

HOLOCÉN KLÍMA- ÉS KÖRNYEZET NAGYFELBONTÁSÚ, MULTI-PROXI REKONSTRUKCIÓJA A KÁRPÁTI-RÉGIÓBAN: A VEGETÁCIÓ VÁLASZREAKCIÓJA A KORAHOLOCÉN FELMELEGEDÉSI HULLÁMOKRA MAGASHEGYSÉGI ÉS ALFÖLDI KÖRNYEZETBEN

**High-resolution multi-proxy analysis of Holocene environment and climate in the Carpathian
Region: vegetation response to Early Holocene warming in mountain and lowland
environments**

Zárójelentés
OTKA PD73234

OTKA kutatásom elsődleges célja a kora holocén és későglaciális időszak azon időszakmenseinek nagyfelbontású analízise volt, melyek rövid idő alatt dokumentáltan nagy hőmérsékletváltozással voltak jellemezhetőek (14700, 12800, 11600, 11300, 10200 kal. BP évek). Ezekben az időtartományokban munkatársaimmal együtt négy vizsgált tavon (Gales, Brazi, Bukura, Kokad) nagy mintavételi sűrűségű elemzéseket végeztünk, melyek eredményei alapján *rekonstruáltuk a magashegyi és alföldi környezetben végbement vegetációváltozásokat, a vizsgált tavak vízmélységében* (növényi makrofosszília és kovavázak mikrofosszília alapján), *víz hőmérsékletében* (Chironomidae), *a léghőmérsékletben* (oxigén izotóparány) *és egyéb kémiai-fizikai paramétereiben végbement változásokat* (pl. pH változások, oldott foszfortartalom, trofitás, pollen, makrofosszília, kovavázak mikrofosszília és Cladocera alapján). A kutatás *célja volt továbbá az elem összetételi változások segítségével a mállási folyamatok intenzitásának értékelése, valamint a talajképződésben végbement változások rekonstrukciója*. A pollenspektrumokat és az árvasszúnyog lárvák (Chironomidae) koncentráció eloszlásait felhasználva *kvantitatív klímarekonstrukciót* végeztünk.

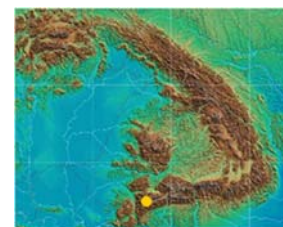
A nagyfelbontású vizsgálatra kijelölt üledékszégmensek mellett, minden esetben megtörtént a teljes üledékszélvény feldolgozása, a tervezett mintavételi sűrűség ugyanakkor ezeken az üledékszégmenseken 100-200 év.

A kutatási zárójelentés első részében mintavételi területenként vesszük sorba a kapott eredményeket, majd kitérünk a pályázat anyagi támogatásával elkészült publikációkra, sajtó megjelenésekre, konferencia előadásokra és poszterbemutatókra.

1. Reteyzát-hegység, Déli-Kárpátok (1.1. ábra)

A hegységből összesen négy tó (Brazi, Gales, Bukura, Lia) holocén és későglaciális üledék mintavételezését végeztük el, és 2 tó (Brazi, Gales) teljes üledékfeldolgozása készült el a pályázat időtartama alatt. Az 1. számú melléklet tartalmazza az OTKA támogatásával elvégzett radiokarbon kormeghatározások eredményeit, melyből számos mérési eredmény felhasználásra került az eddigi publikációkban (Gales, Brazi-tó), a Lia és Bukura tavak mérési eredményeit viszont a közeljövőben megjelenő publikációk tartalmazzák.

Összegezve a legfontosabb kutatási eredményeket, a Déli-Kárpátok ezen területének későglaciális és holocén klíma- és ökoszisztémái változásairól a legfontosabb publikációkban közzétett megállapításaink a következők voltak:

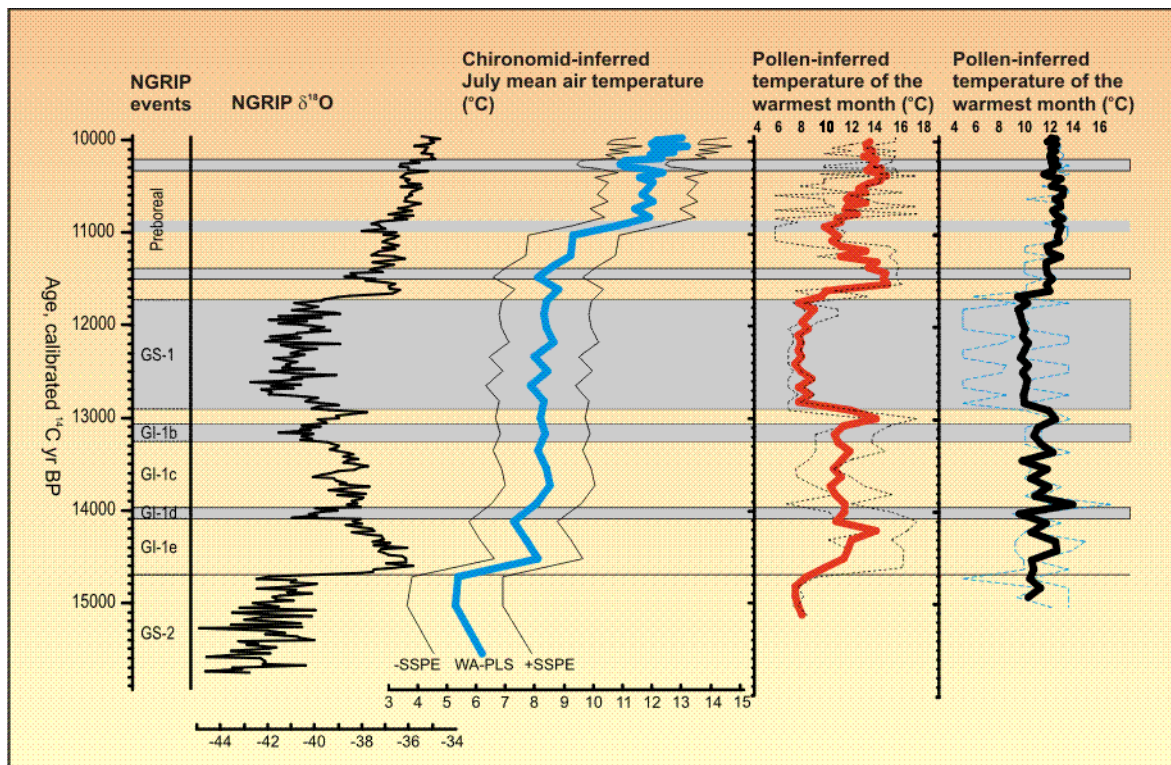


1.1. ábra A Reteyzát-hegység földrajzi helyzete

1. A koraholocén felmelegedés mértéke a pollen és chironomida alapú nyári középhőmérséklet rekonstrukciók alapján (Tóth et al. 2012; Magyarai et al. 2012ab, in press) a Déli Kárpátokban messze elmaradt az Alpokban tapasztalt (3-4 °C-tól), méréseink alapján 1-1.5 °C-os emelkedés következett be 11500-11300 évek közt (1.3. ábra), a növénytakaró váltás gyorsasága és a diatóma flóra átalakulása viszont arra utalnak, hogy ebben a térségben az éghajlat szezonális eltolódása (hosszabb nyarak) vezetett az ökoszisztéma válaszreakciókhoz, és a vegetációs időszak hosszának növekedése eredményezte a beerdősülést, és ezzel párhuzamosan ciklikus erdőtüzek jelentek meg ami a flóraváltást felgyorsította (lásd részletesebben Magyarai et al. 2009, 2012ab, Buczkó et al. 2009, 2012; Tóth et al. 2012).



