



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**PÁNKROMATIKUS FELVÉTELEKRE ÉS
KÉPSZEGMENTÁCIÓRA ALAPOZOTT
VEGETÁCIÓREKONSTRUKCIÓS
VIZSGÁLATOK AZ ÉSZAK-ALFÖLDI LÁPOK PÉLDÁJÁN**

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

CSERHALMI DÁNIEL

2009.
Gödöllő

A doktori iskola

megnevezése: Biológiai tudományi Doktori Iskola

tudományága: Biológiai tudomány

vezetője: Prof. Dr. Bakonyi Gábor, DSc
egyetemi tanár
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Állattani és Állatökológiai Tanszék

témavezető: Dr. Nagy János, PhD
egyetemi adjunktus
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Növénytani és Ökofiziológiai Intézet

.....
Prof. Dr. Bakonyi Gábor
A Doktori Iskola vezetője

.....
Dr. Nagy János
témavezető

1. A munka előzményei, kitűzött célok

Az elmúlt néhány évtizedben a térinformatika és a távérzékelés széleskörű elterjedése és rohamos fejlődése új távlatokat nyitott számtalan tudományterület, így a vegetációtérképezés számára is. A botanikai kutatásokban ma is nagy szerepet kap a múlt megismerése. Nagy szükség van a vegetáció térbeli és időbeli dinamikáját figyelembe vevő kutatásokra, melyek megvalósításához a légifotók nyújtják az egyik legjobb segítséget, s ezáltal lehetőség nyílik a hosszú távú vizsgálatokra is. A botanikai kutatások során a korábban széles körben elterjedt, elsősorban szabadkézzel készített vegetációtérképeket fokozatosan váltották fel a digitális, ámde manuális technikával rajzolt (kézzel digitalizált) térképek. A légifelvételek az 1980-as évekig csupán „mankóként”, a terepi munka kiegészítéseként, azaz elsősorban a tereptárgyak beazonosítására szolgáltak, s mindez elsősorban a rossz minőségű és gyenge felbontású képekkel, az analóg technikákkal és a nehéz hozzáférhetőséggel indokolható. A hagyományos vegetációtérképezés egyik alapvető problémája a szubjektív (emberi) tényező. A digitális eljárások pont ezt a faktort próbálják minél inkább lecsökkenteni. Ez utóbbi módszerek viszont a botanikus saját (több éves) terepi és manuális térképezési tapasztalatai nélkül használhatatlanok. Ezért van szükség olyan módszerek kidolgozására, melyekkel pontosabb, objektívebb képet kaphatunk a földfelszínről, amihez a két tényező arányának optimalizálása szükséges.

A Beregi-sík lágjainak ötvenes évekbeli felfedezése óta folyamatos kutatás csak az 1990-es évek közepétől kezdődött. Épp ezért a hiányzó időszakot is magába foglaló vegetációtörténet rekonstruálásakor nem támaszkodhatunk a szakirodalomra. Mivel a légifelvételek az ötvenes évektől rendelkezésre állnak, szükség van egy olyan módszerre, mely hatékonyan képes adatot szolgáltatni a vegetációról, kiszűri a rossz minőségű fotókon történő kézi rajzolás hibáját, valamint a minőségi szempontokon kívül lehetővé teszi a mennyiségi analízist is. Mindezek alapján céljaim a következők voltak:

- (1) kidolgozzak egy új légifotókra alapozott módszert, mely felhasználható a vegetáció térképezésében,
- (2) és a módszer kipróbálása két beregi lág (Nyíres-tó, Navad-patak) esetében.

A módszerfejlesztési cél kapcsán az alábbi kérdések megválaszolására kerestem a választ:

1. Az új módszer segítségével növelhető-e a vegetációtérképezés pontossága?
2. Hogyan függ a kapott térkép részletgazdagsága a feldolgozás léptékétől?
3. Hogyan használható a módszer azokban az esetekben, amikor a kézi interpretáció nem, vagy csak nehezen kivitelezhető?
4. Hogyan hasznosítható az új módszer az aktuális vegetáció ismeretében, archív felvételek alapján a vegetáció korábbi állapotainak rekonstruálására?
5. A vegetáció stabilitásának, változékonyságának vizsgálatára?

