

A BÁTORLIGETI LÁP FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

SÜMEGI PÁL^{1,4}, DANIEL PÉTER², KOVÁCS-PÁLFFY PÉTER³,
JUHÁSZ IMOLA⁴, DELI TAMÁS⁵, SZÁNTÓ ZSUZSA⁶

¹SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék, 6722 Szeged Egyetem u. 2–6.,

²BIOGÁL, 4032 Debrecen Pallagi u.12., ³Magyar Állami Földtani Intézet, 1043 Budapest Stefánia u. 14.,

⁴MTA Régészeti Intézet, 1014 Budapest Úri u. 49., ⁵DTE, Állattani Tanszék, 4025 Debrecen, Bem tér 18/C.,

⁶MTA Atommag Kutató Intézet, 4001 Debrecen Pf. 51.

Kulcsszavak: környezetrekonstrukció, holocén, *Mollusca*, palinológia, szedimentológia, refugium

Összefoglalás: A felső würm végén a bátorligeti üledékgyűjtő medencében kialakult mintegy 2 méter mély oligotróf tavat homokos, szerves anyagban és agyagban szegény talajon kialakult, termomezofil mérsékletövi fákát is tartalmazó, tajgás sztyepp vette körül, majd a ciklikus éghajlati változások hatására egy tajgaerdő. A tajgás sztyepp/tajga erdő fázisok váltakozása 2 000–3 000 évente következett be. Krisztus előtti 14 000 évtől kezdődően folyamatos hőmérsékletemelkedés és csapadéknövekedés vette kezdetét, és a pleisztocén végén vegyeslombú zárt tajga fejlődött ki az oligotróf tó körül, a podzoltalajjal borított homokbuckán. Majd a hőmérséklet emelkedése a Krisztus előtti 10 600 évnél egy olyan mértéket ért el, hogy a tajgaelemek versenyképtelenné váltak a lombos erdei fajokkal szemben, így a fenyőfélék visszaszorultak és a korábban maradványfajként jelenlévő lombosfák terjedtek szét a vizsgált üledékgyűjtő környékén. Ezzel párhuzamosan megváltozott a talaj- és üledékképződés is és egy barna erdei talaj fejlődése indult meg a futóhomokbuckán, valamint mésziszap felhalmozódás vette kezdetét a tavi rendszerben (5. ábra). Ekkor a korábbi glaciális környezetet felváltotta a holocén interglaciális környezet. A holocén környezet kialakulásával egy időben a glaciális elemek visszaszorultak, de szelektíven fennmaradtak a területen. Tehát a területen a hideg időszakban termomezofil lombos erdei fajokkal jellemezhető erdőrefugium, a felmeledés során hidegtűrő fajok reliktumai alakult ki (kettős refugium hatás). A holocén interglaciális környezet Krisztus előtti 8 400 évben stabilizálódott, amikor a területen a kora-holocén hárserdőket felváltotta a zárt tölgyerdő és ebben az erdőtípusban a balkáni és a közép-európai tölgyesekre jellemző *Mollusca* fajok terjedtek szét. Ez az erdőtípus a Krisztus előtti 6 000 évben változott meg, amikor a kora-neolitikum közösségek telepedtek meg a vizsgált terület környékén és egy nyitottabb erdőtípus alakult ki. A változás csak az erdei elemek arányát változtatta meg, de a fauna összetételét nem érintette egészen Krisztus előtti 1 300 évig, a bronzkor végéig. Adataink egyrészt azt bizonyítják, hogy az éghajlati optimum, magas hőmérséklet és jelentős csapadékbevétel a kora holocéntól a késő holocénig, Krisztus előtt 8 400 és 1 300 évek között folyamatosan fennállt, másrészt azt mutatják, hogy az emberi megtelepedések és gazdálkodás szempontjából a bátorligeti láp és környéke csak háttér területnek számított a neolitikum, rézkor és bronzkor során. A késő-vaskori kelta közösségek megtelepedésével, környezet átalakításával párhuzamosan antropogén hatásra terjedő fajok jelentek meg a bátorligeti láp területén. A népvándorláskor végén, a magyar honfoglalást követően a bátorligeti láp centrumát kitisztították, az üledéket kimenték és egy mesterséges tavat alakítottak ki. A mesterséges tó egészen a törökkor kezdetéig fennállt. Jelenleg a honfoglalás-kori tó mélyedésében maradtak fenn a bátorligeti láp glaciális reliktumai.

Bevezetés

Csinády Gerő a Debreceni Egyetem Természeti Földrajzi Tanszékének egykori munkatársa publikálta az első, pollenanalitikai alapú őskörnyezeti adatokat a bátorligeti láp területéről (CSINÁDY 1953). Csinády a pollenösszetétel alapján rekonstruálta az egykori vegetáció összetételét, annak változását és a virágporsem arányok változásai nyomán a láp korát a holocén kezdetétől, a fenyő-nyír (preboreális) kortól, mintegy 9–10 ezer évtől vezette le, elsősorban FIRBAS (1949) és ZÓLYOMI (1952) rétegtani eredményeit és besorolását felhasználva. Ez a Közép-Európára, köztük Magyarországra kidolgozott – egészen pontosan ÉNY-Európából átvett – rétegtani rendszer a XIX. második felétől kezdő-

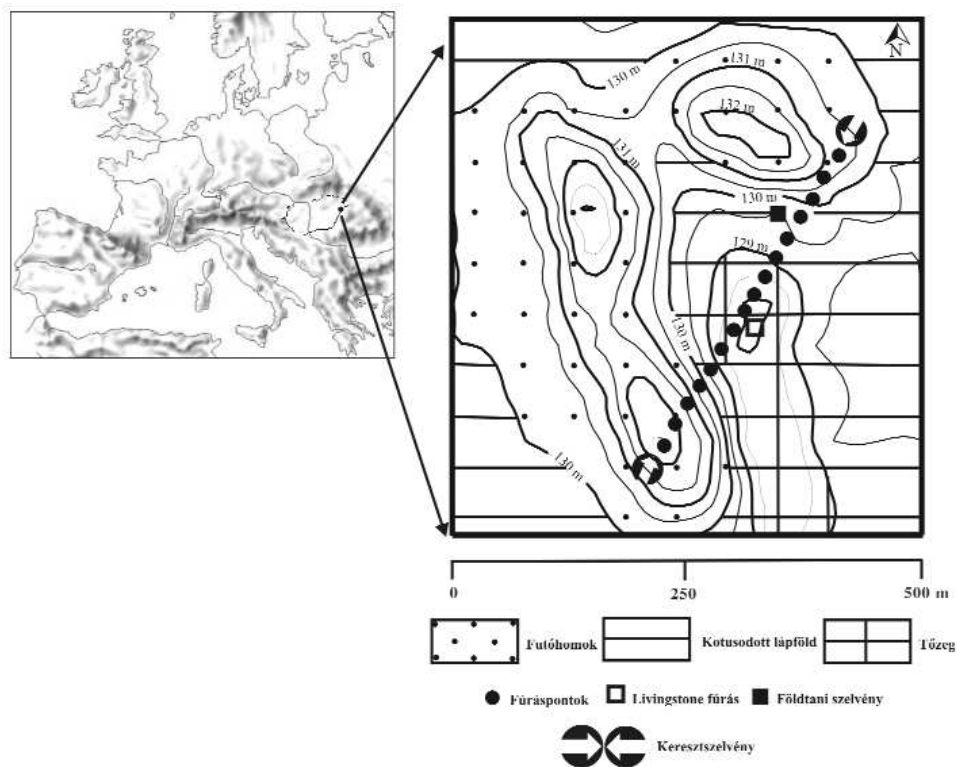
dően a Skandináv-félsziget déli részén dolgozó palinológusok (BLYTT 1876, SERNANDER 1908, VAN POST 1916) munkájának eredményeire alapozódott (SÜMEGI 2001).

A skandináv pollenanalitikai iskola eredményeinek hatására ugyanis előbb Németországban (FIRBAS 1949), majd Magyarországon (ZÓLYOMI 1952) a pollenszelvényeken megfigyelt növényzeti összetétel változások, ún. „vegetációs fázisok” (pl.: nyír-fenyő, mogyoró, stb.) fokozatosan kronozónákká, rétegtani egységekké (preboreális, boreális, stb.) merevedtek úgy, hogy megtartották az eredeti kutatási területen, a Skandináv-félsziget déli részén megfigyelt vegetációs képet visszatükröző pollenösszetétel változásokat (CUSHING 1967). Vagyis úgy alakították a paleovegetációs fázisokat kronozónákká, hogy azok megőrizték eredeti paleovegetációs tartalmukat (CUSHING 1967). Ez azt jelentené, hogy Európának a würm során jéggel borított északi és nyugati részein, illetve a würm során jégmentes déli és középső területeken ugyanabban az időben, ugyanazon növényzeti összetételbeli változások játszódtak le a pleisztocén végén és a holocén során. Ez a nyilvánvalóan tarthatatlan, toposzá merevedett tudományos elképzelés következtében Csinády Gerő téves kronológiai besorolást és fejlődéstörténeti rekonstrukciót készített az új környezettörténeti vizsgálatok eredményeinek tükrében (SÜMEGI 1996a, 1996b, WILLIS et al. 1995, SÜMEGI 2003).