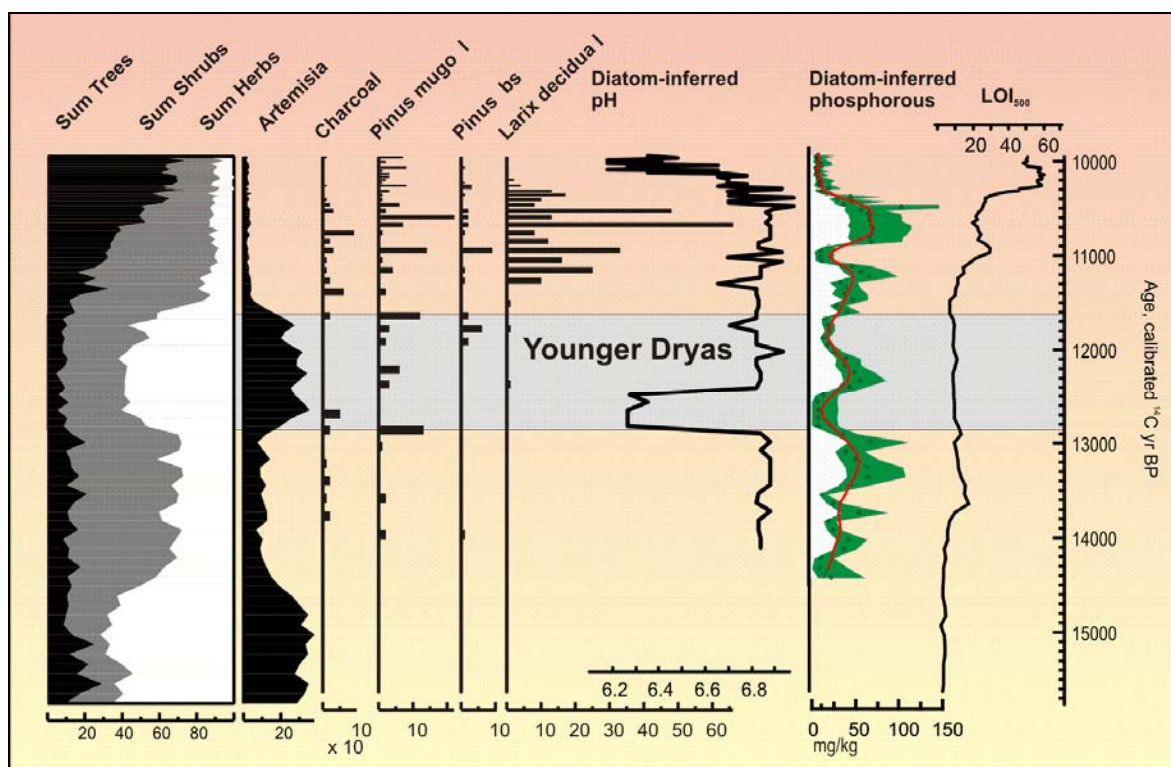
1.2. ábra A Déli-Kárpátok Retyezát-hegységében vizsgált négy tó látképe



1.3. ábra Árvaszűnyög és pollen alapú nyári középhőmérséklet rekonstrukció a későglaciális (14700-11500 évek közt) gyors felmelegedési hullámai idején

2. A Fialat Driász a későglaciális felmelegedés utolsó olyan hirtelen lehűlési időszaka 12800-11700 évek közt, amikor ÉNY-Európában a blokkoló Észak-Atlanti áramlás következtében a nyári kh. 50 év leforgása alatt több mint 4 °C-ot csökkent. A kontinens többi részén is kimutattak már hasonló mértékű lehűlést, ugyanakkor a modellkísérletek arra utaltak, hogy ahogyan távolodunk az észak-atlanti régiótól úgy csökken a nyári kh. csökkenés mértéke. Vizsgálataink **IGAZOLTÁK ezt a feltevést**, a Retyezát-hegységben egyértelműen szignifikáns nyári kh. csökkenés nem volt kimutatható 12800 évvel ezelőtt, viszont erőteljes ökoszisztéma változások következtek be (teljes diatóma flóraváltás, regionális erdőtakaró borítás hirtelen csökkenése, lokális faállomány gyérülése fafaj összetételbeli változás nélkül). A pollen alapú klímarekonstrukció a téli kh. csökkenését, a diatóma alapú foszfor és pH rekonstrukció a vegetációs időszak jelentős és hirtelen rövidülését és ezzel egyidejűleg a téli jégborítás időszakának növekedését mutatta 12800

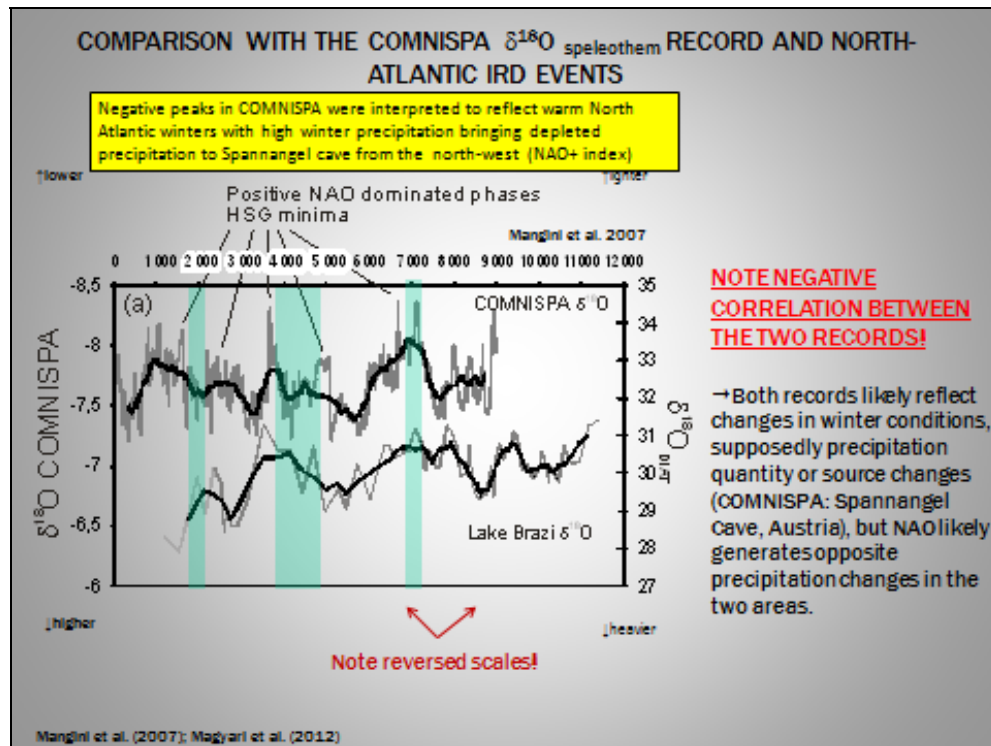
és 12750 évek között. Ezek alapján a vizsgált térségben az észak-atlanti áramlás blokkolódása, vagy az áramlás északi végpontjának délebbre tolódása a téli félév hőmérsékletének hirtelen csökkenését (5-8 °C) és a vegetációs periódus rövidülését okozza, míg az észak-alanti áramlás fokozódása és az észak-atlanti térség felmelegedése idején a Déli-Kárpátok nyári középhőmérséklete pontosan a csillapított amplitúdójú nyári kh. változások miatt jóval kisebb mértékben emelkedik. Összességében ezen kontinens belsei terület bármilyen, az észak-atlanti térségben végbemenő változás esetén a szezonális eltolódásával és a hozzáférhető nedvesség változásával reagál, míg a nyári középhőmérsékletek alig vagy csak kis mértékben változnak.



