200 km² kiterjedésű, északkelet és délnyugat irányú, a Marcal-folyó futásának megfelelően. A kistáj felszínének tengerszint feletti magassága folyamatosan csökken a Kisvásárhely környéki átlagos 140 méterről a 120 méteren lévő marcaltői folyótorkolatig. A táj jellegzetes felszíneit a kiemelkedő folyóhátak közötti, elhagyott, elláposodott, tőzeggel, réti agyaggal borított széles folyóvölgyek, allúviumok alkotják. Ilyen folyómederben felhalmozódott tőzeget és fluviális üledéket sikerült feltárni a Bita-patak és Marcal-folyó közötti, Szélmező területén található elhagyott folyómederben is. A pleisztocén és holocén alluviális és fluviális képződmények fektüjében pannon képződmények húzódnak. A Marcal-folyó mederrendszere a geotermikus grádiensek, a területen feltárt termálvizek alapján egy tektonikus mélyszerkezeti vonalhoz kapcsolódik, így a folyó lefutása tektonikusan preformált, előre meghatározott. A kistáj területének több mint 40 %-a, mintegy 83 km² a Marcal-folyó árterületéhez tartozik.

A vizsgált tőzegterület a Marcal-medencében, a Marcal-völgy kistájon helyezkedik el. A Marcal-medence hazánk óceáni éghajlati hatású területén található, ahol az évek átlagában az óceáni éghajlati hatás meghaladja a 80 %-ot. Az évi középhőmérséklet 9,5–10 °C (MAROSI - SOMOGYI 1990), a csapadék mennyisége 600-700 mm/év és egyenletes eloszlású. A Marcal-völgyében a lejtőkkel határolt, mélyebb helyzet következtében, kiegyenlített, páras mikroklíma, a regionális viszonyokhoz képest alacsonyabb átlaghőmérséklet, kisebb ariditási index alakult ki (ZÓLYOMI et al. 1992, BORHIDI 1961).

Az üledékek kifejlődése, a jelentős csapadékbevitel, a magas talajvízállás következtében a vízhatású talajok, elsősorban a réti talajok dominálnak a vizsgált területen, csak az allúvium peremén alakultak ki réti csernozjom és barna erdei talajszintek.

A kistáj a flórabesorolás alapján a Pannóniai (*Pannonicum*) flóratartományba tartozik, a Kisalföldi flórajárás (*Arrabonicum*) és a Bakony-vértesi flórajárás (*Vespremiense*), a Dunántúli-középhegység flóravidéke (*Bakonyicum*) határán helyezkedik el. A növényzet a morfológiai, talajvíz adottságokat követi a vizsgált területen. A kistáj potenciális vegetációját az égerligetek (*Carici elongatae-Alnetum*), a keményfás tölgy-szil-köris ligeterdők (*Pimpinello majoris-Ulmetum*) gyertyános tölgyesek (*Carpino-Quercetum*) alkotják. Jelentős területet borítanak a zombéksásos (*Caricetum elatae*), a magassásos (*Caricetum acutiformis-ripariae*) és a mézskerülő láprétek (*Junco-Molinietum*) is.

A makrofosszília vizsgálatok eredményei

A vizsgálathoz a 3.6.1. ábrán megjelölt helyen történt a mintavétel.

A szelvény alapján szervesanyagban szegény folyóvízi és tavi üledék, a felső mintegy 3 méterben nádtőzeg található. A fűrásmag részletes szedimentológiai leírását a 3.6.1. táblázatban foglaltuk össze. A fűrásmag pollenanalitikai vizsgálatának eredményeit a 3.6.2. táblázat és a Függelék 11. ábra mutatja. Az előzetes eredmények egyenlőre nem teszik lehetővé a pollenvizsgálatok és a makrofosszília elemzés részletes összehasonlítását.

A magminta 395 és 35 cm között tartalmazott elég maradványt a makrofosszília vizsgálatokhoz. A nádtőzeg bomlottsági foka változó, különösen 125 és 240 centiméterek között volt igen bomlott, és makrofosszíliaikban is szegény. 35 cm felett a tőzeg talajosodott, ezért alkalmatlan volt makrofosszília vizsgálatra. A makrofosszília vizsgálatok eredményét a 3.6.2. ábra mutatja.



3.6.1. ábra. A fúrás pont elhelyezkedése Mezőlak-Békás és Kemeneshőgyész között.

3.6.1. táblázat.

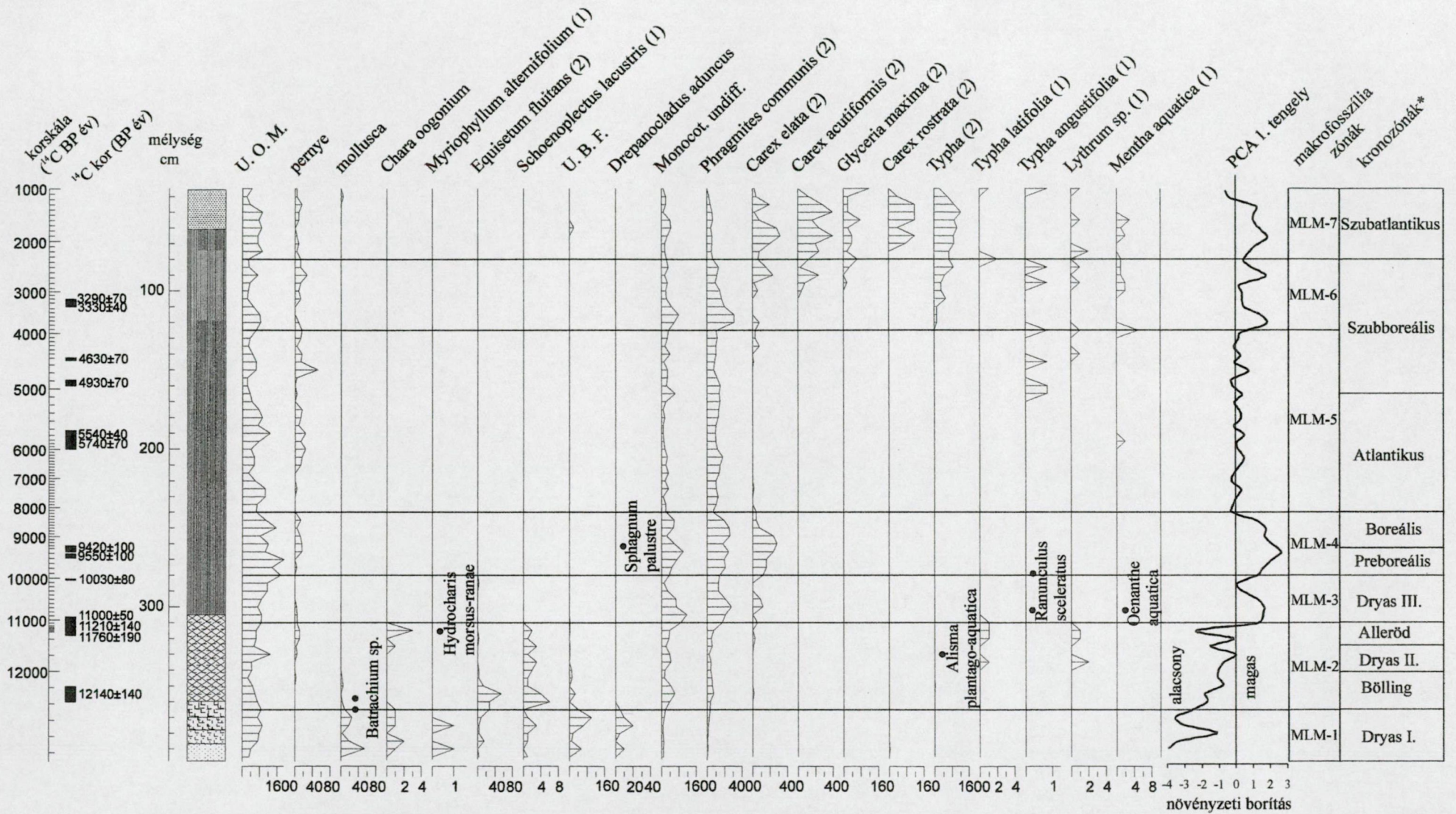
A mezőlaki Szélmezőn kiemelt fúrás mag szedimentológiai leírása (SÜMEGI Pál munkája, SÜMEGI et al. 2005b)

Mélység	Troel-Smith kategóriák	Rétegtani leírás
20-60 cm	Sh4	feketésbarna színű, kotusodott lápföld,
60-305 cm	Th4	barnássárga színű tőzeg,
305-360 cm	Ld3Sh1	barnásfekete színű, homogén eloszlású, szétesett szerves anyagot tartalmazó agyagos kőzetliszt,
360-370 cm	Sh1As2Ag1	sötétbarna színű, homogén eloszlású, szétesett szerves anyagot tartalmazó finomkőzetlisztes durvakőzetliszt,
370-378 cm	Ag1As3	szürkészöld színű agyagos kőzetliszt,
378-387 cm	Ga2Ag2	szürkészöld színű, mollusca héjmaradványos homokos kőzetliszt,
387-400 cm	Ga4	fehéresszürke színű finomhomokos apróhomok,

3.6.2. táblázat.

A mezőlaki Szélmezőn végzett fűrés pollenanalitikai leírása (JUHÁSZ Imola munkája alapján, JUHÁSZ in SÜMEGI et al. 2005b)

Helyi pollen zónák	Pollen zónák leírása
MLP-12 84-64 cm	A fás szárúak aránya lecsökken és először a Poaceae, majd a többi lágyszárú fajok aránya is nő. A <i>Quercus</i> arányai a fokozatos növekedés után a maximumra jutnak. A <i>Corylus</i> és a <i>Carpinus</i> aránya jelentősen lecsökken. Míg a <i>Fagus</i> értékei egy átmeneti visszaesés után a zóna végén újra emelkednek. Folyamatosan jelen vannak a gabonafélék és a gymnóvénnyek, az <i>Artemisia</i> és a <i>Chenopodiaceae</i> pollenek.
MLP-11 123-84 cm	116 cm-nél jelentősen visszaesik a fás szárúak aránya, ezen belül is a <i>Quercus</i> . Az <i>Ulmus</i> , a <i>Carpinus</i> illetve a <i>Fagus</i> is növekedésnek indulnak. A gabonafélék alacsony arányban vannak csak jelen. Viszont megnő az <i>Apiaceae</i> és a <i>Fabaceae</i> aránya.
MLP-10 172-123 cm	A fás szárúak aránya (AP/NAP arány) hirtelen megnő, ami beerdősödésére utal. A <i>Quercus</i> viszonylag állandó aránnyal szerepel végig a zónában. A <i>Poaceae</i> arányának ingadozása a terület művelésének többszöri felhagyására utal. A <i>Picea</i> mennyisége ismét megnő. Jelen vannak még a <i>Cerealia</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Chenopodiaceae</i> és az <i>Asteraceae</i> pollenjei.
MLP-9 212-172 cm	Először a <i>Quercus</i> , a <i>Ulmus</i> és a <i>Tilia</i> magas értékei mellett nyomokban megjelenik a <i>Fraxinus</i> , az <i>Alnus</i> , a <i>Fagus</i> és a <i>Carpinus</i> . Bolygatásra utal a <i>Chenopodiaceae</i> és az <i>Artemisia</i> görbéljében megjelenő csúcs. Később a <i>Pinus sylvestris</i> átmeneti emelkedését figyelhetjük meg, a <i>Quercus</i> átmeneti csökkenésével párhuzamosan. Itt a művelt terület időszakos elhagyására és esetleg a legeltetéses állattartás előtérbe kerülésére utalhatnak a jelek.
MLP-8 236-212 cm	A <i>Quercus</i> ebben a zónában éri el maximális értékeit. Megjelenik a <i>Fagus</i> . A <i>Betula</i> értékeinek átmeneti emelkedését figyelhetjük, párhuzamosan a fenyőfélék nagyarányú csökkenésével, ami a lombkorona időszakos felnyílására utal. Ezt a <i>Corylus</i> értékeinek nagyarányú emelkedése követi. A lágyszárúak közül először az <i>Artemisia</i> , majd a zóna végén a <i>Chenopodiaceae</i> és a <i>Poaceae</i> nagyarányú emelkedését figyelhetjük meg.
MLP 7 260-236 cm	A <i>Quercus</i> pollenje már viszonylag magas értékeket ér el. Ezzel párhuzamosan más lombhullató fafajok, pl. az <i>Ulmus</i> , a <i>Tilia</i> folyamatos jelenlétét is megfigyelhetjük. A legfeltűnőbb változás a fenyőfélék arányainak csökkenése. A lágyszárúak közül a <i>Poaceae</i> vannak jelen kimagasló arányban.
MLP-6 296-260 cm	A zóna elején a fenyőfélék még magas számban vannak jelen, míg a második felében a fenyőfélék és a <i>Betula</i> aránya csökken, és a lágyszárúak aránya emelkedik. A <i>Quercus</i> pollenszemeinek jelenléte folyamatossá válik és a <i>Corylus</i> aránya is fokozatosan nő, ami a hőmérséklet fokozatos emelkedésére utal. A <i>Poaceae</i> , a <i>Chenopodiaceae</i> , a <i>Caryophyllaceae</i> és az <i>Artemisia</i> folyamatosan jelen vannak.
MLP-5 308-296 cm	A <i>Pinus sylvestris</i> - <i>Pinus cembra</i> arányainak kis mértékű visszaesése és a lágyszárú fajok időszakos megemelkedése jellemzi. A <i>Betula</i> mennyisége lecsökken, a <i>Corylus</i> továbbra is jelen van. A <i>Poaceae</i> , a <i>Chenopodiaceae</i> , a <i>Caryophyllaceae</i> és az <i>Asteraceae</i> aránya megnő, akárcsak az <i>Artemisia</i> értéke.
MLP-4 320-308 cm	A <i>Pinus sylvestris</i> és <i>Pinus cembra</i> dominálnak. A <i>Larix</i> és a <i>Juniperus</i> is jelen van. A <i>Betula</i> és a <i>Corylus</i> aránya kis mértékben csökken. A klíma melegedésére és csapadékmennyiség növekedésére utal a <i>Salix</i> és az <i>Alnus</i> újbóli megjelenése. A sztyeppvegetációra jellemző <i>Poaceae</i> fajok aránya kismértékben, de lecsökken.
MLP-3 352-320 cm	A <i>Pinus</i> arányai kicsit visszaesnek és megnövekszik a <i>Betula</i> és a <i>Corylus</i> aránya. Emelkedik az <i>Abies</i> és a <i>Larix</i> pollenszáma. A lágyszárúak közül a pázsitfűvek mellett a <i>Asteraceae</i> és a sztyeppvegetációra jellemző <i>Artemisia</i> is nagyobb arányban vannak jelen.
MLP-2 368-352 cm	Továbbra is a fás szárúak (AP) pollenjei dominálnak a lágyszárúakéval (NAP) szemben, igaz ezek aránya emelkedőben van a zónában. A fenyőfélék aránya folyamatosan csökkenő tendenciát mutat. A <i>Betula</i> mellett a <i>Corylus</i> , <i>Alnus</i> és <i>Salix</i> van még folyamatosan jelen. A lágyszárúak közül a <i>Poaceae</i> dominálnak, értékük folyamatosan emelkedik, de az <i>Artemisia</i> és a <i>Chenopodiaceae</i> is egyre nagyobb számban vannak jelen.
MLP-1 376-368 cm	A fenyőfélék (<i>Pinus</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Juniperus</i>) pollenjei dominálnak a lágyszárúakéval (NAP) szemben. <i>Betula</i> és <i>Corylus</i> pollenszemei is megtalálhatóak. A lágyszárúak csak alacsony számban vannak jelen, főleg a <i>Poaceae</i> , az <i>Artemisia</i> és a <i>Caryophyllaceae</i> képviseltetik magukat, mint a sztyeppvegetáció jellemző fajai



3.6.2. ábra. A mezőlaci fűrés makrofosszília diagramja a főkomponens analízis értékeinek feltüntetésével (1= mag, db/3cm³, 2= rizóma, db/cm³), *(MANGERUD et al. 1974)

MLM-1 zóna (395-365 cm)

A zóna alján folyóvízi üledéket találtunk, ami oligotróf tavi üledékbe ment át. A radiokarbon mérés eredménye alapján az üledék felhalmozódása a Dryas I. (MANGERUD et al. 1974), vagy a Heinrich 1 eseménnyel (BOND et al. 1992, 1993) szinkronizálható Pupilla sterri zonula idejére tehető (SÜMEGI 1996, SÜMEGI-KROLOPP 1995, 2002).

A maradványok alapján lassan áramló vizet, majd oligotróf tavi állapotot, valamint magas vízszintet rekonstruálhatunk. A vízben hínárfajok, például a *Myriophyllum alternifolium* és *Chara sp.* éltek. A vízparti vegetációra a *Schoenoplectus lacustris*, *Equisetum fluviatile* és a *Drepanocladus aduncus* mohafaj volt jellemző. A mintából előkerültek a *Leptoceridae* tegzes lakótojái is. A *Phragmites communis* csak kis mennyiségben élt a mederben. Ez a közösség nagyon hasonló ahhoz, amit a Balaton Szigligeti-öblének azonos korú üledékéből írtak le (JAKAB et al. 2005).

MLM-2 (365-310 cm)

A zóna szerves anyagban gazdag tavi üledéket tartalmaz, fokozatosan növekvő szerves anyag tartalommal. A MLM-2 makrofosszília zóna kialakulása a radiokarbon mérések eredménye szerint a Bølling/Allerød interstadiálisra („late-glacial interstadial”) tehető. A makrofosszília vizsgálatok eredményei alapján mezotróf vízminőséget és csökkenő vízszintet rekonstruálhatunk.

A zóna elején a vízszint még magasabb, a mederben előretört a *Schoenoplectus lacustris* és az *Equisetum fluviatile*. Ebből az időszakból a melegkedvelő *Batrachium* fajok magja került elő. Ezt követően a vízszint tovább csökken körülbelül 11000 BP (13200 cal. BP) évig. A fokozatos eutrofizálódást jelzi a *Typha latifolia*, *Alisma plantago-aquatica* és a *Lythrum sp.* megjelenése. A zóna végén 11000 BP (13200 cal. BP) évnél a vízszint rövid időre hirtelen megnő és a vízminőség kissé oligo-mezotróffá válik. Ez a rövid esemény a radiokarbon mérés eredménye szerint a Allerød kronozónával esik egybe.

Ebben a zónában a *Phragmites communis* csak alárendelt szerepet játszik, feltételezhetően a kedvezőtlen klíma miatt. A nád Európában észak felé haladva sterillé válik, és a hajtások nem képesek a hideg vízben fejlődni, az erős fagyok pedig elpusztítják a növényt (HASLAM 1978, RODWELL 1995). A Balaton hasonló korú üledékeiben a nád szintén csak kis mennyiségben volt jelen (JAKAB et al. 2005).

MLM-3 (310-280cm)

305 cm-nél az üledék feketésbarna tőzegbe megy át. 310 cm-nél a makrofosszília együttesben jelentős változást tapasztalunk. A *Phragmites communis* mennyisége jelentősen megnő. Kis mennyiségben jellemző a *Carex elata* is. A hínárfajok és a *Schoenoplectus lacustris* teljesen eltűnnek. Olyan mocsári fajokat figyelhetünk meg, mint az *Oenanthe aquatica* és a *Ranunculus sceleratus*. A medret nádas mocsár borította el. A zóna második felében a *Phragmites* de különösen a *Carex elata* mennyiségének csökkenése a növekvő vízszintre utal. A makrofosszília vizsgálatok eredményei alapján mezo-eutróf vízminőséget és alacsony, de növekvő vízszintet rekonstruálhatunk.

A MLM-3 makrofosszília zóna kialakulása a radiokarbon mérések szerint a Dryas III. stadiálisra tehető.

MLM-4 (280-240 cm)

Ezen zóna összetételében nagyon hasonló az MLM-3 zónához, de a *Carex elata* mennyiségének növekedése a meder elláposodására utal. Igen érdekes a *Sphagnum palustre* tőzegmoha megjelenése 260 cm-nél.

A zóna a radiokarbon mérés szerint a Preboreális és Boreális kronozónák alatt alakult ki, de a makrofosszília elemzés nem mutatott ki változást a két időszak vízi vegetációjában.

MLM-5 (240-125 cm)

Ebben a zónában a tőzeg valamivel bomlottabb, mint 305-204 cm és 125-60 cm között, de ez az üledék képen szabad szemmel nem volt látható, csak a makrofossziliák bomlottságából és alacsony koncentrációjából következtethetünk erre.

A makrofosszília koncentráció relatíve alacsony ebben a zónában. Szinte csak *Phragmites* rizómákkal találkozhatunk. A *Carex elata* teljesen eltűnik. A zóna nagyon fajszegény, a mintában mindössze néhány *Mentha aquatica*, *Lythrum sp.* és *Typha angustifolia* magot találtunk. A területet homogén nádas borította, ami rendszeresen kiszáradt. A nyíltvíz visszahúzódását ezen időszakban a pollenelemzés is alátámasztja.

A radiokarbon mérés eredményei szerint ezen zóna kialakulása az Atlantikus kronozónára és Szubboreális kronozóna kezdetére esik.

MLM-6 (125-80 cm)

125 cm-nél jelentősen megnő a makrofosszília koncentráció, ami egybeesik a *Fagus* terjedésével a pollenanalízis szerint. A makrofosszília vizsgálatokból növekvő és viszonylag stabil vízszintre következtethetünk. A radiokarbon mérések szerint ezen zóna kialakulása a Szubboreális kronozóna második felére esik.

Jelentősen nő a *Phragmites* mennyisége, megjelenik a *Typha* (rizodermisz), a *Carex elata*, *Carex acutiformis* és a *Glyceria maxima*. Gyakorivá válik a *Mentha aquatica*. Arra következtethetünk, hogy a javuló klímával (növekvő csapadékmennyiség) javult a terület vízellátása. A *Typha* terjedése a *Phragmites* rovására erősödő eutrofizációra utal. A pollenelemzések szintén magasabb vízszintet és eutróf környezetet jeleznek.

MLM-7 (80-35 cm)

80 cm-nél a *Phragmites* helyét átveszi a *Typha*. A rizómák alapján nem állapítható meg, melyik gyékényfaj volt az uralkodó, de mind a *Typha angustifolia*, mind a *Typha latifolia* magjai jelen vannak az üledékben. Gyakorivá válnak a sásfajok, mint a *Carex elata*, *C. acutiformis*, *C. rostrata*, *C. pseudocyperus*, *C. vesicaria*, valamint a *Glyceria maxima*. Gyakori a *Lythrum sp.* és a *Mentha aquatica*. A mintából előkerültek a *Leptoceridae* tegzes lakótokjai is.

A makrofosszília vizsgálatokból arra következtethetünk, hogy a megnövekedett tápanyagbemosódás és a lecsökkent vízszint a meder gyors feltöltődését, majd láposodást eredményezett. Ennek hátterében feltételezhetően a pollenanalízis által kimutatott erdőirtás (tápanyag- és talajbemosódás), és embei megtelepedés állhat. Ezt bizonyítják az ebből a rétegből, a fűrástól mintegy 100 méterre északra, a tőzegbánya területén kiemelt facölöpök és kerámiatöredékek is, amely a fűráspont közvetlen környezetében jelentős emberi megtelepedést igazol (SÜMEGI et al. 2005b).