Jelen publikációnk célja az volt, hogy a legújabb üledékföldtani, izotópgeokémiai, geokémiai, pollenanalitikai, karpológiai, quartermalakológiai vizsgálatok segítségével rekonstruáljuk a batorligeti védett láp fejlődéstörténetét. Adataink és eredményeink arra is rámutattak, hogy a korrekt radiokarbon adatokkal korolt környezettörténeti feldolgozások segítségével milyen pontosan nyomon lehet követni az egyes területek talajtani, növényzeti és faunisztikai állapotainak fejlődését és a kialakult emberi hatásokat a pleisztocén végén és a holocén kezdetén. Munkánk jól példázza, hogy a megfelelő őslénytani és geológiai módszerek felhasználásával milyen pontosan feltárható az elmúlt 10–20 ezer év fejlődéstörténeti eseményei és ezeknek az eredményeknek és feldolgozóknak a korrelatív összehasonlításával milyen – az eddigi adatoknál és kutatásoknál pontosabb – paleoökológiai és paleobiogeográfiai rekonstrukciókat készíthetünk Magyarországon is.

Anyag és módszerek

A batorligeti láp Magyarország északkeleti részén, a magyar-román államhatártól mintegy két kilométerre nyugatra, a nyírségi hordalékkúp futóhomokkal fedett részén. két maradványgerinc által határolt mélyedésben, egy szélbarázdában fejlődött ki (1. ábra). A területről az első tudományos közleményt Tuzson János botanikus jelentette meg, aki a batorligeti lápot szubarktikus reliktumnak tartotta (TUZSON 1914a, 1914b). Dudich Endre zoológus elemezte elsőként a batorliget láp recens *Mollusca*-faunáját (DUDICH 1926) és a faunát pleisztocén reliktumként írta le. Majd Soós Lajos határozott meg 36 csigafajt a láp területén és véleménye szerint a XIX. század előtt, a batorligetihez hasonló *Mollusca*-fauna lehetett elterjedt az Alföldön (SOÓS 1928). A mintegy 50 hektáros lápterület, illetve a lápterületet övező 200 hektáros batorligeti legelő védetté nyilvánítását követően több természetvédelmi célú botanikai, zoológiai felmérés és két átfogó monográfia készült a vizsgált területről (SZÉKESSY 1953, MAHUNKA 1991). 1914-től 804 edényes növényt, 82 mohafajt (a magyar flóra mintegy harmadát), és 5400 állat-



1. ábra A bátorligeti láp elhelyezkedése a Kárpát-medencében, és a fúrások, földtani szelvény helyzete a lápon

Figure 1. Location of Bátorliget-marsh in the Carpathian-basin and the position of cores and the geological profile on the marsh

fajt (a magyar fauna több mint negyedét) írták le a lápról és a lápot övező mintegy 300 hektáros területről. Ez a flóra- és faunaösszetétel egyedülálló az Alföldön, ezért feltételezhető, hogy a napjainkban megfigyelhető rendkívüli és egyedülálló biodiverzitásnak a terület fejlődésével, a fejlődéstörténetével összefüggő okai vannak (NYILAS és SÜMEGI 1991).

A Nyírség regionális éghajlatában szubkárpáti hatás figyelhető meg napjainkban (BACSÓ 1959, KAKAS 1960), amely alföldi viszonylatban jelentős, 600 mm-t is meghaladó éves csapadékmennyiségben, hűvösebb nyarakban (19–20 °C) és hidegebb telekben (–3 °C) nyilvánul meg. A terület mikroklímatis adottságai a futóhomok képződmény morfológiai kifejlődése következtében mozaikosak, illetve a bucka mögötti mélyedéstől a bucka tetőszintjéig egy hőmérsékleti, páratartalmi, párolgási, hőingadozási gradiens figyelhető meg (Soó 1954a, 1954b). A homokbucka belső és külső oldalán, a legmélyebb az év legnagyobb részében nedves felszínű vagy sekély vízzel borított, náddal, gyékénnyel kevert, zsombékos és magassásos lápréti társulás (*Caricetum acutiformis-ripariae*), illetve nyíresek (*Salici pentandrae-Betuletum pubescentis*) helyezkednek el. Ezeket a társulásokat és a bucka oldalait szil-kőris-tölgy keményfás ligeterdők (*Fraxino pannonicae-Ulmetum pannonicum*) övezik, míg a homokbucka tetején ezüsthárs és

tölgyfák jelentős arányával jellemezhető erdők (*Festuco-Quercetum roboris*) terjedtek (Soó 1954a, 1954b). A védett láp-futóhomok képződménytől távolabb, a bátorligeti vizsgált terület peremén található futóhomok buckákat pedig már homoki gyöngyvirágos tölgyes (*Convallario-Quercetum tibiscense*) erdők borítják. A bátorligeti terület újabb botanikai értékelést, vegetáció térképét STANDOVÁR et al. (1991, 1992), STANDOVÁR és TÓTH (1989, 1990, 1996), TÓTH (1992a, 1992b), TÓTH és MAHUNKA (1992) készítette el.

A bátorligeti talajviszonyok követik a morfológiáfüggő mikroklimatikus és növényzeti változásokat. Talajsorozatok alakultak ki a legjelentősebb szerves anyag tartalmú, semleges pH viszonyokkal jellemezhető, vasas kiválásokat tartalmazó, nagyon kötött fűz- és nyírláp talajoktól a homoki erdők enyhén savas, laza homokos talajáig (Soó 1954a, 1954b). A bátorligeti láp legmélyebb pontjain kialakult nádas vízhatású, mocsári talajszintje, jelentős karbonát tartalma (18–45%), lúgos kémhatása révén elkülönül a többi, gyakorlatilag karbonáttól mentes bátorligeti talajszinttől. Ezek a talajgenetikai különbségek jelentős fejlődéstörténeti elkülönülést, eltérő és speciális geokémiai folyamatok kialakulását valószínűsítik a bátorligeti láp területén.

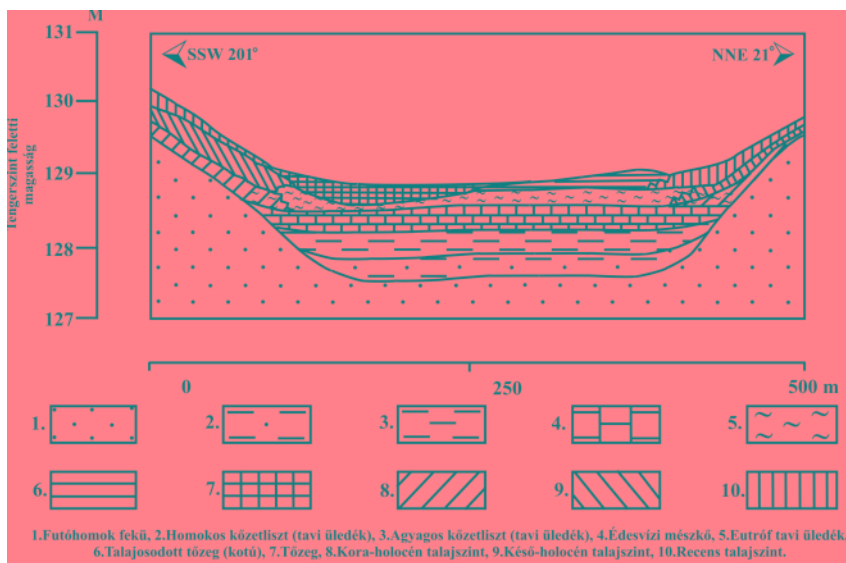
A területen található futóhomok képződmények geomorfológiai változatosságát követő mikroklimatikus, vegetációs grádiens, az alapkőzetbeli és a növényzeti változatosságot visszatükröző mozaikos kifejlődésű talajadottságok mellett a *Mollusca*-fauna összetételbeli változása, a malakocönózisok mozaikos elkülönülése is megfigyelhető a területen (NYILAS és SÜMEGI 1991, VÁGVÖLGYI 1954). Vízi *Mollusca* fajok csak a zombékos és sással, náddal, gyékénnyel fedett síklápi részről kerültek elő (NYILAS és SÜMEGI, 1991). A vízi *Mollusca*-faunában dominálnak az eutróf vizeket kedvelő, időszakos vízborítást is elviselő elemek (*Anisus spirorbis*, *Lymnaea truncatula*, *Sphaerium lacustre*, *Pisidium obtusale*). Az amfibikus életmód, illetve az erősen higrofil, hidegtűrő szárazföldi fajok (*Carychium minimum*, *Succinea putris*, *S. oblonga*, *Oxyloma elegans*, *Zonitoides nitidus*, *Perforatella bidentata*, *P. vicina*) is elsősorban a nedves bátorligeti lápréteken terjedtek el. A döntően eurosziberiai elterjedésű malakofauna elemek mellett meglepő a dél-európai, balkáni géncentrumú *Vertigo moulinsiana*, *Monacha cartusiana* jelenléte a hidegtűrő maradványelemekkel, köztük a szőrös nyírekkel (*Betula pubescens*) tagolt síklápon.

A bátorligeti láprétek kiemelkedő jelentősége, hogy a kárpáti endemikus *Perforatella vicina*, a kárpáti-podolikus *Helix lutescens* az Alföldön elsősorban ezeken a területeken jelenik meg. A láprétek mellett a legértékesebb, közép-európai hegyvidéki területen elterjedt, alföldi területen – bátorligeti lápon kívül – csak a folyók menti ligeterdőkben található *Mollusca* fajok (*Vertigo pusilla*, *Oxychilus glaber*, *Discus perspectivus*, *Cochlodina laminata*, *Clausilia pumila*, *Laciniaria plicata*, *Perforatella dibothrion*) elsősorban a bátorligeti keményfás ligeterdőkben élnek (NYILAS és SÜMEGI 1991). A buckatetőn található ezüsthársas erdőkben a közép-európai hegyvidéken elterjedt *Mollusca* fajok mellett olyan erdei elemek (*Pomatias rivulare*, *Aegopinella minor*, *Lehmannia nyctelia*) is előkerültek, amelyeknek elterjedési centruma a Balkán-félsziget és Erdély erdősültebb régióiban található. Az egyes vegetációs egységekhez köthető puhatestű közösségek összetétele alapján feltételeztük, hogy eltérő elterjedési területtel és környezeti igénnyel jellemezhető *Mollusca* fajok eltérő éghajlati és ökoszisztémás szakszokban, eltérő éghajlati feltételek között jelenhettek meg a bátorligeti területen és a vizsgált láp mikrokörnyezeti mozaikosságának hatására maradhattak fenn egymás mellett.

