

## **Késő miocén makroflóra-, vegetáció- és környezeti evolúció a Pannon-medencében**

### **Bevezető**

Magyarország késő miocén flóráinak vizsgálata meglehetősen későn, csak a XX. sz. közepe táján kezdődtek meg. Ennek oka részben a fiatalabb rétegek feltáratlansága, részben geológiai kormeghatározások hiányossága volt. A „szórvány” leletek és általában rossz megtartású példányok előkerülése nem tette lehetővé hogy átfogó értékelés, flóra- ill. vegetációrekonstrukció szülessen. Az elmúlt évtizedek intenzív ősnövénytani gyűjtései, valamint a geológiai kutatások során kikristályosodott kormeghatározások lehetővé tették, hogy egy monográfia keretében bemutassuk a késő miocén flóráját, vegetációját és ezek alapján készített klímarekonstrukciót. Munkánkban az új gyűjtések mellett felhasználtuk az ország valamennyi ősnövénytani gyűjteményének anyagát, így a Magyar Természettudományi Múzeum (BP), a Magyar Állami Földtani és Geofizikai Intézet (BK), a Savaria Múzeum (SAMU), a Mátra Múzeum (MM) és a Bakony Múzeum (ZIRC) ide vonatkozó, közelítőleg tízezer példányra kiterjedő gyűjtéseit. A példányok zömében leltározottak; a leltári számokat minden esetben feltüntetjük a gyűjtemény hivatalos betűjelével együtt: BP, BK, SAMU, MM. Ugyanakkor 90%-ban feldolgozatlan, meghatározatlan állapotban találtuk ezeket a gyűjteményeket, így a rendszertani feldolgozásokat csaknem teljes mértékben ennek a monográfiának keretében végeztük el, míg a korábban meghatározott, csekély számú példánynál revíziót végeztünk. Meglepő a feldolgozás alacsony foka, különösen, ha a korábbi feldolgozásokból készült nagyszámú publikációkat tekintjük, amelyek azonban sok esetben csak egy-egy maradványt említenek, vagy fajlistát sorolnak fel. Ezek a fajlisták – mivel sem leltári szám, sem ábra nem kapcsolódik hozzájuk – azonosíthatatlanok a gyűjteményekben, amelyeket így újra kellett határoznunk. A jelentős lelőhelyek mellett megemlítünk minden olyan „szórvány” leletet is, amelyről tudomásunk van, hogy ezzel is teljesebb, árnyaltabb képet kapjunk erről a korról. Palaeontológiai monográfiánál elengedhetetlen az ábraanyag. Elsősorban fotótáblákon mutatjuk be a taxonokat, de sok esetben rajzos ábrával segítjük a jobb felismerésüket. A vegetáció rekonstrukciót a nagyobb lelőhelyek esetében rekonstrukciós rajzokon mutatjuk be.

### **A pannon flórája**

A Pannon-medence flóráját a pannonban alapvetően a Pannon-tó határozta meg. A tó, amely nagyrészt uralta a medencét, kiszorította az egykor élt gazdag szarmata szárazföldi flórát, helyettük erősen víztől függő flórák ill. vegetációtípusok jelentek meg. A flóraelemek, fajok zömében nem most, a pannonban jelentek meg először a Pannon-medencében, hanem legkésőbb a szarmata végén. Jó példa erre Felsőtárkány flórája a szarmata/pannon határról, amely már egy erősen szelektált szarmata flórát tartalmaz, amely sokkal inkább a pannon flórákkal mutat hasonlóságot. Ebben a flórában már vízparti, vízközeli fajok vannak jelen túlnyomó többségben, így az *Acer tricuspidatum*, *Cercidiphyllum crenatum*, *Byttneriophyllum tiliifolium*, *Osmunda*, *Pteris*, *Alnus menzelii*. A korábbi szarmata flórákra, pl. Erdőbényére már alig emlékeztet egy-egy faj, pl. a *Quercus kubinyii*, de nyoma sincs az ott uralkodó *Zelkova zelkovifoliának* vagy a *Podocarpium podocarpum*nak. A szarmata „homokkő flórák”, ahogy Andreánszky (1959) nevezte ezeket, azonban sok olyan elemet tartalmaznak, amelyek a szarmatában ha alárendelten is, de már jelen voltak, és a pannonban a számukra kedvező környezeti feltételek hatására előre törtek,