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgált lápok természetföldrajzi bemutatása

A vizsgálat tárgyát jelentő két láp, a Beregi-síkon elhelyezkedő Nyíres-tó és a Navad-patak kiszélesedő, láposodott medre. A területen korábban öt lápon, a Nyíres-tavon, a Báb-taván, a Navad-patak kiszélesedő lápteknőjében, a Zsid-tavon és a Bence-tavon volt ismert tőzegmohás társulás. A tőzegmohák mára azonban a Navad-patakból és a Bence-tóból kipusztultak. A lápok a Hortobágyi Nemzeti Park igazgatási területéhez tartoznak, közigazgatásilag Csaroda és Beregdaróc külterületi határán fekszenek. A Nyíres-tó és a Báb-tava 1986-tól, a Navad-patak és a Zsid-tó 1994-től, a Bence-tó 1999-től kap mesterséges vízpótlást.

2.2. Vizsgálati módszerek

A munkához 1956-ban, 1966-ban, 1975-ben, 1988-ban, 1997-ben és 2002-ben készült fekete-fehér, a negatívon általában 1:30 000 körüli, de használhatóan 1:5000 méretarányig nagyítható légifotókat használtam.

A légifotókat Canon CanoScan 9000F típusú szkennelvel digitalizáltam, majd az ERDAS Imagine 8.4 szoftver segítségével végeztem el a georeferálást.

A dolgozatban ismertetett képfeldolgozási eljárás a képszegmentálás. A szegmentálás során a légifotót homogén képi objektumokra, más néven szegmensekre bontjuk. Alapvető különbség a hagyományos osztályozási eljárásokkal szemben, hogy egy objektumot nem csak alaki vagy spektrális tulajdonságok alapján határozzuk meg, hanem figyelembe vesszük a szomszédos, valamint a magasabb és alacsonyabb rendű objektumokat is. A szegmentálást a Definiens eCognition szoftverrel végeztem.

A szegmensek kialakításakor az elsődleges tényező a heterogenitás, amit egy absztrakt mértékkel, az ún. scale paraméterrel adhatunk meg. Ezt az objektumok színe és formája együttesen határozza meg. A pánkromatikus felvételek esetében a vizsgálatban a két tényezőt 50-50%-ban vettem figyelembe.

A szegmentálás pontosságának alátámasztására a FÖMI által rendelkezésemre bocsátott, 0,5 méteres felbontású, színes légifelvételeket használtam, melyek 2005-ben készültek. Ezután összevettem a kézzel digitalizált és a szegmentációval készített térképeket. Az összehasonlítás raszteres grid fileokkal történt az ArcView MapCalculator segítségével.

A szegmentált térképek készítése szintén az ArcView segítségével történt. A közel hasonló struktúrájú társulások (*Glyceria-Carex-Typha-Sparganium* dominálta társulások vagy fűz- és nyírlápok) nem különülnek el egymástól jelentős mértékben, ezért magasabb cönotaxont használtam ezek közös megjelenítésére. Ugyanakkor a Navad-patak esetében a kevés irodalmi adat és a vegetációtérkép hiányában az ötvenes-hatvanas évek térképeinek megrajzolásakor szintén a nagyobb biztonsággal használható magasabb cönotaxonokat jelöltem.

A változásokat botanikai szempontok figyelembevételével is elemeztem. Az összehasonlítás ebben az esetben is raszteres térképekkel a MapCalculator segítségével történt. Ezután a képpáronkénti összes változás közül leválogattam a természetes úton nem végbemenő folyamatokat, s ezeket tekintettem a szegmentálás során keletkező hibának.