Ugyanakkor feltételezhető, hogy néhány *Mollusca* taxon (pl.: *Monacha cartusiana*) az emberi hatások kialakulását (pl.: erdőirtást) követően terjedt el a bátorligeti lápon és

környezetében. Így a recens malakofauna valószínűleg a holocén különböző szakaszaiban létrejött antropogén, éghajlati és környezeti hatásokra alakult ki. A jól fosszilizálódó héjanyaggal rendelkező, bátorligeti, recens *Mollusca*-fauna vizsgálata kiemelkedő jelentőségű a környezettörténeti, régészeti vizsgálatok szempontjából, mert a területen élő puhatestű fosszilis maradványai segítenek megérteni a területen a negyedidőszak végén végbement, az éghajlati változások, az antropogén hatások során bekövetkezett, a recens fauna kialakulása szempontjából alapvető faunatorténeti eseményeket.

A futóhomok képződmények közé zárt Kelet-Nyugat irányban mintegy 220 méter széles, É-D irányban 490 m hosszú szélbarázda ideális üledékgyűjtő mélyedést alkot az őskörnyezeti vizsgálatokhoz. A földtani térképező fúrásokat motoros spirálfúróval, illetve a hazai térképezéseknél használatos Földvári fejjel készítettük. Így földtani térképező fúrások alapján a parabolaszárak között keresztmetszvényt alakítottunk ki, amelynek segítségével az üledékgyűjtő medencében kifejlődött rétegek kiterjedését rajzoltuk meg (2. ábra). Az őskörnyezeti, környezetrégészeti, régészeti geológiai vizsgálatokhoz zavaratlan magkihozatalú sekélyfúrásokat a nemzetközi paleoökológiai vizsgálatok során elfogadott és használatos módosított Livingstone-, illetve Orosz-fejjel és az ún. „átlapoló“ módszerrel mélyítettük le (LIVINGSTONE 1955, WRIGHT 1967). A pollenanalitikai fúrás helyének a futóhomok buckák mögötti kifúvásos mélyedés legmélyebb pontját választottuk ki, ahol a legvastagabb, legteljesebb üledékrétegek fejlődtek ki. A fúrások mellett a parti zónában egy földtani szelvényt ástunk ki (1. ábra). Ennek oka az volt, hogy csak a part menti övezetben, a jelentősebb parti üledék beosodása következtében nyílt lehetőség szárazföldi környezetben élt *Mollusca* fajok jelentős mennyiségű héjainak begyűjtésére, mert a szélbarázda központi részén kialakult tavi rétegekben ezek a fajok már nem jelentek meg. A réteghatárok kijelölése után az üledékes rétegeket a finomrétegtani szabályoknak megfelelően szisztematikus (BIRKS és BIRKS 1980) részmintákra bontottuk. A fúrások esetében 4 cm-ként végeztük a szedimentológiai, geo-



2. ábra A bátorligeti láp geológiai keresztmetszéne (SÜMEGI 1996)

Figure 2. The geological cross-section of the Bátorliget-marsh (SÜMEGI 1996)

kémiai, malakológiai és 2 cm-ként pollenanalitikai vizsgálatokat (WILLIS et al. 1995), míg a földtani szelvény üledékföldtani és őslénytani feldolgozása a finomrétegtani eljárásoknak megfelelően (KROLOPP 1983), 5 cm-ként történt (SÜMEGI 1996b). A mintákat hazaszállítás után hosszában elvágtuk, és az üledékföldtani, pollenanalitikai, antrakológiai, karpológiai, malakológiai vizsgálatra, geokémiai elemzésre szánt részeket, a nemzetközi vizsgálat kívánalmai szerint, 4 °C -on tároltuk.

A paleoökológiai és rétegtani vizsgálatok az 1950-es években megindul és az 1980-as évek kezdetére kiforrott negyedidőszaki finomrétegtani mintavételi eljárásokon és feldolgozási modelleken alapulnak (BERGLUND 1986). A finomrétegtani mintavételen és a standardizált feldolgozáson túl az adatok korrelatív összevetését és értelmezését, a Birks-féle (BIRKS és BIRKS 1980) nemzetközi, negyedidőszaki, őslénytani és geológiai módszereken alapuló paleoökológiai elemzési rendszer következetes használatát tartottuk alapvetőnek. A bátorligeti láp fejlődéstörténetének feltáráshoz meg kell értenünk a kis méretű üledékgyűjtő medencékben az üledék felhalmozódásának, a különböző ősmaradvány típusok beágyazódásának mechanizmusát, mert a negyedidőszaki paleoökológiai, régészeti geológiai, környezettörténeti kutatásokban jelentős szerepet tölt be a lokális felhalmozódási környezet, a kis területű üledékgyűjtő medencék rekonstrukciója (MACKERETH 1966). Az egyik legpontosabb negyedidőszaki öskörnyezeti rekonstrukciós modellt az egykori környezet változásairól az üledékgyűjtő medence és vízgyűjtő rendszerének kapcsolatánál dolgozták ki. A modell lényege az, hogy egy tó, láp vagy mocsár medrét és vízgyűjtő területét lehatárolják a vízgyűjtő geomorfológiai, illetve geológiai adottságai, a természetes vízválasztó vonala, határai. A vízgyűjtő területéről származó anyagok, a lejtők alapkőzetéből, talajából lepusztult anyagok mosódhatnak, szél által szállított por és virágporok hordódhatnak és rakódhatnak le távoli területekről az üledékgyűjtőbe, illetve a tóban élt szervezetekből is jelentős mennyiségű üledék képződhet és halmozódhat fel. Az eltérő származású anyagok egy helyen történő felhalmozódása azt jelenti, hogy az üledékgyűjtő térben is reprezentálja a vízgyűjtő, valamint a befogási területén végbement változásokat. Ugyanakkor a tavi, lápi vagy mocsári rendszerben található üledékrétegek felhalmozódása időfüggő esemény, ezért az üledékgyűjtő nemcsak a vízgyűjtő területen történt eseményeket gyűjti össze, hanem időben is rögzíti a felhalmozódott üledékek és rétegek helyzetét. Amennyiben a mikroléptékű (néhány hektáros) skálán történő környezeti változásokat akarjuk megvizsgálni, akkor olyan kisebb felületű, zártabb üledékgyűjtő rendszereket kell kiválasztani, amelyek csak lokális jelenségekről hordoznak információkat (DEL COURT és DEL COURT 1991). Ilyen kis méretű, lokális üledékgyűjtőként fogható fel a mintegy 2 ha kiterjedésű szélfújta mélyedésben kialakult bátorligeti láp is (WILLIS et al. 1995).

Mind a láp centrumában lemélyített fúrás szelvényen, mind a part mentén kialakított földtani szelvényen részletes üledékföldtani, mikromineralógiai, mikromorfológiai, pásztázó elektronmikroszkópos, radiokarbon, szén és oxigénizotópos, röntgendiffrakciós vizsgálatokat, fő- és nyomelemzést, valamint pollenanalitikai, antrakológiai, karpológiai és malakológiai elemzéseket végeztünk (WILLIS et al. 1995, SÜMEGI et al. 1996, DÁNIEL et al. 1996, SÜMEGI 2003). Mivel a módszerek részletes bemutatása már több helyen is megtörtént itt elsősorban az elemzések eredményeinek és a környezettörténeti változások bemutatására törekszünk.

Eredményei és értékelésük

A láp centrumában Livingstone fúróval mélyített szelvényből és a láp peremén kialakított földtani szelvényből 17 radiokarbonmérést végeztünk az MTA debreceni Atommag Kutató Intézet Könnyűizotóp Laboratóriumában (3. és 4. ábra). Az őslénytani és radiokarbon adatok és párhuzamok alapján (SÜMEGI 1996b) feltételezzük, hogy a bátorligeti szélfújta mélyedésben a tavi üledékképződés mintegy Krisztus előtti 19-20 ezer évvel ezelőtt kezdődhetett el. Így a bátorligeti láp fekvését alkotó szélbarázdának, a fekvést alkotó futóhomok képződésének idejét ezt megelőző korra, a würm végén kialakult egyik rövidebb idejű hideg és száraz szakaszra, a Krisztus előtti 20–21 ezer évre tehetjük. A fekvést alkotó karbonátmentes homokból a mikromineralógiai elemzés elsősorban jelentős mennyiségű kvarcot, földpátot, muszkovitot mutatott ki.