1.4. ábra A Brazi-tó fiatal driász lehülésre mutatott pollen, növényi makrofosszília és diatóma alapú válaszreakciói

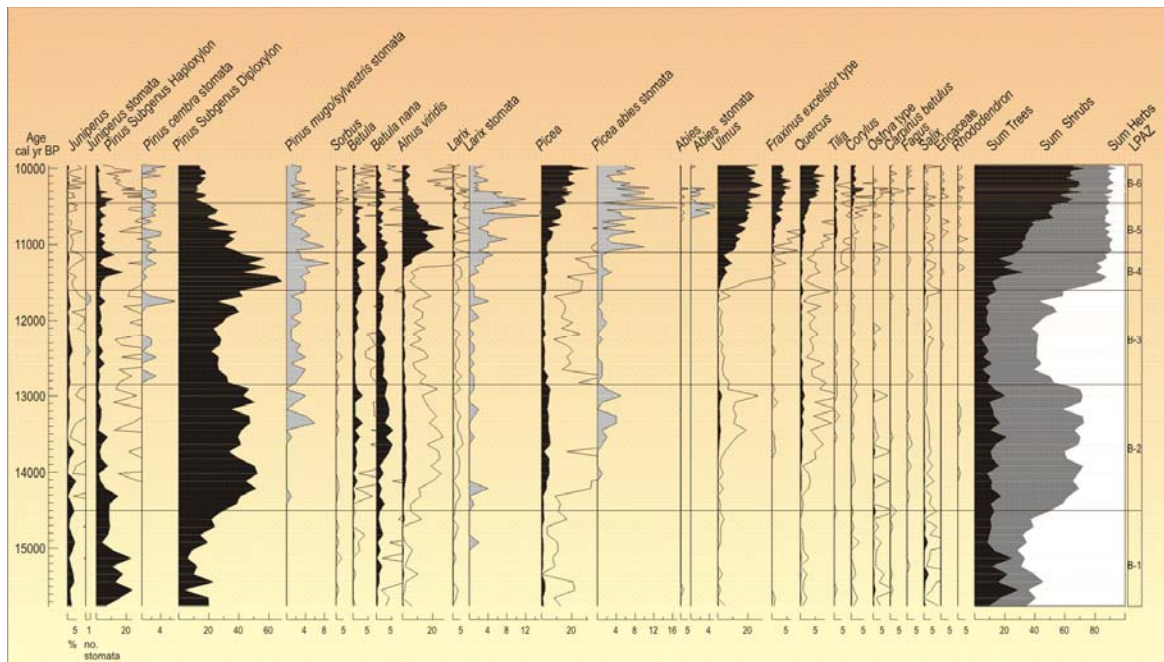
3. A pályázat egyik célja a Déli-Kárpátok üledékein új paleoklíma információt nyújtó vizsgálati módszerek meghonosítása volt. Az üledékben megőrzött diatóma vázakon végeztünk oxigen izotóp vizsgálatokat a svájci Lausanne-i Egyetemen együttműködésben. Célunk a holocén gyors felmelegedési és lehülési hullámainak kvantitatív klímarekonstrukciója volt, valamint annak kiderítése, hogy a diatómavázak $\delta^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ arányváltozásai hőmérsékleti vagy csapadékmennyiségbeli változásokat tükröznek. Eredményeinket összevetettük az észak-atlanti IRD (ice-rafted debris events) eseményekkel, az osztrák COMNISPA és magyar cseppkő adatsorokkal, és megállapítottuk, hogy a Brazi-tó $\delta^{18}\text{O}_{\text{DIAT}}$ adatsora a holocén szoláris aktivitás változásait tükrözi, mely a NAO (North Atlantic Oscillation) intenzitásváltozásain keresztül feje ki a hatását. NAO+ által dominált időszakokban az izotóp összetételt a téli csapadék arányának csökkenése pozitív irányba tolja el, míg NAO- által dominált időszakokban megnövekszik a téli félév csapadékmennyisége, ami a kora tavaszi diatóma virágzás idején olvad be a tóba, és ezzel a mért $\delta^{18}\text{O}$ értékeket negatív irányba tolja el. Eredményeinket a Quaternary International folyóiratban közzeltük és több konferencián is előadtuk (lásd részletesebben Magyarai et al. 2012c). Vizsgálataink összességében bizonyították, hogy Déli-Kárpátok tavi üledékei alkalmasak $\delta^{18}\text{O}_{\text{DIAT}}$ vizsgálatokra, a

csapadékmennyiség szezonális változásait tükrözik és a holocén tekintetében ezek az adatsorok kijelölik a hirtelen csapadékváltozással jellemezhető időszakokat.



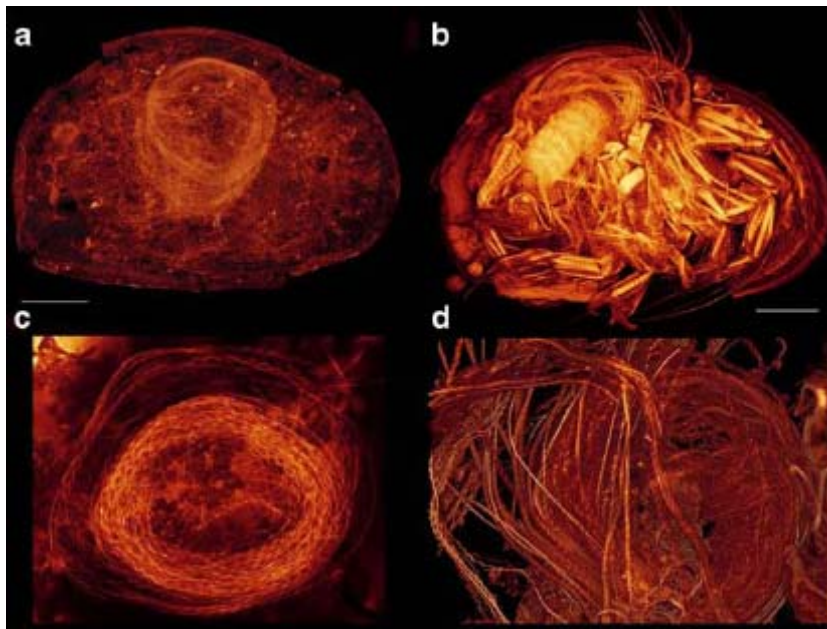
1.5. ábra A Brazi-tó diatóma alapú $\delta^{18}\text{O}$ görbéjének összevetése az osztrák Spannangel-barlang oxigén izotóp görbéjével