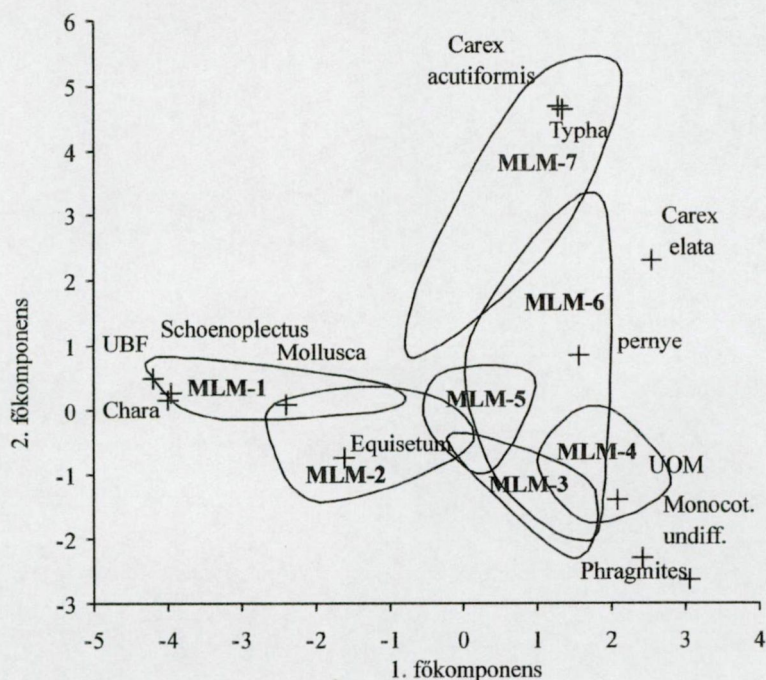
Az eredmények értékelése

A mezőlaki fűrás makrofosszília elemzése egy feltöltődő, majd elláposodó holtág képét tárja elénk, a folyóvízi állapottól a nádason át a magassásosig. A terület szukcessziója azonban koránsem tekinthető a „klasszikus” feltöltődési szukcesszió egy tipikus példájának, mert azt jelentősen befolyásolták a klimatikus és hidrológiai tényezők.

A 12 leggyakoribb és legfontosabb tőzegszövet alkotó eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei.

A változók (tőzegszövet alkotók) és az objektumok (üledékminták) ordinációjának eredményét a 3.6.3. ábra mutatja. A kettős szórásdiagramon látható, hogy az első

főkomponens tengelye mentén a minták a növényzeti illetve vízborítás mértéke szerint rendeződtek. Az alacsonyabb értékek közelébe kerültek a nyílt vízre utaló taxonok (pl. *Chara*, *Mollusca*) illetve minták (MLM-1, MLM-2 zónák). A magasabb értékek közelébe kerültek a kisebb vízborításra és magasabb növényzeti borításra utaló taxonok (pl. *Phragmites*, UOM, *Typha*, *Carex elata*) és minták (pl.: NBM-4, MLM-6, MLM-7 zónák).



3.6.3. ábra. A Szélmező makrofossziliáin végzett főkomponens analízis kettős szórásdiagramja (skála faktor: 5,1982)

Az objektumok (üledékminták) ordinációjából származó 1. főkomponens értékeket mélység szerint ábráztuk (3.6.2. ábra). Az ábrán jól látszik, hogy a Késő-Glaciálisban a növényzeti borítás mértéke fokozatosan magasabb lett, a vízborítás mértéke csökkent, leszámítva a vízszint átmeneti megemelkedését 11760 BP (13800 cal. BP) évnél.

A területre a Pleisztocén végén folyóvízi majd oligotróf tavi állapot volt jellemző. Mintegy 12140 BP (14600 cal. BP) évtől a trofitás folyamatos növekedését tapasztaljuk. 11000 BP (12900 cal. BP) évtől (Dryas III.) a nádas elborítja a medret és beindul a tőzegképződés.

Körülbelül 8000 és 4000 cal. BP évek között, tehát hozzávetőlegesen az Atlantikus alatt és a Szubboreális kezdetén a mederben a vízszint lecsökkent, a nádas homogénné, fajszegénnyé vált, a nyílt vizet kedvelő hínarak és mocsári fajok eltűntek. 240-125 cm között a tőzeg bomlottabb volt, és a makrofosszília koncentráció lecsökkent, és ez a statisztikai értékelést is befolyásolta.

A Szubboreális második felében a vízszint jelentősen megemelkedett. A nádrizómák koncentrációjának emelkedése a makrofosszília diagramon egybeesik a bükk pollen megjelenésével a pollendiagramon, és mindkettő háttérében a klíma javulása, a csapadék mennyiségének növekedése állhat. A fokozódó eutrofizálódás miatt a meder feltöltődött és elláposodott. Ennek háttérében a környező erdők kiirtása miatti fokozott tápanyag- és talajbemosódás állhat (SÜMEGI et al. 2005b).

A balatoni vizsgálati eredményekkel összehasonlítva (JAKAB et al. 2005) a holocén vízszintingadozásokat elmondható, hogy azzal nagy vonalakban megegyezik (Kora-Holocén és Szubboreális magas vízszint, Atlantikus alacsony vízszint). Nem tapasztaljuk azonban a terület kiszáradását a Kora-Holocénben és a magas vízszintet az Atlantikus elején.

3.7. A módszer értékelése és a vizsgálati területek összehasonlítása

A dolgozatban 6 különböző üledékgyűjtő makrofosszília feldolgozását mutatjuk be. A 6 terület földrajzi, geológiai, növényföldrajzi és klimatológiai szempontból is különbözik egymástól. A mintaterületek között vannak földrajzi szempontból alföldi (Császártöltés, Mezőlak), dombvidéki (Balatonederics, Senta) és hegyvidéki (Nagybárcány, Velem) üledékgyűjtők. A minták különböző klímahatás alatt álló területekről származnak. Egyes területeknél az atlantikus (Velem), a szubmediterrán (Senta) vagy a kontinentális (Császártöltés) klímahatás az erősebb. Geológiai szempontból az üledékgyűjtők között van tektonikus mélyedés (Balatonederics), hepető (Nagybárcány), elhagyott folyó- (Császártöltés, Mezőlak) és patakmeder (Velem) és deflációs mélyedés (Senta). Növényföldrajzi szempontból egy minta a Kelet-Alpesi flóravidekhez (*Noricum*) (Velem), a többi Pannóniai flóratartomány Alföld flóravidekéhez (*Eupannonicum*) (Császártöltés, Mezőlak), Dél-Dunántúl flóravidekéhez (*Praeillyricum*) (Balatonederics, Senta) és Északi-Középhegység flóravidekéhez (*Matricum*) (Nagybárcány) tartozik.

Az üledékgyűjtők késő-glaciális és holocén anyagot is tartalmaztak, különböző hiátusokkal. A feldolgozott üledékek szedimentológiai szempontból változatosak. Makrofosszília analízist korábban elsősorban savanyú *Sphagnum*-tözegeken végeztek. A dolgozatban feldolgozott minták között megtalálhatóak voltak a *Sphagnum*-tőzeg mellett eutróf és oligotróf tavi üledékek, tavi mésziszap és különböző bomlottságú és összetételű bázikus tözegek is.

Ezen üledékek általában jellegzetes makrofosszília együttesekkel jellemezhetőek. Például a bázikus tözegekben jellemző a *Phragmites*, a *Monocot. Undiff.*, az UBF vagy az UOM nagy koncentrációja. *Sphagnum*-tözegekben kevesebb a *Monocot. Undiff.* vagy az UOM. Karbonátos tavi üledékekben a molluszká, ostracoda vagy cladocera héjak, valamint a *Chara* oogoniumok mennyisége lehet jelentősebb. Az eutróf tavi üledékek esetében a trofitás mértékére is következtetni lehet a tőzegszövet alkotók mennyiségi változásaiból, mint azt a nagybárcányi Nádas-tó késő-holocén üledékein tapasztaltuk (3.2.9. ábra). Az üledéktípusból azonban nem következtethetünk közvetlenül a makrofosszília együttesekre, mert gyakran kisebb eltolódások figyelhetők meg kialakulásukban. Ilyen kisebb eltolódásokat figyeltünk meg a balatonedericsi minta esetében, ahol az üledéktípus és a makrofosszília zónák határai nem esnek egybe (3.3.3. ábra).

Az UOM és *Monocot. Undiff.* mennyiségéből réteghiányra is következtetni lehet a tözegekben. A tőzeg talajosodása esetén mennyiségük hirtelen megnő, majd lecsökken szinte nullára. Ez azért van, mert a humifikálódás során a szerves anyag fokozatosan a specifikus tőzegszövet alkotó kategóriából a nem specifikus tőzegszövet alkotók közé kerül, növelve annak koncentrációját. Végül a humifikáció elér egy olyan szintet, amikor már a nem specifikus tőzegszövet alkotók is elbomlanak. Ezzel mennyiségük (és általában a makrofosszília koncentráció) jelentősen lecsökken. Itt valójában arról van szó, hogy a szerves anyag mérete 300 μm alá csökken, így iszapoláskor a szitából távozik. Ennek kiváló példája császártöltési HPIV fűrés 230-215 cm között (3.1.8. ábra).

A pernye („*macrocharcoal*”) mennyiségéből a helyi tüzek (pl.: ciklikus tajgattüzek, antropogén erdőirtás) intenzitására következtethetünk. A pernyekoncentrációk változásai jó egyezést mutattak a pollenanalitikai vizsgálatok következtetéseivel. Fűrások esetében a szelvények korrelációja is elvégezhető a pernyecsúcsok segítségével (3.1.9. ábra). A császártöltési terület fűrások vizsgálatára szerint a döntően 300 μm és 3 mm mérettartományba eső faszenek transzportja csupán pár száz méter, ami alátámasztja a fosszilis faszenek döntően lokális eredetét az antrakológiai vizsgálatokban (TOLONEN 1986).

A vizsgálatok során különböző mintavételi és statisztikai módszereket is teszteltünk. A császártöltési vizsgálatok során a területről több (összesen hat) fűrásokból származó mintát

elemztünk meg. A Hajósi-kaszálókon mélyített négy fúrást transzekt mentén helyeztük el. Az elemzéssel nyilvánvalóvá vált, hogy a lúp különböző pontjain különböző hidroszerkeszkekkel kell számolni, amik azonban egy térben és időben is összekapcsolódó eseménysort alkotnak (3.1.10. ábra). A nagy kiterjedésű lúpokon tehát érdemes fúrások sorozatát végezni, mert az nagymértékben megkönnyíti az eredmények értelmezését. A fúrásorozatok makrofosszília vizsgálata azonban nagyon időigényes, ezért térképező fúrásokkal érdemes előzőleg az üledékek térbeli elhelyezkedését megvizsgálni, hogy az ideális fúráspontot kiválasszuk. A szentai Baláta-tó esetében fúrásorozattal igazoltuk, hogy jelentősebb üledékfelhalmozódás (tőzegképződés) a terület délnyugati részén folyt, így itt csak egy fúrászelvény vizsgálatára került sor. Az olyan kis kiterjedésű lúpok esetében, mint a nagybárkányi Nádas-tó, nem szükséges egynél több mintavételi hely, mert az is megfelelően reprezentálja a területet.

A pollenanalitikai célú fúrásoknál a meder legmélyebb, centrális részét javasolják mintavételre. Makrofosszília vizsgálatok esetében ettől ajánlott eltérni, és a meder azon részén fúrni, ahol a szerves anyagban leggazdagabb üledék rakódott le. Ez általában a meder széllal szembeni oldala, mivel a szél ide sodorja az úszó növénydarabokat és esetleg az úszólúpokokat is. A balatonedericsi fúrásnál a fúrást éppen ellenkezőleg mélyítettük le. A Balatonban ugyanis a finomabb üledékek az északi parton rakódnak le, részben a medermorfológia, részben a Balaton-felvidék szélárnyékoló hatása miatt.

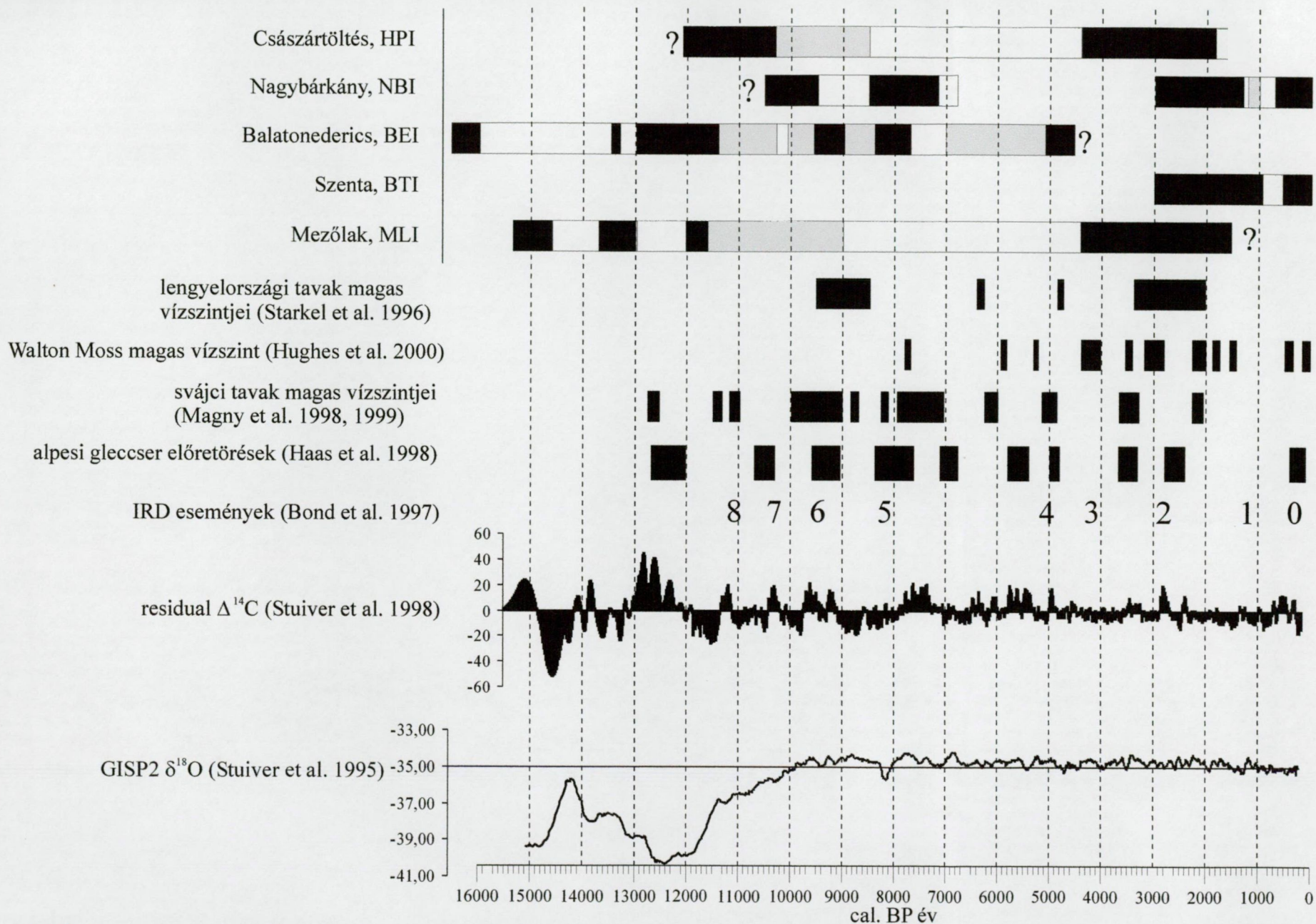
A dolgozatnak nem volt célja a tafonómiai problémák vizsgálata, mivel azonban a makrofosszília tafonómiájával kevés irodalom foglalkozik, néhány tapasztalatot meg kell jegyezni. Régóta ismert, hogy a *Sphagnum*-ok nagyon ellenállóak, ezért kissé túlreprezentáltak a mintákban. Tapasztalataink szerint hasonlóan ellenállóak a *Phragmites* rizómák is. Rossz megtartású viszont a *Nymphaea*, *Schoenoplectus*, *Cladium* és a *Sparganium*, amelyek mag formájában gyakran, rizóma formájában viszont ritkán, vagy soha nem kerülnek elő.

A leggyakoribb és legfontosabb tőzegszövet alkotók eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei. Az elemzést főkomponens analízissel (PCA) végeztük (standardizált, mixed /Rohlf/ biplot) PODANI (1993) SYN-TAX 5.0 programja segítségével. Az üledékminták és tőzegszövet alkotók kettős szórásdiagramjának elemzésével különböző gradienseket tudtunk kimutatni (trofitás, vízszint, növényzeti borítás). A főkomponensek értékeinek mélység szerinti feltüntetésével ezen gradiensek a makrofosszília diagramokon is megjeleníthetők (pl. 3.2.6. ábra). A módszer tehát alkalmas a lápi és tavi üledékek legtöbb típusából hidrológiai és vegetációs változások kimutatására.

A tapasztalt változások jól korrelálnak a negyedidőszaki klímaváltozásokkal. Habár a rendelkezésre álló hat terület makrofosszília vizsgálatának eredményeiből még nem lehetséges egy az egész Kárpát-medencére vonatkozó hidrológiai és klimatológiai modell megalkotása, néhány egyértelmű összefüggés már ezekből az eredményekből is szembetűnik.

A 3.7.1. ábrán kalibrált BP korszakán feltüntettem a vizsgálatokkal kimutatott magas és alacsony vízszinttel jellemezhető periódusokat. A hisztogramok hossza az üledék által átfogott időszakot jelöli. Feketével a magasabb vagy növekvő, fehérrel az alacsonyabb vagy csökkenő vízszinttel jellemezhető időszakok lettel jelölve. Mivel a velemi mintaterület kronológiai felosztása a radiokarbon mérések hiányában bizonytalan, és az eddig kimutatott vízszintváltozások háttérben is antropogén hatások állhatnak, ezért ezen terület nem szerepel az ábrán.

Adataim mellett feltüntettem a lengyelországi (STARKEL et al. 1996), és svájci (MAGNY et al. 1998, 1999) tavak vízszintingadozásait, valamint egy angliai lúp felszíni nedvességének változásait (HUGHES et al. 2000).



3.7.1. ábra. A megvizsgált területek vízszint változásainak összehasonlítása más területek paleolimnológiai változásaival és a globális klímaváltozás néhány paraméterével. A sötét sávok magas vagy növekvő vízszintet, a fehér sávok alacsony vagy csökkenő vízszintet jelölnek.

A globális klímaváltozást tükröző paraméterek közül feltüntettem az alpesi gleccserek előretörésének periódusait (HAAS et al. 1998), a Bond-ciklusokat („*Ice Rift Debris Events*”, BOND et al. 1997), valamint a grönlandi jégsapka fűréséséből származó (GISP2) $\delta^{18}\text{O}$ és $\Delta^{14}\text{C}$ izotóp görbéket (STUIVER et al. 1995, 1998).

A 3.7.1. ábrán jól látszik, hogy a hegy- és domvidéki tájon lévő tavak és lápok sokkal érzékenyebben reagálnak a kisebb klíma ingadozásokra, mint az alföldi tájon elhelyezkedő lápok. Az alföldi tájon csak a jelentősebb klímaváltozásokhoz sikerült vegetációs vagy hidrológiai változásokat kapcsolni, az egyes száraz vagy nedves periódusok hosszúak. Ennek oka az lehet, hogy a megvizsgált alföldi lapterület (Hajósi-kaszálók) soligén lúp, vízszintje pedig elsősorban a talajvíz rezervoár feltöltöttségétől függ. A domb- és hegyvidéki tavak és lápok közül a Balaton és a nagybárkányi Nádas-tó vize elsősorban csapadék és felszíni víz eredetű, így érzékenyebben reagált a kisebb klímaingadozásokra is. Itt a száraz vagy nedves periódusok rövidebbek, és több van belőlük.

A kisebb klímaingadozások kimutatására a dolgozatban bemutatott módszerrel tehát elsősorban a csapadék- és felszíni vizekből táplálkozó hegy- és dombvidéki lúpjaink és tavaink lehetnek alkalmasak.

Több minta esetében is tapasztaltuk, hogy a késő-glaciális „száraz-hideg” stadiálisok nem feltétlenül alacsonyabb vízszinttel és nagyobb vegetációs borítással járnak a tavak és lápok esetében. A császártöltési területnél azonban kérdéses, hogy ezt milyen mértékben befolyásolta a Duna folyóvízének jelenléte. Más alföldi területek esetében talán valóban alacsonyabb vízszinttel járt a stadiálisok szárazabb klímája, ennek megválaszolásához azonban nem elégséges a megvizsgált néhány terület.

A mintaterületek többségénél jól elkülöníthető a Holocén klímaoptimum (10200-5700 cal. BP) alacsonyabb vízszintje és a Holocén második felének lehülésével (5700 cal. BP után) kapcsolatos magasabb vízszint. Kisebb hűvös csapadékos periódusokat azonban a Holocén klímaoptimum idejéből is sikerült kimutatni (pl.: 8000 cal BP évnél), és többször is megjelent a mintában (Nagybárkány, Szentá) a Viking Klímaoptimum alacsony vízszintje.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy ez a tavi és lúpi üledékek makrofosszília vizsgálatán alapuló módszer alkalmas a vegetációs és hidrológiai változások kimutatására, és így a negyedidőszaki klímaváltozások vizsgálatára. A Kárpát-medence lúpjainak és tavainak történeti rekonstrukciója és a klímaváltozással való kapcsolatának értelmezése a mintaterületek számának növelésével és területi eloszlásuk egyenletesebbé tételével érhető el.

4. Összefoglalás

Növényi makrofosszília fogalom (továbbiakban: makrofosszília) alatt értjük az üledékekből kinyerhető, szabad szemmel is látható, elhalt növényi részeket. A makrofossziliák legalább három fontos információval szolgálnak a paleoökológiai kutatások során:

- 1) a határozás sokkal pontosabb lehet néhány taxon esetében, mint amit a pollenvizsgálattal el lehet érni, ami pontosabb ökológiai értékelést tesz lehetővé (pl.: *Gramineae*, *Cyperaceae*, mohák);
- 2) olyan taxonok, amiknek gyakran nem vagy csak kevés pollenjük marad meg, az üledékben gyakran jelentős számú makrofossziliát hagynak hátra;
- 3) az egyes taxonok helyi jelenléte jobban bizonyítható a nagy méretű makrofossziliák, mint a könnyen szállítódó pollenek alapján.

A makrofosszília vizsgálatokkal akár a közösségek társulás szintű azonosítása is lehetséges, mert a makrofosszília közösségek állnak legközelebb az egykor élt tényleges társulásokhoz.

A **tőzegszövet alkotó** alatt azokat a szerves maradványokat értjük, amelyek egy 300 µm lyukbőségű szitán az üledék átiszapolását követően fennmaradnak. A tőzegszövet alkotók legnagyobb mennyiségben a tőzgekben található meg, de természetesen kisebb mennyiségben különböző tavi üledékekben is előfordulnak. A tőzegszövet alkotók okozzák a tőzeg olyan egyedülálló fizikai tulajdonságait, mint amilyen a rugalmassága vagy a nagy vízfelvevő képessége.

A tőzegben és a szerves anyagban gazdag tavi üledékekben előforduló szerves maradványokat alapvetően két részre lehet osztani. Egyrészt vannak, amelyeket ezzel a módszerrel valamilyen alacsonyabb rangú taxonnal lehet azonosítani (specifikus tőzegszövet alkotók) és vannak amelyeket ezzel a módszerrel nem lehet (nem specifikus tőzegszövet alkotók).

specifikus tőzegszövet alkotók : magvak, termések, mohák, rizóma epidermiszek (pl.: *Carex spp.*), levél és szár epidermiszek, más szövetek és szervek (fenyő tűlevelek, szőrök, tracheidák, sporogóniumok stb.),

nem specifikus tőzegszövet alkotók: Monocots. Undiff. – meghatározatlan egyszikű maradvány, U. O. M.- azonosítatlan szerves maradvány, U. L. F. – azonosítatlan levél töredék, U. B. F.- azonosítatlan moha töredék, *Sphagna* undiff. – *Sphagnum* szárazak, pernye, faszén, fa, Molluszka héj töredékek, rákpáncélok, izeltlábú maradványok stb.

A tőzegszövet alkotók mennyiségi meghatározásához a BARBER et al. (1994) által kidolgozott QLCMA módszert (*semi-quantitative quadrat and leaf-count macrofossil analysis technique*) módosítottuk.