akár uralkodóvá is váltak. A pannon meghatározó elemei közül, a *Liquidambar europaea* a szarmatában Buják, Bánhorváti lelőhelyeken, az *Alnus ducalis* Sályon (*A. hoernesii* néven Andreánszky 1959) már jelen van. A *Byttneriophyllum tiliifolium*, a pannon egyik uralkodó eleme csak a szarmata/pannon határán, Felsőtárkányban jelenik meg először. A pannon flóra tehát jórészt a már medencében élő szarmata elemekből fejlődött tovább, mégpedig azokból, amelyek kedvezően viselték az ártéri, mocsári körülményeket. Látszólag eltűntek, legalábbis nagyon visszaszorultak a szarmata mezofil erdők alkotó elemei, így a *Zelkova zelkovifolia*, *Quercus kubinyii*, *Quercus pontica-miocenica*, *Podocarpium podocarpum*, *Fagus haidingeri*, *Parrotia pristina*, *Smilax*. A pannon flórák összetételénél azt látjuk, hogy ezek közül a mezofil elemek csak néhány tűnik fel szórványosan egy-egy lelőhelyen. Teljes kihálásukról így általában nem beszélhetünk, de erősen reliktum jelleget mutatnak. *Fagust* Alcsúton, *Quercus kubinyii*-t Alcsúton, Hosszúperesztegen, Aranyosgadányban lehetett kimutatni. *Smilax*ot Tihanyban. A *Parrotia pristina*-t a medence belsejében sehol sem találtuk meg, csupán a medence nyugati peremén Paldau (Ausztria) lelőhelyen, alig egy-két példánnyal (Krenn 1998). Vannak olyan fajok, mint például a *Zelkova zelkovifolia*, amelyet egyetlen pannon lelőhelyről sem ismerünk, de hogy átvészelte mégis ezt az időszakot, azt onnan tudjuk, hogy a pliocénben, a vulkáni krátertavak üledékéből ismét előkerült, még hozzá uralkodó mennyiségben (Hably & Kvaček 1997). A *Quercus kubinyii* a pannon reliktum előfordulása után a pliocénben vulkáni területeken szintén tömeges lesz. Hasonló az *Engelhardia* előfordulása, amely a paleogéntől kezdve jelen van, az oligocénben és az alsó miocénben helyenként uralkodó. A szarmatára nem jellemző, de a pannonban egy lelőhelyen, Rózsaszentmártonban felbukkan terméslelete, az *E. macroptera*. Később a vulkáni krátertavakban, Gércén egy levélmaradványa, az *E. orsbergensis* kerül elő. Mind a pannonban, mint a pliocénben már relikturnak tekinthető. A paleogéne és neogéne átfutó előfordulása azt mutatja, hogy igen jó túlélési stratégiával rendelkezett, de erősen a meleg periódusokhoz kötődik. Más a helyzet a szarmata egy szintén meghatározó fajával, a *Podocarpium podocarpum*mal. Ez a faj a pannon során nem került elő semelyik lelőhelyről. Borszékéről Pop (1936) által publikált adat téves, revízió során ki lehetett zárni a *Podocarpium podocarpum* jelenlétét. A faj később, a pliocén vulkáni flórákban sem jelenik meg, így a jelenleg ismert adatok birtokában egyértelműen azt mondhatjuk, hogy a szarmata végén kihalt. Legkésőbbi előfordulását az ausztriai Gratkorn (Hably & Meller in progress) lelőhelyről ismert. Természetesen nemcsak ez, hanem számos más faj is eltűnt a szarmata végén, amelyek a Pannon tó által megváltozott körülményeket nem tudták elviselni, ezért a pliocénben visszatérő flóra mindenképpen szegényebb a szarmatánál.

A Pannon-tó által előtört medencében a helyi viszonyok határozták meg, hogy ártéri ligeterdők, vagy kimondott mocsárerdők alakultak ki. A ligeterdők lényegesen nagyobb fajgazdagságot mutatnak, mint a mocsáriak. Szinte állandó, konstans elemük a *Platanus leucophylla* és a *Liquidambar europaea*, amelyhez sok más faj is társul, de egy adott lelőhelyen csak korlátozott számban. Ilyen járulékos elemek az *Acer jurenakii*, *Alnus ducalis*, *Alnus gaudini*, *Ulmus carpinoides*, *Juglans acuminata*, *Populus populina*, *Populus balsamoides*, *Vitis*, *Smilax*. Közülük egyesek egy-egy lelőhelyen akár uralkodóvá is válhatnak. Ezt a flóraegyüttest képviseli Győr-Sashegy lelőhelye, ahol a *Platanus neptuni*, *Liquidambar europaea* dominálnak, mellettük megjelenik a *Vitis*, *Acer*, stb. Tihany-fehérsziget ugyancsak ezt az ártéri együttest képviseli, ahol a fenti két uralkodó faj mellett az *Alnus ducalis*, *Alnus gaudini* is jelentős, továbbá itt jelenik meg egyedül a pannonban a *Smilax*.

A mocsárerdők ennél lényegesen fajszegényebbek. Három uralkodófaja ennek a társulásnak a *Glyptostrobus europaeus*, *Byttneriophyllum tiliifolium* és az *Alnus cscropiifolia*, amelyet esetenként egy másik éger faj, az *Alnus menzliei* helyettesít. Mellettük *Salix*-ot, *Myrica*-t találunk, az aljnövényzetben páfrányokat, főleg *Osmunda parschlugiana*-t és *Pronephrium stiriacum*-ot. Ennek a flórának legtipikusabb képviselője Dozmat (Hably & Kovar-Eder 1996), ahol a fent említett három uralkodó fajon kívül szinte csak *Osmunda parschlugiana*-val találkozunk. Előfordul ez a társulás Balatonszentgyörgy rétegeiben, igaz, ott a *Glyptostrobus* van túlnyomó többségben, és a *Byttneriophyllum* teljesen hiányzik. Jelen van viszont nagy tömegben az *Osmunda*, kisebb mértékben a *Pronephrium*. Ezekon kívül csak nagyon elvétve találunk más növényt, pl. a *Musophyllum*-ot, és a „Magnolia” *szakmanyicsabae*-t. Balatonszentgyörgyön az idősebb rétegek lényegesen gazdagabbak, ezek még nem voltak olyan mélyen előntve, így a mocsári elemek: *Glyptostrobus*, *Myrica lignitum* mellett megtaláljuk a ligeterdei elemeket is, mint pl. az *Acer jurenakii*-t, vagy a *Vitis szakmanygyörgyii*-t. A vízszint emelkedésével azonban ezek a fajok eltűntek, és egy monotipikus, fajszegény mocsárerdő vette át az uralmat. Hasonló tendenciát mutat ki Gross (1998) Paldau környékén. Iharosberényben ugyancsak *Byttneriophyllum*, *Glyptostrobus* dominanciát látunk, ahol az *Osmunda*, *Alnus*, *Salix* is megjelenik. Tiszapalkonyán ez kiegészül *Acerrel* és *Ulmussal* is.