4. A kutatás egyik célja pollen, sztóma (fosszilizálódo gázcsereenyílás zárósejt) és növényi makrofosszília vizsgálatok segítségével a későglaciális és holocén erdőhatár változások rekonstrukciója volt a Retyezát-hg. északi lejtőin és ezek összefüggésének vizsgálata a nagy amplitúdójú későglaciális és koraholocén felmelegedésekkel. Főbb következtetések: 1) Minden a területen ma előforduló fenyőfaj a későglaciális felmelegedést (~14500 cal yr BP) követő 700 éven belül legkésőbb megtelepedett a tó partján, a vörösfenyő már 14500 évet megelőzően is jelen volt lokálisan. Az egyetlen fafaj amely késést mutatott az a cirbolyafenyő (12800 évnél jelenik meg). Mindez hegységen belüli refúgiumokra utal. 2) A fiatal driász lehűlés során nem tűntek el a fafajok a tó környezetéből, ezek alapján a vegetációs időszak hőösszege nem csökkent ezen fenyők tűréshatára alá. 3) A holocén felmelegedés hatására nagyon gyors erdőexpansió történt a tó körül 11500 évtől. Először a vörösfenyő alkotott zárt erdőt, majd 10200 évnél aránya hirtelen csökkent, helyét átvette a lucfenyő és kialakult egy a mainál jóval diverzebb erdőtársulás. A jegenyefenyő koraholocén előfordulása a mainál melegebb nyarakra utalt (min 14 °C szemben a mai 11.2 °C-al).



1.6.ábra A későglaciális időszak vegetációváltozásai a pollen és sztómavizsgálati eredmények alapján

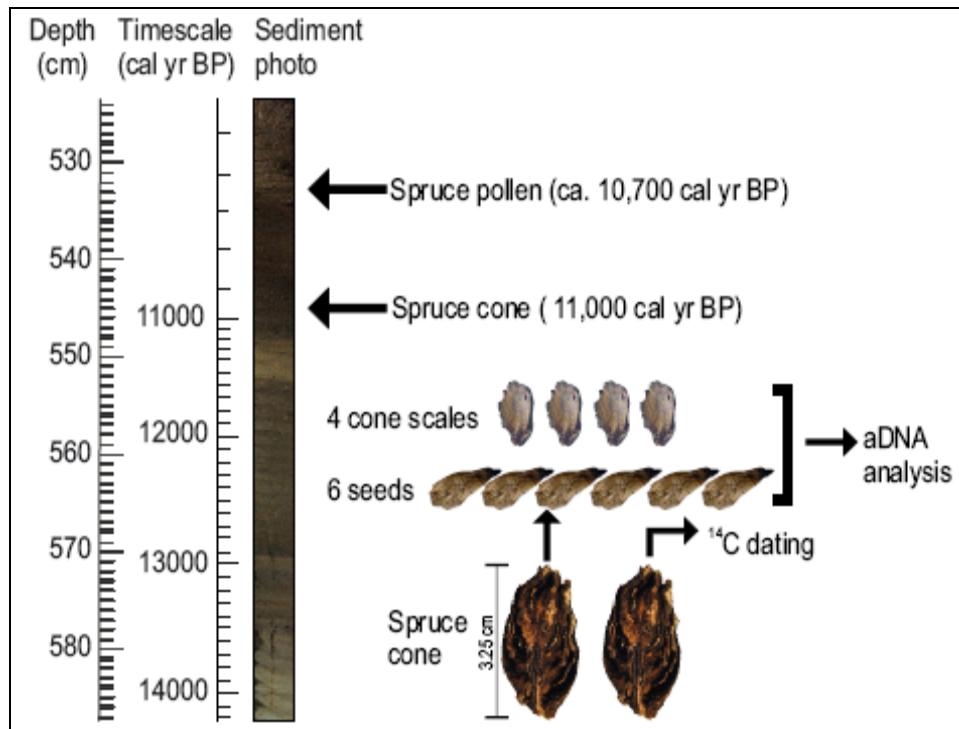
5. A Déli-Kárpátok tavi üledékeinek vizsgálata során több előre nem tervezett kutatási irány és kutatói kapcsolat alakult ki, melyekből több publikáció is született (Iepure et al. 2011, 2012). Az üledék ostracoda analízise során óriás spermatozoák kerültek elő, melyek az eddig talált legidősebb szaporító képletek (13300 kal BP év). Eredményeinkről a Naturwissenschaften című folyóiratban jelent meg egy képes tanulmány (Iepure et al. 2012). Szintén nem tervezett kutatás volt a tavi üledékek kistrák (Cladocera) faunájának elemzése, melyek alapján a későglaciális és koraholocén idők limnológiai változásait ismertük meg pontosabban (Korponai et al. 2011).



1.7. ábra 13,300 éves óriás spermatozoa a Brazi-tó üledékében (a, c) és a *C. ophthalmica* recens spermatozoa képlete (b, d); lézer szkenningszkópia (LSCM) felvételek (LSCM); Skála: a, b = 100 µm; c, d = 60 µm

6. A Déli-Kárpátok tavi üledékein a klímaváltozás génállományra gyakorolt hatását is vizsgáltuk paleogenetikai módszerekkel a mai legfőbb erőalkotó faj, a lucfenyő esetében. 11000 éves fosszilis pollenekből és magokból vontunk ki DNS-t, és rövid, ~ 200 bp szakaszokat amplifikáltunk (1.8. ábra). Eredményeink alapján nagy a valószínűsége

annak, hogy a lucfenyő genetikai variabilitása ma kisebb a hegységben mint a koraholocén időszakban volt (Magyari et al. 2011). Bár további megerősítő vizsgálatokra van szükség ahhoz, hogy egyértelműen kijelenthessük, hogy a refúgiális helyzetből adódó változatos génállomány az elmúlt 11000 év palacknyak hatásainak köszönhető (bottleneck), a pollen akkumulációs ráták alapján 3 drasztikus populációméret csökkenést rögzítettünk az elmúlt 11000 évben. Ezek nagy valószínűséggel hozzájárultak a lucfenyő genetikai variabilitásának csökkenéséhez, és elképzelhető hogy több ősi alléltípus is áldozatul esett a hirtelen állománycsökkenésnek, melyek közül a legerősebb a középkorra tehető (antropogén erdőirtások sorozata).