Ezzel a módszerrel kis mennyiségű mintából (1-3 cm³) mákmag, mint jelzőanyag hozzáadásával (0,5 g = 959± 52 db) lehet a makrofossziliák mennyiségét boncolómikroszkóp segítségével meghatározni. A koncentrációk meghatározása úgy történik, hogy ismert mennyiségű jelzőanyag hozzáadása után 10 db 10x10 mm-es kvadrátban megszámoltuk az összes mákmagot és maradványt sztereomikroszkóp segítségével. A rizómák (csakúgy, mint a mohák) csak fénymikroszkóp alatt határozhatók meg. Ezért 100 darab egyszikű maradványt kiszedünk, és vizes preparátumot készítünk. Így megkaptuk, hogy a egyszikűeken belül az egyes taxonok illetve a Monocot. Undiff. hány százalékban van jelen. A moháknál az egyes fajok és az UBF értékét ugyanígy határoztuk meg. A koncentrációt az alábbi egyenlőség adja meg:

$$\text{Makrofosszília koncentráció} = \frac{\text{számolt makrofosszília (átlag)} \times 960 \text{ (összmák)}}{\text{számolt mák (átlag)} \times \text{minta térfogata (cm}^3\text{)}}$$

A módszer alkalmazásának előfeltétele egy szövethatározó, amivel az egyes növényi szöveteket faji szinten azonosíthatjuk. A Szegei Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékén továbbfejlesztettük PIDOPLICSKA (1936) határozókulcsát, a szerző módszerével. Ezzel a határozóval lehetővé válik a sokszor csak mm-es méretű lágy szövetek határozása.

A dolgozatban összegeztük a fosszilis szövetek határozására irányuló eddigi kulcsokat és leírásokat. A meglévő határozók anyagát elsősorban a fontosabb hazai és Kárpát-medencei egyszikű (főként *Carex* fajok) fajok gyökerének leírásával egészítettük ki. Ezek a leggyakoribb hazai lápi fajok, és olyanok, amelyek előfordulhattak a Pleisztocén illetve Holocén folyamán a Kárpát-medence területén. A határozható fajok körét így jelentősen kibővítettük. A határozókulcs segítségével mintegy 80 faj határozása válik lehetővé tőzgeből mikroszkópikus bélyegek alapján.

A dolgozatban 6 különböző üledékgyűjtő makrofosszília feldolgozását mutatjuk be. A 6 terület földrajzi, geológiai, növényföldrajzi és klimatológiai szempontból is különbözik egymástól. Az üledékgyűjtők különböző lápi és tavi üledéktípusokat tartalmaznak.

Császártöltés: Vörös-mocsár és Hajósi-kaszálók

A Duna-Tisza közti láp vonulat (Turján, Órjeg, Vörös-mocsár) legdélebbi része a Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók. A területen összesen hat fúrás makrofosszília vizsgálatát végeztük el. Ebből kettő a Vörös-mocsárban, négy pedig transzekt mentén a Hajósi-kaszálókön készült.

A radiokarbon kormeghatározás és a paleoökológiai adatok alapján a feltöltődő meder a Pleisztocén/Holocén határán szakadt el a Duna vízrendszerétől, a Paks-Sárközi süllyedék neotektonikus süllyedése miatt. Egy szokatlanul hosszú, mintegy 47 km-es holtág jött létre, ami a Holocén során feldarabolódott. A makrofosszília vizsgálatok eredményei szerint a császártöltési Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók a meder feldarabolódása miatt eltérő fejlődésen mentek keresztül.

A Vörös-mocsár megőrizte kapcsolatát a Dunával, annak áradásai oxigénben, tápanyagban és karbonátban gazdag vizet juttattak a területre. A nádasok uralták a területet annak kialakulását követően. A zombékosok csak 1770 BP (1700 cal. BP) év után terjedtek el a területen.

A Hajósi-kaszálók a Kora-Holocénben a mederbe került nagy mennyiségű szervesanyagú üledék elszigetelte a Duna áradmányvizeitől, és ezután csak a csapadékvíz illetve felszín alatti vizek táplálták. A nádasok csak a Kora-Holocénben voltak jelen. A zombékosok 3960 BP (4400 cal. BP) év után jelentek meg a javuló klíma és a láp oligotrofizálódása következtében.

Nagybárcányi Nádas-tó

A nagybárcányi Nádas-tó a Keleti Cserhát kis kiterjedésű tőzgeomóhás lápja. A tó kialakulása a Késő-Glaciálisig nyúlik vissza. A Késő-Glaciálisról az Atlantikus kronozónáig magasabb vízszintet mutattunk ki. A nádas csak kis területet borított. Ezt követően egy hozzávetőlegesen 4400 éves réteghiány jelentkezik, amit a meder kimélyítése okozott a késő vaskorban, a kelták megtelepedésének idején, mintegy 330 BC (2300 cal. BP) évnél. A tó vízszintje ezt követően alacsonyabb, a víz minősége eutrófabb lett. A tó körül nádas zóna alakult ki. Összefüggést mutattunk ki a történetileg regisztrált klímatiszaki korszakok (*Viking Klímaoptimum, Népvándorláskori Minimum, Római Klímaoptimum*) és a tó trofitási viszonyainak változásai között. A láposodás gyékényes úszóláp stádiummal az Árpád-kor végén vette kezdetét. A tőzgeomóhaláp kialakulása hasonló stádiumokon keresztül ment végbe, mint a csarodai Báb-tava és a keleméri Nagy-Mohos lápjának esetében.

Balatonederics: Szigligeti-öböl, Balaton

A Balaton Közép-Európa legnagyobb területű tava. A tómeder kialakulása fokozatosan történt, nyugatról északkelet felé, a különálló tómedencék egyesülésével a Holocén folyamán. A Balatonban a Szigligeti öbölben a tó kialakulása óta folyamatos üledékképződés folyt. Ezért a vizsgálathoz a Szigligeti-öböl jelenleg szárazon álló parti sávjából vettünk mintát.

Az üledék felhalmozódása a vizsgált területen a radiokarbon kormeghatározás alapján 14260 BP (16790-16390 cal. BP) évnél indult meg. Az üledéksor a késő-glaciális és koraholocén rétegekben is hiánytalan és folyamatos. A fiatalabb holocén üledékek hiányoznak. A vizsgált időszakban több magas és több alacsony vízborítást is sikerült azonosítani. Magasabb vízszint esetén a vegetációra a meder fenéken élő *Chara* gyepek, alacsonyabb vízszint mellett a Késő-Glaciálisban a barnamohás lápok, a Holocénben a nádas volt a jellemző. A Késő-Glaciálisban a tó legalacsonyabb vízszintje 12300 BP (14000 cal. BP) évnél (Bølling interstadiális), a legmagasabb 10200 BP (12000 cal. BP) évnél (Dryas III. kronozóna) volt. A melegebb, csapadékosabb interstadiálisokban alacsonyabb volt a vízszint. Feltételezhetően a vízszint kialakulásában fontosabb szerepet játszottak az éves csapadék mennyiségénél, a párolgás mértéke, valamint a vízgyűjtő terület lefolyási viszonyai (talajfagy időtartama, növényzeti borítottság mértéke). A Holocénben a legalacsonyabb vízszint a Holocén kezdetén (9200 BP, 10300 cal. BP év) és az Atlantikus második felében (6100 BP, 7000 cal. BP) volt. A Holocénben a legmagasabb vízszinttel 4500 BP (5200 cal. BP) év után számolhatunk (Szubborális). A Balaton Szigligeti-medencéjének vízszint ingadozásai a Késő-Glaciálisban és Kora-Holocénben a balkáni, a középső-holocénben az észak-európai tavakra jellemző vízszint változásokat követi, de ezektől eltérően a Holocénben többször is alacsony vízszint alakult ki, ami feltételezhetően összefüggésben van a kialakuló szubmediterrán klíma (Atlantikus) hatásával.

Vegetáció- és klímátörténeti szempontból nagy jelentőségű egyes tundralakó fajok fosszilis magainak kimutatása (*Dryas octopetala*, *Betula nana*, *B. humilis*, *B. pubescens*) 15000-16000 cal. BP évek között. Ezen fajok magjai a Késő-Glaciálisból eddig nem kerültek elő a Kárpát-medencében.

Velem: Velemi fürdő

A Velemi fürdő égerlápja Velem és Kőszegszerdahely községek között helyezkedik el, a Cseke patak egykori medrében és annak környékén. Az üledék radiokarbon korának meghatározása jelenleg folyamatban van, így a szelvény előzetes kronológiai besorolását a pollenanalízis tette lehetővé.

A pollenelemzés alapján a bronzkor végétől a késő vaskorig a medret viszonylag alacsonyabb vízszint és alacsony növényzeti borítás jellemezte. A késő vaskorban megnő a meder növényzeti borítottsága. Elsősorban a *Glyceria* sp., *Carex vesicaria* és a *Typha* sp. terjed. A Római korban megnő a vízszint és a meder láposodásnak indul. Valószínűleg a Szerdahelyi-patak mentén vezető útnak a medren átvezető részét erősítették meg, felduzzasztva ezzel a meder vizét. A láposodást jelzi a különböző sás fajok (*Carex elata*, *Carex paniculata*) és mohafajok (*Drepanocladus aduncus*, *Calliergonella cuspidata*) terjedése. A sok allochton mohafajból fokozott erózióra következtethetünk. A népvándorlás korától a szelvény tetejéig a pernye növekvő mennyisége fokozódó tájhasználatra utal. A területen egyre jobban terjednek az erdei környezetre utaló fajok és a famaradványok mennyisége, ami az égeres fokozatos térhódítását jelzi.

Szenta: Baláta-tó

A Baláta-tó Belső-Somogyban, Szenta község határában, a Szentai-erdőben, Kaszó-pusztá mellett található. A pollenanalízis, a radiokarbon kormeghatározás, valamint az üledéktani kép alapján 108 cm-nél egy mintegy 7000-8000 éves üledékhiány tapasztalható. A geológiai

eredmények alapján a Pleisztocén végétől a Szubboreális kronozónáig üledék nem halmozódott fel a területen.

A lúp növényzetének kialakulása úgy történhetett, hogy 2200 BP (2250 cal. BP) évnél a tó vizének fokozatos eutrofizálódásával keskenylevelű gyékényes és vízi harmatkásás úszólápok alakultak ki, amiket a szél a meder déli oldalára sodort, ahol rögzültek. A tavat körülvevő mocsárszóna kialakulásával megjelentek a lápi közösségek először a terület északi, majd déli végén is. 1400 BP (640 AD, 1300 cal. BP) évnél a nádas és zombéksásos társulások jelentősen előretörték, a nyíltvíz pedig összezsugorodott. Kialakult a jelenleginek megfelelő vegetációs állapot. Ez az állapot 700 és 900 BP (1000 - 1300 AD, 700 – 900 cal. BP) évek között a Viking Klímaoptimum alatt úgy módosult, hogy a terület északabbi részéről a zombékosok a tó mélyebben fekvő déli része felé húzódtak a kialakuló alacsonyabb vízszint miatt.

Mezőlak: Szélmező

A mezőlaki Szélmező a Marcal-medencében helyezkedik el. A táj jellegzetes felszíneit a kiemelkedő folyóhátak közötti, elhagyott, elláposodott, tőzeggel, réti agyaggal borított széles folyóvölgyek, allúviumok alkotják. Ilyen folyómederben felhalmozódott tőzeget és fluviális üledéket sikerült feltárni a Bita-patak és Marcal-folyó közötti, Szélmező területén található elhagyott folyómederben is.

A területre a Pleisztocén végén folyóvízi majd oligotróf tavi állapot volt jellemző. Mintegy 12140 BP (14600 cal. BP) évtől a trofitás folyamatos növekedését tapasztaljuk. 11000 BP (12900 cal. BP) évtől (Dryas III.) a nádas elborítja a medret és beindul a tőzégképződés. A Késő-Glaciálisban a növényzeti borítás mértéke fokozatosan magasabb lett, a vízborítás mértéke csökkent, leszámítva a vízszint átmeneti megemelkedését 11760 BP (13800 cal. BP) évnél.

Körülbelül 8000 és 4000 cal. BP évek között, tehát hozzávetőlegesen az Atlantikus alatt és a Szubboreális kezdetén a mederben a vízszint lecsökkent, a nádas homogénné, fajszegényé vált, a nyílt vizet kedvelő hínarak és mocsári fajok eltűntek. A Szubboreális második felében a vízszint jelentősen megemelkedett, aminek a hátterében a klíma javulása, a csapadék mennyiségének növekedése állhat. A környező erdők kiirtása fokozott tápanyag- és talajbemosódással járt, ami miatt a meder feltöltődött és elláposodott.

A módszer értékelése és a vizsgálati területek összehasonlítása

Az üledékgyűjtők késő-glaciális és holocén anyagot is tartalmaztak, különböző hiátusokkal. A feldolgozott üledékek szedimentológiai szempontból változatosak. Makrofoszfília analízist korábban elsősorban savanyú *Sphagnum*-tőzegeken végeztek. A dolgozatban feldolgozott minták között megtalálhatóak voltak a *Sphagnum*-tőzeg mellett eutróf és oligotróf tavi üledékek, tavi mészszap és különböző bomlottságú és összetételű bázikus tőzegek is.

Ezen üledékek általában jellegzetes makrofoszfília együttesekkel jellemezhetőek. Például a bázikus tőzegekben jellemző a *Phragmites*, a Monocot. Undiff., az UBF vagy az UOM nagy koncentrációja. *Sphagnum*-tőzegekben kevesebb a Monocot. Undiff. vagy az UOM. Karbonátos tavi üledékekben a molluszka, ostracoda vagy cladocera héjak, valamint a *Chara* oogoniumok mennyisége lehet jelentősebb. Az üledéktípusból azonban nem következtethetünk közvetlenül a makrofoszfília együttesekre.

A pernye („macrocharcoal”) mennyiségéből a helyi tüzek (pl.: ciklikus tajgatüzek, antropogén erdőirtás) intenzitására következtethetünk. A pernyekoncentrációk változásai jó egyezést mutattak a pollenanalitikai vizsgálatok következtetéseivel. Fúrásorozatok esetén a szelvények korrelációja is elvégezhető a pernyecsúcsok segítségével. A pernyecsúcsok térbeli

eloszlása a császártöltési mintákban alátámasztotta a fosszilis faszenek (300 µm - 3 mm) döntően lokális eredetét.

A vizsgálatok során különböző mintavételi és statisztikai módszereket is teszteltünk. A császártöltési vizsgálatok során a területről több (összesen hat) fúráspontról származó mintát elemeztünk meg. Az elemzéssel nyilvánvalóvá vált, hogy a láp különböző pontjain különböző hidroszeriesszerekkel kell számolni, amik azonban egy térben és időben is összekapcsolódó eseménysort alkotnak. A nagy kiterjedésű lápokon tehát érdemes fúrások sorozatát végezni, míg a kis kiterjedésű lápokon egy fúráspontról is megfelelően reprezentálhatja a területet.

A leggyakoribb és legfontosabb tőzgecszövet alkotók eloszlását a mintákban többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltük, hogy láthatóvá váljanak az egyes makrofosszília zónák ökológiai-hidrológiai jellegzetességei. Az elemzést főkomponens analízissel (PCA) végeztük. Az üledékminták és tőzgecszövet alkotók kettős szórásdiagramjának elemzésével különböző gradienseket tudtunk kimutatni (trofitás, vízszint, növényzeti borítás). A főkomponensek értékeinek mélység szerinti feltűntetésével ezen gradiensek a makrofosszília diagramokon is megjeleníthetők.

A tapasztalt változások jól korrelálnak a negyedidőszaki klímaváltozásokkal. Habár a rendelkezésre álló hat terület makrofosszília vizsgálatának eredményeiből még nem lehetséges egy az egész Kárpát-medencére vonatkozó hidrológiai és klimatológiai modell megalkotása, néhány következtetés már ezekből az eredményekből is levonható.

A hegy- és dombvidéki tájon lévő tavak és lápok sokkal érzékenyebben reagálnak a kisebb klímaingadozásokra, mint az alföldi tájon elhelyezkedő lápok. Az alföldi tájon csak a jelentősebb klímaváltozásokhoz sikerült vegetációs vagy hidrológiai változásokat kapcsolni. Ennek oka az lehet, hogy a megvizsgált alföldi lapterület (Hajósi-kaszálók) soligén láp, vízszintje pedig elsősorban a talajvíz rezervoár feltöltöttségétől függ. A domb- és hegyvidéki tavak és lápok, amelyek vize elsősorban csapadék és felszíni víz eredetű, érzékenyebben reagáltak a kisebb klímaingadozásokra is. Itt a száraz vagy nedves periódusok rövidebbek, és több van belőlük.

A kisebb klímaingadozások kimutatására a dolgozatban bemutatott módszerrel tehát elsősorban a csapadék- és felszíni vizekből táplálkozó hegy- és dombvidéki lápjaink és tavaink lehetnek alkalmasak.

Vizsgálataink szerint a késő-glaciális „száraz-hideg” stadiálisok nem feltétlenül jártak alacsonyabb vízszinttel és nagyobb vegetációs borítással a tavak és lápok esetében. A mintaterületek többségénél jól elkülöníthető a Holocén klímaoptimum (10200-5700 cal. BP) alacsonyabb vízszintje és a Holocén második felének lehülésével (5700 cal. BP után) kapcsolatos magasabb vízszint. Kisebb hűvös csapadékos periódusokat azonban a Holocén klímaoptimum idejéből is sikerült kimutatni (pl.: 8000 cal. BP évnél), és többször megjelent a mintában a Viking Klímaoptimum alacsony vízszintje is.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy ez a tavi és lápi üledékek makrofosszília vizsgálatán alapuló módszer alkalmas a vegetációs és hidrológiai változások kimutatására, és így a negyedidőszaki klímaváltozások kutatására. A Kárpát-medence lápjainak és tavainak történeti rekonstrukciója és a klímaváltozással való kapcsolatának értelmezése a mintaterületek számának növelésével és területi eloszlásuk egyenletesebbé tételével érhető el.

5. Summary

Plant macrofossils are dead organic materials extracted from Quaternary sediments. Generally, their analysis does not require a high-power microscope. Plant macrofossils provide at last tree types of important information in paleoecological investigations:

- 1) identification may be more detailed than for some pollen taxa because of the distinctive morphology, which provide good ecological interpretation (e.g., *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Bryophytes*);
- 2) taxa with not or rarely preserved pollen grains may produce a large number of macrofossils;
- 3) the heavier macrofossils are more suitable for the assessment of local or distant origin, yielding more reliable information than the easily transported pollen grains.

A further advantage is the use of plant macrofossil analysis in the reconstruction of past mire vegetations.

In our work a new term "**peat component**" was introduced to describe the macroscopic organic matter of the sediment retained on a 300 µm mesh sieve. Peat components generally occur in peat, but they are present in lacustrine sediments as well in smaller quantities. Peat components yield the characteristic physical features of peat. One of these is elasticity; i.e. the sediment has an ability to regain its shape after deformation. Another feature is the ability to absorb large volumes of water.

Organic remains from peat and lacustrine sediments rich in organic matter can be divided into two major groups. Some remains can be identified as lower ranking taxa (specific peat components), while others cannot using this approach (non-specific peat components).

specific peat components: seeds, fruits, bryophytes, rhizodermal tissues (eg.: *Carex* spp.), epidermal tissues, other tissues and organs (pine needles, hairs, tracheids, sporogons etc.) etc.,

non-specific peat components: Monocot. Undiff. – unidentifiable monocotyledons, U. O. M.- unidentifiable organic matter, U. L. F. - unidentifiable leaf fragment, U. B. F.- unidentifiable bryophyte fragment, *Sphagna* undiff. (*Sphagnum* stem), charcoal, wood, mollusc shell fragments etc.

For the quantification of peat components a modified **QLCMA method** (semi-quantitative quadrat and leaf-count macrofossil analysis technique) of BARBER et al. (1994) has been utilized.

With this method macrofossil concentrations in small samples (1-3 cm³) can be easily determined with the use of poppy seeds as marker grains (0.5 g = 959± 52) under a dissecting microscope. After the poppy seeds are spread evenly, all the peat components and the poppy seeds in a 1 cm² large quadrat (10x10 mm) are counted in ten different parts of the material. The identification of rhizoms and bryophytes is not possible under a dissecting microscope. Consequently, these were counted as Bryophytes and Monocotyledons. Hereafter, 100 moss leaves and 100 tissue remains were chosen randomly, and were mounted wet on microscope slides. Afterwards the mosses and the tissues were identified under a biological microscope. This way we got the species composition of these peat components.

The next equation shows how the macrofossil concentrations were calculated:

$$\text{macrofossil concentration} = \frac{\text{counted macrofossil (average)} \times 960 \text{ (total poppy seed)}}{\text{counted poppy seed (average)} \times \text{volume (cm}^3\text{)}}$$

A manual for the identification of herbaceous plant material is a prerequisite for the application of this method. In our work the manual of PIDOPLICKA (1936) was modified and improved. The improved keys and descriptions enable the identification of even mm sized plant tissues as well.

In the dissertation the previously used keys were complemented with the most important monocotyledons (mostly *Carex* spp.) of Hungary and the Carpathian Basin and were generally improved. With these new keys at hand approximately some 80 mire plant taxa from Quaternary sediments could be easily identified based on microscopic features.

The dissertation discusses the macrofossil investigations implemented at 6 geographically, geologically, phytogeographically and climatically different sites.

Császártöltés: Vörös-mocsár and Hajósi-kaszálók Mires

The Vörös-mocsár Mire and the Hajósi-kaszálók Mire compose the southern units of the mire system of the Danube-Tisza Interfluve („Turján, Órjeg, Vörös-mocsár”) occupying the former channel system of the river Danube. The macrofossil investigations of 6 different cores were carried out at these sites. Samples derive from 2 boreholes deepened in the Vörös-mocsár Mire. Furthermore, samples were taken from additional 4 boreholes placed along a transect in the Hajósi-kaszálók Mire.

According to the radiocarbon and paleoecological data, the analyzed infilled paleochannel was cut down from the active river system of the Danube as a result of a neotectonic subsidence yielding a long, uncommon oxbow lake at the Pleistocene/Holocene boundary. This long (47 km) canal-like oxbow lake was fragmented by small alluvial fans, and gradually silted up during the Holocene. Based on the macrofossil investigations the two sites underwent a different evolution because of this fragmentation.

The Vörös-mocsár Mire was characterized by oxygenated, nutrient- and carbonate-rich surface waters from the initiation of sediment accumulation. As a result *Phragmites* dominated plant associations emerged in the whole sequence. The rise of *Carex elata* was only a periodic event, appearing only after 1770 BP (1700 cal. BP).

The Hajósi-kaszálók Mire was completely isolated from the flood waters of the Danube. So as a result of the increased erosion caused by and accompanying the Holocene neotectonic subsidence of the Solti Plain, large amounts of inorganic sediments were transported into the basin of the lake. Here, *Phragmites* dominated plant associations emerged only during the Early Holocene. As a result of the increasing oligotrophy and improving climate after 3960 BP (4400 cal. BP), a tussock-hollow forming *Caricetum elatae* plant association developed in the fragmented channel.

Nagybárcány: Nádas-tó Peatbog

The Nádas-tó at Nagybárcány is a small peatbog in the eastern Cserhát Mountains. The formation of the lake can be traced back to the Late Glacial. A higher water level could be demonstrated from the Late Glacial to the Atlantic, when the reed-beds were restricted to a small area only. This was followed by a hiatus spanning ca. 4400 years, caused by the deepening of the lakebed during the Late Iron Age, around 330 BC (2300 cal. BP). The water level decreased and the water quality was more eutrophic. As a result a reed-bed evolved around the lake. We could reveal some connection between the fluctuations in the trophic conditions and the historically recorded climatic phases (*Roman Warm Period, Dark Ages Cold Period, Medieval Warm Period*). Paludification began with a bulrush floating mat phase at the close of the Árpáadian Age. The development of the peatbog underwent similar phases as at Csaroda-Báb Pond and Kelemér-Kis-Mohos.

Balatonederics: Szigliget Bay, Lake Balaton

Lake Balaton is the largest freshwater lake in Central Europe. The formation of the modern lacustrine basin is dating to the Holocene via the progressive unification of a series of individual lake basins from the west to the northeast. Sedimentation in the Szigliget Bay was

continuous from the time of the emergence of the lacustrine basin. The studied borehole was deepened in the dry littoral part of the bay.