Az ártéri területeken *Platanus*, *Liquidambar*, *Ulmus* és több más faj alkotott ligeterdőt. Ilyen Győr-Sashegy flórája a fenti taxonok dominanciájával, mellette *Acer*, *Vitis* fordul elő. Tihany-Fehérpart lelőhelye *Alnus ducalis*, *Quercus neriifolia*, *Populus* fajokkal egészül ki. Fajösszetétel alapján sok hasonlóságot mutat a peremi területen levő Paldau (Ausztria) flórájával, ami arra utal, hogy mindkettő kiemeltebb területen lehetett egy időszakban. Alcsút ugyancsak ennek a flórának a képviselője, ahol még néhány reliktum mezofil elem (*Fagus*, *Quercus kubinyii*) is felbukkan. Hosszúpereszteg szintén ehhez a flóraegyütteshez sorolható, ahol a számos platán, *Liquidambar* és *Ulmus* mellett kivételesen sok *Quercus* lelet is előkerült, így a *Quercus kubinyii* számára reliktum területet mutat a lelőhely. Karmacs is ezek közé a flórák közé sorolható, csak a rossz megtartási viszonyok miatt igen fajszegény, azonban a *Platanus* és *Ulmus* dominanciája egyértelmű.

Kimondottan tavi, limnikus növényzetet a Mátra-alji lignit területen találunk csupán, Visonta, Rózsaszentmárton, Bükkábrány lelőhelyeken, ahol gazdag magtermés leletek támasztják alá a tó jelenlétét, így a *Trapa* (Wojcicki & Bajzáth 1997), *Stratiotes*, *Trapanella*, stb. (László 1989, 1992, Bűzek & László 1992). Rudabányán ugyancsak számos limnikus elem került elő (*Potamogeton*, *Trapa*, *Stratiotes*) a mocsárerdő (*Glyptostrobus*, *Alnus*, *Byttneriophyllum*) mellett. A nagy tömegben jelen levő *Cercidiphyllum* az idősebb pannonra utal, akárcsak Felsőtárkányban. A faj valószínűleg szintén a mocsárerdőkhöz köthető, de csak a szarmata/pannon határon és az idősebb pannonban fordul elő, később eltűnik a Kárpát-medencéből, és már a pliocénben sem bukkan fel újra.

Egyes, bár nagyon kevés lelőhelyen fenyőtobozokkal találkozunk, mint Mindszentkállán, vagy a Kula-dombon. Ezek tengerparti, meleg klímaigényű fajok lehettek, és feltehetően kimagasodó, sziklás partszakaszokon élhettek. A medencében a Balaton nyugati végénél, a Keszthelyi-hegységből ismerünk ilyen előfordulásokat, valamint Erdélyből Siklódról (Solt et al 2010) és Dolmány, Segesvár, Segesd, Szászkisalmás, Ilyefalva, Erked, Sárpatok, Mesztakény lelőhelyeiről (Tuzson 1913) említenek pannon fenyőleleteket *Pinus kotschyana* (Unger) Tuzson néven.

A Pannon-medence flórája tehát szemmel láthatóan nagy átalakuláson megy keresztül a Pannon-tó okozta környezeti változásoknak köszönhetően. Csak a teljeskörű vizsgálatoknak köszönhetően volt kimutatható több olyan elem, amelyet korábban kiveszettnek gondolhattunk. Láttuk, hogy ezek közül néhányan a medence területén is a kiemelkedő magaslatokon megmaradhattak. Érdeemes kitekinteni, mi történt a medence peremén, azokon a területeken, amelyek feltehetően kiemelkedtek, vagy legalábbis rövidebb időszakra határozta meg a Pannon-tó a környezeti feltételeket. Az északi peremen szlovákiai flórák jól jellemzik és magyarázzák a pannon flóra változását a peremi területek felé. Sitar (1969, 1982) által publikált Polerieka-Kolisky, Martin, Lehotka, Bystricka, Priekopa lelőhelyeket korábban szarmatának vélték. Újabb vizsgálatok (Kováč et al 2011) már a késő miocénbe, pannonba sorolják ezeket a rétegeket.

### **A pannon vegetáció**

A pannon vegetáció a tó szabad vízfelületeitől eltekintve dús, erdő vegetáció lehetett. A kiterjedt mocsarakat mocsárerdők borították, a folyókat galériaerdők szegélyezték. A sziklás, kiemelkedő partokon mediterrán jellegű fenyőerdők éltek.

Mivel a vízellátottság kiváló volt, a hőmérséklet kedvezően meleg volt, dús, többszintes vegetáció alakult ki. A gypszintben bőven voltak jelen harasztok, zsurlók, de főként páfrányok, leggyakrabban *Osmunda*, több helyen *Pronephrium* és *Pteris*. A cserjeszintben a mocsári területeken a *Byttneriophyllum* uralkodott, esetenként pedig a *Myrica*. A lombkoronaszintet többnyire elegyes erdők alkották. Nyitvatermők közül a *Glyptostrobus europaeus*, zárvatermőkből *Alnus* és *Salix* fajok vettek részt.