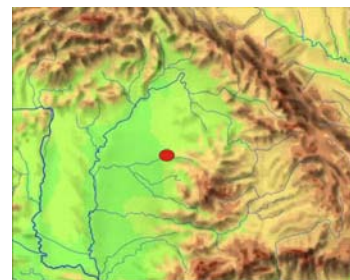


1.8. ábra A Brazi-tó koraholocén üledékéből genetikai vizsgálatra kiválasztott lucfenyő magok, pollenek és tobozpikkelyek pozíciója az üledékszelvényben

7. Nemzetközi együttműködés. A Retyezát-hg. tavain kezdeményezett árvaszűnyog lárva (Chironomidae) vizsgálatok egy sikeres nemzetközi együttműködést eredményeztek a holland Utrechti Egyetem és a svájci Berni Egyetem Paleoökológia Tanszékeivel. Dr. Oliver Heiri és Dr. Andy Lotter az Alpok számos taván végeztek már paleoökológiai vizsgálatokat, többek közt Chironomida fossziliákon alapuló nyári kh. rekonstrukciót. Tapasztalataikat és az alpi-norvég régióra kiépített felszíni chironomida adatbázisukat felhasználva készítettük el a Brazi-tó későglaciális- koraholocén kvantitatív klímarekonstrukcióját (Tóth et al. 2012), diatóma alapú pH és foszfor rekonstrukcióját (Buczko et al. 2012), és jelenleg megjelenés alatt áll a pollen és chironomida alapú paleoklímarekonstrukciók összevetése (Magyari et al. in press). Hollandiában és Svájcban összesen 3 tanulmányt tettünk Tóth Mónika és Buczko Krisztina kolleganóimmal közösen, ezen utak a chironomida határozások megerősítését, a kvantitatív rekonstrukciók elvégzését valamint a cikkírásokat szolgálták. A nemzetközi együttműködés eredményeként mindannyian előremutató tapasztalatokra tettünk szert a magashegyi tavak multi-proxi paleoökológiai vizsgálata terén.

2. Kokadi-láp, Kelet-Alföld, Magyarország (2.1. ábra)

OTKA pályázatunk egyik célkitűzése a kora-holocén gyors felmelegedési hullámra adott vegetációs válaszok tanulmányozása volt alföldi környezetben a kelet-magyarországi Kokadi-láp későglaciális és kora-holocén üledékeinek vizsgálata révén. A kokadi láp 2009-ben elvégzett fúrása során 6 méternyi üledéket emeltünk ki a lápmederből, melyen pollen, szerves anyag tartalom, mágneses szuszceptibilitás, elemanalízis és ostracoda fauna vizsgálat történt.



2.1. A Kokadi-láp helyzete a Kárpát-medencében

Mivel ezek az eredmények 2012-re jutottak el az első publikálás fázisába, az OTKA jelentés ezen részében több eredményt is bemutatunk. A szelvény értékelésében a nehézséget a radiokarbon időskála elkészítése jelentette. A karbonátban gazdag környezet miatt számítottunk a vízi makrofossziliák és teljes üledékminták esetén rezervoár hatásra, ezért első nekirugaszkodásra csupán szárazföldi makrofossziliákat kerestünk és koroltattunk az üledékből. Mint azt az 2.1. táblázat mutatja, a kis mennyiségű teresztris anyag kormeghatározása nagyon ellentmondásos eredményeket hozott, nagy valószínűséggel a kis mintavételi mennyiség miatt beállt szennyezés miatt.

2.1.táblázat A Kokad-2 fúrás Poznani Radiokarbon Laborban (Lengyelország) elkészült AMS ¹⁴C mérési eredményei

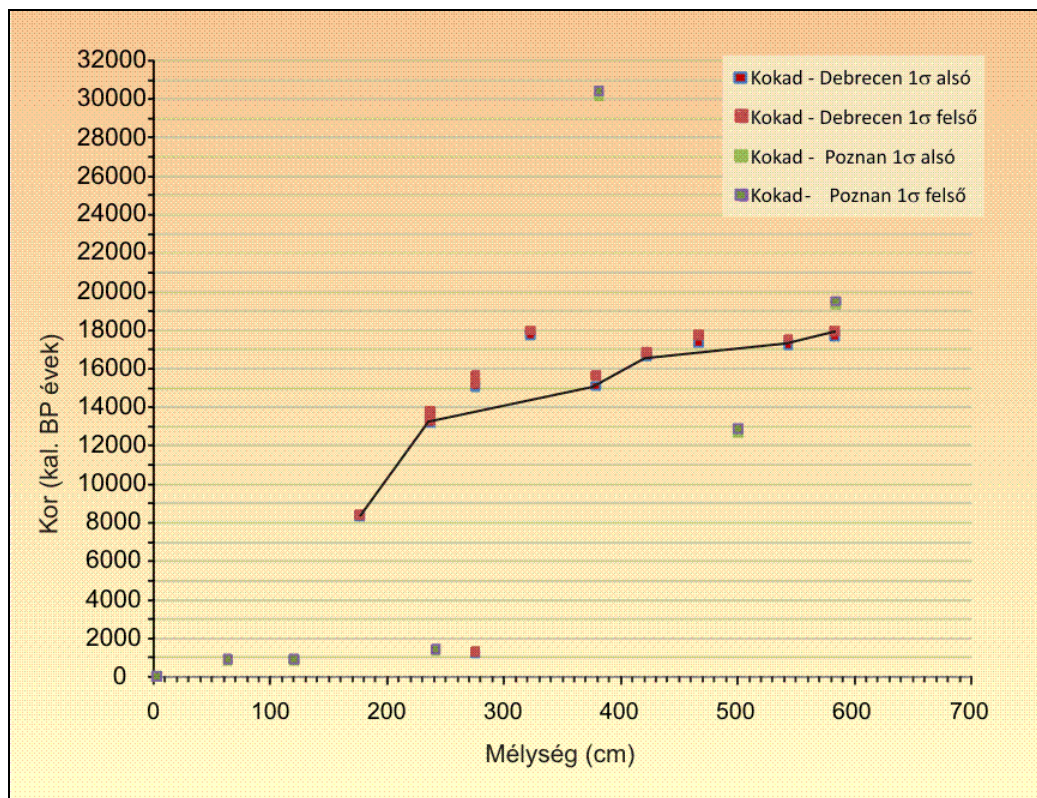
<i>Sample name</i>	<i>Age ¹⁴C</i>	<i>Remark</i>
KOKAD-2 584-586	16280 ± 90 BP	0.72mgC
KOKAD-2 500-502	10930 ± 50 BP	
KOKAD-2 380-382	25330 ± 140 BP	
KOKAD-2 240-242	1530 ± 50 BP	0.1mgC
KOKAD-2 120-122	915 ± 30 BP	0.76mgC
KOKAD-2 62-64	920 ± 40 BP	0.1mgC
KOKAD-2 2-4	107.47 ± 0.39 pMC	modern, 0.74mgC

A kormodell elkészítéséhez a pályázat fennmaradó anyagi forrásait felhasználva 2012 májusában készültek el az újabb, nagyobb mennyiségű mészszipon és faszéren végzett kormeghatározások, melyek eredményeit a 2.2. táblázat tartalmazza.