According to the radiocarbon dates, the beginning of sediment (peat) deposition started between 14260 BP (16790-16390 cal. BP). The Late Glacial and Early Holocene sediments are undisturbed and continuous. The younger Holocene sediments are missing in the investigated area. Past water level changes also could have been reconstructed for the investigated period. At higher water levels a *Chara* community emerged on the lake bottom. Conversely, at lower water levels brown moss communities emerged in the Pleistocene and reed swamps appeared during the Holocene. In the Late Glacial the lowest water level was detected at 12300 BP (14000 cal. BP) (Bølling interstadial), while the highest at 10200 (12000 cal. BP) (Dryas III), respectively. During the more humid and warm stadials lower water tables could have been inferred for the area of the bay. The hydrological conditions of the discharge area (temporal span of ground frost, degree of vegetation cover) and the rate of evaporation must have had more significant influences on the water level than the annual rate of precipitation during the stadials. In the Holocene the lowest water levels were detected at the beginning of the Holocene (9200 BP, 10300 cal. BP year) and in the second half of the Atlantic period (6100 BP, 7000 cal. BP year). The highest water levels were inferred for the Holocene after 4500 BP (5200 cal. BP) year (Subboreal).

Water level changes in the Szigliget Bay followed a similar trend to the one observable in the Balkans during the Late-Glacial and the Early Holocene. However, water level changes during the Middle Holocene were similar to those observed in Northern European lakes. Conversely, low water levels detected in the Holocene must be attributed to the development of Submediterranean (Atlantic) climatic influences.

Another important finding was the identification of macrofossils of tundra-dweller shrubs (*Dryas octopetala*, *Betula nana*, *B. humilis*, *B. pubescens*) between 15000-16000 cal. BP. The seeds of these species have not been previously detected in the Late Glacial deposits of the Carpathian Basin.

Velem: Velemi fürdő woodland

The alder carr of Velemi fürdő is situated between the villages of Velem and Kőszegszerdahely, in an abandoned branch of the Cseke brook. As the radiocarbon dating of the sediments is still in progress, the chronological division of the deposits was based on palynological data exclusively.

Based on the palynological chronology between the Late Bronze Age and the Late Iron Age the water level of the site was low with sparse marsh vegetation. In the Late Iron Age the marsh vegetation became denser. Mostly *Glyceria* sp., *Carex vesicaria* and *Typha* sp. dominated the site during this time. There is an increase in the water level during the Roman Age, resulting in the initiation of paludification. This event must be attributed to the reinforcement of the road running along the Szerdahelyi brook and crossing the basin, which must have dammed the brook waters. The expansion of the different sedge (*Carex elata*, *Carex paniculata*) and moss (*Drepanocladus aduncus*, *Calliergonella cuspidata*) species clearly indicate a paludification in the basin. On the other hand, the allochthonous moss species refer to intensified erosion in the surrounding area.

The increasing charcoal concentrations observable from the Period of Great Migrations upward to the topmost part of the section indicate an intensification of human impact. The large number of wood remains and the macrofossils of forest dweller species clearly indicate the expansion of woodlands and the development of an alder carr.

Szenta: Lake Baláta

Lake Baláta is situated in Belső-Somogy within the woodland in the vicinity of the village of Szenta. Based on the palynological, sedimentological and radiocarbon data there is an approximately 7000-8000 year long hiatus in the sediment at a depth of 108 cm. According to the available geological data for the period between the Pleistocene/Holocene boundary and the Subboreal chronozone, there was no sediment accumulation in the area.

The development of the marshland vegetation must have been as follows: As a result of the gradual eutrophization, a floating mat of *Glyceria maxima* and *Typha angustifolia* developed and anchored on the southern shore of the lake at 2200 BP (2250 cal. BP). With the development of the shoreline marsh zone an oligotrophization process started. There was a marked increase in the communities of *Phragmitetum* and *Caricetum elatae* at the expense of the open water at 1400 BP (640 AD, 1300 cal. BP). This state was very similar to the present condition of the lake. Between 700 and 900 BP (1000 - 1300 AD, 700 - 900 cal. BP) years, at the time of the Medieval Warm Period, a *Caricetum elatae* community appeared in the deepest southern part of the lake as a result of a lowered water table.

Mezőlak: Szélmező Mire

The Szélmező Mire is situated in the Marcal Plain in the vicinity of Mezőlak. The coring site is situated between the River Marcal and Bitva Stream in an abandoned riverbed infilled with fluvial sediments and peat.

Fluvial and later on oligotrophic lake conditions characterized the study site during the Late-Glacial. An increasing eutrophization could have been detected from 12140 BP (14600 cal. BP) onwards. After 11000 BP (12900 cal. BP) (Dryas III.), reedswamps developed and peat accumulation started at the site. During the Late-Glacial an expansion of the vegetation cover could have been inferred at the expense of the open water, except for the period at 11760 BP (13800 cal. BP), when a short-term increase in the water level was detected.

There was a general decrease in the water level between about 8000 and 4000 cal. BP years, as a result of which the reedswamp became homogenous and the pondweed communities disappeared. There was a significant increase in the water level after the second half of the Subboreal, presumably attributable to the increased precipitation and the improving climatic conditions. Finally, deforestation resulting in intensified erosion in the vicinity of the site must have contributed to a relatively sudden infilling of the basin.

The evaluation of method and the comparison of the studied sites

The investigated sites included Late-Glacial and Holocene sediments with some hiatus in certain cases. The investigated material was diverse from a sedimentological point of view. Formerly, macrofossil analysis was mostly restricted to *Sphagnum* peat areas. The present work discusses the results of detailed macrofossil investigations implemented on *Sphagnum* peats, oligotrophic and eutrophic lacustrine muds, and eutrophic reed and sedge peats as well.

The different sediment types contain characteristic macrofossil assemblages. The basic peats contain high quantity of *Phragmites* rhizomes, Monocot. undiff., UBF or UOM. The *Sphagnum* peats contain smaller quantities of Monocot. undiff. and UOM. The carbonate-rich lacustrine muds contain high quantities of mollusc, ostracod or Cladocera shells and *Chara* oogonia. But the borders of biofacies zones and lithofacies zones do not always coincide in most cases.

The macrocharcoal concentrations in the macrofossil record indicate the intensity of local fires (eg.: cyclic taiga fires, human disturbance), and coincide well with the results of palynological investigations. The correlation of multiple cores of a site is possible with the comparison of charcoal peaks. The geographical distribution of the different charcoal peaks in

the material from Császártöltés underlied a local origin of the macrocharcoal (300 μm - 3 mm).

During the course of our investigations different sampling and statistical data processing methods were also tested. In case of the Császártöltés site, where 6 different cores were studied in details, we could identify different hydroseries at the individual sampling points, which actually corresponded to a spatially and temporally related series of events. In order to eliminate such problems during the interpretations, and capture the evolutionary history of peatlands as accurately as possible, it is highly recommended to take a series of cores from large peatlands. Conversely, in the case of smaller peatbogs one core could be enough for a reliable reconstruction.

The most frequent and most important peat components were analyzed with multivariate statistical methods (PCA) in order to reveal and interpret the ecological and hydrological features of macrofossil zones. With the help of this method some hydrological and ecological gradients could have been detected. Via the stratigraphic plotting of the principal components these gradients can be applied onto the macrofossil diagrams.

The detected hydrological changes coincide with the Quaternary climate changes. The investigated 6 site did not provide enough data for a detailed hydrological and climatological model of the Carpathian Basin, yet some clear conclusions can be made.

The lakes and mires in the hilly and mountainous areas of Hungary responded to climate changes much more sensitively than those in the lowland areas. Some major climate shifts can only be detected at the lowland sites. This phenomenon can be easily explained with the water supply of the studied lakes and mires. The sites in the hilly and mountainous areas received their water supply from the precipitation and from the surficial watercourses primarily. Therefore they responded to climate changes more sensitively. In these cases more hydrological events with a shorter duration could have been inferred.

Therefore the method described, and applied in the dissertation is especially suitable for studying lakes and mires of hilly and mountainous areas, fed by rainfall and surface waters.

According to our investigations, the dry and cold stadials did not cause low water levels and high vegetation cover at all times. The low water levels at the Holocene climatic optimum (10200-5700 cal. BP) and the high water levels of the Neoglaciation (after 5700 cal. BP) were clearly discernible in many cases. Short humid or cold periods during the Holocene climatic optimum were also identifiable (eg.: at 8000 cal. BP), just like the low water levels of the Medieval Warm Period in the studied peat sequence.

According to these findings, the method described in the dissertation seems to be suitable for investigating and identifying vegetation and hydrological changes, and as such Quaternary climate changes. However, for a detailed palaeohydrological reconstruction of the Carpathian Basin, the number of study sites should be increased, plus their distribution should be also more even.

6. Irodalom

- AABY, B. - DIGERFELDT, G. 1986: Sampling techniques for lakes and bogs. pp. 181-194. - In: BERGLUND, B. E. (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley and Sons Ltd. Chichester - New York - Brisbane - Singapore.
- ANTAL, J. - BARTHA, D. - BÁLINT, S. - BÖLÖNI, J. - KIRÁLY, G. - MARKOVICS, T. - SZMORAD, F. 1994: A Kőszegi-hegység virágos flórája. pp. 54-99. - In: BARTHA, D. (ed.): *A Kőszegi-hegység vegetációja*. Kőszeg-Sopron, magánkiadás.
- ARNOLD, E. - KNIPL, I. 2003: *Fejezetek Császártöltés történetéből és néprajzából*. - Bajapress Kiadó, Baja.
- BAJZÁTH, J. 1995a: A győrújfalui alsó pleisztocén folyóvízi üledék növénymaradványainak paleokarológiai vizsgálata.- Emlékkötet Andreánszky Gábor (1895-1967) születésének 100. évfordulójára, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest pp.107-115.
- BAJZÁTH, J. 1995b: Plant macrofossils from Hungarian Pleistocene I. Gymnospermatophyta from Győrújfalu, West Hungary. - *Ann. His. Nat. Mus. Nat. Hung.* 87: 5-9.
- BAJZÁTH, J. 1996: Plant macrofossils from Hungarian Pleistocene II. Angiospermatophyta in Győrújfalu, West Hungary. - *Ann. His. Nat. Mus. Nat. Hung.* 88: 5-20.
- BAJZÁTH, J. 1998: Plant macrofossils from the Hungarian Pleistocene III. Palaeobotanical study of Győrújfalu, Western Hungary. - *Ann. His. Nat. Mus. Nat. Hung.* 90: 17-26.
- BAJZÁTH, J. 1999: A Dryas-flóra Magyarországon. - *Élet és Tudomány* 54: 808-810.
- BÁNDI, G. - FEKETE, M. 1974: A Velem-Szentvidi település késő bronzkori periódusai. - *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője*. 7-8: 113-120.
- BARBER, K. E. - CHAMBERS, F. M. - MADDY, D. - BREW, J. 1994: A sensitive high resolution record of the Holocene climatic change from a raised bog in northern England.- *The Holocene*, 4: 198-205.
- BARBER, K. E. - ZOLITSCHKA, B. - TARASON, P. - LOTTER, A. F. 2004: 20. Atlantic to Urals - The Holocene climatic record of Mid-Latitude Europe. 417-442. - In: BATTARBEE, R. W. - GASSE, F. - STICKLEY, C. E. (eds.) *Past Climate Variability through Europe and Africa*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- BARRON, E. J. - POLLARD, D. 2002: High-resolution climate simulations of Oxygen Isotope Stage 3 in Europe. - *Quaternary Research* 58: 296-309.
- BARRON, E. - VAN ANDEL, T. H. - POLLARD, D. 2003: Glacial environments II. Reconstructing the climate of Europe in the Last Glaciation. pp. 57-78. - In: VAN ANDEL, T. H. - DAVIES, S. W. (eds.) *Neanderthals and Modern Humans in the European Landscape during the Last Glaciation*. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.
- BEIJERINCK, W. 1947: *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. - H, Veenman and Zonen, Wageningen 316p.
- BENNETT, K. D. 1992: PSIMPOLL - A quickBasic program that generates PostScript page description of pollen diagrams. - INQUA Commission for the study of the Holocene: working group on data handling methods, Newsletter 8: 11-12.
- BERGGREN, G. 1968: *Atlas of Seeds*. 2. Cyperaceae. - Swedish Natural Science Research Council, Stockholm 68p.
- BERGLUND, B. E. - RALSKA-JASIEWICZOWA, M. 1986: Pollen analysis and pollen diagrams. pp. 455-479. - In: BERGLUND, B. E. (ed.) *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*. John Wiley and Sons, New York, USA. Chichester - New York - Brisbane - Singapore.
- BIRKS, H. J. B. 1968: The identification of *Betula nana* pollen. - *New Phytologist* 67: 309-314.

- BIRKS, H. H. 1980: Plant macrofossils in Quaternary lake sediments.- *Arch. Hydrobiol. Beith. Ergebn. Limnol.* 15. pp. 1-60.
- BIRKS, H. J. B. 1982: Quaternary Bryophyte Paleo-ecology. pp. 437-490. In: SMITH A. J. E. (eds.) *Bryophyte Ecology*, Chapman and Hall, London & New York.
- BIRKS, H. J. B. - BIRKS, H. H. 1980: Quaternary palaeoecology. - University Park Press, Baltimore, 289p.
- BIRKS, H. H. - BIRKS, H. J. B. 2000: Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. - *Journal of Biogeography* 27: 31-35.
- BIRKS, H. J. B. - GORDON, A. D. 1985: *Numerical Methods in Quaternary Pollen Analysis*. - Academic Press, London.
- BLYTT, A. 1876: Essay on immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods.
- BODOR, E. 1987: Formation of Lake Balaton palynological aspects. pp. 77-80.- In: PÉCSI, M. - KORDOS, L. (eds.) *Holocene environment in Hungary*, Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, Budapest.
- BOND, G. - SHOWERS, W. - CHESEBY, M. - LOTTI, R. - ALMASI, P. - DE MENOCAL, P. - PRIORE, P. - CULLEN, H. - HAJDAS, I. - BONANI, G. 1997: A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. - *Science*, 278: 1257-1266.
- BOND, G. - HEINRICH, H. - BROECKER, W. - LABEYRIE, L. - MCMANUS, J. - ANDREWS, J. - HUON, S. - JANTSCHIK, R. - CLASEN, S. - SIMET, C. - TEDESCO, K. - KLAS, M. - BONANI, G. - IVY, S. 1992: Evidence for massive discharges of icebergs into the North Atlantic Ocean during the last glacial period. - *Nature*, 360: 245-249.
- BOND, G. - BROECKER, W. - JOHNSEN, S. - MCMANUS, J. - LABEYRIE, L. - JOUZEL, J. - BONANI, G. 1993: Correlation between climate records from North-Atlantic sediments and Greenland ice. - *Nature*, 365: 143-147.
- BORBÁS, V. 1900: A Balaton Flórája (A Balaton tavának és partmellékének növényföldrajza és edényes növényzete.) - A Balaton tud. tanulm. eredményei, Budapest 431p.
- BORHIDI, A. 1958: Belső-Somogy növényföldrajzi tagolódása és homokpusztai vegetációja. - *Magy. Tud. Akad. Biol. Csop. Közl.* 1: 345-378.
- BORHIDI, A. 1961: Klimadiagramme und klimazonale karte Ungarns. - *Annales Univ. Sci. Budapest*, 4: 21-50.
- BORHIDI, A. 1970: Ökologie, wettbewerb und zöologie des schilfrohrs (*Phragmites communis* L.) und die systematik der brackröhrichte. - *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 16(1-2): 1-12.
- BORHIDI, A. 1993a: Characteristics of the climate of the Danube-Tisza Mid-Region. pp. 9-20. In: SZUJKÓ-LACZA, J. - RAJCY, M. (eds.) *The Flora of the Kiskunság National Park I*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.
- BORHIDI, A. 1993b: A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. - JPTE Növénytani Tanszék, Pécs, 93p.
- BORHIDI, A. 2003: Magyarország növénytársulásai. - Akadémiai Kiadó, Budapest, 610p.
- BORHIDI, A. - JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1959a: Die vegetation des naturschutzgebietes des Balátasees. - *Acta Botanica* 5 (3-4): 259-321.
- BORHIDI, A. - JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1959b: A csapadék- és vízszint-ingadozás összefüggése a Baláta-tó természetvédelmi területén. - *Időjárás* 63(4): 225-229.
- BOROS, Á. 1929: A Nyírség flórája és növényföldrajza. - *Math. Term. Tud. Értesítő* 46: 48-59.
- BOROS, Á. 1936: A Duna-Tisza köze kőrisedői és zsombékosai. - *Botanikai Közlemények* 32: 84-97.
- BOROS, Á. 1952: Pleisztocén mohák Magyarországon.- *Földtani Közlöny* 82(7-9): 294-301.

- BOROS, Á. 1968: Bryogeographie und Bryoflora Ungarns. - Akadémiai Kiadó, Budapest, 466p.
- BORSY, Z. – CSONGOR, É. – SÁRKÁNY, S. – SZABÓ, I. 1982: Phases of brown-sand movements in the North-East part of the Great Hungarian Plain. – *Acta Geographica Debrecina*, 20: 5-33.
- BORSY, Z. – CSONGOR, É. – LÓKY, J. – SZABÓ, J. 1985: Recent results in the radiocarbon dating of wind-blown sand movements in the Tisza-Bodrog interfluve. - *Acta Geographica Debrecina*, 22: 5-16.
- BORSY Z., FÉLEGYHÁZI E., HERTELENDI E., LÓKI J., SÜMEGI P. 1991: A bócsai fűrés rétegsorának szedimentológiai, pollenanalitikai és malakofaunisztikai vizsgálata. - *Acta Geographica Debrecina*, 28-29: 263-277.
- BOTCH, M. – MASING, V. 1983: Mire ecosystems in the U.S.S.R. pp. 95-152. In: GORE, A.J.P. (ed.) *Ecosystems of the World*, Vol. 4B. Elsevier Company, New York.
- BULLA, B. 1962: Magyarország természeti földrajza. – Tankönyvkiadó, Budapest 423p.
- CAINE, N. 2002: Declining ice thickness on an alpine lake is generated by increased winter precipitation. - *Climatic Change* 54: 463–470.
- CAINE, N. – CLOW, D. – JANKE, J. - LOSLEBEN M. - WILLIAMS, M. 2004: The importance of seasonally frozen ground in mountain environments to hydrological, ecological, and geomorphic systems. – *Mountain Climate Sciences Symposium Abstracts*, Kings Beech
- CSERNY, T. 1987: Result of recent investigations of the Lake Balaton deposits. pp. 67-76.- In: PÉCSI, M. – KORDOS, L. (eds.): *Holocene environment in Hungary*, Budapest, Geogr. Res. Ins. Hung. Acad. of Sci.
- CSERNY, T. 1993: Lake Balaton, Hungary. pp. 397-401.- In GIERLOWSKI-KORDESCH, E. - K. KELTS (eds): *A Global Geological Record of Lake Basins*, Cambridge University Press.
- CSERNY, T. 2002: A balatoni negyedidőszaki üledékek kutatási eredményei. - *Földtani Közlöny*, 132/különszám: 193-213.
- CSERNYI, T. 2000: Komplex földtani kutatások hazai tavakon, lápokon és mocsarakon. pp. 27-41. – In: SZURDOKI, E. (ed.) *Tőzegmohás élőhelyek Magyarországon: kutatás, kezelés, védelem*. CEEWEB Munkacsoport, Miskolc.
- CSERNY, T. – NAGY-BODOR, E. 2000: Limnogeology of Lake Balaton (Hungary). pp. 605-618. –In: GIERLOWSKI-KORDESCH, E. H. – KELTS, K. R. (eds): *Lake basins through space and time: AAPG Studies in Geology*.
- CSINÁDY, G. 1953: A batorligeti láp története a pollenanalízis tükrében. - *Földrajzi Értesítő* 3: 684-694.
- CSINÁDY, G. 1959: A csarodai láposodott folyómeder pollenanalitikai vizsgálata. - *Acta Univ. Debr.* 5: 271-278.
- CSINÁDY, G. 1960: A kokadi láp palynológiai vizsgálata. - *Acta Univ. Debr.* 6(2): 239-251.
- CLYMO, R. S. 1965: Experiments on breakdown of Sphagnum in two bogs. - *Journal of Ecology*, 53: 747-758.
- CSONGOR, É. – FÉLEGYHÁZI, E. – SZABÓ, I. 1982: A Karcsa- és medrének vizsgálata pollenanalitikai és radiokarbon módszerekkel. - *Acta Geographica Debrecina* 20: 35-50.
- CUSHING, E. J. (1967) Late Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota. pp. 59-88. - In: CUSHING, E. J. - WRIGHT, H. E. (eds.) *Quaternary Palaeoecology*. Yale University Press. New Haven. Connecticut.
- DANIELS, R. E. - EDDY, A. 1985: *Handbook of European Sphagna*. - Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon. 262p.
- DEININGER, I. 1892: Adatok kultúrnövényenk történetéhez. A Lengyel-i őskori telep növénymaradványai. pp. 1-31. – *Keszthelyi M. Kir. Gazdasági Tanint. Évkönyve 1891*. Nagykanizsa.

- DELI, T. - SÜMEGI, P. 1999: Biogeographical characterisation of Szatmár-Bereg plain based on the mollusc fauna. pp. 471-477. In: HAMAR, J., SÁRKÁNY-KISS, A. (eds.) The Upper Tisa Valley. Tiscia Monograph Series, Szeged.
- DICKSON, J. H. 1986: Bryophyte analysis. pp. 627-642. - In: BERGLUND, B. E. (ed.) Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. John Wiley and Sons Ltd. Chichester - New York - Brisbane - Singapore.
- DICKSON, J. H. - MAGGS, G. H. 1974: Aspects of the decomposition of Sphagnum leaves in an ombrophilous mire. - *New Phytologist* 73: 1249-1257.
- DÖMSÖDI, J. 1972: A magyarországi Duna-völgy déli szakaszának lápi eredetű szervesanyag tartalékai. - *Agrokémia és Talajtan*, 21(3-4): 337-354.
- ELKINGTON, T.T. 1971: Biological flora of the British Isles. *Dryas octopetala*. - *Journal of Ecology* 59: 887-905.
- EVANS, J. G. 1972: Land Snails in Archaeology. Seminar Press, London-New York.
- FÁBIÁN, SZ. Á. - KOVÁCS, J. - VARGA, G. 2000: Új szempontok hazánk periglaciális klímájához. - *Földrajzi Értesítő*, 69: 153-176.
- FÉLEGYHÁZI, E. 1998: Adalékok a Tisza és a Szamos folyóhálózatának alakulásához a felső-pleniglaciális időszakban. - *Acta Geographica Debrecina*, 34: 203-218.
- FÉNYES, J. 1983: A Duna-Tisza közti tőzeges tavak fejlődéstörténete Mollusca-fauna vizsgálatok alapján. - *Alföldi Tanulmányok* 8: 7-30.
- FREY, W. - FRAHM, J. P. - FISCHER, E. 1995: Die Moos- und Farnpflanzen Europas. - *Kleine Kryptogamenflora*, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart - Jena - New York. 426p.
- GÁBRIS, GY. - HORVÁTH, E. - NOVOTHNY, Á. - UJHÁZY, K. 2000: Environmental changes during the last- late, and post-glacial in Hungary. - In: KERTÉSZ, Á. - SCHWEITZER, F. (eds.) Physico-geographical Research in Hungary. Studies in Geography in Hungary 32, Geographical Research Institute HAS, Budapest.
- GIGNAC, D. L. - NICHOLSON, B. J. - BAYLEY, S. E. 1998: The utilization of bryophytes in bioclimatic modelling: Present distribution of peatlands in the Mackenzie River Basin, Canada. - *The Bryologist* 101(4): 560-571.
- GLEBOV, F. Z. - KORZHUKIN, M. D. 1992: Transition between boreal forest and wetland. pp.241-266. - In: SHUGART, H. H. - LEEMANS, R. - BONAN, G. B. (eds.) A system analysis of the global boreal forest. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- GOEURY, C. 1988: Acquisition, gestion et representation des donnees de l'analyse pollinique sur microordinateur. - Actesx, Symposium APLF, Bordeaux, Institut Francais de Propondery, Traveaux de la Section et techniques, 1988, 25. pp. 405-416.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. 1972: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I: Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. - *Telma* 2: 19-55.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. 1986: Analysis of vegetative plant macrofossils. pp.: 591-618.- In: BERGLUND, B. E. (ed.) Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. John Wiley and Sons Ltd. Chichester - New York - Brisbane - Singapore.
- GYÖRFFY, GY. 1995: Hová lettek az avarok? - *História*, 17(3): 3-9.
- GYÖRFFY, GY. - ZÓLYOMI, B. 1994: A Kárpát-medence és Etelköz képe egy évezred előtt. pp. 13-37. - In: GYÖRFFY, GY. - KOVÁCS, L. (eds.): Honfoglalás és régészet. Balassi Kiadó, Budapest.
- HALLINGBÄCK, T. 1996: Ekologisk Katalog över Mossor. - ArtDatabanken, SLU, Uppsala, 122p.
- HARASZTY, L. 1978: Növény szerkezettan és növényélettan. - Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 798p.
- HAAS, J. N. - RICHOSZ, I. - TINNER, W. - WICK, L. 1998: Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at the timberline in the Alps. - *The Holocene*, 8: 301-304.