A stabilitási vizsgálat során arra kerestem választ, hogy a lápokban melyek azok a területek, melyek többé-kevésbé változatlanul maradtak a közel ötven év alatt, ugyanakkor van-e különbség a két vizsgált láp stabilitásában. Ez szintén raszteres térképekkel történt. A két időpont közötti változásokat +1, 0 és -1 kóddal jelöltem (lápfejlődési folyamat, nem változott, degradációs folyamat), majd az így kapott térképek összevonásával készítettem stabilitás térképet. Eztán elkészítettem az egyszerűsített elemzést kizárólag a „változott” és

„nem változott” kategóriákkal. Az ebből készített stabilitás térképeken a változások számának függvényében három kategóriát alakítottam ki: stabil (0-1 változás), mérsékelt változó (2-3 változás), változó (4, 5 változás).

A légifotókon előforduló árnyékokat manuálisan különítettem el. Ezek meghatározása az árnyékos folt környezetében lévő foltok alapján történt.

A rekonstrukcióhoz felhasználtam a területre vonatkozó csapadékadatokat is.

3. Eredmények

3.1. Módszertani eredmények

A dolgozatban kidolgoztam egy pánkromatikus felvételeken és képszegmentáción alapuló vegetáció-rekonstrukciós módszert. Ennek lépései a következők:

1. Aktuális légifotó
 - a. scale paraméter meghatározása
 - b. képszegmentáció
2. Szegmentált kép polygonjainak leválogatása
3. Foltok feltöltése vegetációs tartalommal
4. Polygonok összeolvasztása, utókorrekció

A lépések ezután megismétlődnek az első archív légifotó esetén is. A vegetációs tartalom megállapítása ebben az esetben aktuális terepismeret, archív terepadat, és a rekonstruált térképek adatai alapján történik. Utóbbi esetben egy folt információtartalmát a következő tényezők határozzák meg:

1. A következő időszak növénytársulása
2. A két időpont közötti környezeti adatok (meteorológia, hidrológia)
3. Szukcessziós viszonyok (társulás eredete, lehetőségei)
4. (Vizuális elkülönítés)

A manuálisan digitalizált és szegmentált fotó összehasonlítása esetén a digitalizált térképen a társulások határvonalai jóval elnagyoltabbak, egyszerűbbek, mivel a szabadkézi digitalizálás nem egyik pixelről a másikra halad, hanem sokkal több pixel mentén húzzuk meg a határvonalat. A két térkép közötti különbség nagyjából 15241 m^2 , ami az összterülethez viszonyítva 21,39%. MOLNÁR et al. (1998) szerint azonban ugyanarról a területről különböző emberek által rajzolt térképek között is akár 50 százalék különbség is lehet. Fontos kiemelni, hogy színes felvétel esetén a kézi digitalizálás jól alkalmazható. Egy fekete-fehér fotó esetében sokkal nehezebb, főként minél régebbi a fotó, így ezeknél sokkal nagyobb létjogosultsága van a szegmentációnak.

3.1. Botanikai eredmények

A rekonstrukciós eljárás segítségével elkészítettem a Nyíres-tó hat, a Navad-patak öt történeti vegetációtérképét. A Nyíres-tó esettanulmánya rámutatott, hogy a módszer segítségével rekonstruált térkép, hasonló képet mutat, mint a korábban megrajzolt, terepi tapasztalatra épült vegetációtérkép. A fő különbség az egymással homogén textúrájú társulások szétválasztása, mely a szegmentált térképeken, terepadat hiányában magasabb cönotaxonként jelentkezik.

A vegetációtérképek elemzése alapján a lápok fejlődését három szakaszra osztottam:

A két láp vegetációfejlődését a IV.2.1. fejezet alapján három szakaszra oszthatjuk, azonban az egyes szakaszok kezdete és hossza eltérő.