Az árterek lombkoronaszintjében *Platanus*, *Liquidambar*, *Ulmus*, *Alnus*, *Salix* és több más nemzetség vett részt. Esetenként a liánszint is kialakult, amire a *Smilax* jelenléte utal egyes lelőhelyeken. Az *Alnus*, *Salix*, *Ulmus* a cserjeszintben szintén jelen lehetett több más nemzetséggel. Ezekből az erdőkből a gypszintre vonatkozó leletanyag hiányzik.

A két nagy uralkodó vegetáció típus mellett feltehetően egy vízparttól távoli fenyőerdő is megjelent helyenként, amelyet valódi fenyők, *Pinus*, *Picea* alkotott. Ezek kiemelkedő, sziklás partokon találhattak élőhelyet. Ezek maradványait találjuk Mindszentkállán, vagy a Kula dombon. Helyenként a fenyőerdő lombhullató fajokkal is elegyedhetett, főképpen *Platanussal*.

Tavi vegetációval előtört területeken, valódi tavi környezetben találkozunk, többnyire Mátra- ill. Bükkalja térségében. *Trapa*, *Trapanella*, *Potamogeton*, *Stratiotes* zömében mag-termésmaradványai reprezentálják ezt a vegetációtípust. Bükkábrányból *Ceratophyllum dubium*, *Trapa heeri*, *Potamogeton martinianus*, *Spirematospermum wetzleri* (László 1992), *Potamogeton* sp., *Stratiotes* sp., *Carex* sp. (Erdei & Magyarai 2011), Visontáról *Nymphaea szazeri*, *Nuphar palfalvyi*, *Ceratophyllum dubium*, *Potamogeton* sp., *Caldesia* cf. *cylindrica*, *Stratiotes tuberculatus*, *Spirematospermum wetzleri* került elő a tavi flórából (Bůžek & László 1992).

Kiterjedt mezofil vegetációval a Pannon-medence belsejében sehol sem találkozunk. A Pannon-tó miatt kiszorult a medencéből, és leginkább csak töredékével találkozunk a peremi területeken, valamint a kiemelkedő, ún. „inselberg” területeken. Ezeket reprezentálja *Mataschen* (Kovar-Eder & Hably 2006), *Paldau* (Gross 1998, Krenn 1998) peremi területeken talált flórája, ahol a mezofil vegetáció számos elemét, köztük sok melegigényeset is megtaláltak. A medence belsejében

nagyon töredékesen maradt fenn, leginkább csak egy-egy eleme, mint pl. Hosszúhetényben vagy Alcsúton.

## **A vegetáció rekonstrukciója "pft" (plant functional type) típusok alkalmazásával**

### **Előzmények és módszer**

A növényi funkciós típusok alkalmazása a hajdani vegetáció rekonstrukciójában egy standard, az összehasonlíthatóságot biztosító és térképezhető eredményt ad. A korábbi kvalitatív, szemi-kvantitatív vegetáció rekonstrukciós módszerek (pl. Mai 1995; Integrated Plant Record, IPR: Kovar Eder & Kvaček 2007, Kovar Eder et al. 2008) egyik hátránya, hogy a vegetáció zonális elemeit intuitív módon kiválasztva próbálják meg a vegetációt modellezni.

Az itt alkalmazott módszer szerint a fosszilis flórák taxonjait a ma élő közel rokon taxonok morfológiai (pl. növekedési forma), fiziológiai tulajdonságai alapján növényi funkciós típusokba (plant functional types, pft) soroljuk, így az adott flórát egy "pft" eloszlás ill. "pft" spektrum jellemzi (pl. Prentice et al. 1996, Utescher et al. 2007). A kapott "pft" mintázatok már könnyebben összehasonlíthatók, az egyes pft kategóriák akár csoportosíthatók is, pl. örökzöldek / lombhullatók, tűlevelűek / lomblevelűek, meleg mérsékelt / hűvös mérsékelt elemek, szárazságtűrő elemek, stb, sőt felhasználásukkal biomok is meghatározhatóak. A rekonstrukciós módszer előnye, hogy vegetáció modellek szimulációs eredményeinek tesztelésére, összehasonlításra alkalmas, (szemi-)kvantitatív adatokkal szolgál, pl. CARAIB: CARbon Assimilation In the Biosphere, dynamic vegetation modell, Francois et al. 2011.

A korábbi, 13 "pft" kategóriát tartalmazó rendszert (Utescher et al. 2007) tovább bővítettük 40 "pft" kategóriára, mely különbséget tesz a növekedési forma (tree, shrub, herb) szerint, és figyelembe veszi az esetleges nem zonális (wetland) elemeket is.