2.2.táblázat A Kokad-2 fúrás ATOMKI-ban (Debrecen) elkészült AMS ¹⁴C mérési eredményei

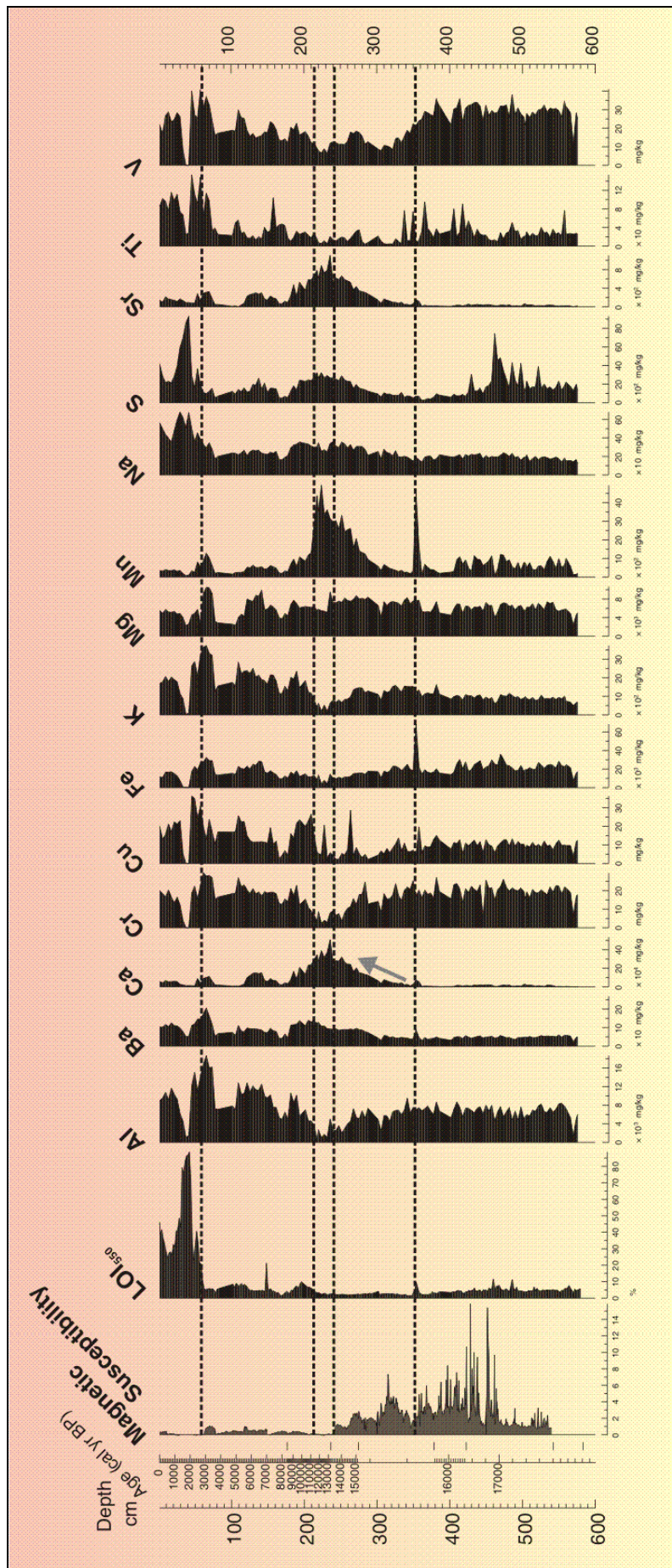
<i>Sample name</i>	<i>Age ¹⁴C</i>	<i>Remark</i>
KOKAD-2 583-585	14635 ± 63 BP	
KOKAD-2 543	14326 ± 63 BP	
KOKAD-2 467	14419 ± 56 BP	
KOKAD-2 423	13582 ± 62 BP	
KOKAD-2 323	14715 ± 59 BP	
KOKAD-2 275	1357 ± 37 BP	sedge leaves
KOKAD-2 275	12825 ± 50 BP	biogenic carbonate
KOKAD-2 275	12920 ± 49 BP	biogenic carbonate
KOKAD-2 237	11412 ± 46 BP	biogenic carbonate
KOKAD-2 237	11823 ± 46 BP	biogenic carbonate
KOKAD-2 177	7506 ± 45 BP	

Ezen összesített radiokarbon mérések eredményeit felhasználva elkészült egy kiindulási kormodell (2.2. ábra) a vizsgált proxik mellé, és jelenleg ennek felhasználásával készülő cikkből mutatunk be néhány ábrát és következtetést a terület későglaciális és koraholocén öskörnyezeti változásaira vonatkozóan.

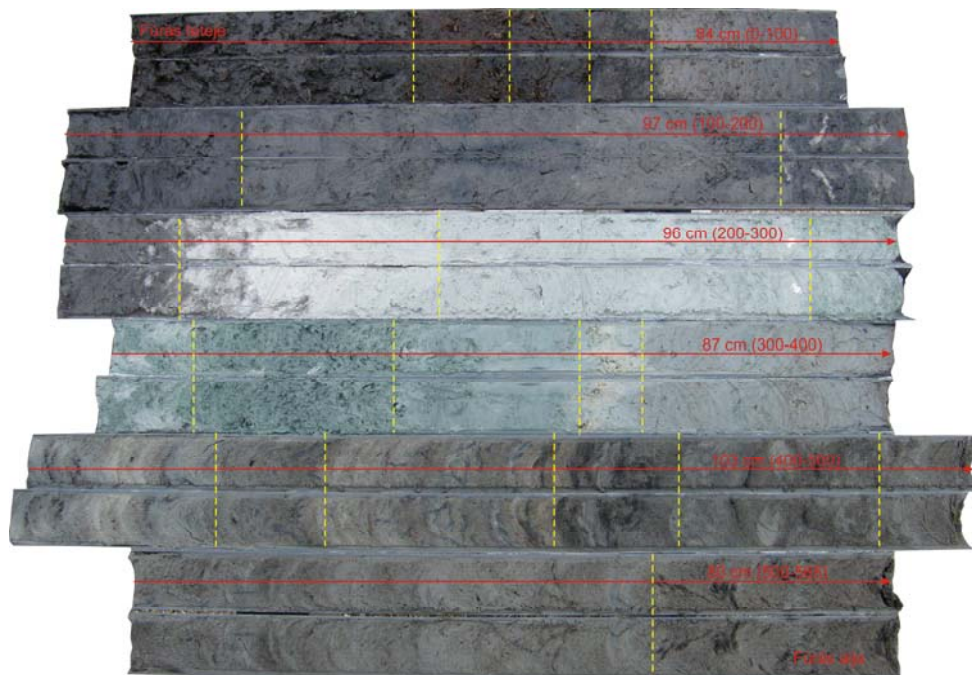


2.2.ábra A Kokad-2 fúrás 1 σ kalibrált ^{14}C koradatai valamint az eredmények ábrázolásához felhasznált kor-méllységmodell (fekete görbe)