1. Természetes állapot: Az első szakaszban még mindkét láp dagadólápi társulásainak életfeltételei kielégítőek, bár a Navad-patak esetében a zavaró hatások igen jelentősek (sertéstelep). A szakasz határa a Nyíres-tó körülbelül a hatvanas évek közepére tehető. A Navad-patak esetében a szakasz végét az 1967-es égetés jelenti, mikor is a dagadólápi társulások végleg eltűntek a területről.
2. Degradációs periódus: A fokozatos szárazodás következtében felerősödtek a beerdősülési folyamatok, így a rekettyefűz borítás jelentősen megnőtt mindkét

lápon. A degradációs szakasz a Nyíres tavon 1986-ig tart, amikor működésbe lép a vízmű. A Navad-patakon ugyanez a szakasz szintén a természetvédelmi árasztások megkezdéséig, azaz 1994-ig tart.

3. Regenerációs periódus: A beavatkozások és korlátozások következtében a Nyíres-tó vegetációja gyorsan regenerálódott, a dagadólápi társulások kiterjedése részben növekedett, továbbá a fűz és nyírfák pusztulása következtében a fás szárúak borítása is jelentősen lecsökkent. A Navad-patak esetében a vízszint drasztikus emelkedése miatt a megmaradt tőzegmohák is kipusztultak a lápból, ugyanakkor kedvező úszóláp-képződési folyamatok indultak meg a láp belső, mélyebb részein.

A botanikai validálás segítségével megállapítottam, hogy a hiba képpáronként nem haladja meg a 10%-ot. Amennyiben az egész vizsgálatra vonatkoztatjuk a hibát, úgy megállapítottam, hogy azon pixelek aránya, ahol egymás után kétszer vagy háromszor detektálhatunk botanikai hibát, alig érik el a terület 5%-át, tehát a hiba a térképeken keresztül nem halmozódik.

A stabilitás jelentősen eltér a két láp esetében. A Nyíres-tó területének közel 50%-a stabilnak tekinthető, a mérsékelten változékony területek aránya 43%. Az erősen változékony területeken ugyanakkor elsősorban a lápképződési folyamatok domináltak, a degradációs folyamatok túlsúlya kizárólag a láp keleti lagg-zónájában volt jelentős. A Navad-patak esetében a stabil területek aránya csak 26%, míg a mérsékelten változékony területeké 65%. Ezen a lápon jobban domináltak a degradációs folyamatok, elsősorban a lagg-zónában valamint a szegélyek mentén. Láposodás a keleti és nyugati, mélyebb fekvésű területeken történt. Az elemzés ugyanakkor rámutat, hogy a kétféle stabilitás vizsgálat csak együttesen hoz megbízható eredményt.

3.3. Új tudományos eredmények

Módszertani eredmények:

1. Kidolgoztam egy digitális képszegmentáláson alapuló, a manuális digitalizálásnál sokkal jobban használható vegetációtérkép-készítési módszert, amely:
 - A. Jóval kevésbé szubjektív
 - B. A pontosabb eredményt ad a vegetációhatárok és a foltméretek tekintetében
 - C. Utókorrekciója bármikor elvégezhető
 - D. Gyors és pontos ismétlések ad lehetőséget ezért a gyors változások követésére is alkalmas
 - E. Pontos minőségi és mennyiségi elemzések lehetőségét adja térben és időben
 - F. Az így készített térkép hibája matematikailag számítható.
2. Validálási rendszert dolgoztam ki a vegetációs változások alátámasztására és a szegmentálási hiba kiszűrésére.
3. Rámutattam, hogy a pánkromatikus felvételekből is megbízható információk nyerhetők a vegetációtérképezés számára a digitális képfeldolgozás felhasználásával, azonban a terepmunka továbbra sem hagyható el, a rekonstrukciós munkákban betöltött szerepe elsődleges.
4. Megállapítottam, hogy pánkromatikus felvételek szegmentálása során a scale paraméter nem egységesíthető, valamint e paraméter

heterogenitásának meghatározásához elsősorban a szín mélysége (szürkeárnyalat) a döntő faktor az objektumok alakjával szemben.