A fekvésre egy a felszín felé fokozatosan csökkenő homoktartalmú, jól osztályozott, sárgásszürke színű, karbonát- és *Mollusca* héjmentes, finomkőzetlisztes durvakőzetliszt réteg, egy hideg vízi oligotróf tóban felhalmozódott üledékréteg települt. Ez az üledékréteg a szélbarázda peremén kiékelődik, mindössze néhány centiméteres réteget alkot, de az üledékgyűjtő centrumában meghaladta a félméteres kifejlődést is. A szemcseösszetétel alapján feltételezhető, hogy a tavi rendszerben jelentős mennyiségű hulló por halmozódott fel és minerorganikus üledékréteget alkotott. Az üledék C/N aránya 10-es

CM	Üledék	Geokémia	Mollusca	Pollen	Kor CAL BC/AD
10	Feketésbarna, agyagos tőzeg Th4				CAL AD 1951
20	Feketésbarna, faszenes agyago-kőzetlisztes Ld2Th1Dg1	Szerves anyagtartalom 50-60%-ra emelkedik.	Palearktikus, euroszibériai vízi, vizparti, mocsári fauna előretörése, hidegtűrő elemek ismételt megjelenése.	Ruderális, erőteljes emberi hatást tükröző pollenkép	CAL AD 1414
30		Karbonáttartalom maximuma, szerves anyag tartalom 20-25% közötti, Na, Ca tartalom a szelvényen belül a legjelentősebb, fedő felé növekvő Mn és Cu tartalom.	Thermofil DDK-Európai fajok csökkenő aránya.	Fafajok erőteljes visszaesése, antropogén hatást tükröző gyomok (<i>Plantago</i> , <i>Rumex</i> és gabonafélék) megjelenése	CAL AD 984
40			Thermofil, DDK-Európai fajok dominanciamaximuma, holocén klímoptimum kialakulása, vízborítási maximum	<i>Tilia</i> visszaszorul, <i>Quercus</i> és a tölgyes erdőre jellemző fafajok előretörnek, <i>Fagus</i> (bükk) és <i>Abies</i> (jegenyefenyő) alacsony, de folyamatos jelenléte	CAL BC 6008
50	Lc1Ld1Th1 Dg1 Tavi kretia Lc4		Thermofil és hidegtűrő fajok együttes jelenléte, palearktikus elterjedési taxonok maximuma.	Lombos fák előretörése, <i>Tilia</i> (hárs) kiemelkedő dominanciája	CAL BC 8483
60	Fehéresszürke színű, karbonátos, növekvő kőzetliszt és csökkenő homoktartalmú, goethit foltos, édesvízi mészű Mollusca héjakkal fedében zárt, vöröszínű vasas rétege Lc2As2	Szerves anyag 10%-ra, karbonáttartalom 30%-ra emelkedik, Si tartalom csökkent, Fe, Mn, P koncentráció maximumon.	Hidegtűrő, euroszibériai fajok és vízi fauna dominanciája.	<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Betula</i> dominancia vegyeslombú zárt tagja állapot, mérsékeltvízi lombos fák alacsony, de folyamatos jelenléte <i>Corylus</i> növekvő jelenléte, nyílt teret kedvelők visszaszorulnak.	CAL BC 8607
70		Jelentős szilikáttartalom (90-95%), szerves anyag tartalom 1-2% közötti, Allogén elemek, mint a K, Mg, Zn, Cr, Mg koncentrációja kiemelkedően jelentős.		Lágyszárúak expanziója, vegyeslombú tagjás sztyepp stadiális állapot (<i>Gramineae</i> , <i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , <i>Cyperaceae</i> <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Carpinus</i>).	CAL BC 10.643
80	Sárgászöld színű karbonátmentes, növekvő durvakőzetliszt és csökkenő agyagtartalmú, oligotróf tavi iszap As3Ag1			Fák előretörése, vegyeslombú sztyeppes tagja, interstadiális állapot (<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Betula</i>).	?
90	Szürkészöld színű karbonátmentes, héj-, agyagmentes, kőzetlisztben dúsz, "minerorganikus" tavi üledék As2Ag2				CAL BC 14.000
100					?
110					CAL BC 16.000
120	Jól osztályozott fekvő futóhomok Ga3As1	Szilikáttartalom 95% feletti szerves anyagmentes			?
130					CAL BC 19.000

3. ábra Livingston fúrás-szelvény paleoökológiai feldolgozásának eredményei (WILLIS et al. 1995 nyomán, módosítva)

Figure 3. Results of the palaeoecological investigation of the Livingston core profile (after WILLIS et al. 1995, modified)

Carpinus orientalis jelenlétét, mert egyértelműen csak a *Carpinus betulus* fajhoz sorolható magok kerültek elő (SÜMEGI et al. 1996). Ugyanakkor Willis *Carpinus orientalis* pollenre vonatkozó meghatározását több palinológus (JÁRAINÉ-KOMLÓDI 2001, MAGYARI 2002) is bírálta, jelezve, hogy a *C. betulus/C. orientalis* fajok elkülönítése a korábban leírt és WILLIS et al. (1995) által felhasznált pollen határozási bélyegek alapján nem egyértelmű. Ugyanakkor a faszenek alapján a térségben már korábban is bizonyítani lehetett a *Carpinus betulus* faj egyértelmű, felső-würm korú jelenlétét (RUDNER és SÜMEGI 2001), ezért feltételezzük, hogy a bátorligeti, felső-würm kor végén kialakult vegyes lombosított sztyeppés tajgában nem a napjainkban a Mediterránban, Pontikumban elterjedt, illetve a csákvári Kerek-hegyen is megtalálható *Carpinus orientalis*, hanem a közép-európai területeken elterjedt *Carpinus betulus* faj jelenhetett meg. A frissen kialakult tóban *Myriophyllum verticillatum* (gyűrűs süllőhínár) és *Potamogeton* (békaszőlő) fajok alkották a hínárvegetációt (WILLIS et al. 1995), míg a vízparti vegetációt *Sphagnum* (tőzegmoha) és bokorfüzes (*Salix*) képezte. A hínárvegetáció vízborítási igénye alapján a felső-würm tó mélysége mintegy 1,5–2 m mély lehetett.

A következő üledékes rétegben a homokfrakció aránya lecsökken és egyre jelentősebb arányban jelentkezik az agyagfrakció és egy kékeszöld színű agyagos kőzetliszt horizont alakult ki. Feltételezhető, hogy ez az agyagtartalom a parti régió talajainak bemosódásából származott. Az agyagtartalom talajerózióból származó növekedését az is alátámasztja, hogy a lúp peremén található szelvényben az agyagtartalom (2–30%) végig jelentősebb volt, mint a lúp centrumában kialakított fúrásszelvényben (1–7%), jelezve a parti bemosódás kialakulását. Az agyagtartalom legjelentősebb aránya (20–30%) a parti szelvényben és ebben a horizontban a durvakőzetliszt aránya ugrásszerűen, 60%-ról 30% alá csökkent, ugyanakkor a szerves anyagtartalom jelentősen megemelkedett. Ezek a változások jól párhuzamosíthatók a pleisztocén végi üledékképződési környezet megváltozásával, a levegőben lévő egykori eolikus poranyag csökkenésével, a növényzettel borított térszínek növekedésével és a mállás intenzívebbé válásával (SÜMEGI 1996a, 1996b). Hasonló a globális hőmérséklet-növekedés hatására lejátszódott üledékes környezeti változást már korábban is sikerült kimutatni a magyarországi üledékgyűjtő medencékben (WILLIS et al. 1997, SÜMEGI 1996a, 1996b 2001). A bátorligeti üledékképződési környezet megváltozását Krisztus utáni 14 ezer évre tehetjük a radiokarbon eredmények és a különböző üledékgyűjtő medencék ülepedési rátájának figyelembevételével. Ez a késő-glaciális kor kezdetén kialakult agyagtartalom növekedés és kőzetliszt-tartalom csökkenés jó egyezést mutat a levegőben lévő globális szintű poranyag fokozatos csökkenésével, a löszképződés lezárulásával (PÉCSI 1993), a Kárpát-medencében a késő-glaciális vegyeslombú, zártabb tajga állapot kialakulásával és a podzoltalaj képződés intenzívebbé válásával (SÜMEGI 1996a, 2003). Ezt támasztja alá az elem- és ásványösszetétel változása is, mert a vízben oldható, savas pH körülmények között képződő podzol talaj esetében a szilikátokból felszabaduló és mobilis, vízdoldható formába kerülő Fe, Mn, Al aránya a szelvényen belül a legjelentősebbnek, ugyanakkor a vízben oldható Ca, Mg, Si aránya a legkisebbnek bizonyult. Az üledékes szuszpenzióban mért pH alapján is egyedül ebben a szintben lehetett savas viszonyokat kimutatni a vizsgált rétegsorokban. Az agyag jelentős része szmektit, kisebb része szmektit/illit típusúnak bizonyult (KOVÁCS-PÁLFFY et al. 1996). A C/N arány fokozatosan 10 fölé emelkedett, de a 15-ös értéket nem haladta meg, vagyis a tavi rendszer fokozatosan disztróf rendszerré válhatott. Ennek az üledékes horizontnak a legjellemzőbb ásványai a Fe-montmorillonit