- HARRISON, S. P. - DIGERFELDT, G. 1993: European lakes as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. – *Quaternary Science Reviews* 12: 233-248.
- HARRISON, S. P. - PRENTICE, I. C. - GUIOT, J. 1993: Climatic controls on Holocene lake-level changes in Europe. – *Clim. Dynam.* 8: 189-200.
- HARRISON, S. P., - YU, G. - TARASOV, P. E. 1996: Late Quaternary lake level record from Northern Eurasia. – *Quaternary Research* 45: 138-159.
- HASLAM, S. M. 1972: Biological flora of the British Isles. *Phragmites communis* Trin. - *Journal of Ecology*, 60: 585-610.
- HEDENÄS, L. 1993: Field and microscope keys to the Fennoscandian species of the *Calliergon-Scorpidium-Drepanocladus* complex, including some related or similar species. – Biodetector AB, Märsta, 79p.
- HEDENÄS, L. 1994: Environments indicated by bryophytes in early Weichselian interstadial deposits from northern Sweden. – *Lindbergia* 19: 87-105.
- HERBICH, F. 1884: Schieferkohlen bei Frek in Siebenbürgen. – *Verhandlungen Der K. K. Geologischen Reichsanstalt* pp. 248-251.
- HERTELENDI, E. - CSONGOR, É. - ZÁBORSZKY, L. - MOLNÁR, I. - GÁL, I. - GYÓRFFY, M. - NAGY, S. 1989: Counting system for high precision C-14 dating. - *Radiocarbon*, 31: 399-408.
- HUGHES, P. D. M. – MAUQUOY, D. – BARBER, K. E. – LANGDON, P. G. 2000: Mire development pathways and palaeoclimatic records from a full Holocene peat archive at Walton Moss, Cumbria, England. – *Holocene* 10: 465-479.
- HULTÉN, E. 1971: The circumpolar plants. II. Dicotyledons. - Almquist & Wiksell, Stockholm. 463p.
- HUNTLEY, B. – ALLEN, J. R. M. 2003: Glacial environments III. Palaeovegetation patterns in the late glacial Europe. pp. 79-102. – In: VAN ANDEL, T. H. – DAVIES, S. W. (eds.) Neanderthals and Modern Humans in the European Landscape during the Last Glaciation. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.
- ILLÉS, I. (ed.) 1981: Tavunk, a Balaton. – *Natura*, Budapest 457p.
- INGHRAM, H. A. P. 1983: Hydrology. pp. 67-158.– In: GORE, A. J. P. (ed.) Mires: swamp, bog and moor. General studies. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- IVERSEN, J. 1954: The Late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. - *Danmarks Geologiske Undersøgelse* 2(80): 88-119.
- JACKOBSON, G. L. – BRADSHAW, R. H. W. 1981: The selection of sites for palaeovegetational studies. – *Quaternary Research*, 16: 80-96.
- JAKAB, G. – MAGYARI, E. 2000: Új távlatok a magyar láp kutatásban: szukcesszió kutatás paleobryológiai és pollenanalitikai módszerekkel. – *Kitaibelia* 5(1): 17-36.
- JAKAB, G. – SÜMEGI, P. 2004: A lágyszárú növények tőzegben található maradványainak határozója mikroszkópikus bélyegek alapján. - *Kitaibelia* 9(1): 93-129.
- JAKAB, G. – SÜMEGI, P. 2005a: A nagybárkányi Nádas-tó kialakulása a makrofosszília vizsgálatok alapján (Cserhát, Észak-Magyarország) – *Kitaibelia* 10(1) (in press)
- JAKAB, G. – SÜMEGI, P. 2005b: The development of Nádas Lake at Nagybárkány on the bases of macrofossil investigations (Cserhát Mts., N Hungary) – In: GÁL, E. – JUHÁSZ, I. E.– SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of North-East Hungary, *Varia Archeologica Hungarica*, Budapest 17 (in press)
- JAKAB, G. - SÜMEGI, P. - MAGYARI, E. 2004a: A new paleobotanical method for the description of Late Quaternary organic sediments (Mire-development pathways and palaeoclimatic records from S Hungary). – *Acta Geol. Hung.* 47(4): 1-37.
- JAKAB, G. – SÜMEGI, P. – MAGYARI, E. 2004b: A new quantitative method for the paleobotanical description of Late Quaternary organic sediments. – *Antaeus* 27: 181-211.

- JAKAB, G. - SÜMEGI, P. - MAGYARI, E. - RUDNER, E. 1998: A keleméri Nagy-Mohos tó fosszilis mohafldrója. – *Kitaibelia*, 3: 353-354.
- JAKAB, G. – SÜMEGI, P. – SZÁNTÓ, ZS. 2005: Késő-glaciális és holocén vízszintingadozások a Szigligeti-öbölben (Balaton) makrofosszília vizsgálatok eredményei alapján. – *Földtani Közlöny* (in press)
- JÁNOSSY, D. 1979: A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján. – Akadémiai Kiadó, Budapest 207p.
- JANSSENS, J. A. 1983: A quantitative method for stratigraphic analysis of bryophytes in holocene peat. - *Journal of Ecology* 71: 198-196.
- JANSSENS, J. A. 1987: Ecology of peatland bryophytes and palaeoenvironmental reconstruction of peatlands using fossil bryophytes. - Manual for Bryological Methods Workshop. Satellite Conference of the XIV. International Botanical Conference International Association of Bryologists, Mainz, 67p.
- JANSSENS, J. A. 1990: Methods in Quaternary Ecology 11. Bryophytes. - *Geoscience Canada* 17(1): 13-24.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1966a: Études palynologiques des couches de la dernière époque glaciaire (Brörup, pléniglaciaire) de la Grande Plaine Hongroise. – *Pollen et Spores* 8: 479-496.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1966b: Palinológiai vizsgálatok a Magyar Alföldön a Würm glaciális és a holocén klíma- és vegetációtörténetére vonatkozóan. - Kandidátusi értekezés. ELTE, Budapest. 280p.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1966c: Adatok az Alföld negyedkori klíma és vegetációtörténetéhez. I. - *Botanikai Közlemények*, 53(3): 191-201.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1968: The late glacial and holocene flora of the Great Hungarian Plain. - *Annales Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol.* 9-10: 199-225.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1969: Adatok az Alföld negyedkori klíma és vegetációtörténetéhez. II. - *Botanikai Közlemények*. 56: 43-55.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1985: Pollenanalitikai vizsgálatok a Kolon-tónál. pp.152-155. In: Tudományos kutatások a Kiskunsági Nemzeti Parkban (1975-1984). - 5. OKTH Hungexpo, Budapest.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1987: Postglacial climate and vegetation history in Hungary. pp. 37-48. – In: In: PÉCSI, M. – KORDOS, L. (eds.) Holocene environment in Hungary, Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, Budapest.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1991: Magyarország pleisztocénvégi vegetációtörténete az utolsó interglaciális óta. - *Őslénytani Viták* 36-37: 201-215.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1995: Pollenanalitikai vizsgálatok a Töserdőben (Alpár). pp. 129-131. - In: TÓTH, K. (ed.) Húszéves a Kiskunsági Nemzeti Park 1975-1995. A tudományos konferencia előadásai és hozzászólásai.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. 2000: A Kárpát-medence növényzetének kialakulása. – *Tilia*, 9: 5-59.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. – FISCHER, J. 1970: Fosszilis keverék pollenek azonosításának matematikai módszere *Picea omorica* és *Picea abies* esetében. - *Botanikai Közlemények*. 57: 59-68.
- JÁRAI-KOMLÓDI, M. – SIMON, T. 1971: Palynological studies on swamps of the Zemplén Mountains. - *Annales Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol.* 13.: 95-113.
- JASKÓ, S. - KROLOPP, E. 1991: Negyedidőszaki kéregmozgások és folyóvízi üledékfelhalmozódás a Duna-völgyében Paks és Mohács között. - *Földtani Intézet Évi jelentése 1989-ről*, pp. 65-84.
- JÁVORKA, S. - CSAPODY, V. 1991: Iconographia florae partis austro-orientalis Europae centralis.- Akadémiai Kiadó, Budapest, 576p.

- JESSEN, K. 1935: Archeological dating in the history of North Jutland's vegetation. – *Acta Archeol.* 5: 185-214.
- JESSEN, K. 1949: Studies in the Late Quaternary deposits and flora-history of Ireland. – *Proc. Royal Irish Acad.* 52(B): 85-290.
- JESSEN, K. – MILTHERS, V. 1928: Statigraphical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jutland and northwest Germany. – *Danmarks Geol. Unders., Series* 11. 48: 1-378.
- JUHÁSZ, I. E. 2002: A Délnyugat Dunántúl negyedkori vegetációtörténetének palinológiai rekonstrukciója. (Reconstitution palynologique de la végétation depuis le Tardiglaciaire dans la région de Zala, sud-ouest de la Hongrie).- PhD disszertáció, Pécs- Marseille, 215p.
- JUHÁSZ, I. E. 2005a: Preliminary palynological results from the Nádas-tó peat bog at Nagybárckány, north-east Hungary. The late holocene environmental history. – In: GÁL, E. – JUHÁSZ, I. E.– SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of North-East Hungary, *Varia Archeologica Hungarica*, Budapest 17 (in press)
- JUHÁSZ, I. E. 2005b: Velem környezettörténete: A palinológiai vizsgálatok eredményei. - In: JUHÁSZ, I. E. - ZATYKÓ, Cs. - SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of Transdanubia. *British Archaeological Report, Central European Series*, 3. (in press)
- JUHÁSZ, I. E. 2005c: Late-Holocene vegetation history of Baláta Lake, Kaszópusztá. The palynological results. - In: JUHÁSZ, I. E. - ZATYKÓ, Cs. - SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of Transdanubia. *British Archaeological Report, Central European Series*, 3. (in press)
- JUHÁSZ, I. E. – SÜMEGI, P. – JAKAB, G. – SZÁNTÓ, Zs. – MOLNÁR, M. 2003: Jégkorszaki reliktum *Sphagnum* láp Magyarországon. – In: DOMBOS M.- LAKNER G. (eds.) 6. *Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói*, Gödöllő p. 126.
- JUHÁSZ, I. E. – JAKAB, G. – SÜMEGI, P. 2004: Vegetation dynamics of a small peat bog from North Hungary. Palynological and macrobotanical data. - 11th International Palynological Congress, Córdoba, Spain, 2004. július 4-9. *Polen*, Vol. 14. pp. 508-509. Abstract.
- KAC, N. J. – KAC, SZ. V. – SKOBEJEVA, E. I. 1977: A tőzegben előforduló növénymaradványok atlasza. - Nyedra, Moszkva (orosz nyelven) [Кач Н. Я. - Кач С. В. – Шкобеэва Е. И. (1977): Атлас растительных остатков в торфе, Ньедра, Москва]
- KIRÁLY, G. 1996: A Kőszegi-hegység edényes flórája. – *Tilia* 3: 1-414.
- KIRÁLY, G. 1997: A Kőszegi-hegység flóra- és vegetáció-változásai az elmúlt 150 évben. – *Tilia* 5: 322-353.
- KOOLJMAN, A. M. 1993: On the ecological amplitude of four mire bryophytes, a reciprocal transplant experiment. – *Lindbergia* 18: 19-24.
- KOOLJMAN, A. M. – WESTHOFF, V. 1995: Variation in habitat factors and species composition of *Scorpidium scorpioides* communities in NW-Europe. – *Vegetatio* 117: 133-150.
- KORCSMÁROS, J. 1938: A Keszthelyi halomgerinc balatoni színlői. – *Földrajzi Közlemények* 66: 235-252.
- KORDOS, L. 1987: Climastratigraphy of Upper Pleistocene vertebrates and the condition of loess formation in Hungary. – *GeoJournal* 15: 163-166.
- KORDOS, L. 1991: A közép-európai felső-pleisztocén pocokfauna fejlődése és és biosztratógráfiai értékelése. – *MÁFI Évi Jelentése 1989 évről*, 495-515.
- KROLOPP, E. 1983: Biostratigraphic division of Hungarian Pleistocene Formations according to their Mollusc fauna. - *Acta Geologica Hungarica*. 26: 62-89.
- KUHRY, P. 1994: The role of fire in the development of *Sphagnum*-dominated peatlands in western boreal Canada. - *Journal of Ecology* 82: 899-910.

- KUTZBACH, J. F. - GUETTER, P. J. 1986: The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climate simulations for the past 18,000 years. – *J. Atmos. Sci.*, 43: 1726-1759.
- LAMB, H. H. 1995: *Climate, History and the Modern World*. (2nd ed.). - New York and London: Routledge, 432p.
- LÓCZY, L. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. - A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei 1.kötet, 1.rész, 1.szakasz., M. Földr. Társ. Balaton Bizottsága, Budapest, 287-305., 461-476., 507-579.
- LÓKI, J. - SÜMEGI, P. - FÉLEGYHÁZI, E. - HERTELENDI, E. 1995: A Kolon-tó fenékszapjába mélyített fúrás rétegsorának szedimentológiai, pollenanalitikai és malakofaunisztikai elemzése. - *Acta Geographica Debrecina*, 33: 93-115.
- LOŽEK, V. 1964: *Quartermollusken der Tschechoslowakei*. - Rozpravy Ústavu ústředníku geologického, 31. Praha
- MAGNY, M. 1987: Esquisse d'un modèle pour une approche sédimentologique de séquences hoocènes en milieu lacustre carbonate. pp. 181-211.– In: BONIFAY, E. (ed.): *Travaux français en Paléolimnologie*. Documents du CERLAT, Mémoire n° 1.
- MAGNY, M. 1998: Reconstruction of Holocene lake-level changes in the Jura (France): methods and results. – In: HARRISON, S. P. – FRENZEL, B. – HUCKRIED, U. – WEISS, M. (eds.) *Palaeohydrology as Reflected in Lake-level Changes as Climatic Evidence for Holocene Times*, *Paläoklimaforschung*, 25:67-85.
- MAGNY, M. – MIRAMONT, C. – SIVAN, O. 2002: Assessment of climate and antropogenic factors on Holocene Mediterranean vegetation in Europe on the basis of palaeohydrological records. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 186: 47-59.
- MAGNY, M. - SCHOELLAMMER, P. 1999: Lake-level fluctuations at Le Locle, Swiss Jura, from the Younger Dryas to the Mid-Holocene: A high-resolution record of climate oscillations during the final deglaciation. - *Géographie Physique et Quaternaire*, 53(2): 183-197.
- MAGYARI, E. 2002: Climatic versus human modification of the Late Quaternary vegetation in Eastern Hungary. – Ph. D. Thesis, Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen, 150p.
- MAGYARI, E. - JAKAB, G. - RUDNER, E. - SÜMEGI, P. 1999: Palynological and plant macrofossil data on the Late Pleistocene short-term climatic oscillations in North-Eastern Hungary, - *Proceedings 5th EPPC, Acta Paleobotanica Suppl. 2.*: 491-502:
- MAGYARI, E. - JAKAB, G. - SÜMEGI, P. - RUDNER, E. - MOLNÁR, M. 2000: Paleobotanikai vizsgálatok a keleméri Mohos-tavakon. pp. 101-131. - In: SZURDOKI, E. (ed.) *Tőzegmohás élőhelyek Magyarországon: kutatás, kezelés, védelem*. CEEWEB Munkacsoport, Miskolc.
- MAGYARI, E. – SÜMEGI, P. – BRAUN, M. – JAKAB, G. – MOLNÁR, M. 2001: Retarded wetland succession: antropogenic and climatic signals in a Holocene peat bog profile from north-east Hungary. - *Journal of Ecology*, 89: 1019-1032.
- MANGERUD, J. - ANDERSON, S. T. - BERGLUND, B. E. - DONNER, J. J. 1974: Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. - *Boreas*, 3: 109-127.
- MARKOVICS, T. 1994: A Kőszegi-hegység természetföldrajzi képe. pp. 6-12.– In: BARTHA, D. (ed.): *A Kőszegi-hegység vegetációja*. Kőszeg-Sopron, magánkiadás.
- MAROSI, S. – SZILÁRD, J. 1981: A Balaton kialakulása. – *Földrajzi Közlemények*, 29: 1-30.
- MAROSI, S. - SOMOGYI, S. 1990: Magyarország kistájainak katasztere II. - MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest 1023p.

- MARUSZCZAK, H. 1987: Problems of Paleogeographic interpretation of ice wedge casts in European loesses. pp. 311. - In: PÉCSI, M. - FRENCH, H. M. (eds.) *Loess and Periglacial Phenomena*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MÁTHÉ, I. – KOVÁCS, M. 1959: A Cserhát tőzegmohás lágja. – *Botanikai Közlemények*, 50: 106-108.
- MEDZIHRADSKY, ZS. – BAJZÁTH, J. 1998: The occurrence of arctic-alpine *Betula* species in the Hungarian Pleistocene. – *Ann. Hist.-Nat. Mus. Hung.* 90: 27-33.
- MEDZIHRADSKY, ZS. – JÁRAI-KOMLÓDI, M. 1996: Late Holocene vegetation history and the activity of man in the Tapolca Basin. - *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 88: 21-29.
- MEIJER, T. 1985: The pre-Weichselian nonmarine molluscan fauna from Maastricht-Belvedere (Southern Limburg, the Netherlands) - *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, 39: 75-103.
- MENYHÁRTH, L. 1877: Kalocsa környékének növénytenyészet. - Hunyadi Mátyás Intézet, Budapest, 198p.
- MILLER, N. G. 1983: Tertiary and Quaternary Fossils. pp. 1194-1232. - In: SCHUSTER, R. M. (ed.) *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- MOLNÁR, B. 1960: Pliocén és pleisztocén lehordási területek az Alföldön. - *Földtani Közöny*, 403-413.
- MOLNÁR, B. 1964: A magyarországi folyók homoküledékeinek nehézsárvány-összetétel vizsgálata. - *Hidrológiai Közöny*, 347-355.
- MOLNÁR, B. 1965: Changes in Area and Directions of Stream Erosion in the Eastern Part of the Hungarian Basin (Great Plain) during the Pliocene and Pleistocene. - *Acta Minerologica et Petrographica Szegediensis*, 17: 39-52.
- MOLNÁR, B. 1967: A Dél-Alföld feltöltődésének ritmusai és vízföldtani jelentőségük. - *Hidrológiai Közöny*, 537-552.
- MOLNÁR, B. 1973: Az Alföld harmadidőszak-végi és negyedkori feltöltődési ciklusai. - *Földtani Közöny*, 103: 294-310.
- MOLNÁR, B. 2001: Környezeti és természetvédelmi földtan. – JATEPress, Szeged, 119p.
- MOLNÁR, B. – BOTZ, R. 1996: Geochemistry and stable isotope ratio of modern carbonates in natron lakes of the Danube-Tisza Interfluve, Hungary. – *Acta Geologica Hungarica* 39(2): 153-174.
- MOLNÁR, B. 1996: Az alap kutatás szerepe az aktív természetvédelemben. pp.: 98-109. – In: TÓTH, K. (ed.) *20 éves a Kiskunsági Nemzeti Park 1975 – 1995*. Kecskemét.
- MOLNÁR, Zs. - BIRÓ, M. 2001: A tervezett Dél-Órjegi Tájvédelmi Körzet botanikai és tájtörténeti felmérése és értékelése. - Mscr. MTA Ökológiai és Botanikai Kutató Intézet, Vácrátót, 167p.
- MOORE, P. D. - WEBB, J. A. - COLLINSON, M. E. 1991: *Pollen analysis*. - Second edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- NAGY-BODOR, E. – CSERNY, T. 1997: A Keszthelyi-öböl vízzel borítottságának fejlődéstörténete - *Hidrológiai Közöny* 77(1-2): 98-100.
- NAGY-BODOR, E - CSERNY, T. 1998a: A balatoni öblök vízborítottságának fejlődéstörténete a palinológiai vizsgálatok eredményei alapján. - *Hidrológiai Közöny* 78(5-6): 360-363.
- NAGY-BODOR, E - CSERNY, T. 1998b: A Szigligeti-öböl vízborítottságának fejlődéstörténete a palinológiai vizsgálatok eredményei alapján. - *Hidrológiai Közöny* 78(5-6): 364-366.
- NAGY-BODOR, E. - JÁRAI-KOMLÓDI, M. – MÉDVES, A. 1999: Late Glacial and Post-Glacial pollen records and inferred climatic changes from Lake Balaton and the Great Hungarian Plain. pp. 121-133. – In: HART, M. B. (ed.) *Climates: Past and Presents*. Geological Society, London, Special Publications 181.

- NAGY-BODOR, E. – JÁRAI-KOMLÓDI, M. 2000: Palinológiai vizsgálatok a Tapolcai medencében. I. Vízi és mocsári növények a holocén és késő-glaciális időkben. – *Hidrológiai Közlemények* 332-333.
- NAGYNÉ BODOR, E. – SZUROMINÉ KORECZ, A. 2002: A balatoni negyedkori üledékek sporomorpha és ostracoda eredményei. - *Földtani Közöny*, 132/különszám: 215-229.
- NURMINEN, L. 2003: Macrophyte species composition reflecting water quality in adjacent water bodies of lake Hiidenvesi, SW Finland. – *Ann. Bot. Fenn.* 40: 199-208.
- ORBÁN, S. – VAJDA, L. 1983: Magyarország mohaflijának kézikönyve. – Akadémiai Kiadó, Budapest.. 518p.
- ÖKLAND, J. 1990: Lakes and Snails. Environment and Gastropoda in 1500 Norwegian lakes, ponds and rivers. - Backhuys Press, Oegstgeest.
- PÉCSI, M. 1959: A magyarországi Dunavölgy kialakulása és felszínalaklata. - Akadémiai Kiadó, Budapest.
- PÉCSI, M. 1961: A periglaciális talajfagy jelenségek főbb típusai Magyarországon. – *Földrajzi Közlemények* 9 (85) 1-18.
- PIDOPLICKA, A. P. 1936: Opredelitel osztačkov travjanisztičih rasztenij i zelenih mšov (Bryales) v torfe.- Izdatelisztko Akademiji Nauk BSzSzR, Minszk, 41p. [Пидопличка, А. П. 1936: Определитель остатков травянистых растений и зеленых мшвов (Bryales) в торфе. – Издательство Академии Наук БССР, Минск]
- POLLARD, D. – BARRON, E. J. 2003: Causes of model-data discrepancies in European climate during Oxygene Isotope Stage 3 with insights from the last glacial maximum. – *Quaternary Research*, 59: 108-113.
- PÓCS, T. 1991: Növényföldrajz. pp. 27-166. – In: HORTOBÁGYI, T. – SIMON, T. (eds.): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest.
- PODANI, J. 1993: SYN-TAX 5.0: Computer programs for multivariate data analysis in ecology and systematics. - *Abstracta Botanica* 17: 289-302.
- PURGER, Z. – BALOGH, L. – PAPP, B. – RAJCZY, M. – SZMORAD, F. 1997: A Kőszegi-hegység mohaflijája. – *Tilia* 5: 94-271.
- RAKONCZAY, Z. (ed.) 2001: A Kiskunságtól Bácsalmásig, A Kiskunság természeti értékei. – Mezőgazda Kiadó, Budapest 387p.
- RAPAICS, R. 1918: Az Alföld növényföldrajzi jelleme I-II. – *Erdészeti Kísérletek* 20(1-2): 1-97, (3-4): 183-247.
- REILLE, M. 1992: Pollen et spore D'Europe et D'Afrique du Nord. - Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie Marseille, France
- REILLE, M. 1995: Pollen et spore D'Europe et D'Afrique du Nord. Supplement 1. - Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie Marseille, France
- REILLE, M. 1998: Pollen et spore D'Europe et D'Afrique du Nord. Supplement 2. - Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie Marseille, France
- RODWELL, J.S. (ed.) 1995: British plant communities, vol. 4. Aquatic communities, swamps and tall-herb fens. - Cambridge: Cambridge University Press.
- RUDNER, Z. E. 2001: Felső-Pleisztocén vegetációtörténeti és paleoökológiai elemzések Magyarországról faszénmaradványok vizsgálata alapján. PhD disszertáció tézisei – Pécsi Tudományegyetem, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pécs-Budapest, 10p.
- RUDNER, Z. E. – SÜMEGI, P. 2001: Recurring taiga forest-steppe habitats in the Carpathian Basin. – *Quaternary International*, 76-77: 177-189.
- RUDNER, Z. E. – SÜMEGI, P. 2002: Charcoal as a remain of natural and human-set fires of Palaeolithic Times – case study from Hungary. - *British Archaeological Report*, 1089: 11-18.
- RYBNÍČEK, K. 1973: A comparison of the present and past mire communities of Central Europe. pp. 237-261. - In: BIRKS, H. J. B.- WEST, R. G. (eds.) Quaternary Plant

Ecology. Blackwell, Oxford.