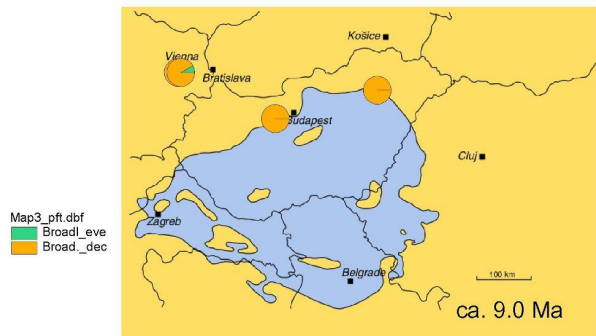
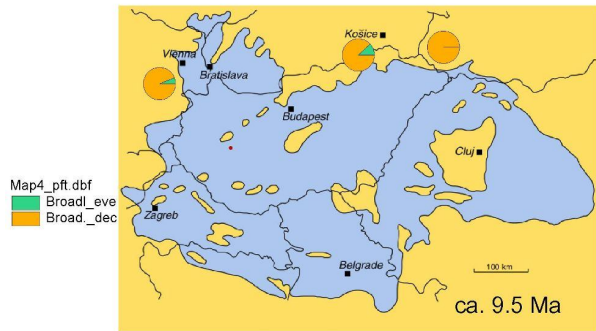
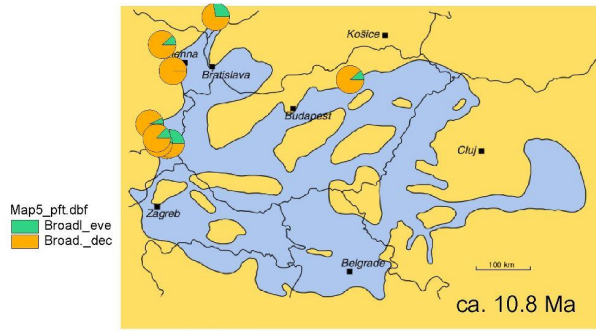
Az így továbbfejlesztett módszert alkalmaztuk a Pannon medence késő miocén vegetációjának rekonstrukciójában. Az elemzéshez számos, a medencétől távoli lelőhely adatait is felhasználtuk, pl. osztrák molassz flórák. A lelőhelyek sztratigráfiája alapján öt időintervallumot különítettünk el, az eredmények bemutatásához Magyar et al. (1999) ösföldrajzi térképeit használtuk. Az eredmények publikálása folyamatban van (leadás előreláthatólag a *Geologica Carpathica* folyóirathoz).

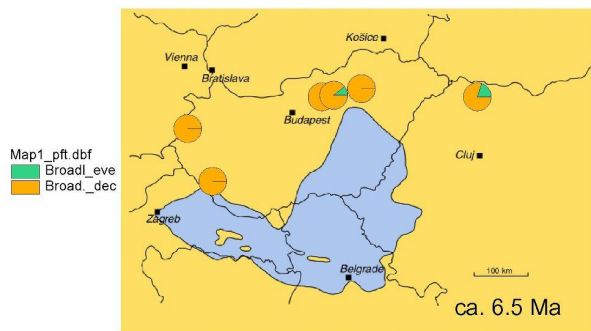
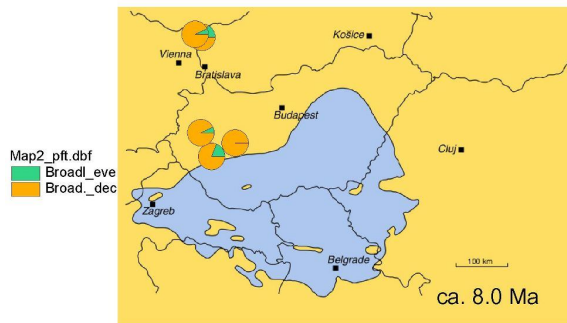
### **Eredmények**

Az alábbi térképek a vegetáció változásának jelentősebb tendenciáit mutatják be.

- ❖ Az örökzöld és lombhullató elemek arányának változása a vegetációban a késő miocén során a Pannon medencében.

Az örökzöld elemek arányának igen kis mértékű csökkenése figyelhető meg a késő miocén végére, amely az évi átlagos hőmérséklet kisebb mértékű csökkenésével is magyarázható (leghidegebb hónap hőmérsékletének csökkenése). Az örökzöld elemek jelenléte kifejezettebb a Pannon tó fő tömegétől távolabb eső lelőhelyeken.

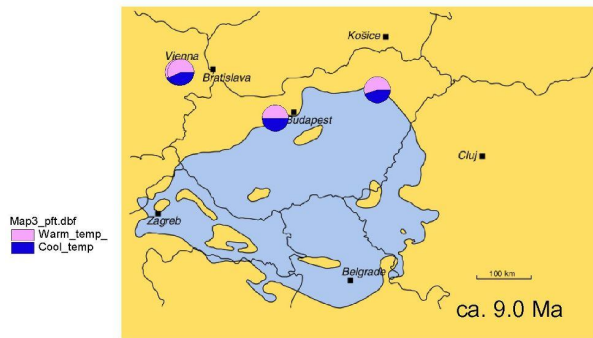
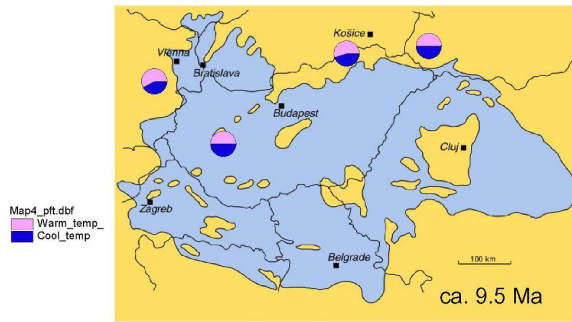
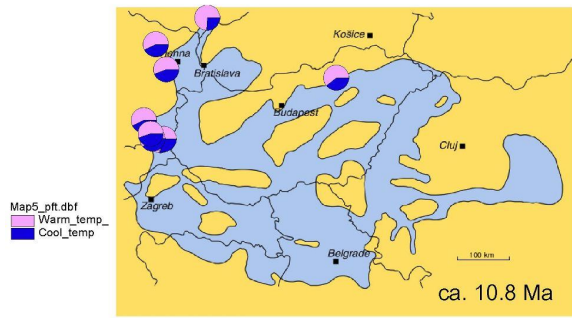