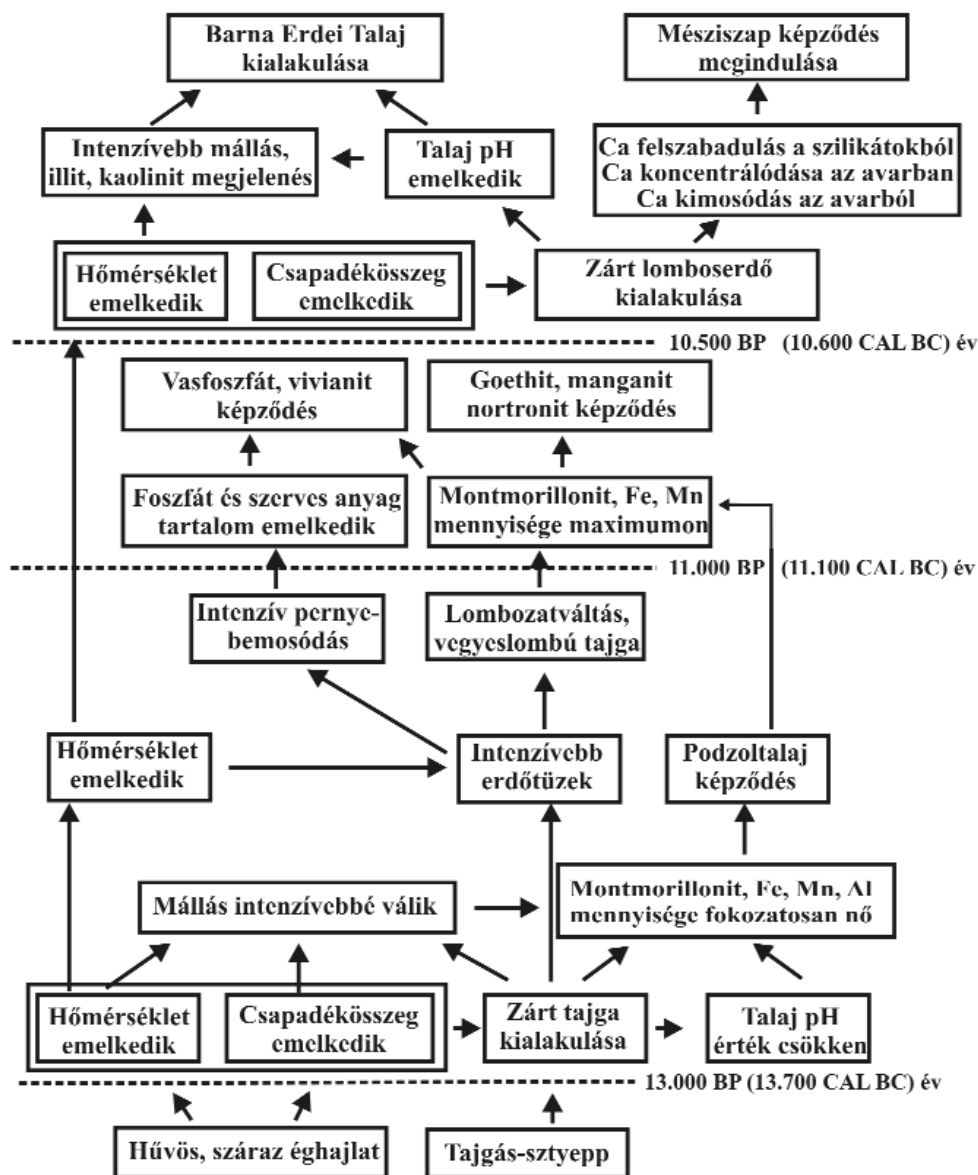
(nontronit), goethit, gipsz, barit és a vivianit voltak (KOVÁCS-PÁLFFY et al. 1996). A pásztázó mikroszkópos és mikroszondás elemzések alapján a vivianit, manganit, nontronit ásványok mellett elnyúló, lapos táblás kifejlődésű illetve helyenként rostos, szálas megjelenésű Ca-, Ba-, és S -tartalmú ásványok, gipsz és barit mutatható ki.

Az üledék és ásványösszetétel mellett az egykori vegetáció is jelentősen átalakult. A pollenkoncentráció az előző szintekhez képest ugrásszerűen megemelkedett. Ez a változás az egyre jelentősebb növényzeti borítás pollenkibocsátó képességének növekedését, az üledék pollenmegőrző képességének javulását jelzi. A sásfélék (*Cyperaceae*), fűfélék (*Gramineae/Poaceae*) aránya erőteljesen lecsökkent, a homoktövis (*Hippophaë rhamnoides*) teljes mértékben visszaszorult, ugyanakkor az ürömfélék (*Artemisia*) aránya jelentősen megemelkedett ebben a szintben, és az erdefenyő (*Pinus*), a lucfenyő (*Picea*), a nyír (*Betula*), a boróka (*Juniperus*) aránya a szelvényen belül a legjelentősebbé vált. A mérsékeltövi, melegkedvelő, széles-levelű fák (*Quercus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Corylus*) aránya emelkedett és egyes mintákban elérte az 5%-ot is. A *Salix* (fűz) aránya ugyancsak emelkedett. A tűlevelű elemek és lombosfa fajok tehát egyaránt terjedtek ebben a kronológiai horizontban.

Az üledékföldtani, geokémiai és paleobotanikai adatok egyaránt azt bizonyítják, hogy zárt tajga alakult ki a vizsgált területen. A zárt tajga kialakulását követően a talaj, egészen pontosan a savas pH-n történő podzolképződés felerősödött és ennek hatására az üledékgyűjtő medence és a környező területek elemforgalma megváltozott.

Ebben az üledékes horizontban sikerült *Mollusca* faunát is feltárnunk, amelyben a palearktikus, euroszibériai, hidegtűrő, nagy tűrőképességű és állandó vízborítást igénylő vízi fajok (*Valvata pulchella*, *Lymnaea palustris*, *Planorbis planorbis*, *Bithynia leachi*, *Gyraulus riparius*) aránya volt a jelentős. A szárazföldi faunaelemek közül csak a vízparti sávban elterjedt, víz feletti növények szárain, levelein, vagy mohákon élő *Carychium minimum*, *Succinea putris* fajok kerültek elő ebből a szintből. A fauna összetétele alapján a késő-glaciális korban a tavi állapot legjelentősebb vízborítottsága mintegy 1,5 m mély lehetett.

A viviantos üledékrétegre egy vörösbarna színű, agyagos kőzetliszt réteg települt, majd helyenként vörösbarna vasas foltokat tartalmazó édesvízi mészkőréteg fejlődött ki. A geokémiai elemzések arra utalnak, hogy ebben az üledékes szintben, a kalcitban, az egyértelműen domináns Ca^{2+} kation (94%) mellett elsősorban Mg^{2+} (4%) kation mutatható ki, míg a Fe^{2+} (2%) tartalom alárendelt. A vörösbarna színű rétegben a kalcitot a következő formában írhatjuk le pontosan: $(\text{Ca}_{0,94}\text{Mg}_{0,04}\text{Fe}_{0,02})\text{CO}_3$ és ezt a karbonátos ásványi összetételt *Mg(Fe)-tartalmú kalcitnak* nevezhetjük. Az édesvízi mészkőrétegben karbonát tartalom ugrásszerűen megemelkedett (5. ábra) és több mintában is meghaladta az 50, sőt a 70%-ot is. A vizes extrakció Fe tartalma hirtelen lecsökkent, míg a Ca, Mg, Al, Si tartalom erőteljesen megemelkedett. A szerves anyag tartalom is jelentős ebben a horizontban, ugyanakkor az üledékben mért C/N arány meghaladta az eutróf tavakra jellemző 15-ös értéket. Ezek az adatok jelentősebb szerves anyag terheltség kialakulását, a bátorligeti üledékgyűjtő medencében kifejlődött tavi rendszer egykori, fokozatos eutrófizációját tükrözi. A röntgendiffrakciós elemzések alapján (KOVÁCS-PÁLFFY et al. 1996) jelentős mennyiségű (22-64%) kalcit alakult ki a szelvénynek ebben a szakaszában, míg a szilikátok mennyisége fokozatosan lecsökkent és megjelent a pirit (FeS_2) ásvány a szelvényben. Az előző szinthez képest a Mg^{2+} kation (2%) beépülése a kalcit rácsába lecsökkent és alacsony Mg-tartalmú kalcit ($\text{Ca}_{0,98}\text{Mg}_{0,02}\text{CO}_3$), illetve az



5. ábra A bátorligeti táj elemeinek változása a pleisztocén/holocén határán (SÜMEGI 1996)

Figure 5. Changes of the elements of the landscape of the Bátorliget-marsh at the Pleistocene/Holocene transition (SÜMEGI 1996)

mikroszonda vizsgálatok alapján tiszta *calcit* egyaránt képződött az üledékben. A karbonát-tartalom legjelentősebb aránya (78%) a karbonátos szint felszín közeli részén alakult ki. Ugyanitt a szerves anyag tartalom is jelentősen megemelkedett és meghaladta az 5%-ot. Az üledékgyűjtőbe bemosódott agyagásványok alapján a környező területeken a mállás jellege mintegy 9 000 évvel ezelőtt megváltozott, mert az autochton származású muszkovit szemcsék eltűnésével egy időben a szmektit, illetve szmektit-illit típusú agyásványok mellett jelentős arányban megjelentek az illit és kaolinit agyagásványok is, míg a nontronit agyagásvány eltűnt az üledékes összletből. Ezek a változások a podzol talajképződés lezárulását, a barna erdei talaj kialakulásának megindulását valószínűsítik. Hasonló talajfejlődési folyamatváltozást lehetett rekonstruálni a Kárpát-medence más területein is a pleisztocén-holocén határán (WILLIS et al. 1997).