- SCHERMANN, SZ. 1967: Magismeret I-II.- Akadémiai Kiadó, Budapest, 861p., 208p.
- SCHEUER, GY. - SCHWEITZER, F. - HERTELENDI, E. - SZŐÖR, GY. 1992: Megsüllyedt és eltemetett vörösagyagok és löszösszletek lito és geokémiai fácieselemzése és rétegtani értékelése. pp. 65-80. - In: SZŐÖR, Gy. (ed.) Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások. - MTA Debreceni Bizottsága, Debrecen.
- SCHILBERSZKY, K. 1912: Pleistocaenkorú mohafaj Kecskemétről. - *Math. Term. Tud. Értesítő*, 30(4): 632-650.
- SCHOCH, W. H. - PAWLIK, B. - SCHWEINGRUBER, F. H. 1988: Botanical macro-remains. - Paul Haupt Publishers, Berne and Stuttgart, 227p.
- SERNANDER, R. 1910: Ausstellung zur Beleuchtung der Entwicklungsgeschichte der schwedischen Torfmoore. - *Compt. Rend. XI Cong. Geol. Int.*, 1292 s.
- SIMON T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok - virágos növények (ed. 4.). - Tankönyvkiadó, Budapest, 976p.
- SJÖRS, H. 1950: On the relation between vegetation and electrolytes in north Sweedish mire water. - *Oikos* 2: 241-258.
- SLACK, N. G. 1994: Can one tell the mire type from the bryophytes alone? - *J. Hattori Bot. Lab.* 75: 149-159.
- SMITH, A. J. E. 1978: The moss flora of Britain and Ireland. - Cambridge University Press, Cambridge, 706p.
- SÓLYMOS, P. 1996: Ecological and biogeographical investigation of the recent mollusc fauna of Szársomlyó (S Hungary), southern side. - *Malakológiai Tájékoztató*. 15: 61-67.
- SOÓ, R. 1929: Die Vegetation und die Entstehung der ungarischen Puszta. - *Journal of Ecology*, 17: 329-350.
- SOÓ, R. 1955: Nordische Pflanzenarten in der pannonischer Flora und Vegetation. - *Archivum Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo*, 9: suppl.: 337-350.
- STARKEL, L. - PAZDUR, A. - PAZDUR, M. - WICK, B. - WIECKOWSKI, K. 1996: Lake-level and groundwater changes in the Lake Goszcz area, Poland: Paleoclimatic implications. - *The Holocene*, 6: 213-224.
- STAUB, M. 1891: Magyarország jégkorszaka és flórája. - *Földtani Közlöny*, 21(1-3): 10-41.
- STAUB, M. 1892: A tőzegtélepek kutatásának fontosságáról. - *Természettudományi Közlöny* 24(1-11): 136-142.
- STEIBER, J. 1957: A hazai felső-pleisztocénből származó faszénmaradványok antrakotómiai vizsgálata. - Kandidátusi disszertáció, Budapest, Mscr.
- STEIBER, J. 1967: A magyarországi felső-pleisztocén vegetációtörténete az antrakotómiai eredmények (1957-ig) tükrében. - *Földtani Közlöny* 97: 308-316.
- STEIBER, J. 1968: Anthrakotómia, kvarter kronológia és a hazai pleisztocén vegetáció. Akadémiai Doktori Értekezés.
- STEIBER, J. 1969: A hazai későglaciális vegetációtörténet antrakotómiai vizsgálatok alapján. - *Földtani Közlöny*, 99: 188-193.
- STOCKMARR, J. 1971: Tablets with spores used in absolute pollen analysis. - *Pollen et Spores*, 13: 614-621.
- STUIVER, M. - REIMER, P. J. 1993: Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. - *Radiocarbon* 35:215-230.
- STUIVER, M. - REIMER, P.J. - BARD, E. - BECK, J.W. - BURR, G.S. - HUGHEN, K.A. - KROMER, B. - MCCORMAC, F.G. - v. D. PLICHT, J. - SPURK, M. 1998: INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000 - 0 cal BP. - *Radiocarbon* 40:1041-1083.
- STUIVER, M. - GROOTES P.M. - BRAZIUNAS T.F. 1995: The GISP2 $\delta^{18}\text{O}$ climate record of the past 16,500 years and the role of the sun, ocean and volcanoes. - *Quaternary Research* 44: 341-354.

- SÜMEGHY, J. 1944: A Tiszántúl. - Magyar tájak földtani leírása. 6(1-2) 208p.
- SÜMEGI, P. 1989: Hajdúság felső-pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (üledékföldtani, őslénytani, geokémiai) vizsgálatok alapján. - Egyetemi doktori értekezés, Debrecen. 96p.
- SÜMEGI, P. 1995: Quaternary malacological analysis of Late-Pleistocene loess sediment of the Great Hungarian Plain. - In: FÜKÖH, L. – KROLOPP, E. – SÜMEGI, P. (eds.) Quaternary malacostratigraphy in Hungary. Malacological Newsletter. Supplement, 1. Gyöngyös. 219p.
- SÜMEGI, P. 1996: Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító öskörnyezeti és sztratifráiai értékelése. - Kandidátusi értekezés, Debrecen. 120p.
- SÜMEGI, P. 1998: Az utolsó 15000 év környezeti változásai és hatásuk az emberi kultúrákra Magyarországon. pp.367-397 - In: ILON, G. (ed.) A régésztechnikusok kézikönyve. Szombathely, Savaria Kiadványa.
- SÜMEGI, P. 1999: Reconstruction of flora, soil and landscape evolution, and human impact on the Bereg Plain from the late-glacial up to the present, based on palaeoecological analysis. pp.173-204. - In: HAMAR, J. – SÁRKÁNY-KISS, A. (eds.): The Upper Tisa Valley. Tiscia Monograph Series, Szeged.
- SÜMEGI, P. 2001: A negyedidőszak földtani és öskörnyezeti alapjai. - JATEPress, Szeged, 262p.
- SÜMEGI, P. 2003: Régészeti geológia és történeti ökológia alapjai. - JATEPress, Szeged, 224p.
- SÜMEGI, P. 2004: The results of paleoenvironmental reconstruction and comparative geoarchaeological analysis for the examined area. pp. 301-348. In: SÜMEGI, P.-GULYÁS, S. (eds.) The geohistory of Bátorliget Marshland. Archaeolingua Press, Budapest.
- SÜMEGI, P. - HERTELENDI, E. 1998: Reconstruction of microenvironmental changes in Kopasz Hill loess area at Tokaj (Hungary) between 15.000-70.000 BP years. - *Radiocarbon*, 40. 855-863.
- SÜMEGI, P. – KROLOPP, E. – HERTELENDI, E. 1998: A Ságvár-Lascaux interstadiális öskörnyezeti rekonstrukciója. - *Acta Geographica, Geologica et Meteorologica Debrecina*, 34: 165-180.
- SÜMEGI, P. – KROLOPP, E. 2000: Palaeoecological conditions of the Carpathian Basin during a climatic event of the Upper Weichselian. part I., A Kárpát-medence öskörnyezeti állapota a felső-würm egy éghajlati eseménye során. I. rész. - *Soosiana*, 28: 25-49.
- SÜMEGI, P. - KERTÉSZ, R. - HERTELENDI, E. 2002: Environmental Change and Human Adaptation in the Carpathian Basin at the lateglacial/postglacial transition.- *British Archaeological Report*, 1043, pp. 171-177.
- SÜMEGI, P. - KROLOPP, E. 1995: A magyarországi würm korú löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója. - *Földtani Közlöny*, 124. pp. 125-148.
- SÜMEGI, P. - KROLOPP, E. 2001: Új adatok a holocén rétegtani és öskörnyezeti vitás kérdéseiről. - 4. Magyar Őslénytani vándorgyűlés előadásainak kivonatai, Pécsvárad, p.33.
- SÜMEGI, P. - KROLOPP, E. 2002. Quaternary malacological analyses for modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. - *Quaternary International*, 91. pp. 53-63.
- SÜMEGI, P. – MAGYARI, E. – DÁNIEL, P. – HERTELENDI, E. – RUDNER, E. 1999: A kardoskúti Fehér-tó negyedidőszaki fejlődéstörténetének rekonstrukciója. – *Földtani Közlöny* 129(4): 479-519.
- SÜMEGI, P. - RUDNER, E. 2001: In situ charcoal fragments as remains of natural wild fires of the Upper Würm in the Carpathian Basin. - *Quaternary International*, 76/77:165-176.

- SÜMEGI, G. – JAKAB, G. – JUHÁSZ, I. E. 2005a: The environmental history of the beach at Szigliget (Lake Balaton, Hungary). - In: JUHÁSZ, I. E. - ZATYKÓ, CS. - SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of Transdanubia. British Archaeological Report, Central European Series, 3. (in press)
- SÜMEGI, G. – JAKAB, G. – JUHÁSZ, I. E. 2005b: The environmental history of the Szélmező swamp at Mezőlak (Western Transdanubia, Hungary) - In: JUHÁSZ, I. E. - ZATYKÓ, CS. - SÜMEGI, P. (eds.) Environmental History of Transdanubia. British Archaeological Report, Central European Series, 3. (in press)
- SZEPESFALVI, J. 1928: Beiträge zur fossilen Flora des Alfölds Ungarisches Tiefland. – *Magyar Botanikai Lapok* 27: 107-113.
- SZEPESFALVI, J. 1930: Wietere beiträge zur fossilen Flora des Alfölds (Ungarisches Tiefland). – *Magyar Botanikai Lapok* 29: 6-13.
- SZEPESFALVI, J. 1938: Jégkorszaki mohák. – *Természettudományi Közlemények* 70.
- SZMORAD, F. 1994: A Kőszegi-hegység erdőtársulásai. pp. 106-132.– In: BARTHA, D. (ed.): A Kőszegi-hegység vegetációja. Kőszeg-Sopron, magánkiadás.
- SZODFRIDT I. - TALLÓS P. 1968: A Felsőnyirádi-erdő láp- és ligeterdei. - *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* 7: 193-201.
- SZUJKÓ-LACZA, J. 1993: Flowering plants of the Kiskunság National Park and the other region between the Danube and Tisza Rivers. pp. 43-467. - In: SZUJKÓ-LACZA, J. - RAJCY, M. (eds.) The Flora of the Kiskunság National Park I. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.
- TOIVONEN, H – BÄCK, S. 1989: Changes in aquatic vegetation of a small eutrophicated and lowered lake (southern Finland). – *Ann. Bot. Fenn.* 26: 27-38.
- TOLONEN, K. 1986: Charred particle analysis. pp. 485-494. – In: BERGLUND, B.E. (ed.) Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. John Wiley and Sons, New York, USA.
- TÓTH, K. 1979: Nemzeti park a Kiskunságban. – Natura, Budapest, 519p.
- TÓTH, K. (ed.) 1996: 20 éves a Kiskunsági Nemzeti Park 1975-1995. – Kiskunság National Park Directorate, Kecskemét, 234p.
- TÓTH, L. 1960: Phytozoologische Untersuchungen über die Röhrliche des Balaton-sees. – *Annal. Biol. Tihany*, 2: 209-242.
- TROELS-SMITH, J. 1955: Karakterisering af lose jordater. - *Danmarks Geologiske Undersogelse*, 4(3): 10.
- TUZSON, J. 1915: A magyar Alföld növényföldrajzi tagolódása. - *Math. Term. Tud. Ért.* 33: 170-176.
- TUZSON, J. 1929: Adatok a Magyar Alföld őskori növényzetének ismeretéhez. – *Math. Term. Tud. Ért.* 46: 442-452.
- VAN DER TOORN, J. - MOOK, J.H., 1982: The influence of environmental factors and management on stands of *Phragmites australis*. I. Effects of burning, frost and insect damage on shoot density and shoot size. - *Journal of Applied Ecology*, 19: 477-499.
- VARGA, Z. 1981: Az elterjedési területek recens és történeti dinamikája. – Doktori értekezés, Mscr. Debrecen.
- VARRÓK, K. 1963: Földtani vizsgálatok a Kőszegi-hegységben. – *Magyar Állami Földtani Intézet Jelentése* 1960 évről, pp. 7-20.
- VITT, H. D.- CHEE, W.-L. 1990: The relationships of vegetation to surface water chemistry and peat chemistry in fens of Alberta, Canada. - *Vegetatio* 89: 87-106.
- VLADÁR, E. 1968: The drifts of Lake Balaton with special regard to the Bay of Keszthely. – *Keszthelyi Agrártud. Főisk. Közlem.* 10: 1-44.
- VON POST, L. 1916: Forest tree pollen in south Swedish peat bog deposits. [translated: Davis, M. B., Faegri, K. (1967)] – *Pollen et Spores* 9: 375-401.

- VOZÁRY, E. 1957: Pollenanalytische Untersuchug der Torfsmoores "Nyírestó" in Nordosten der Ungarischen Tiefebene. - *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 3: 123-134.
- WASYLIKOWA, K. 1996: Analysis of fossil fruits and seeds. pp. 571-590. - In: BERGLUND B. E. (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley and Sons Ltd. Chichester - New York - Brisbane - Singapore.
- WATTS, W. A. 1978: Plant macrofossils and Quaternary palaeoecology. pp. 53-67. - In: WALKER, D. - GUPPY, J. C. (eds.) *Biology and Quaternary Environments*. Australian Acad. of Science.
- WILLIS, K. J. 1997: The impact of early agriculture upon the Hungarian landscape. pp. 193-209. - In: CHAPMAN, J. - DOLUKHANOV, P. P. (eds.) *Landscapes in flux: Central and Eastern Europe in Antiquity*. Oxbow Books Ltd.
- WILLIS, K. J. - SÜMEGI, P. - BRAUN, M. - TÓTH, A. 1995: The Late Quaternary environmental history of Bátorliget, N.E. Hungary. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 118: 25-47.
- WILLIS, K. J. - BRAUN, M. - SÜMEGI, P. - TÓTH, A. 1997: Does soil change cause vegetation change or vice-versa? A temporal perspective from Hungary. - *Ecology*, 78: 740-750.
- WILLIS, K. J. - RUDNER, E. - SÜMEGI, P. 2000: The full-glacial forests of central and southeastern Europe: Evidence from Hungarian palaeoecological records. - *Quaternary Research*, 53: 203-213.
- WILLIS, K. J. - SÜMEGI, P. - BRAUN, M. - KEITH, D. B. - TÓTH, A. 1998: Prehistoric land degradation in Hungary: who how and why? - *Antiquity* 72: 101-113.
- WILLIS, K. J. - VAN ANDER, T. H. 2004: Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation. - *Quaternary Science Reviews*, 23: 2369-2387.
- YU, Z.; - EICHER, U. 2001: Three Amphi-Atlantic century-scale cold events during the Bolling-Allerod warm period. - *Geographie physique et Quaternarie* 55(2):171-179.
- ZÓLYOMI, B. 1931: A Bükkhegység környékének Sphagnum-lápjai. - *Botanikai Közlemények*, 28 (5): 89-121.
- ZÓLYOMI, B. 1936: Tízezer év története virágporaszemekben. - *Természettudományi Közlemények* 68: 504-516.
- ZÓLYOMI, B. 1952: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. - *Magyar Tud. Akad. Biol. Oszt. Közleményei* 1: 491-544.
- ZÓLYOMI, B. 1958: A növénytakaró történeti kialakulása. - In: PÉCSI, M. (ed.) *Budapest természeti képe*. Akadémia Kiadó. Budapest.
- ZÓLYOMI, B. 1987: Degree and rate of sedimentation in Lake Balaton pp. 57-79. - In: PÉCSI, M. (ed.): *Pleistocene environment in Hungary, Contribution of the INQUA Hungarian National Committee to the XIIth INQUA Congress*.
- ZÓLYOMI, B. - KÉRI, M. - HORVÁTH, F. 1992: A szubmediterrán éghajlati hatások jelentősége a Kárpát-medence klimazonális növénytársulásainak összetételére. - Hegyfoki Kabos klimatológus születésének 145. évfordulója alkalmából rendezett tudományos emlékülés előadásai. *MTA Debreceni Területi Bizottságának Kiadványa*, Debrecen-Túrkeve, pp. 60-74.

FÜGGELÉK

1. táblázat.

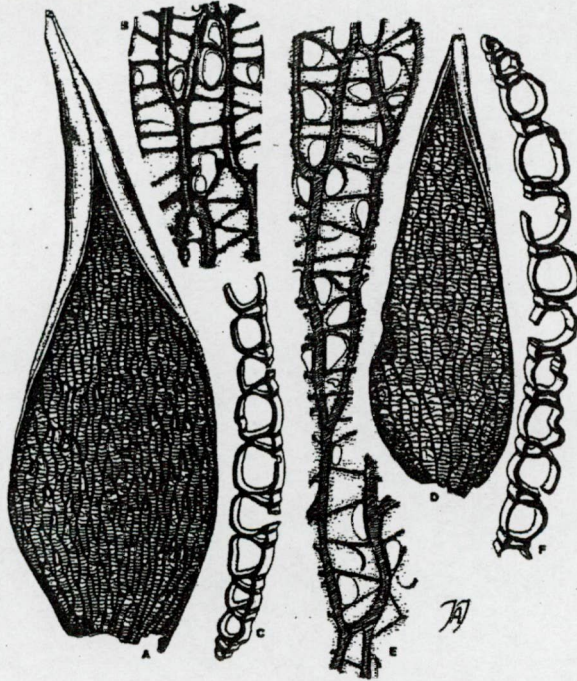
A határozó készítésekor megvizsgált herbáriumi példányok adatai

taxon	gyökér	levél	levélhüvely	egyéb	A herbáriumi példány adatai
<i>Agrostis stolonifera</i>					BP248821, Szabolcs, Bátorliget, DEGEN Á. 1914. 09. 07.
<i>Andromeda polifolia</i>					HERBARIUM G. Jakab, Erzsébetbánya, Románia, JAKAB G. 1998. 08. 22.
<i>Blysmus compressus</i>					BP369808, Pest, Dunaharaszti, PÉNZES A. 1932. 08. 04.
<i>Calamagrostis canescens</i>					BP388020, Pest, Alsódabas, KÁRPÁTI Z. 1934. 05. 13.
<i>Calamagrostis stricta</i>					BP244482, MFGy: 355., Szabolcs, Bátorliget, DEGEN Á.- LÉNGYEL G. 1914. 07. 09.
<i>Calla palustris</i>					BP399980, Erdély, Kosna, BOROS Á. 1942. 06. 30.
<i>Carex acuta</i>					BP525251, Pest, Soroksár, MARGITAI A. 1916. 05.
<i>Carex acutiformis</i>					BP18185, Pest, Alsógöd, JÁVORKA S. - ZÓLYOMI B. 1938. 04. 10.
<i>Carex appropinquata</i>					BP612412, Pest, Csömör, Réti-dűlők, STOLLMAYERNÉ B. E., 1990. 05. 16.
<i>Carex buxbaumii</i>					BP365217, Tatra, Feketevíz, LÉNGYEL G. 1906. 06.
<i>Carex cespitosa</i>					BP18685, MSGy: 229. Túrócz, Túrócztólgyes, MARGITAI A., 1914. 05. 31.
<i>Carex chordorriza</i>					BP356835, MSGy: 60. Magas-Tatra, Kisszalóki patak, NYÁRÁDY E. GY. 1910. 06. 24.
<i>Carex curta</i>					BP291671, Vas, Kétvölgy, Grajka-patak, PÓCS T.-TALLÓS P., 1957. 06. 27.
<i>Carex davalliana</i>					BP630438, Pest, Göd, SZOLLÁT Gy. 2001. 06. 21.
<i>Carex diandra</i>					BP19448 MSGy: 70. Szepes, Késmárk, Hosszúerdő, NYÁRÁDY E. GY. 1910. 05. 26.
<i>Carex dioica</i>					BP19310, MSGy: 52. Magas-Tatra, Tátrafüred, NYÁRÁDY E. GY. 1909. 06. 13.
<i>Carex echinata</i>					BP294795, Vas, Szakonyfalu, Grajka-patak, PÓCS T. 1955. 05. 30.
<i>Carex elata</i>					BP242249, Pest, Dunaharaszti, DEGEN Á. 1915. 05. 30.
<i>Carex elongata</i>					BP621242, Pest, Börzsöny, Szokolya, Büdös-tó, NAGY J. 2000. 05. 14.
<i>Carex flava</i>					BP499461, Abaúj-Torna, Tornakápolna, BOROS Á. 1953. 06. 17.
<i>Carex hartmanii</i>					BP618398, Abaúj, Fony, PELLE G. 1997. 06. 01.
<i>Carex heleonastes</i>					BP409406, Erdély, Kelemen-havasok, ZÓLYOMI B. 1941. 07. 17.
<i>Carex hirta</i>					BP283166, Pest, Fót, VAJDA L. 1930. 05. 10.
<i>Carex lasiocarpa</i>					BP624760, Heves, Sirok, Nyírjes-tó, JÁVORKA S.-CSAPODY V. 1958. 06.18.
<i>Carex lepidocarpa</i>					BP408784, Pest, Veresegyház, BOROS Á. 1919. 06. 11.
<i>Carex limosa</i>					BP241534, Magas-Tatra, Csorbató, GYÓRFFY I. 1919. 08. 17.
<i>Carex magellanica</i>					BP730600, Svédország, Wester-Götland, BAGGE, A. 1892 06.
<i>Carex nigra</i>					BP408645, Gömör, Berzéte, Pelsőci-hegy, BOROS Á. 1939. 05. 25.
<i>Carex paniculata</i>					BP409126, Komárom, Bánhida, Alsórét, BOROS Á. 1935. 06. 16.
<i>Carex pauciflora</i>					BP243334, Máramaros, Demetermezői-tengerszem, JÁVORKA S. 1913. 06. 22.
<i>Carex pseudocyperus</i>					BP366286, Pest, Ócsa, Ómér, PÉNZES A. 1931. 06. 07.
<i>Carex rariflora</i>					BP720070, Norvégia, Trensö, BAENITZ, C. 1888. 06. 24.
<i>Carex riparia</i>					BP356149, Pest, Dunaharaszti, LÉNGYEL G. 1922. 06.
<i>Carex rostrata</i>					BP22725, MSGy.: 258. Pest, Soroksár, DEGEN Á. 1915. 05. 07.
<i>Carex vesicaria</i>					BP9496954, Bács-Kiskun, Lakitelek, Alpári-rét, SZOLLÁT GY. 1981. 06. 26.
<i>Carex vulpina</i>					BP23579, Borsod, Felsőzsolcai-rét, BUDAI J. 1905. 04. 12.
<i>Cladium mariscus</i>					BP431832, Balaton, Fonyód, Nagyberek, BÁNÓ L. 1954. 08. 21.

1. táblázat (folyt.)