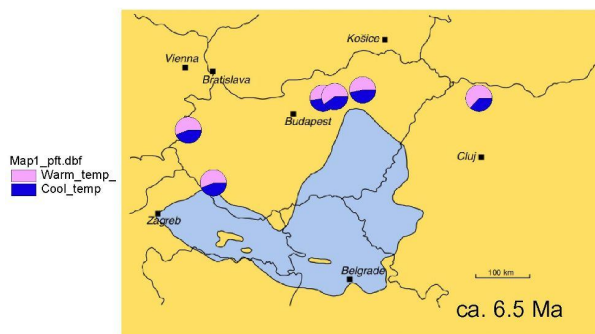
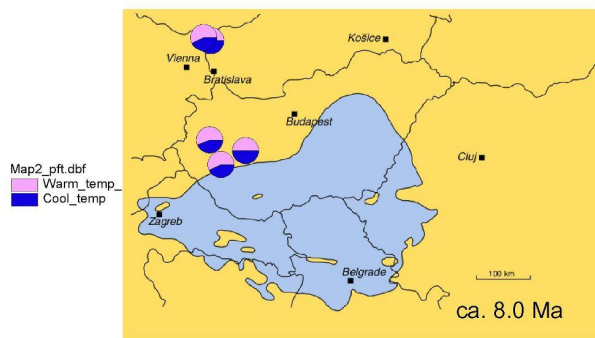
1. térkép: Felsőtárkány, Paldau, Neuhaus, Mataschen, Woerth, Lohsburg, Grossenreith, Schneegattern, Ebersbrunn
2. térkép: Rudabánya, Kucsova, Neusiedl, Mindszentkállya
3. térkép: Alcsút, Tiszapalkonya, Vösendorf,
4. térkép: Hosszúpereszteg, Tihany, Balatonszentgyörgy, Moravska Nova Ves, Postorna
5. térkép: Rózsaszentmárton, Iharosberény, Dozmat, Bükkábrány, Visonta, Chiuzbaia

- ❖ A meleg és hűvös mérsékelt elemek arányának változása a késő miocén során a Pannon medencében.

A meleg-mérsékelt elemek aránya közel azonosnak tűnik a késő miocén első és utolsó intervallumában, az igen csekély mértékű csökkenés a Pannon tó legnagyobb kiterjedésének intervallumával mutat átfedést, és a nagy kiterjedésű víztömeg kiegyenlítő hatásával is magyarázható. A csekély mértékű klímaváltozás a meleg és hűvös mérsékelt elemek arányát nem változtatta meg számottevően.







Az elemzésbe a Pannon tó fő víztömegétől távolabbi lelőhelyeket is bevontunk a tó kiegyenlítő hatásának vizsgálatára. Korábbi klímaelemzések eredményei szerint (Erdei et al. 2007) az évi középhőmérséklet becsült intervallumának felső határa a pliocénre 0.5-1°C-al csökkenhetett.

A Pannon medence késő miocén flóráinak klímaelemzése igen széles intervallumokat adott, amely összhangban van a korábbi középső miocén végi és pliocénre kalkulált értékekkel, azonban a klíma részletesebb elemzésére a késő miocénben nem nyújt információt.

## Tafonómia

A növénymaradványos pannon üledékei általában agyag, agyagos homok, homokkő és ezek cementálódott változatai. A kőzet fontos szerepet játszik a flórák értékelésénél, mert maga is meghatározza nemcsak a megtartás milyenségét, hanem hogy egyáltalán milyen taxonok maradhatnak fenn benne felismerhető módon. Kőzetszemcse elemzéssel kimutatták (Hably & Szakmány 2006), hogy legalább 50%-ban kell tartalmaznia a beágyazó kőzetnek 0.063 mm alatti frakciót ahhoz, hogy a levélmaradványok jól felismerhetőek, határozhatóak legyenek. Ennek a frakciónak a nagyobb aránya jelentősen növeli további fajok megmaradási és felismerhetőségi esélyét, pl. 70%-os aránya esetén már kiváló volt. Durvaszemű kőzet esetén csak erősebb babérlevelek, bőrnemű, sclerophyll levelek maradnak csak fenn. Nemcsak a szemcseméret, a kőzet ásványos összetétele is kihatással van arra, hogy hány taxont találunk felismerhető állapotban. A karbonát tartalom például jelentősen csökkenti a jó megtartású, jól felismerhető taxonok számát (Hably & Szakmány 2006).