A bátorligeti szélfújta mélyedést övező homokbucka anyaga, eltérően a kiskunsági homokterület alapkőzetétől nem tartalmaz sem kalcitot, sem dolomitot, teljesen karbonát-mentesnek bizonyult, így a tavi karbonátos rendszerbe allochton módon nem kerülhetett be törmelékes karbonát, kalcit vagy dolomit. Ezért feltételezzük, hogy a vízben oldódó Ca-, Mg-tartalom valószínűleg a szilikátok (a nehézasvány vizsgálat alapján a terület futóhomok alapkőzetét felépítő piroxén, földpát és muszkovit ásványok) mállásából származott. Tehát az üledékgyűjtő medence vízgyűjtő területén kialakult mállásnak, talajképződésnek kiemelkedő jelentősége van a tó elemforgalma szempontjából, nem véletlen, hogy a vízben oldódó Ca-, Mg-tartalom a pleisztocén végén, a holocén kezdetén, a globális hőmérséklet okozta vegetáció- és talajváltással, a mállás intenzitásának növekedésével egy időben emelkedett meg ugrásszerűen. Ezt a Ca felszabadulást erőteljesen segíthette a holocén kezdetén a lombos fák terjedése, mert ezek a növények – szemben a tűlevelű fákkal – akkumulálják a leveleikben a mállás során felszabaduló kalciumot, így a lombos fákról lehulló levelek kalciumtartalma tízszer-tizenötöszer jelentősebb, mint a tűlevelek kalciumtartalma (BENNETT et al. 1992, WILLIS et al. 1997). A lombos fákról lehulló levelekből a csapadékvíz a kalciumot könnyen kioldja és az üledékgyűjtő medencébe transzportálja. A vízben így jelentős mennyiségű hidrokarbonáthoz kötődő kalcium ($\text{Ca}[\text{HCO}_3]_2$) alakulhatott ki.

A radiokarbon vizsgálatok alapján a Krisztus előtti 11. évezredben ugrásszerűen megváltozott a pollenösszetétel. Előbb a lucfenyő, majd 10 000 BP évtől a *Pinus*, *Betula* virágporszemek aránya jelentősen lecsökkent és egyúttal a *Tilia*, *Corylus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Alnus*, valamint a páfrányok (*Filicales*) aránya erőteljesen emelkedett, míg a fű- és sásfélék aránya jelentős maradt. Ezt a pleisztocén/holocén határon kialakult, jelentős pollenösszetétel változást a bátorligeti szelvényben egyedülállóvá tette, hogy a hárs (*Tilia*) dominanciája emelkedett meg jelentősen (WILLIS et al. 1995), szemben más magyarországi szelvényeken jelzett mogyoró, tölgy, vagy sztyepp elemek dominancia növekedéséhez képest (ZÓLYOMI 1931, 1952, JÁRAINÉ-KOMLÓDI 1966, 1968, 1969). Hasonló hársfa dominanciával jellemezhető kora-holocén erdőket lehetett rekonstruálni a siroki Nyíres-láp (GARDNER 1999), valamint a csarodai Nyíres-tó (SÜMEGI 1999) elemzésénél is. A *Tilia* kiemelkedő aránya valószínűleg összefüggésben hozható a bátorligeti láp környezetében megfigyelhető morfológiai mozaikossággal, mert a talajvíztükör fölé emelkedő száraz homokhát megfelelő élőhelyet biztosított a hársfa megtelepedésének és terjedésének. A védett területen ma is a homokbucka délkeleti lejtőrészén maradt fenn az ezüsthársas erdőtársulás. A melegkedvelő *Tilia* dominanciával jellemezhető erdősztyepp vegetáció majd 2000 naptári éven át, Krisztus előtti 8600 évig fennmaradt.

A *Tilia* kora holocén gyors megjelenése, expanziója és jelentős aránya alapján feltételezzük, hogy a hárs erdélyi, Partiumi refugiumának, reliktum területeinek fluktuációs övezetéhez tartozott az ÉK alföldi régió, magában foglalva a csarodai, batorligeti területeket is. A pleisztocén/holocén határán kialakult erdőtársulással párhuzamosan a süllydés és tavi rendszerben visszaszorult és megjelentek a sekély, gyorsan átmelegedő vizet jelző széleslevelű gyékény (*Typha latifolia*), békaszőlő (*Potamogeton*), békabuzogány (*Sparganium*), hídőr (*Alisma*) fajok a szélfújta mélyedésben kialakult tóban.

A növényzet alapján a holocén kezdetén az enyhébb, szárazabb éghajlaton, a kisebb csapadék mennyiség és/vagy az intenzívebb párolgás következtében a szélfújta mélyedésben kialakult tavi rendszer vízszintje valószínűleg szezonálisan, a vegetációs periódus során lecsökkenhetett. A mésziszap képződés során megközelítőleg Krisztus előtti 8600 évtől a hárs fokozatosan visszaszorul és a tölgy (*Quercus*), fűz (*Salix*) pollenek aránya emelkedik jelentősen és bár csekély arányban, de megjelennek a bükk (*Fagus*) és a jegenyefenyő (*Abies*) virágporszemcsék is a szelvényben. Egy kiegyenlített, csapadékosabb éghajlaton indult meg a tölgyerdő terjedése és valószínűleg a hárserdők is ekkor szorultak a batorligeti parabolabucka déli lejtőjére. A *Fagus* pollenek jelenléte több szempontból is jelentős. Légáramlással nehezen terjedő pollenjei következtében feltételezhető, hogy a bükkfa a batorligeti kora holocén kiterjedt tölgyerdő vegetációjának, még ha jelentéktelen számban is, de része volt. Ezt támasztja alá a parti szelvényből származó, egyértelműen az egykori helyi vegetációból eredő, autochton beágyazódású faszénminták antrakológiai vizsgálata (SÜMEGI et al. 1996), amelyben mintegy Krisztus előtti 7600 évtől a bükk faszenek folyamatos jelenlétét lehetett bizonyítani. A bükkfa pollenszemek és faszenek azt bizonyítják, hogy a bükk terjedése nem csak a szlovéniai negyedidőszaki bükk refugiumból (GARDNER 1998, 1999, GARDNER és WILLIS 1999) indulhatott meg, mint azt több magyar palinológus állítja az utóbbi időkben (MAGYARI 2001). A batorligeti adatok szerint a bükkfának több reliktum területe is kialakulhatott a Kárpát-medence peremén, a medencét környező hegységekben (Erdélyi középhegység, Kárpátok, Fruska Gora), így a bükkfa terjedése, alföldi megtelepedése többirányú folyamat lehetett, illetve több irányból is megtörténhetett. A vízi növények pollen arányának változásai, a gyékény, békaszőlő, hídőr dominancia hullámlásai alapján a periodikus vízborítás tovább folytatódhatott ebben a vegetációs fázisban is, bár a vízi tündérrózsa (*Nymphaea*) megjelenése a tó vízszintjének általános emelkedését, a jelentősebb vízborítás kialakulását jelzi.

A láp peremén kialakított földtani szelvényben az első malakológiai horizont Krisztus előtti 11 500–9 600 évek közé tehető. Az állandó vízborítást igénylő fajok aránya a parti szelvényen belül ebben a horizontban a legjelentősebb és a faunában az enyhébb klímát kedvelő (*Pomatias rivulare*, *Discus perspectivus*, *Vertigo angustior*), és hidegtűrő elemek (*Valvata pulchella*, *Bithynia leachi*, *Gyraulus riparius*, *Discus ruderratus*) egyaránt előfordulnak. A vízi fauna összetétele teljesen hasonló, mint a láp centrumában mélyített fúrászelvényében talált pleisztocén végi vízi fauna összetétele és ez alapján egy hidegvízű, növényzettel kevésbé benőtt, oligotróf tavi rendszert rekonstruálhatunk. Viszont a szárazföldi faunában a pleisztocén hidegebb szakaszaiban elterjedt, hidegtűrő, erdei, boreo-alpin (*Discus ruderratus*) és a holocén során szétterjedő, erdei környezetet és enyhébb klímát kedvelő közép-európai (*Discus perspectivus*), pontikus (euxin) elterjedésű fajok (*Pomatias rivulare*) egyaránt előfordultak. A parti szelvény szárazföldi faunájának összetétele szinte teljes mértékben korrelálható a láp centrumában mélyített fúrás pollen-

elemzésének eredményeivel, a pollen alapján megrajzolt termomezofil lombos erdei elemekből és tűlevelűekből álló, zárt vegyes lombos erdő fajta keveredésének, a tajga/lombos erdő váltás szintjével. Feltűnő, hogy ezeknek a pleisztocén/holocén határán kialakult *Mollusca*-faunát alkotó fajoknak recens areája nem átfedő. Ezért a batorligeti láp környezetében a pleisztocén végén, holocén kezdetén olyan csigaközösségek alakulhattak ki, amelyeknek nincsenek napjainkban megfigyelhető párhuzamai. A batorligeti, pleisztocén végi, helyi környezeti tényezőket tükröző szárazföldi *Mollusca*-fauna különleges összetétele egyrészt bizonyítja, hogy a batorligeti területen egy termomezofil erdei elemeket is megőrző erdei refugium fejlődött ki. Másrészt arra bizonyítják, hogy a korábbi megállapításokkal szemben (FÜKÖH 1990, 1992, JÁRAINÉ-KOMLÓDI 1966, 1969, ZÓLYOMI 1952) a pleisztocén/holocén határán a Kárpát-medencében nemcsak hideg sztyepp – nyír-fenyő erdő – meleg sztyepp, hanem tajgaerdő, lomboserdő váltás is rekonstruálható. Az euxin, a közép-európai és a boreo-alpin fajok jelenléte mellett holarktikus, palearktikus és eurosibériai elemek dominálnak ebben a szintben. Az erdei fajok kiemelkedő, 90%-ot meghaladó aránya mellett a szegély zónát és nyílt területet kedvelő fajok is megjelentek ebben a szelvényszakaszban. A fauna-összetétel tehát már a pleisztocén végén, a holocén kezdetén rendkívül sokszínű volt. Úgy tűnik, hogy az élővilág napjainkban is megfigyelhető nagyfokú sokszínűsége (a biodiverzitás) már a pleisztocén végétől fennállt a batorligeti lápon.