A radiokarbon korok alapján, a lápmedence feltöltődése kb. 17000-19000 évek közt indult meg, és a feltöltődés üteme kb. 14000 évig rendkívül gyors volt, majd a mészisapképződés és azt követő eutróf tavi állapotban az üledékképződés sebessége jelentősen csökkent. A koradatok nagy mértékben szórnak, ezért a kor-méllységmodellezés hibahatára nagy, az ábrák mellett bemutatott modell a 2.1. ábrán *-al jelölt korok alapján készült. A mágneses szuszceptibilitás és szerves anyag tartalom görbék (2.3. ábra) alapján kifejezetten magas mágnesezhetőségű anyag 360-470 cm közt jellemezi az üledéket, mely feltehetően eolikus eredetű, és a ciklikus erdőégésekkel tarkított (2.4. ábra) intenzív löszakkumulációs időszakot jelöli ki kb. 17-15,5 ezer évek közt. A kémiai mállás fokozódása egy feltehetőleg szárazodási eseményt jelölő Fe, Mn és LOI₅₅₀ maximum után (350 cm; ~15300 kal BP év) indul meg és kezdetben mély, anoxikus fenékű tavi állapotra következtethetünk a kék agyag fokozatosan emelkedő Ca és Sr koncentrációjából és kezdetben alacsony Mn tartalmából. Jelen időskála alapján ez az időszak a későglaciális felmelegedés kezdetére esik, a növénytakarót a boróka (*Juniperus*), majd a nyír (*Betula*) és erdei fenyő (*Pinus Diploxylon*) terjedése jellemzi, az erdőborítottság mértéke lassan emelkedik (2.4. ábra). A szuszceptibilitás értéke 240 cm-nél csökken minimálisra (~13400-13500 kal BP év) és ezzel egyidejűleg a Ca és Mn maximuma erőteljes biogén karbonátképződésre utal fokozatosan növekvő üledékfelszíni redox potenciál mellett. A karbonátban gazdag vízből a Ca kicsapódása a melegedő vízben az autotróf algák és makrofita szervezetek által elvont nagy mennyiségű CO₂-ra vezethető vissza. A tó nyári vízhőmérséklete fokozatosan növekedett a későglaciális ezen időszakában, mely nagyjából az Allerød interstadiálisnak (GI-1c) feleltethető meg. A növénytakarót az erdei fenyő gyors terjedése jellemzi, a tó környéke lombelegyes túlevelű erdővel népesül be a polleneredmények alapján. A Fiatal Driász lehűlés a kémiai és fizikai proxik alapján nem mutatható ki, a növénytakaróban 230 cm-nél az üröm (*Artemisia*) és fűfélék (Poaceae) időszakos emelkedése jelzi (~12800 év).



2.3. ábra A Kokad-2fúrás mágneses szuszceptibilitás és szerves anyag tartalom változásai és geokémiai analízisének eredményei: főelem koncentrációk eloszlása idő és mélységskála mentén



Hiba! Nincs ilyen stílusú szöveg a dokumentumban. 2.4. ábra A Kokad-2 fúrásszelvény üledékfotói, 400-480 cm közt erdőégésre utaló pernyerétegekkel

Az üledék jellegzetessége továbbá, hogy a felhalmozódás mértéke jelentősen csökken a későglaciális/koraholocén időszakban, ami a stabilizálódó talajfelszínnel és a relatíve alacsony biogén produkcióval magyarázható. A holocén átmenetet a pollendiagram határozottan jelöli ki kb. 220 cm-es üledék mélységben (~11700 év), amikor a szil (*Ulmus*), kőris (*Fraxinus*), tölgy (*Quercus*) lomblevelű fák váltják a döntően tűlevelűekből álló erdőt. Ezzel az erdőváltással egyidejűleg a sekély, biogén karbonát képződéssel jellemezett tóban erőteljes eutrofizáció indul meg, melyet a LOI₅₅₀ emelkedése, a Ca tartalom meredek csökkenése jelez. A Mn koncentráció meredek eséséből pedig áttételesen a redox potenciál csökkenésére következtethetünk.

Össességében a vizsgálatok jelen állása szerint a legfontosabb őskörnyezeti következtetéseink a későglaciális/holocén átmenetre vonatkozóan a következők:

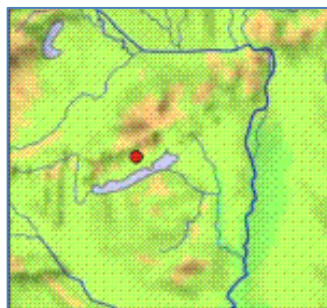
1. A kokadi lúp kialakulása kb. 18000 kalibrált BP évre tehető, mely az MIS2 fázis utolsó glaciális maximumot követő (LGM) szakasza;
2. A területen az LGM-et követően még kimutatható egy intenzív lösz akkumulációs időszak kb. 17000 és 15500 kal BP évek közt. Ez a Ságvár–Lascoux interstadiálist követő stadiális időszakkal párhuzamosítható.
3. A Kokadi-lúp radiokarbon adatai a kokadi-lúp tekintetében pontosították a Tiszántúlon jellemző mészszipa képződés (pl. Bátorliget, Kardoskúti Fehér-tó, Kállósemjéni lúp) idejét és környezeti hátterét: vizsgálataink szerint a löszből a karbonát kémiai mállással a későglaciális felmelegedés kezdetétől (GI-1; ~14700 évtől) egészen a holocén határig (~11500 év) intenzíven mosódott be a sekélytavi rendszerbe, és ez felmelegedés hatására jelentkező magas nyári vízhőmérsékletek mellett kifejezetten a későglaciálisban vezetett mészszipa képződéshez (Kokad esetében ~15000-11700 évek közt). Ezek az eredmények részben ellentmondanak a Bátorligeti lúp vizsgálati eredményeinek, ahol a mészszipaképződés a későglaciális végén indul meg és a koraholocénben jellemző. A pollenvizsgálati eredmények alapján a kokadi időskála esetleges pontatlansága nem magyarázza a tapasztalt eltérést, ezért elképzelhető, hogy az Alföld egyes részein a későglaciálisban, míg más részein elsősorban a koraholocénben volt jellemző a mészszipapok lerakódása mezotróf nyári CO₂-éhséggel jellemezhető rendszerekben.

4. Eredményeink azt mutatják, hogy a holocén határon bekövetkező erdőváltással egyidejűleg a tavi rendszerben azonnali eutrofizáció indult meg, a tápanyagdúsulás (P,N) nagy valószínűséggel az erdőváltás során intenzív erdőégésekkel felszabaduló valamint a talajhőmérséklet emelkedése miatt talajban növekvő mikrobiális aktivitás növekedésével hozható összefüggésbe. A folyamatok azonban szimultán zajlanak, nem tudtunk kimutatni mérhető egymásrakövetkezést a holocén határon meginduló talajképződési, vegetációcsere és tavi eutrofizáció közt.

3.Öcsi Nagy-tó, Déli-Bakony, Magyarország (3.1. ábra)

Az OTKA PD7323 pályázat munkatervében szerepelt egy nyugat-magyarországi tó (Öcsi Nagy-tó) üledék mintavételezése és sikeres mintavétel esetén a későglaciális/koraholocén átmentet nagyfelbontású vizsgálata. A 2010-es részjelentésben részletesen beszámoltunk a területen végzett fúrásokról, melyek arra utaltak, hogy az erősen feltöltődött tóban egy kb. 2 méteres fiatal tőzeg alatt fekete tavi üledék, majd ezalatt hirtelen váltással kékagyag található. A 2011/2012-ben elvégzett radiokarbon vizsgálatok alapján (3.1. táblázat) ez az üledékszelvény több ponton is feltehetőleg

üledékhiányos, ami nem teszi lehetővé a kutatási cél végrehajtását ezen a területen. A koraholocén időszak egy kb. 30 cm-es üledékszakason reprezentált, ennek feldolgozása az OTKA NF101362 pályázat keretében jelenleg zajlik, és reményeink szerint a koraholocén kb. 15000-8000 év közötti szakaszára ad képet a Bakonyalja növénytakarójának fejlődéséről.