5. A módszer segítségével rekonstruáltam két beregi láp, a Nyíres-tó és a Navad-patak vegetációját az elmúlt ötven évre visszamenőleg, s a változásokat történeti vegetációtérkép-sorozaton ábrázoltam. A lápok fejlődését három szakaszra osztottam, úgy, mint természetes állapot, degradációs periódus és regenerációs periódus.
6. A digitális vegetációtérképek alapján kiszámítottam a társulások pontos területét, és megállapítottam kiterjedésük időbeni változását.
7. A stabilitási vizsgálat során a pixeleket stabil, mérsékelten változékony és változékony kategóriába soroltam, attól függően, hogy a vizsgálati időszak alapján hányszor változott meg az értékük (társulásuk). Ez alapján megállapítottam, hogy a változékony területek aránya a Nyíres-tóban a 10%-ot sem éri el és a stabil területek aránya 50% körüli, míg a Navad-patak esetén a változékony területek hasonló aránya mellett a stabil területek aránya csak közel 20%. A módszerrel bizonyítható, hogy a Nyíres-tó vegetációja a vizsgált időintervallumban stabilabb a Navad-patakénál.

Specifikus botanikai eredmények:

8. A Nyíres-tavon az elmúlt 50 évben a következő növényközösségek/területek tekinthetők leginkább stabilnak: a belső *Carici elongatae–Alnetum*, az őt határoló *Calamagrosti–Salici cinereae*, az *Eriophoro vaginati–Sphagnetum* középső része, a *Fraxino pannonicae–Ulmetum* a láp peremén, valamint a lápi északi részén lévő *Phragmitetea australis* (elsősorban *Glycerietum maximae*).
9. A Nyíres-tavon az elmúlt 50 évben a következő növényközösségek/területek tekinthetők a legváltozékonyabbnak: elsősorban a lagg-zónában elhelyezkedő *Phragmitetea australis* (elsősorban *Glycerietum maximae* és *Caricetum ripariae*).
10. A Navad-patakon az elmúlt 50 évben a következő növényközösségek/területek tekinthetők leginkább stabilnak: a *Carici elongatae–Alnetum* társulás, az őt körülvevő *Calamagrosti–Salici cinereae*, illetve az ebből kialakult fűzláp uralta úszólápi társulások, valamint a *Populetum tremulae* mára idősebb állományai.
11. A Navad-patakon az elmúlt 50 évben a következő növényközösségek/területek tekinthetők a legváltozékonyabbnak: elsősorban a lagg-zónában elhelyezkedő *Phragmitetea australis* (elsősorban *Glycerietum maximae* és *Caricetum ripariae*), a láp északi partja (itt magassásos, gyomtársulás, füzes, töviskes cserjés követi egymást), valamint a lápon egykor keresztülment földút melletti sáv területe (magassás, gyomtársulás, pántlikafüves harmatkásás és füzes követi egymást).

4. Következtetések és javaslatok

A módszer előnye, hogy a szegmentálás bármikor megismételhető, paraméterei újra és újra változtathatóak. A szegmentálás jóval gyorsabb, mint a kézi digitalizálás, sebessége elsősorban a légifotó méretétől függ. A szegmentálandó kép kiterjesztése nem befolyásolja az eredményt, így a szegmentálás nem igényel külön file konvertálást, ami még gyorsabbá és egyszerűbbé teszi a módszert. A szegmentálás egyaránt képes feldolgozni pánkromatikus, színes vagy akár multispektrális felvételeket. Munkám pontosan azt támasztotta alá, hogy a korábban alulértékelt pánkromatikus felvételek jól alkalmazhatóak a vegetáció-rekonstrukcióban, ugyanakkor jóval olcsóbbak, mint a korszerű multispektrális felvételek. A kapott foltok utólag is módosíthatóak, a vegetációs tartalommal való feltöltés kellő terepi tapasztalat mellett gyorsan elvégezhető. A gyorsan változó ökoszisztémák vegetációváltozásai és a hirtelen bekövetkezett egyéb természetes és antropogén változások is jól nyomon követhetőek. Az eredmény GIS rendszerbe illesztése után az egyes időpontok felvételei könnyen összehasonlíthatóak, melynek segítségével könnyen kiszámítható a foltok területe, azok időbeli változása, így a minőségi összehasonlítás mellett mennyiségi elemzésre is lehetőség van. Az általam ismertetett validálási eljárás segítségével a szegmentálási hiba könnyen kiszűrhető.