A hárs pollen dominanciaszintjében, Krisztus előtti 9600–8400 évek között az állandó vízborítást kedvelő fajok, köztük a hidegtűrő elemek aránya, valamint az erdei fajok dominanciája lecsökkent és az időszakos vízborítást kedvelő elemek, a szegély zónát kedvelő fajok aránya megemelkedett. Ezek a változások egy szárazabb éghajlati szakasz, egy nyitottabb, jól átvilágított, valószínűleg erőteljesebb cserjevegetációval rendelkező erdőtüpus kialakulását valószínűsítik és jól párhuzamosíthatók a láp centrumában mélyített fúrás szelvényéből megismert kora-holocén során kifejlődött pollen-összetételbeli és faunisztikai változásokkal. A *Mollusca*-faunában visszaszorulnak a boreo-alpin elemek, a hidegtűrő fajok aránya tovább csökken, megjelennek a közép-európai erdei elemek és fokozatosan emelkedett a délkelet-európai, erdei környezetet igénylő fajok aránya is. A délkelet-európai erdei fajok közül a batorligeti láp területén ma még jelenlévő *Aegopinella minor* (NYILAS és SÜMEGI 1991) és a recens faunában már nem található *Aegopinella pura* együttes jelenléte is igazolja a fentebb leírt összefüggéseket. Mivel az erdőssztyepp jellegű növényzetnél a nyitottabb növényzeti borítást igénylő fajok arányának is növekednie kellett volna, ezért egy különleges, jó fényáteresztő lombos erdővel rendelkező és nem erdőssztyepp jellegű erdei növényzet kialakulását rekonstruáltuk ebben a szintben.

A következő quartermalakológiai horizont Krisztus előtti 8400–4800 évek között fejlődött ki. Az állandó vízborítást igénylő fajok aránya tovább csökkent, míg az időszakos vízborítást igénylő fajok aránya tovább emelkedett és a két, eltérő vízi környezetet igénylő paleoökológiai csoport aránya ebben a szintben átfordult. Ez a faunaváltozás a vízszint változása mellett elsősorban egy széles, mocsaras parti övezet és valószínűleg egy keményfás ligeterdő kialakulását jelezheti. Ezt támasztja alá a parti élőhelyekre, nádas, gyékényes, sásos övre jellemző *Carychium minimum*, *Vallonia pulchella*, *V. enniensis* illetve az erdei környezetre jellemző *Carychium tridentatum* kiemelkedően jelentős aránya, a mintánként több ezer egyeddel történő előfordulása is.

A radiokarbon vizsgálatok alapján Krisztus előtti 6008 cal BC évnél a karbonátos üledékes fázis lezárult és egy szerves anyagban dús tavi üledékes rendszer alakult ki. A mezotróf holocén tavi rendszer eutrófizálódása az első termelő gazdálkodást folytató neolit közösségek megjelenésével egy időben fejlődött ki a bátorligeti szélbarázdában. Így feltételezhető, hogy a tavi rendszer eutrófizálódása összefüggésben lehetett a neolit közösségek égetéssel erdőirtásos tevékenységével, a szántók, legelők kialakítása során megnövekedett talajerózióval. A kora neolit erdőirtásokat követően több, emberi hatásra kialakult változásokat rekonstruáltunk a bátorligeti üledékes összletben. Ezek közül kiemelkedik a késő-bronzkori, kelta-császárkori erdőirtások és honfoglaláskori mesterséges tó kialakítása a láp centrumában. A mesterséges tavat itatásra, áztatásra, vagy halastóként egyaránt hasznosíthatták. A környezettörténeti vizsgálatok alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a neolit közösségek megjelenésétől kezdődően a bátorligeti láp és környezetének természetes fejlődése megtört és a láp mai állapotának kialakulásában az őskori és történelmi emberi kultúrák igen jelentős szerepet játszottak. A termelő gazdálkodást folytató közösségek megjelenésével párhuzamosan az erdei fajok aránya fokozatosan csökkent, bizonyos fajok (*Discus ruderalis*) eltűntek a vizsgált területről, míg mások (*Granaria frumentum*, *Monacha cartusiana*) pont az emberi hatás következtében kialakult nyitottabb vegetációban telepedtek meg. Összességében az emberi hatások a bátorligeti láp környezetét, flóráját és faunáját homogenizálták az elmúlt évezredekben.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA (F-4027), OTKA (T-034392) és a NKFP (00248/2002) pályázatok támogatták.

Irodalom

- BACSÓ N. 1959: Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- BENNETT K. D., BOREHAM S., SHARP M. J., SWITSUR V. R. 1992: Holocene history of environment, vegetation and human settlement on Catta Ness, Lunnansting, Shetland. *J. Ecology* 80: 241–273.
- BERGLUND B. E. 1986: Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. J. Wiley and Sons, Chichester.
- BIRKS, H. J. B., BIRKS, H. H. 1980. Quaternary Palaeoecology. Edward Arnold Press, London.
- BLYTT A. 1876: Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods. Kristiania.
- CUSHING E. J. 1967: Late Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota.. In: CUSHING, E. J., WRIGHT, H. E. (eds.): Quaternary Palaeoecology. Yale University Press, New Haven, Connecticut, pp. 59–88.
- C SINÁDY G. 1953: A bátorligeti láp története a pollenanalízis tükrében. *Földrajzi Értesítő* 3: 684–694.
- DÁNIEL P., KOVÁCS B., GYÖRI Z., SÜMEGI P. 1996: A Combined Sequential Extraction Method for Analysis of Ions Bounded to Mineral Component. Workshop of the 4th Soil and Sediment Contaminant Analysis Workshop. Lausanne, Switzerland.
- DELICOURT H. R., DELICOURT P. A. 1991: Quaternary Ecology. Chapman and Hall Press, London.
- DUDICH E. 1926: Faunisztikai jegyzetek. *Állattani Közlemények* 23: 87–96.
- FIRBAS F. 1949: Spät- und nacheszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen I. Fischer, Jena.
- FÜKÖH L. 1990: A magyarországi holocén *Mollusca*-fauna fejlődéstörténete az elmúlt tízezer év során. Kandidátusi értekezés, Gyöngyös, Mátra Múzeum.
- FÜKÖH L. 1992: Examinations on faunal-history of the Hungarian Holocene *Mollusc* fauna (Characterization of the succession phase). *Folia Musei Historico-naturalis Musei Matraensis* 16: 13–28.

- GARDNER A. R. 1998: Biotic response to early holocene human activity: results from palaeoenvironmental analyses of sediments from Podpesko Jezero. *Dokumenta Prehistorica* 24: 63–77.
- GARDNER A. R. 1999: The ecology of Neolithic environmental impacts – re-evaluation of existing theory using case studies from Hungary. *Dokumenta Prehistorica* 26: 163–183.
- GARDNER A. R., WILLIS K. J. 1999: Prehistoric farming and the postglacial expansion of beech and hornbeam: a comment on Küster. *The Holocene* 9: 119–122.
- JÁRAINÉ-KOMLÓDI M. 1966: Adatok az Alföld klíma- és vegetációtörténetéhez I. *Bot. Közlem.* 53: 191–201.
- JÁRAINÉ-KOMLÓDI M. 1968: The late Glacial and Holocene flora of the Great Hungarian Plain. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis Sectio Biologica* 9–10: 199–225.
- JÁRAINÉ-KOMLÓDI M. 1969: Adatok az Alföld klíma- és vegetációtörténetéhez II. *Bot. Közlem.* 56: 43–55.
- JÁRAINÉ-KOMLÓDI M. 2000: A Kárpát-medence növényzetének kialakulása. *Tilia* 9: 5–59.
- KAKÁS J. 1960: Magyarország éghajlati atlasza. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- KOVÁCS-PÁLFY P., FÖLDVÁRI M., BARÁTH I. 1996: Jelentés a Bátorliget II. lelőhelyről származó minták ásványtani vizsgálatának eredményei. MÁFI Adattár.
- KROLOPP E. 1983: Biostratigraphic division of Hungarian Pleistocene Formations according to their *Mollusca* fauna. *Acta Geologica Hungarica* 26: 62–89.
- LIVINGSTONE D. A. 1955: Lightweight piston sampler for lake deposits. *Ecology* 36: 137–139.
- MAGYARI E. 2001: A bükk (*Fagus sylvatica*) és a gyertyán (*Carpinus betulus*) terjedésének problematikája a Kárpát-medence holocén vegetációfejlődésében. 4. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés kiadványa, Tihany, pp. 26–27.
- MAGYARI E. 2002: Climatic versus human modification of the Late Quaternary vegetation in Eastern Hungary. Ph.D Thesis, Debreceni Egyetem, Debrecen.
- MAHUNKA S. (szerk.) 1991: The Bátorliget Nature Reserves – after forty years, 1990. I. Hungarian Natural History Museum, Budapest.
- MOLNÁR B., FÉNYES J., KUTI L., NOVOSZÁTH L. 1988: A hagyományos és pásztázó elektronmikroszkópos szemcsevizsgálati eredmények összehasonlítása. *Földtani Közöny* 118: 27–48.
- NYILAS I., SÜMEGI P. 1991: The *Mollusca* fauna of the Bátorliget Nature Reserves. In: MAHUNKA S. (ed.): The Bátorliget Nature Reserves – after forty years, 1990. I. Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 227–236.
- PETERSON G. M. 1983: Recent pollen spectra from zonal vegetation in the Western USSR. *Quaternary Science Review*, pp. 281–321.
- PÉCSI M. 1993: Negyedkor és löszkutatás. Akadémia Kiadó, Budapest.
- SERNANDER R. 1908: On the evidences of Postglacial changes of climate furnished by the peat-mosses of Northern Europe. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 31: 465–473.
- SOÓ R. 1954a: Bátorliget növényvilága. In: SZÉKESY A. (szerk.): Bátorliget élővilága. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 17–44.
- SOÓ R. 1954b: A növénytakaró. In: SZÉKESY A. (szerk.): Bátorliget élővilága. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 45–57.
- SOÓS L. 1943: A Kárpát-medence *Mollusca*-faunája. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- STANDOVÁR T., TÓTH Z., SIMON T. 1991: Vegetation of the Bátorliget Mire Reserve. In: MAHUNKA S. (ed.): Bátorliget Nature Reserves -after forty years, 1990. *Studia Naturalia* 1. Scientific Studies from the Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 57–118.
- STANDOVÁR T., TÓTH Z. 1989: Vegetation map of the Bátorliget Mire Preserve. *Abstracta Botanica* 13: 153–157.
- STANDOVÁR T. TÓTH Z. 1990: Bátorliget botanikai felmérése. Lippay János Tudományos Ülésszak eladásainak és posztereinek rövid összefoglalói (1990 november 7–8.). Kertészeti Szekció. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem kiadványai, Budapest, pp. 348.
- STANDOVÁR T., TÓTH Z., SIMON T. 1992: A small nature reserve in an changing landscape. Poster at the 6th European Ecological Congress, Marseille, 7–12. 09.1992. Abstract in the *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle de Marseille*, Mesogee p. 28.
- TÓTH Z. 1992a: Bátorliget mohafldrójának elemzése (Analysis of the bryophyte flora of the Bátorliget Mire Reserve). Lippay János Tudományos Ülésszak előadásai (1992 november 4–5.). Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem kiadványai, Budapest, pp. 212–215.
- STANDOVÁR T., TÓTH Z. 1996. Complex assessment of vegetation in protected areas: possibilities and pitfalls. Symposium on Research, Conservation and Management (1–5. May 1996. Aggtelek, Jósavfő, Hungary). Symposium Abstract Volume p. 53. Publication. In: TÓTH E., HORVÁTH R. (eds.): Proceedings of the „Research, Conservation, Management“ Conference, Aggtelek, pp. 159–167.
- SÜMEGI P. 1996a: A bátorligeti láp fejlődéstörténete. *Calandrella* 10: 151–160.