A pannon lelőhelyeken is jó példát találunk erre. A finom szemű, nagy agyagtartalmú kőzet jól megőrzi a növényi részeket, azok minden részletét. Az ilyen

lelőhelyeken nagy bizonyossággal megtalálhatunk minden taxont, amely jelen volt az egykori flórában és eljutott az üledékgyűjtőig. Ugyanakkor a durvaszemű, homokos kőzetekben már erősen szelektálódik a flóra. Karmacson, ahol cementált, valószínűleg nagy mésztartalmú homokkőben őrződtek meg a levélmaradványok, a *Platanus leucophylla* és az *Ulmus*on kívül szinte semmi sem maradt fenn jól felismerhető formában. A flóraegyüttes így tafonómiai okokból hiányos, feltehetően a fenti két faj mellett további fajok is részt vettek a flórában. Hasonló a helyzet Mindszentkállán, ahol a fenyőtobozokon kívül *Platanus leucophylla*t találunk csak felismerhető állapotban, a további kevés lelet taxonómiája bizonytalan. Ilyen szempontokat figyelembe véve, a finomszemű agyagos, vagyis tavi, vagy mélyebb mocsári együtteseknek volt jobb lehetőségük a teljesebb flóra megmaradására. Ugyanakkor ezek autochton helyzetükből adódóan néhány 10 m<sup>2</sup>-es területről őrizték csak meg az egykori élővilágot. Az ártéri flórák nagyobb területekről kerültek az üledékgyűjtőbe a folyóvízi szállítás miatt. Mindazonáltal ezek sem lehettek túl nagy távolságok, mivel a vízi szállítás távolsága is eléggé korlátozott (Molnár et al. 2004). Ha zömében ép leveleket találunk, mint nagyon sok esetben a pannon ártéri flórák esetében, semmiképpen sem gyanakodhatunk hosszú szállításra. A levelek mellett ritkán terméseket is találunk. Szárnyas termések, esetleg más, de ugyancsak könnyű, lebegni képes termések fosszilizálódhatnak együtt a levelekkel. A pannon flórákban leggyakrabban juhar (*Acer*) szárnyas terméseivel találkozunk, *Banisteria carpum* leletek onnan kerültek elő, ahol a feltételezeten hozzá tartozó *Byttneriophyllum tiliifolium* nagyon gyakori. Rudabányáról számos, gyönyörű leletet ismerünk, Dozmaton Horváth Ernő jegyzetei említik, sajnos, a gyűjteményben később nem találtuk meg (Hably & Kovar-Eder 1996). Graz-Andritz publikálatlan lelőhelyén, ahol a flórában szintén uralkodó a *Byttneriophyllum*, több szép példány fordul elő, amelyek a LMJ gyűjteménye őriz. Homokosabb kőzetekben, mint pl. Hosszúperesztegen platán (*Platanus*) terméssel, tölgy (*Quercus*) kupaccsal, a Kula dombon és Mindszentkállán fenyőtobozokkal. A mocsári környezetben, autochton helyzetben éger (*Alnus*), fűz (*Salix*) barkákat találunk, valamint a *Glyptostrobus tobozát*, gyakran sok kihullott magját is. Kompakt termések főként tavi környezetben gyakoriak, pl. *Trapa*, *Stratiotes*.

Feltehetően tafonómiai magyarázattal szolgálhatunk a *Musophyllum* meglétével kapcsolatban is. Felsőtárkány flórájából *Musophyllum tárkányense* néven írták le (Bubik in Kubát & Bubik 1955), azonban Balatonszentgyörgy magasabb rétegeiben, finomszemű agyagos rétegekben is megtalálható, ahol *Glyptostrobus* dominancia van. Innen is előkerültek olyan töredékek, amelyek arra utalnak, hogy igen nagyméretű, ugyanakkor finom, puha levél lehetett, amely a fosszilizáció áldozata lett, és csak kevés, töredékes példánya maradhatott fenn. Ennél fogva nehezen ismerhető fel, így kevés publikált adatunk van róla. Ugyanakkor a leletek elterjedése azt mutatja, hogy elég nagy áréában élehetett, mivel az Észak-magyarországi Felsőtárkánytól kezdve a dunántúli Balatonszentgyörgyön át egészen az ausztriai Kapfenstein lelőhelyig előfordul (LMJ ősnövénytan gyűjteményének publikálatlan anyaga).

Noha pannon lelőhelyeinken nem maradt meg kutikula, ez nem okoz különösebb gondot taxonómiai azonosításuknál, mivel az ekkor élt fajok jelentős része olyan makromorfológiai bélyegekkel rendelkezik, ami jól felismerhetővé teszi.

## Klíma

Makroflórát alapuló kvantitatív klíma analízis (Coexistence Approach, Mosbrugger & Utescher (1997)) szerint az évi átlaghőmérséklet 10-16°C közé tehető. A széles intervallumok a flórák viszonylag alacsony diverzitásával magyarázhatóak. A leghidegebb hónap középhőmérsékletére kapott értékek fagymentes klímára utalnak, az éves hőingadozás 20°C alatt maradt. Az éves csapadékra 700-1300 mm-nek adódott.