<i>Cyperus fuscus</i>				BP267285, MSSZGy: 34. Pest, Kispest, DEGEN Á. 1912. 08. 26.
<i>Dryopteris cristata</i>				BP5133, Kelemér, Kismohos, ZÓLYOMI B. 1928. 05. 28.
<i>Eleocharis palustris</i>				BP422715, Borsod, Zemplén, Kemencepatak-völgye, BÁNÓ L. 1949. 06. 29.
<i>Eleocharis quinqueflora</i>				BP17691, Pest, Bugacz-puszta, THAISZ L. 1914. 05. 26.
<i>Empetrum nigrum</i>				HERBARIUM G. Jakab, Erzsébetbánya, Románia, JAKAB G. 1998. 08. 22
<i>Equisetum palustre</i>				HERBARIUM G. Jakab, Szarvas, JAKAB G. 2003. 09. 18.
<i>Eriophorum angustifolium</i>				BP16892, Gömör, Kelemér, Nagy-Mohos, HULJÁK J. 1930. 08. 05.
<i>Eriophorum gracile</i>				BP425801, Bereg, Felsőviznice, MARGITAI A. 1917. 06.
<i>Eriophorum latifolium</i>				BP431593, Nagykanizsa, Bucsuta, BÁNÓ L. 1949. 06. 21.
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>				BP410781, Máramaros, Borsá, Nagy-Pietrosz, BOROS Á. 1942. 08. 23.
<i>Eriophorum vaginatum</i>				BP410308, Bereg, Csaroda, Navad-patak, BOROS Á. 1955. 07. 26.
<i>Glyceria fluitans</i>				BP357288, Hanság, Eszteháza, LENGYEL G. 1910. 06. 14.
<i>Glyceria maxima</i>				BP496978, Pest, Cegléd, SZOLLÁT GY. 1979. 06. 21.
<i>Juncus subnodulosus</i>				BP411571, Budapest, Budaörs, BOROS Á. 1946. 07. 21.
<i>Lythrum salicaria</i>				BP553018, Zala, Balatonmagyaród, MÁNDOKI M. 1987. 08. 09.
<i>Menyanthes trifoliata</i>				BP449372, Pest, Kiskőrös, Nagycsukástó, BOROS Á. 1932. 08. 15.
<i>Molinia coerulea</i>				BP964540, Pest, Rómaifürdő, Csillaghegy, BOROS Á. 1932. 08. 25.
<i>Narthecium ossifragum</i>				HERBARIUM G. Jakab, Wales, Snowdon, JAKAB G. 2001. 12. 02.
<i>Nymphaea lotus</i> var. <i>thermalis</i>				BP418826, Bihar, Pecszenntmárton, BOROS Á. 1942. 10. 12.
<i>Nuphar lutea</i>				BP476813, Bács-Kiskun, Lakitelek, Töserdő, RADICS 1967. 07. 24.
<i>Phalaroides arundinacea</i>				BP949727, Bács-Kiskun, Ágasegyháza, SZUJKÓ-LACZA J. 1979. 05. 22.
<i>Phragmites australis</i>				HERBARIUM G. Jakab, Szarvas, JAKAB G. 2003. 09. 18.
<i>Potentilla palustris</i>				BP87124, Somogy, Somogyszob, Baláta-tó, BOROS Á. 1928. 07. 22.
<i>Rhynchospora alba</i>				BP203245, Őrség, Szőce, PÓCS T.- GELENCSÉR I. 1954. 08. 16.
<i>Rhynchospora fusca</i>				BP900574, Dánia, Skærød, HOLM-NIELSEN, L.-JEPPESSEN, S. 1967. 07. 20.
<i>Scheuchzeria palustris</i>				BP404522, Máramaros, Alsószinevér, BOROS Á. 1943. 07. 16.
<i>Schoenus ferrugineus</i>				BP402796, Szepes, Szepespestic, NYÁRÁDY E. GY. 1910. 06. 09.
<i>Schoenus nigricans</i>				BP18045, Pest, Kis-Pest, THAISZ L. 1904. 05. 04.
<i>Scirpus cespitosus</i>				BP601613, Finnország, Lapland, ALHO, K.-YLLI-REHOLA, M. 1980. 08. 14.
<i>Scirpus hudsonianus</i>				BP412321, MSGy: 12., Vas, Hámor, WEISBECKER A.- LENGYEL G. 1911. 06. 06.
<i>Scirpus lacustris</i>				BP17356, Balaton, Siófok, JÁVORKA S. 1925. 06. 14.
<i>Scirpus maritimus</i>				BP17177, Fertő-tó, Fehéregyháza, FILARSZKY L. 1903. 06. 18.
<i>Stratiotes aloides</i>				BP498419, Bács-Kiskun, Lakitelek, KOVÁCS D. 1967. 07. 20.
<i>Thelypteris palustris</i>				HERBARIUM G. Jakab, Vaja, Vajai-tó, MOLNÁR A. 2000.
<i>Tofieldia calyculata</i>				BP258873, Szlovákia, Kralovár, SIMONKAI L. 1906. 06. 14.
<i>Triglochin palustris</i>				BP497349, Bács-Kiskun, Bugac, SZOLLÁT GY. 1980. 08. 18.
<i>Typha angustifolia</i>				HERBARIUM G. Jakab, Szarvas, JAKAB G. 2003. 09. 18.
<i>Typha latifolia</i>				HERBARIUM G. Jakab, Szarvas, JAKAB G. 2003. 09. 18.
<i>Vaccinium oxycoccos</i>				HERBARIUM G. Jakab, Erzsébetbánya, Románia, JAKAB G. 1998. 08. 22
<i>Vaccinium uliginosum</i>				HERBARIUM G. Jakab, Erzsébetbánya, Románia, JAKAB G. 1998. 08. 22

Rövidítések: MSGy: Magyar Sások gyűjteménye, MFGy: Magyar Fűvek Gyűjteménye, MSSZGy: Magyar Sások, Szittyók és Gyékényfélék Gyűjteménye

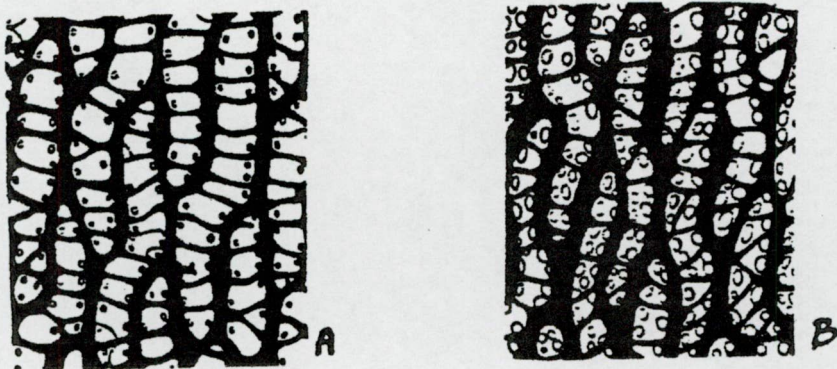


2. ábra A *Sphagnum* szekció *Cuspidata* (A-C) és *Acutifolia* (D-F) összehasonlítása

- 10a Az áglevelek legnagyobb likacsai a levél alapi részén a szegélyhez közel vannak, a szárlevelek nyelv, lapát vagy háromszög alakúak 11
- 10b Az áglevelek sok nagy likaccsal a levél egész felületén, a szárlevelek nyelv alakúak, gyakran hasadozott hegygel, a hyalin sejtek nem elválaszthatók, nem vagy gyengén rostosak, de gyakran membránredőkkel 12
- 11a Az áglevelek hyalin sejtjeinek pórusai fokozatosan lesznek kisebbek a levél csúcsához közelebb, a szárlevelek kanál vagy nyelv alakú-háromszögletűek, rostosak lehetnek, szegélyük lehet vagy hiányozhat..... 13
- 11b Az áglevelek hyalin sejtjeinek pórusai hirtelen mennek át nagyon kicsi, gyengén gyűrűsen vastagodott pórusokba a levél csúcsa felé, a szárlevelek széles nyelv vagy nyelv alakú-háromszögletűek, a szegély jól fejlett, a felső sejtek rombold alakúak, nem rostosak, elkülönülnek **Sphagnum warnstorffii**
- 12a A szárlevelek nyelv alakúak, alul szegélyezettek, a felső felében hasadozott, az alapi részében egy háromszög alakú felszívódási területtel **Sphagnum girgensohnii**
- 12b A szárlevelek nyelv alakúak, szegélyezettek a levél csúcsát kivéve, néha gyengén hasadozott, az alapi részében nincs háromszög alakú felszívódási terület **Sphagnum russowii**
- 13a A szárlevelek nyelv alakúak vagy nyelv alakú-háromszögletűek 14
- 13b A szárlevelek kanál alakúak, rojtosak, szegély nélküliek **Sphagnum fimbriatum**
- 14a A szárlevelek nyelv vagy háromszög alakúak, jól fejlett szegéllyel 15
- 14b A szárlevelek nyelv alakúak, alul szegéllyel, felül hasadozottak, a hyalin sejtek nem különülnek **Sphagnum girgensohnii**
- 15a A szárlevelek nyelv vagy nyelv alakú-háromszögletűek, változó méretűek, a felső hyalin sejtek rostosak vagy nem, elkülönülnek vagy nem, a szár rendszerint nem fekete 16
- 15b A szárlevelek nyelv alakúak, hosszúak és keskenyek, a felső hyalin sejtek nem rostosak, elkülönülnek, a szegély jól fejlett, a szár fekete **Sphagnum fuscum**
- 16a A szárlevelek nyelv vagy nyelv alakú-háromszögletűek, a felső hyalin sejtek erősen rostosak, elkülönülnek vagy nem 17
- 16b A szárlevelek nyelv alakú-háromszögletűek, a felső sejtek nem rostosak, gyakran elkülönülnek 18

Kulcs a fosszilis *Sphagnum*-ok határozásához

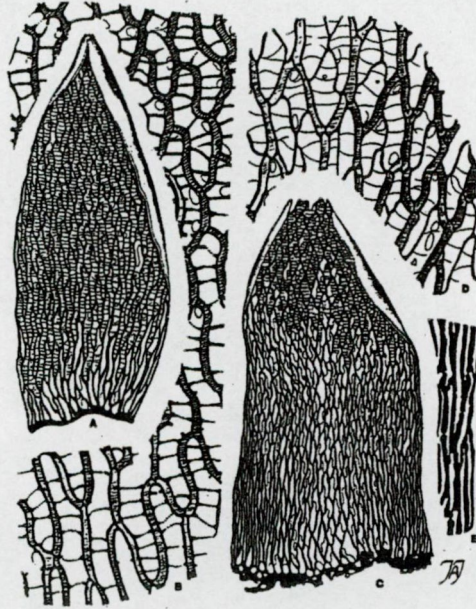
- 1a Az áglevelek hegye csónakszerű és lekerekített, hegyesen fogazott a hátioldal csúcán 2
 1b Az áglevelek csúcsa hirtelen hegyesedő, begöngyölődő, nem fogazott 4
- 2a Az áglevelek zöld sejtjei központi helyzetűek, teljesen bezártak, vékony falúak és simák, kerek vagy elliptikusak, a hyalin sejtek háti és hasi oldala egyaránt lapos vagy csak kevésbé domború, a szárlevelek hyalin sejtjei spirális rostokkal és likacsokkal rendelkeznek ***Sphagnum magellanicum***
 2b Az áglevelek zöld sejtjei nem központi helyzetűek, nem teljesen bezártak, a sejtfalak gyakran vastagodottak vagy mintázottak, keskeny elliptikusak vagy hordóalakúak, a hyalin sejtek a háti és a hasi oldalon domborúak . 3
- 3a Az áglevelek zöld sejtjei keskeny elliptikus vastag falú sejtek, néha gyengén a hasi oldal felől szabadok, a sejtfal sima, a szárlevelek hyalin sejtjei spirális rostok nélküliek, ritkán rekeszfalások ***Sphagnum centrale***
 3b Az áglevelek zöld sejtjei széles elliptikustól a hordóalakúig, tisztán láthatóan a hasi oldal felől szabadok, a sejtfalai papillásak, a szárlevelek hyalin sejtjei gyakran rekeszfalások, spirális rostok és likacsok is csak gyengén láthatók ***Sphagnum papillosum***
- 4a Az áglevelek szélesen kihegyesedők szekció ***Rigida*** spp. és ***Sphagnum aongstroemii***
 4b Az áglevelek keskenyen kihegyezettek 5
- 5a Az áglevelek hyalin sejtjei számos likaccsal, melyek sorokba rendeződnek a zöld és a hyalin sejtek érintkezésénél szekció ***Subsecunda*** 6
 5b Az áglevelek hyalin sejtjei kevés vagy sok likaccsal, melyek nem rendeződnek két rendezett sorba a zöld és a hyalin sejtek érintkezésénél 8
- 6a Az áglevelek erősen homorúak, tojásdadok, lekerekítettek, rendszerint nem hajlottak, a szár hyalodermisze 2-3 rétegű ***Sphagnum platyphyllum***
 6b Az áglevelek homorúak és hajlottak, sokkal keskenyebben kihegyezettek 7



1. ábra. A *Sphagnum contortum* (A) és a *Sphagnum subsecundum* (B) hyalin sejtjei közötti különbség

- 7a Az áglevelek hyalin sejtjei nagyon apró likacsokkal, kisebbek, mint a spirális rostok közötti távolság fele, és nem érintkeznek, a szár hyalodermisze 2-3 rétegű ***Sphagnum contortum***
 7b Az áglevelek hyalin sejtjei nagyobb likacsokkal, gyakran akkorák, mint a spirális rostok közötti távolság és érintkeznek, mint gyöngyök a gyöngysorban, a szár hyalodermisze 1 rétegű ***Sphagnum subsecundum***
- 8a Az áglevelek keskeny elliptikusak, rendszerint központi helyzetű, bezárt zöld sejtekkel, a hyalin sejtek apró likacsokkal, (5)-6-8-(12) ág van egy kötegben, a szárlevelek hyalin sejtjei nem rostosak vagy likacsosak, gyakran elkülönülnek, a szegély gyengén fejlett ***Sphagnum wulfianum***
 8b Az áglevelek háromszög alakú vagy tojásdad zöld sejtekkel, tisztán az egyik oldal felé szabadok 9
- 9a Az áglevelek hyalin sejtjeinek mintázata laza, rövid, széles sejtekkel, gyakran nagy likacsokkal a levelek szegélyéhez közel az alapi résznél, a szárlevelek váll nélküliek, a zöld sejtek a hasi oldalon szabadok szekció ***Acutifolia*** 10
 9b Az áglevelek hyalin sejtjeinek mintázata sokkal sűrűbb, keskenyebb, hosszabb sejtekkel, kicsi likacsai vannak a zöld és hyalin sejtek érintkezésénél, és gyakran nagy likaccsal a hyalin sejt végén, vagy az

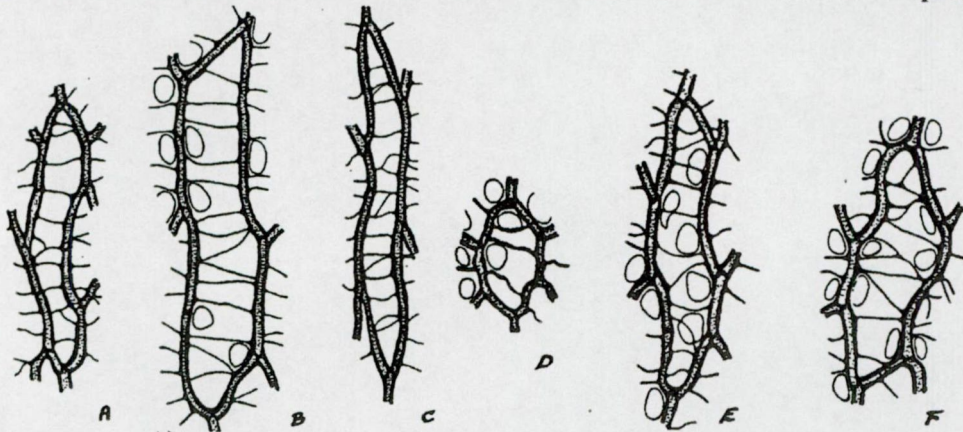
- 17a A szárlevelek nyelv alakú-háromszögletűek, a felső hyalin sejtek szigmoidok (kétszer ellentétes irányban hajlottak), rikán elkülönültek, szegély rendszerint gyengén fejlett .. **Sphagnum capillifolium var. capillifolium**
 17b A szárlevelek nyelv vagy gyengén nyelv alakú-háromszögletűek, felső hyalin sejtek romboid alakúak, rendszerint elkülönültek, szegély fejlett **Sphagnum capillifolium var. tenellum**



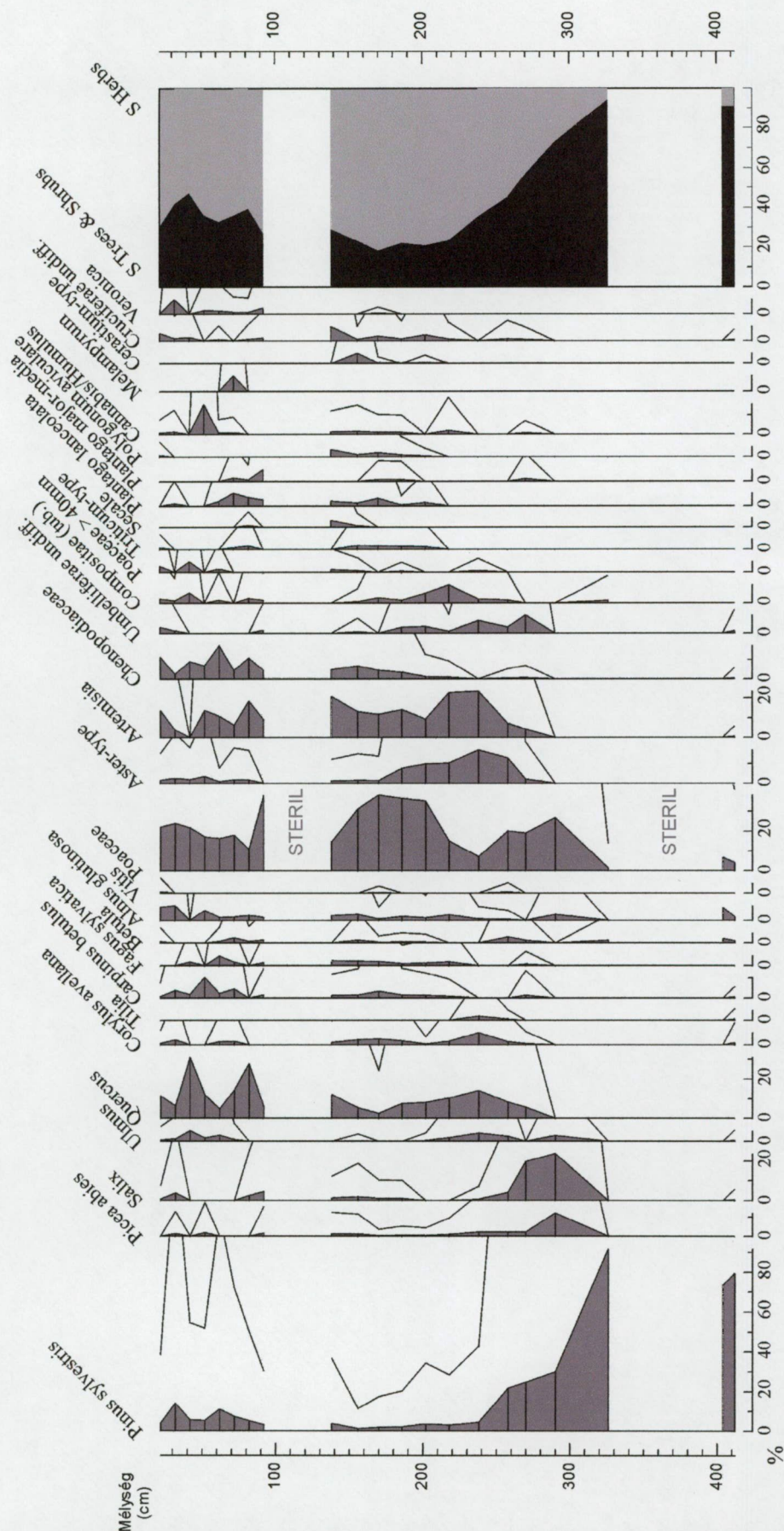
3. ábra A *Sphagnum capillifolium* var. *capillifolium* (A-B) és var. *tenellum* (C-E) összehasonlítása

- 18a A szárlevél nyelv alakú-háromszögletű, megnyúlt, a hyalin sejtek rendszerint elkülönülnek, a szár barna **Sphagnum subfulvum**
 18b A szárlevél háromszögletű-nyelv alakú, rövid, erős szegéllyel, a felső sejtek romboidok, elkülönülnek, membrán redőkkel, szár nem barna **Sphagnum subtile**
- 19a Az áglevelek váll nélküliek, a hyalin sejtek mintázata sűrű, gyakran nagy likaccsal a sejt végén, vagy centrális helyzetű likaccsal, a szárlevelek szegélye fejlett **szekció Cuspidata** 20
 19b Az ágleveleknek válluk van, a hyalin sejtek mintázata laza, nagy elliptikus vagy kerek likacsokkal, a zöld és hyalin sejtek érintkezése mentén a levél egész felületén, a szárlevelek szegélye gyengén fejlett **szekció Squarrosa** 29
- 20a Az áglevelek likacsai nem érintkeznek a zöld és hyalin sejtek érintkezésével legalább a levél széle mentén, vagy a likacsok hiányoznak 21
 20b Az áglevelek likacsai a zöld és hyalin sejtek érintkezése mentén helyezkednek el (kicsik), vagy a hyalin sejtek levélcsőcs felőli végén 26
- 21a Az ágleveleken nincsenek likacsok 22
 21b Az ágleveleken vannak likacsok 23
- 22a Az áglevelek megnyúltak (>4:1), hajlottak, az ágvégeken ecetszerűen állnak, a szárlevelek keskenyek, hosszú háromszögletűek, gyakran kihegyezettek **Sphagnum cuspidatum**
 22b Az áglevelek tojásdad-lándzsásak (<4:1), rendszerint egyenesek, a szárlevelek háromszög-nyelv alakúak, rendszerint lekerekítettek, a hyalin sejtek likacsosak, az áglevelek zöld sejtjei széles négyszögletesek vagy trapézalakúak, rendszerint szélesebbek, mint a hyalin sejtek átmérője, mindkét oldalon szabadok **Sphagnum flexuosum**
- 23a Az áglevelek apró likacsokkal, melyek elkülönülnek a zöld és hyalin sejtek érintkezésétől, néha részben két sorban, vagy a likacsok nem kivehetőek, a szárlevelek nyelv alakúak vagy háromszögletűek, rostosak vagy nem 24
 23b Az áglevelek nagy feltűnő likacsokkal 1 vagy 2 sorban, a szárlevél nyelv alakú-háromszögletű, néha hegyes, szegély jól fejlett, a hyalin sejtek feltűnően rostosak **Sphagnum majus**