- SÜMEGI P. 1996b: Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító öskörnyezeti rekonstrukciója és rétegtani értékelése. Kandidátusi értekezés, Debrecen.
- SÜMEGI P. 1999: Reconstruction of flora, soil and landscape evolution, and human impact on the Bereg Plain from late-glacial up to the present, based on palaeoecological analysis. In: HAMAR J., SÁRKÁNY-KISS, A. (eds.): The Upper Tisa Valley. Tiscia Monograph Series, Szeged, pp. 173–204.
- SÜMEGI P. 2001: Negyedidőszak földtani és paleoökológiai alapjai. JATEPress, Szeged.
- SÜMEGI P. 2003: Régészeti geológia – tudományos interdiszciplinák találkozása. Habilitációs dolgozat, Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- SÜMEGI P., DELI T., KOZÁK J., TÓTH Cs. 1996: Morphogenetic research of a Late Quaternary Surface in Northeastern Hungary. Abstract of „Geomorphology and the Changing Environment in Europe Congress“ Budapest.
- SZÉKESSY A. (szerk.) 1954: Bátorliget élővilága. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- TÓTH Z. 1992b. Bryophytes and their usefulness in characterization of a nature conservation area (Bátorliget Mire Reserve, NE Hungary). Poster at the Conference „Threat and conservation of lichens and bryophytes in Central Europe“ (4th Bryological and Lichenological Days in Czechoslovakia), Smolenice, Czechoslovakia, 29. 10.-1. 11.1991. Publication in Bryonora 9: 45–50.
- TÓTH Z., MAHUNKA S. 1992: Ósláp a Nyírség peremén (Mire at the edge of the Nyírség region). TermészetBúvár 92/2: 20–23.
- TUZSON J. 1914a: A Magyar Alföld növényformációi. Bot. Közlem. 12: 51–57.
- TUZSON J. 1914b: Jegyzetek a magyar flóra néhány növényéről. Bot. Közlem. 12: 138–152.
- VÁGVÖLGYI J. 1954: Bátorliget *Mollusca* faunája. In: SZÉKESSY A. (szerk.): Bátorliget élővilága. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- VON POST L. 1916: Einige südschwedischen Quellemore. Bulletin Geol. Inst. Uppsala 15: 14–45.
- 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.
- WRIGHT H. E. 1967: A square rod piston sampler for lake sediments. Journal of Sedimentary Petrology 37: 975–976.
- ZÓLYOMI B. 1931: A Bükkhegység környékének *Sphagnum*-lápjai. Bot. Közlem. 28: 89–121.
- ZÓLYOMI B. 1952: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. MTA Biológiai Osztályának Közleményei 1: 491–544.

GEOHISTORY OF BÁTORLIGET-MARSH

P. SÜMEGI^{1,4}, P. DANIEL², P. KOVÁCS-PÁLFFY³, I. JUHÁSZ⁴, T. DELI⁵, ZS. SZÁNTÓ⁶

¹Department of Geology and Paleontology, Szeged University, H–6722 Szeged Egyetem u. 2–6.,

²BIOGÁL Pharm. co., Debrecen, ³Institute of Geology of HAS, H–1043 Budapest Stefánia u. 14.,

⁴Institute of Archeology of HAS, H–1014 Budapest Úri u. 49.,

⁵Department of Zoology, Debrecen University, H–4025 Debrecen, Bem tér 18/C.,

⁶Institute of Nuclear Research of HAS, H–4001 Debrecen, Pf. 51.

Keywords: environmental reconstruction, holocene, Mollusca, palynology, sedimentology, refugia

This study details a multidisciplinary palaeoecological and geoarchaeological study of some sedimentary sequences (11 cores and open profiles) from Bátorliget marshy natural conservation area, in the northeastern part of the Great Hungarian Plain (Fig.1.). The principal aim is to review the effects of past human impact on the surrounding environment and reconstruct the ancient environment within natural evolution of vegetation, soil, fauna developments and catchment basin ontogeny from occurring of productive economy using sedimentological, geochemical, isotope geochemical, pollen, seed, macrocharcoal, vertebrate, malacological analysis.

During the last full glacial, the majority of the land in northern Europe was covered by extensive ice sheet. In comparison, southern parts of Europe remained unglaciated or slightly glaciated. Thus the analysed region

probably provided suitable microenvironments for temperate flora and fauna elements during the last glacial. The palaeoecological records suggest that many of the present temperate European trees, shrubs, herbs and animals survived in refugia in southeastern part of Europe during the last glacial. Our data suggest that one of the sporadic forest refugial spots developed on the analysed region at Bátorliget and some very different forest relict places were formed in the different parts of the Carpathian Basin.

According to the geological and palaeontological data, some global climatic and environmental changes developed from the last glacial cold maximum to postglacial time. As an unglaciated region during the last glacial, the Carpathian Basin may have provided an important refuge to temperate flora and fauna, this region (including Hungary) is an important intermediate zone (Fig.1.) between Balkan Peninsula and the western, eastern and northern parts of Europe. As a result of the above, Hungary occupies an important geographical position for European palaeoenvironmentalists and archaeologists, who explore the interactions among the effects of the lateglacial/ postglacial environmental changes and the natural faunal as well as floral expanding processes, furthermore among between diffusion of agricultural activity and spread of different cultures in Europe. This region is important for mapping of both natural and anthropogenic vegetation, fauna and soil histories of Europe.

The NE part of the Great Hungarian Plain, as a relatively undisturbed, forested marginal area, is one of the last areas, where several endangered species of the flora and fauna live. These species indicate a special history of fauna and flora of this region. Abundance and actual distribution of these species give opportunity to detect an area of full glacial refugia. According to the former archaeological findings, many of prehistoric sites from Upper Palaeolithic to Middle Age can be found in this region. Consequently we were searching for a small catchment basin of this region, where pollen, *Mollusca*, charcoal, vertebrate useful for palaeoecological analysis could have preserved.

The palaeoecological research was carried out on Bátorliget marsh, a nature reserve area approximately 2 km west of the Hungarian-Romanian border, in the northern edge of the Great Hungarian Plain. This region, named by Nyírség and surrounded by the high ridge of Carpathians (running in NW to SE) and the flat expanses of the Great Hungarian Plain to the West, means a unique geographical position in Europe.

It is located in the border of two very different environmental zones, not only in terms of geological situation but in association of ecological zones. Bátorliget marsh represents a combination of fauna and flora characteristic in mountainous regions of the Carpathians and the Great Hungarian Plain. Flora and fauna of the marsh include several species being rare to the Hungarian lowland although widespread in mountain regions. Abundance of floral and faunal species, which are normally found in wooded areas of the Carpathians, is also extremely high (NYILAS and SÜMEGI 1991).

This study presents the results of a multidisciplinary palaeoecological and geoarchaeological study, which was conducted in order to reconstruct the late Quaternary environmental history and prehistoric human impact of the Great Hungarian Plain, and which was based on palaeoecological and geoarchaeological results (although a part of these results was published in a paper – WILLIS et al. 1995). The methods of geomorphologic, sedimentological, geochemical, scanning electron microscope with microsonda (EDAX), pollen, charcoal, molluscan, vertebrate analyses along with radiocarbon dating and stable isotope analysis revealed two sedimentary sequences extending well back into the last glacial.