Hiba! Nincs ilyen stílusú szöveg a dokumentumban.3.1. ábra Az Öcsi Nagy-tó földrajzi helyzete a Dunántúlon

3.1.táblázat Az Öcs-3 fúrás ATOMKI-ban elkészült AMS ¹⁴C mérési eredményei

<i>Sample name</i>	<i>Age ¹⁴C</i>	<i>Remark</i>
Öcs 160-162cm (1)	2 244 ± 25 BP	<180 µm-es fraction
Öcs/humin 160-162cm (1)	2 228 ± 26 BP	<180 µm-es fraction
Öcs/humin 160-162cm (1)	2 245 ± 32 BP	<180 µm-es fraction
Öcs 190-192cm (2)	9 615 ± 43 BP	>180 µm-es fraction
Öcs/humin 190-192cm (1)	8 766 ± 49 BP	<180 µm-es fraction

Appendix 1 Radiocarbon dates from Lake Brazi (TDB-1) Lake Gales (Gales-3), Lake Bucura (Bukura-5) and Lake Lia (Lia-1), Retezat Mts, Romania. AMS ¹⁴C dates were obtained from the Poznań Radiocarbon Laboratory, Poland and the Hungarian AMS Radiocarbon Facility at ATOMKI (#).

Core	Laboratory code	Dated material	Depth (cm)	¹⁴ C age years BP	Calibrated range years BP (2σ)	Remarks
TDB-1	Poz-26103	<i>Picea abies</i> needles	119	725 ± 30	652-723	suspect
TDB-1	I/338/1#	>180 μm fraction, plant macrofossil	127	375 ± 25		
TDB-1	I/338/2#	>180 μm fraction, particular organic matter	127	1018 ± 23 1031 ± 23		
TDB-1	Poz-26104	<i>Pinus mugo</i> cone scale	160	1735 ± 30	1562-1712	
TDB-1	I/338/3#	<i>Pinus mugo</i> shoot	204	2 611 ± 23		
TDB-1	Poz-26106	<i>Pinus mugo</i> cone	238	3045 ± 30	3205-3356	
TDB-1	I/338/4#	>180 μm fraction, plant macrofossil	280	3 962 ± 30		
TDB-1	I/338/5#	>180 μm fraction, particular organic matter	280	3 987 ± 26		
TDB-1	Poz-26107	<i>Pinus</i> twig	315	5040 ± 40	5708-5902	
TDB-1	Poz-26108	<i>Picea abies</i> needles	355	6320 ± 40	7163-7324	
TDB-1	I/338/6#	>180 μm fraction, plant macrofossil	391	6 925 ± 30		
TDB-1	Poz-26109	<i>Picea abies</i> needles	393	6130 ± 40	6926-7160	outlier
TDB-1	Poz-26110	<i>Picea abies</i> seed & needles	450	8240 ± 50	9072-9326	
TDB-1	Poz-26111	<i>Picea abies</i> needles	505	8810 ± 50	9670-9966	suspect
TDB-1	Poz-31714	<i>Pinus mugo</i> needles	521	9150 ± 50	10223-10432	
TDB-1	Poz-26112	<i>Picea abies</i> cone	545	9610 ± 50	10764-11165	
TDB-1	Poz-31715	<i>Pinus mugo</i> needles	557	9980 ± 100	11216-11618	
TDB-1	Poz-31716	charcoal	569	10870 ± 70	12598-12925	
TDB-1	Poz-27305	<i>Pinus</i> sp. needles (2)	578	11590 ± 60	13287-13620	
TDB-1	Poz-26113	<i>Picea abies</i> cone scales	591	9690 ± 50	11067-11225	outlier
Gales-3	Poz-26114	<i>Pinus</i> twig	15	2075 ± 30	1985-2129	
Gales-3	I/338/8#	<180 μm fraction	26	2720 ± 26		
Gales-3	Poz-26116	<i>Pinus mugo</i> cone	43	2500 ± 35	2458-2738	
Gales-3	I/338/10#	<180 μm fraction	75	2906 ± 25		
Gales-3	Poz-0	<i>Pinus</i> twig	102	> 0 BP		<0.02 mg C, too small
Gales-3	Poz-26117	<i>Pinus</i> twig	150	5380 ± 40	6172-6283	
Gales-3	I/338/12#	>180 μm fraction	159	6190 ± 48		
Gales-3	I/338/13#	>180 μm fraction	165	6496 ± 64		
Gales-3	I/338/14#	>180 μm fraction	173	7 353 ± 48		
Gales-3	Poz-27308	<i>Pinus</i> needle	179	8240 ± 50	9072-9326	
Gales-3	Poz-27307	Cladocera	179	8170 ± 70	8992-9318	0.7 mg C
Gales-3	I/338/15#	>180 μm fraction	189	8738 ± 36		
Gales-3	Poz-26118	Cladocera	213	10510 ± 70	12363-12605	
Gales-3	Poz-27309	Cladocera	261	10390 ± 100	11967-12576	0.19 mg C
Gales-3	Poz-26132	Cladocera	281	7880 ± 60	8552-8812	small, 0.5 mg C
Gales-3	Poz-0	Cladocera	315	> 0 BP		too small, <0.02 mg C
Gales-3	Poz-27310	Cladocera	317	> 0 BP		too small, 0.02 mg C
Bukura-5	HK3#	<150 μm fraction, sediment + cladocera epiphytium	430	7 532 ± 32		
Bukura-5	HK9#	>250 μm fraction, moss shoot, plant macrofossils	150	127 ± 22		
Öcs-1			160-162			

Sample code	Sample info	pMC abs	+ - pMC	14C age (yr BP)	+ - age
I/357/1#	Bukura-5 516cm <150µm	23,26	0,24	11717	84
I/357/2#	Bukura-5 516cm >150µm	22,33	0,23	12045	82
I/357/3#	Bukura-5 430cm <150µm	39,16	0,25	7531	52
I/357/4#	Bukura-5 330cm <250µm	52,35	0,29	5199	44
I/357/5#	Bukura-5 223cm <250µm	61,79	0,30	3868	39
I/357/6#	Bukura-5 150cm <250µm	71,99	0,32	2640	36
I/357/7#	Bukura-5 50cm <250µm	79,76	0,34	1817	34
I/357/8#	Lia-1 720cm >150µm	24,00	0,19	11462	63
I/357/9#	Lia-1 720cm <150µm	24,42	0,20	11324	65
I/357/10#	Lia-1 600cm >250µm	31,08	0,21	9386	54
I/357/11#	Lia-1 600cm <250µm	104,21	0,46	-331	35
I/357/12#	Lia-1 490cm <250µm	33,25	0,22	8846	53
I/357/13#	Lia-1 380cm <250µm	39,71	0,24	7419	48
I/357/14#	Lia-1 275cm <250µm	49,95	0,26	5576	43
I/357/15#	Lia-1 160cm <250µm	62,97	0,31	3715	40
I/357/16#	Lia-1 50cm <250µm	88,10	0,39	1018	35