## Irodalom

- Andreánszky, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 360 pp.
- Bůžek, Č. & László, J. (1992): Contribution to the Upper Pannonian flora from Visonta, northern Hungary. – *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.*, 17:47-78.
- Erdei, B., Hably, L., Kázmér, M., Utescher, T. & Bruch, A. (2007): Neogene flora and vegetation development of the Pannonian domain in relation to palaeoclimate and palaeogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253, 131-156.
- Erdei, B. & Magyarai, E. (2011): Late Miocene plant remains from Bükkábrány, Hungary. *Studia Botanica Hungarica*, 42: 135–151.
- François, L., Utescher, T., Favre, E., Henrot, A.-J., Warnant, P., Micheels, A., Erdei, B., Suc, J.-P., Cheddadi, R. & Mosbrugger, V. 2011. Modelling Late Miocene vegetation in Europe: Results of the CARAIB model and comparison with palaeovegetation data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 304(3-4), 359-378.
- Gross, M. (1998): Floren- und Faziesentwicklung im Unterpannonium (Obermiozän) des oststeirischen Neogenbeckens (Österreich). – *geol. Paläont. Mitt. Innsbruck* 23:1-35.
- Hably, L. & Kovar-Eder, J. (1996): A representative leaf assemblage of the Pannonian Lake from Dozmat near Szombathely (Western Hungary), Upper Pannonian, Upper Miocene. – In: *Advances in Austrian-Hungarian Joint Geological Research*. Budapest. pp. 69–81.
- Hably, L. & Kvaček, Z. (1997): Early Pliocene plant megafossils from the volcanic area in West Hungary. - *Studia Naturalia* 10: 5-151.
- Hably, L. & Szakmány, Gy. (2006): Prospects of flora and vegetation reconstructions dependent on sediment petrological conditions, exemplified by eight Egerian floras of Hungary. *Geobios, Elsevier*, 39: 385-393.
- Kováč, M., Hók, J., Minár, J., Vojtko, P., Bielik, M., Pipík, R., Rakús, M., Král, J., Šujan, M., Králiková, S. (2011): Neogene and Quaternary development of the Turiec Basin and landscape in its catchment: a tentative mass balance model. – *Geologica Carpathica*, 62(4): 361-379.
- Kovar-Eder, J. & Hably, L. (2006): The flora of Mataschen- a unique plant assemblage from the Late Miocene of Eastern Styria (Austria).- *Acta Palaeobotanica*, 46 (2): 157-239.
- Kovar-Eder, J. & Kvaček Z. (2007): The integrated plant record (IPR) to reconstruct Neogene vegetation: the IPR-vegetation analysis. *Acta Palaeobotanica* 47(2): 391–418.

- Kovar-Eder, J., Jechorek, H., Kvaček, Z. & Parashiv, V. (2008): The integrated plant record: An essential tool for reconstructing Neogene zonal vegetation in Europe. *Palaios* 23:97-111.
- Krenn, H. (1998): Die obermiozäne (pannone) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich.- Mitt. Geol. Und Paläont. Landesmuseum Joanneum 56: 165-271.
- Kubát, K. & Bubik, I. (1955): Szarmata flóra Felsőtárkányból (Heves m.). (Sarmatische Flora aus Felsőtárkány [Kom. Heves]). – In: Andreánszky, G. & Kovács, É.: A hazai fiatalabb harmadidőszaki flórák tagolása és ökológiája. (Gliederung und ökologie der jüngeren Tertiärfloren Ungarns). *Annls Inst. geol. publ. hung.* 44(1): 42–55, 173–179.
- László, J. (1989): Ősnövénytani adatok a mátra-bükkaljai lignitterületről I. - *Fol. Hist.-nat. Mus Matr.*, 14: 31-34.
- László, J. (1992): Ősnövénymaradványok a bükkábrányi lignitkülfejtésből.(Fossil plant remains from the lignite open mining at Bükkábrány). - *M. Áll. Földt. Int. évi jel.* 1990-ről, pp. 321-337.
- Mai, D.H. 1995. *Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas*. Fischer, Jena, 691 pp.
- Magyar, I. Geary, H. & Müller, P. (1999): Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147(3-4):151-167.
- Molnár, J., Erdei, B. & Hably, L. (2004): The transport of leaves and fruits – a taphonomical study of leaf litter. – *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 96: 29-50.
- Mosbrugger, V., Utescher, T., (1997): The coexistence approach — a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 134, 61–86.
- Pop, E. (1936): *Flora Pliocenica dela Borsec. (Die Pliozäne Flora von Borsec).*- *Universitatea Regele Ferdinand; Cluj Facultatea de Stiinte*, 189 pp.
- Prentice, I.C., Guiot, J., Huntley, B., Jolly, D., Cheddadi, R. (1996): Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics* 12, 185–194.
- Sitár, V. (1969): Die Paläoflora des Turiec-Beckens und ihre Beziehung zu den Mitteleuropäischen Floren. – *Acta geologica et Geographica Universitatis Comenianae. Geologica* 17: 99-174.
- Sitar, V. (1982): Tertiäre Flora des SW-Teiles des Turiec-Beckens (Westkarpaten) – *Acta geologica et Geographica Universitatis Comenianae. Geologica* 38:191-206.
- Solt, P., Hably, L., Nagyné Bodor E. & Silye, L. (2010): Pannóniai koru növénymaradványok Siklódon. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése 2008*, pp. 53-62.
- Tuzson, J. (1913): Adatok Magyarország fosszilis flórájához. – *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 21(8): 209-233.
- Utescher, T., Erdei, B., François, L. & Mosbrugger, V. (2007): Studies on diversity of plant functional types in the Miocene of Western Eurasia – spatial distribution patterns in the Langhian, Sarmatian and Tortonian and their relation to palaeovegetation and palaeoclimate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253:242-266.
- Wójcicki, J. J. & Bajzáth, J. (1997): *Trapa praehungarica*, a new fossil species from the Upper Pannonian of Hungary. – *Acta Paleobotanica*, 37(1): 51–54.