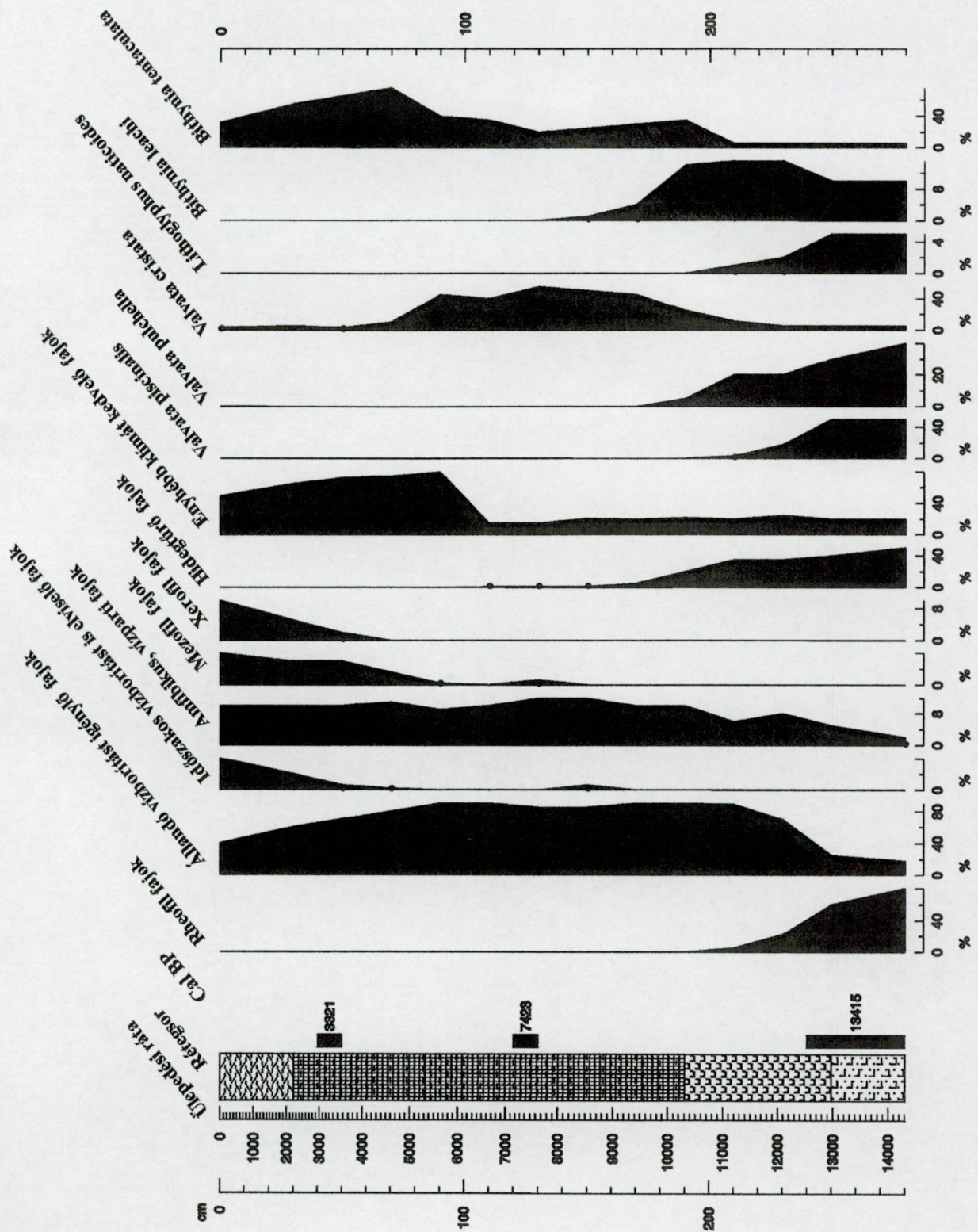
- 24a Az áglevelek tojásdad-ládszásak (<4:1), rendszerint egyenesek, számos apró likaccsal a hyalin sejteken, a szárlevelek nyelv alakú-háromszögletűtől a háromszögletűig 25
- 24b Az áglevelek megnyúltak (>4:1), hajlottak, az ágvégeken ecetszerűen állnak, kevés, kicsi központi helyzetű likaccsal, a szárlevelek keskenyek, hosszú háromszögletűek, gyakran kihegyezettek *Sphagnum cuspidatum*
- 25a A szárlevelek háromszög-nyelv alakútól a háromszögletűig, kihegyezettek, sűrűn rostosak *Sphagnum jensenii*
- 25b A szárlevelek nyelv alakú-háromszögletűek, gyengén rostosak *Sphagnum obtusum*
- 26a A szárlevelek kicsik, a csúcsuk sima *Sphagnum recurvum* agg. 27
- 26b A szárlevelek nagyok, a csúcsuk hasadozott *Sphagnum riparium*
- 27a Az áglevelek hyalin sejtjeinek végein nagy likacsok vannak, a szárlevelek olyan hosszúak, mint szélesek, rendszerint < 1mm 28
- 27b Az áglevelek hyalin sejtjeinek végein nagyon kicsi likacsok vannak, a zöld sejtek széles négyzet vagy trapéz alakúak, gyakran szélesebbek, mint a hyalin sejtek és mindkét oldalon szabadok, a szárlevelek hosszabbak, mint szélesek *Sphagnum flexuosum*
- 28a A szárlevelek nagyon kicsik (<0,8mm), háromszög alakú, tompa hegyű, ferdén csatlakoznak a szárhoz *Sphagnum angustifolium*
- 28b A szárlevelek valamivel nagyobbak, háromszögletűek, gyakran kihegyezettek *Sphagnum fallax*
- 29a Az áglevelek berzetten visszahajló levélheggyel, a hyalin sejtek hosszúsága egyenlő az egész levélen, a közápső és felső részekben viszont keskenyebb *Sphagnum squarrosum*
- 29b Az áglevelek hegye egyenes, a hyalin sejtek a levél csúcsának közelében rövidebbek, szélességük állandó *Sphagnum teres*



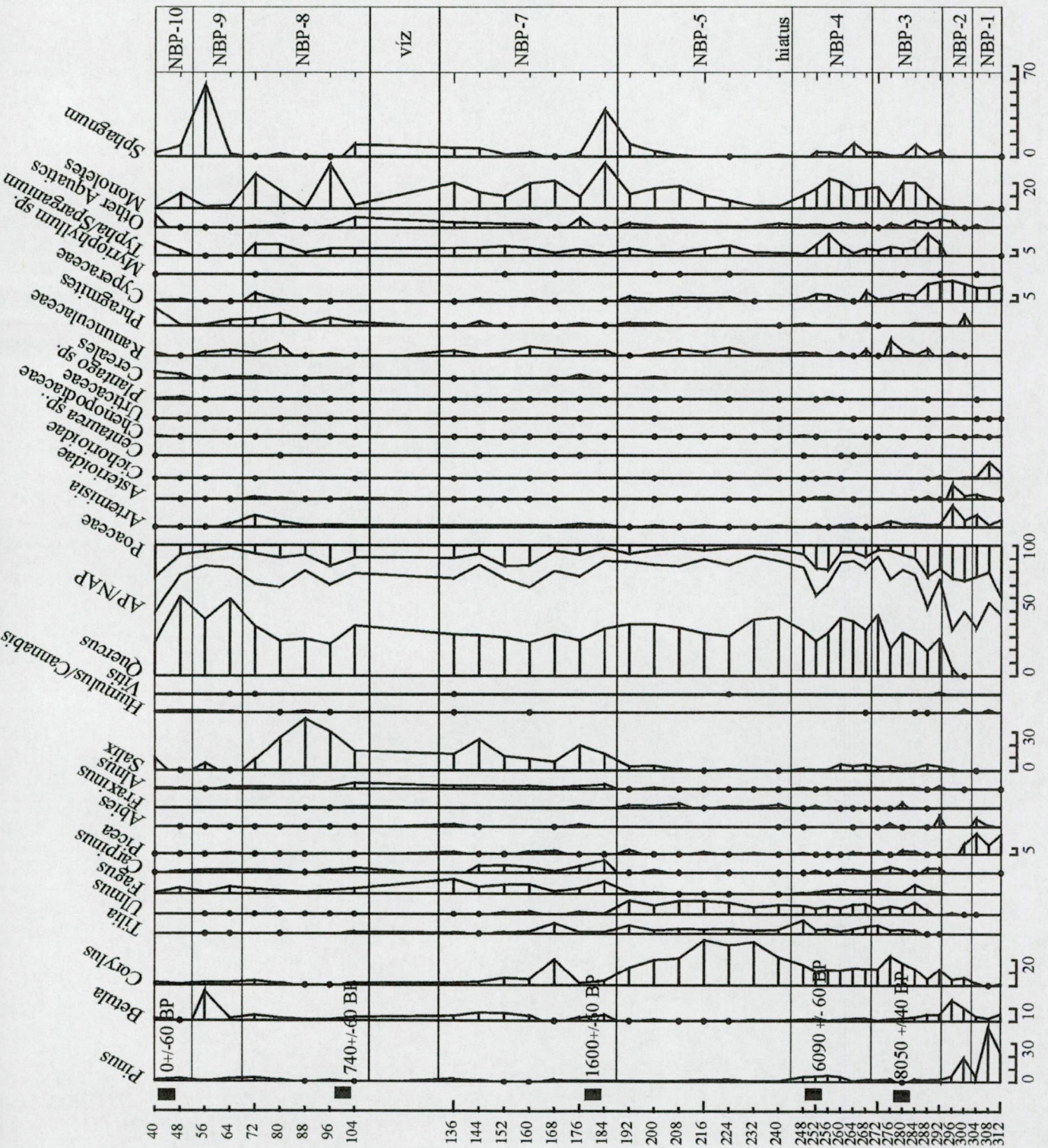
4. ábra A *Sphagnum squarrosum* (A-C) és *Sphagnum teres* (D-F) elkülönítése



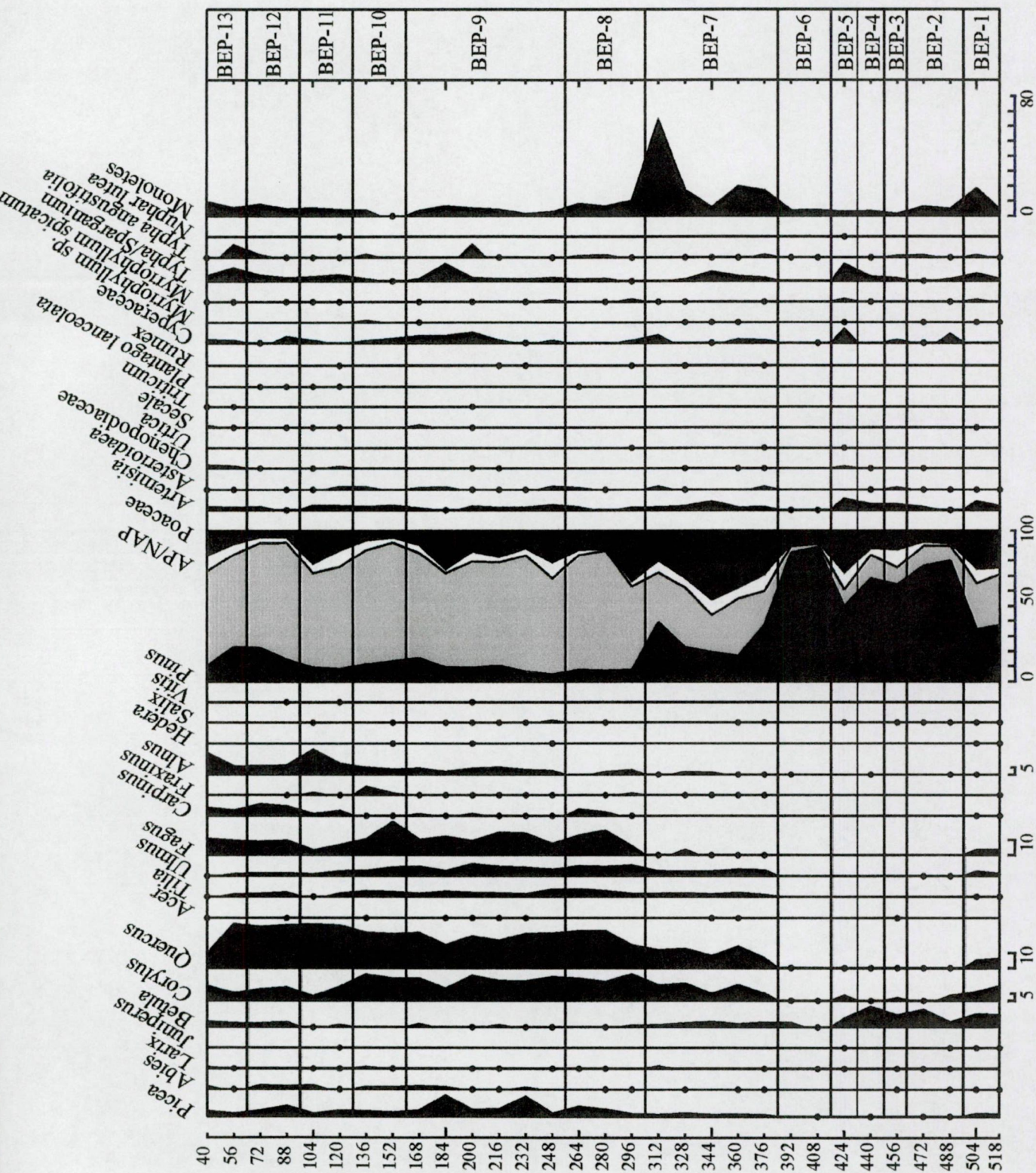
5. ábra. A HPI fúrás százalékos pollendiagramja (szárazföldi taxonok) (MAGYARI ENIKŐ munkája nyomán)



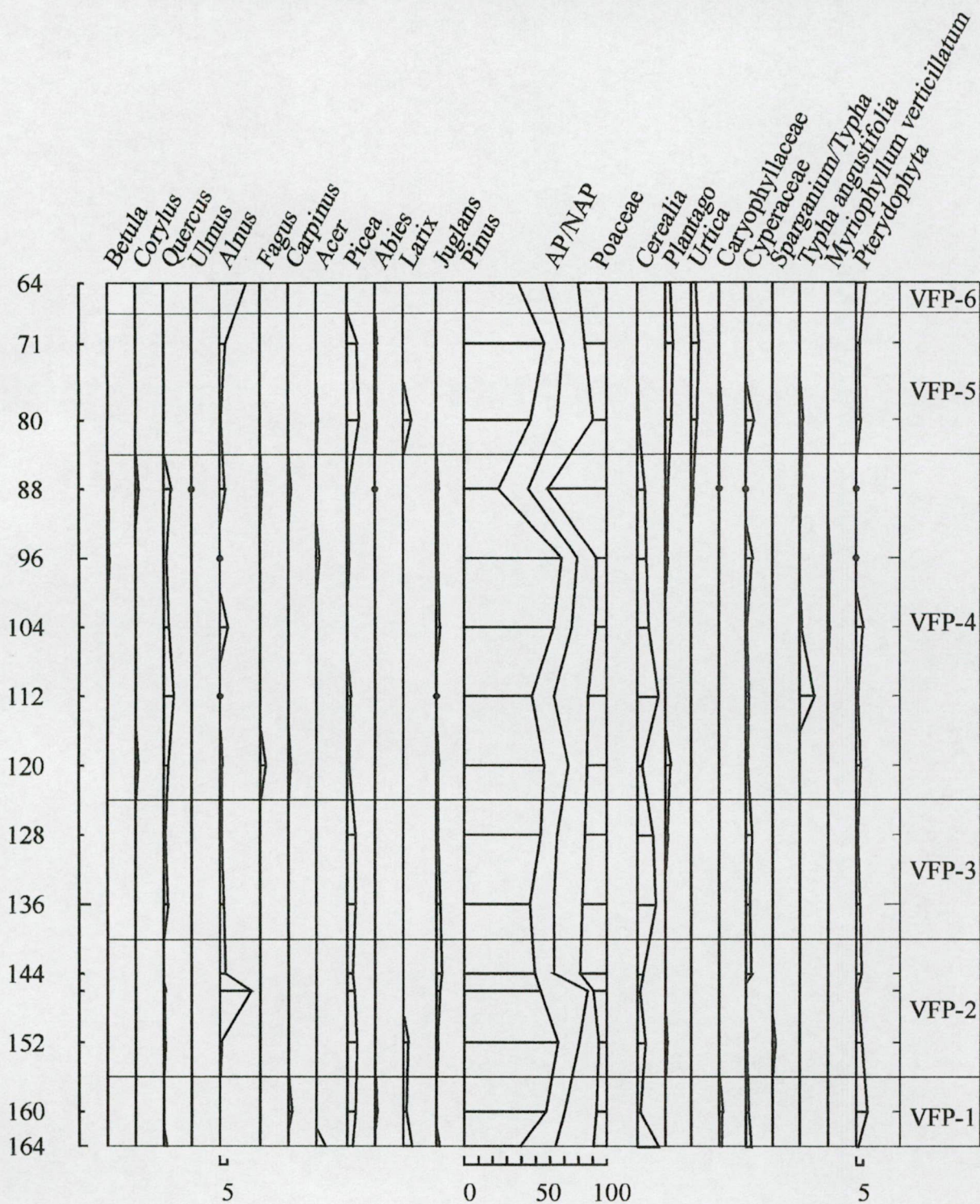
6. ábra. A CSTII fúrás quartermalakológiai vizsgálatának eredményei (SÜMEGI PÁL munkája nyomán)



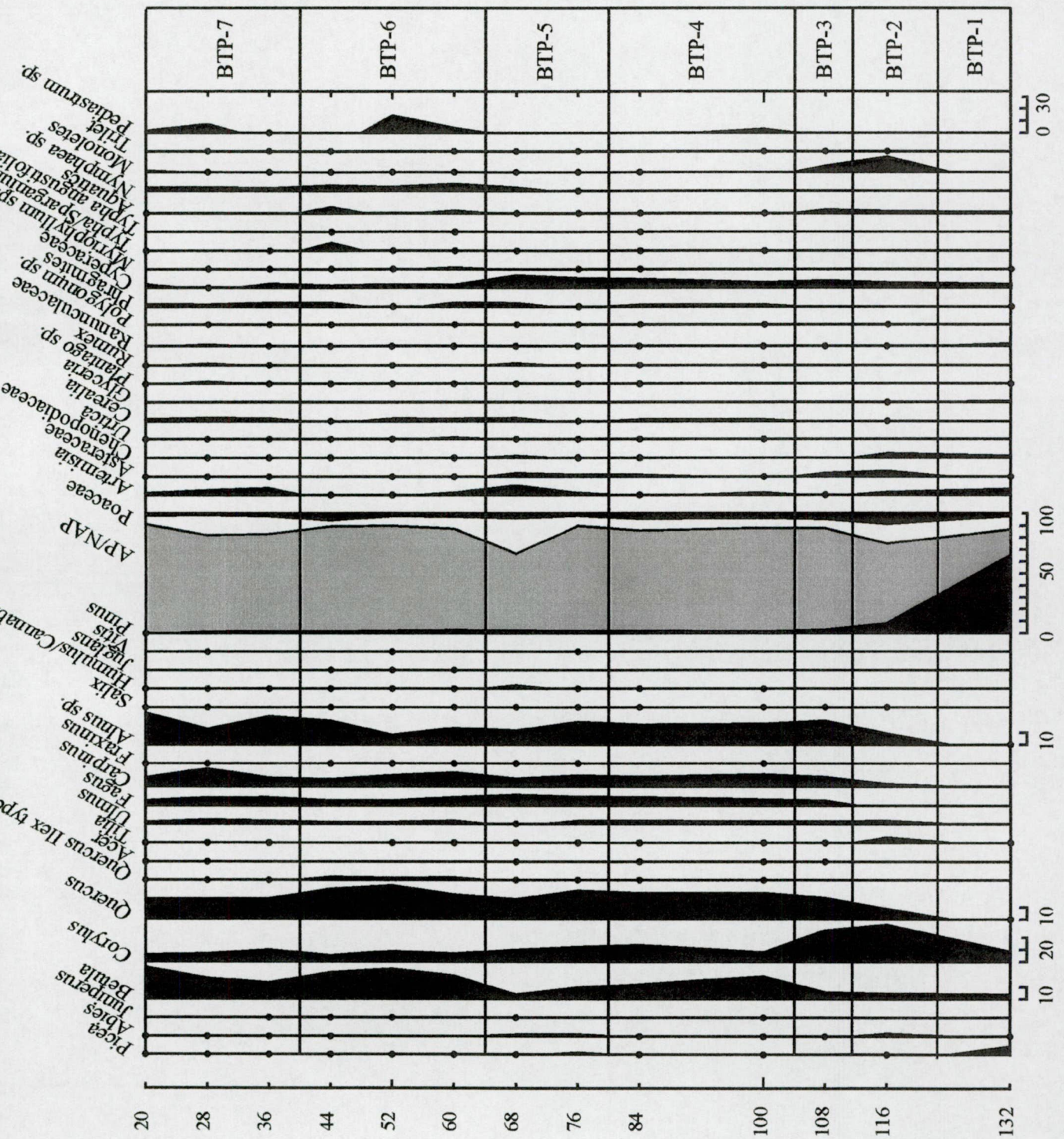
7. ábra. A nagybárkányi Nádas-tó előzetes pollendiagramja (válogatott taxonok)(JUHÁSZ IMOLA munkája alapján, JUHÁSZ 2005a)



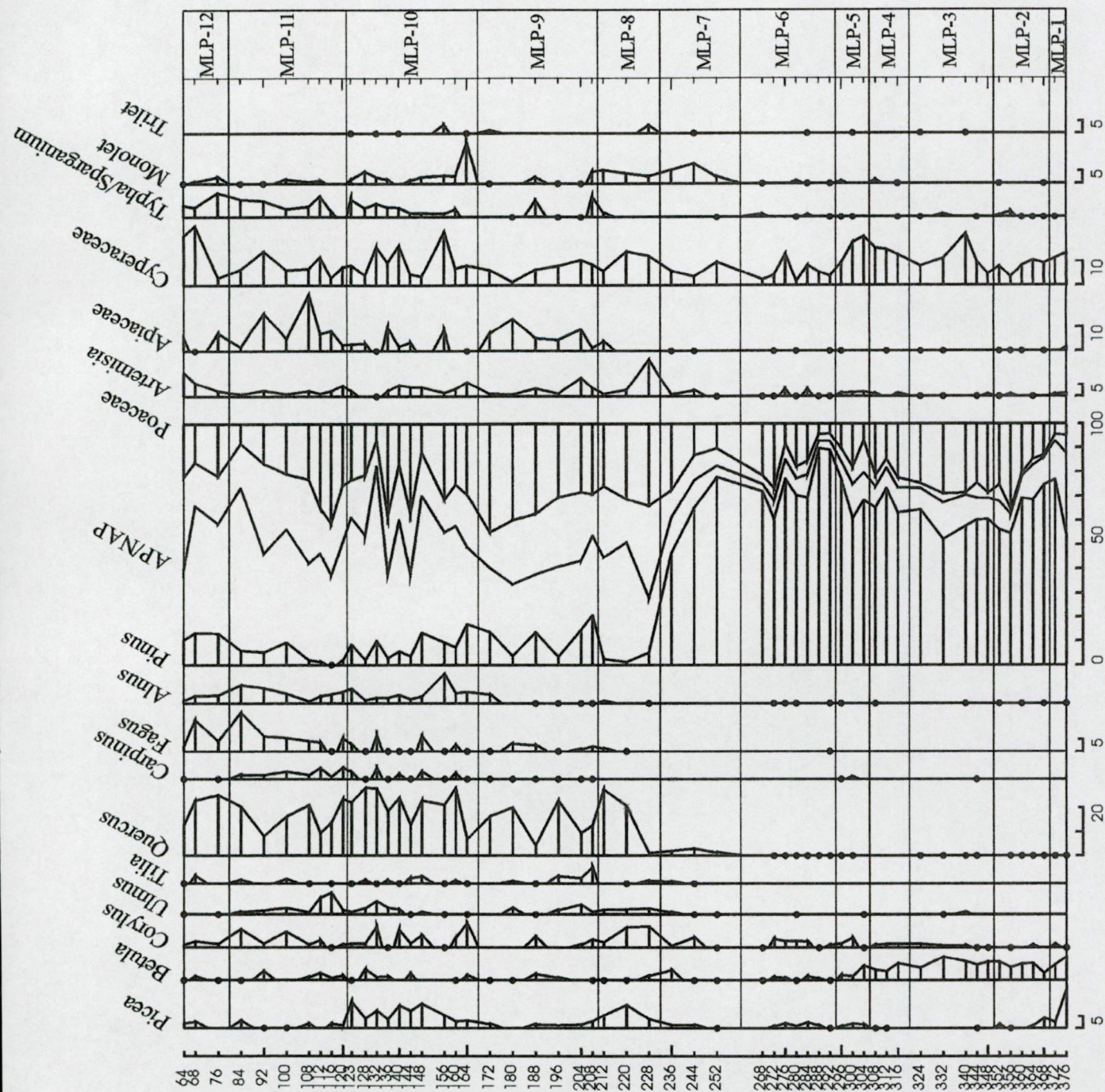
8. ábra. A balatonedericsi fűrés előzetes pollendiagramja (válogatott taxonok)(JUHÁSZ IMOLA munkája alapján, SÜMEGI et al. 2005a)



9. ábra. A velemi fűrés pollendiagramja (válogatott taxonok)(JUHÁSZ IMOLA munkája alapján, JUHÁSZ 2005b)



10. ábra. A Baláta-tavi fúrás pollendiagramja (válogatott taxonok)(JUHÁSZ IMOLA munkája alapján, JUHÁSZ 2005c)



11. ábra. A mezőlaki fűrés pollendiagramja (válogatott taxonok)(JUHÁSZ IMOLA munkája alapján, SÜMEGI et al. 2005b)