Ezek mellett a szegmentálásra alapozott vegetáció-rekonstrukció egyik legnagyobb előnye, hogy a térképezés szubjektivitását csökkenti, hisz a foltok határvonalának kijelölése nem a térképezőtől függ, ezáltal a térkép szerkesztése sokkal objektívebb alapokon nyugszik.

A módszer számos előnye mellett számolni kell annak korlátjaival is. A scale paraméter nem egységesíthető, minden egyes fotónál külön kell beállítani, azaz egyedül itt érvényesülhet, sőt kell is érvényesülnie a térképező szubjektív döntésének. A módszer másik hátránya az árnyékok kezelése. Digitális szétválasztásra kidolgozott módszer egyelőre nincs, így szükség van manuális korrekcióra. Ugyanakkor a kisebb foltok csak akkor különíthetők el, ha kellően elválnak környezetüktől. További nehézségeket okoz a textúrájában homogén vegetáció (pl.: nád, sás, gyékény) elválasztása egymástól, melyhez legalább egy infrászávval rendelkező fotóra lenne szükség. Végül, de nem utolsó sorban a szegmentáló szoftverek meglehetősen drágák, akárcsak a pontosabb eredményt hozó multi- és hiperspektrális felvételek.

A dolgozatban ismertetett esettanulmányok arra mutattak rá, hogy egy pánkromatikus felvételekre alapozott, társulás szintű vizsgálat milyen kritériumok mentén végezhető el. A vizsgálat során általában célszerűbb alacsonyabb scale paraméter értékkel dolgozni, hisz így kellően sok foltot kapunk, ami alapján biztosabb a térképezés és a határvonalak kijelölése. A cél, hogy minél kevesebb szabadkézi rajz történjen a térképekkel. Két folt utólagos összeolvasztása pontosabb, mint egy utólagos határvonal kézzel történő megrajzolása. A módszer alkalmazása tájleptékben még nem történt meg, ez részben a kutatás egyik jövőbeli iránya is lehet. A scale paraméter tekintetében itt alacsonyabb értékkel dolgozhatunk (kevesebb folt). Az egyes felszínborítási kategóriák, biotópok egymástól sokkal jobban elkülönülnek mind textúrában, mind árnyalatban, mint egy kiválasztott élőhely különböző társulásai. Így a gyepek, erdők, cserjések, agrárterületek elkülönítése során a szegmentálás feltehetően jobb eredményt hozna.

A Navad-patak és a Nyíres-tó vegetációjának rekonstrukciója rávilágít érzékenységre és sérülékenységre. Látható, hogy ezen élőhelyek legfontosabb limitáló környezeti tényezője a rendelkezésre álló vízmennyiség. Mindkét lág esetén a fokozódó vízhiány és a növekvő szárazság vezetett a degradációhoz és a fajstruktúra átalakulásához. E mellett a térképekről leolvasható, hogy a természetvédelmi beavatkozások elérték a kedvező hatást, hisz a vízháztartás helyreállása után mindkét lágban újra előtérbe kerültek a természetes folyamatok.

Mindezek alapján a lápok jövője elsősorban a természetvédelmi kezelésektől függ, melyek közül az elsődleges feladat a kontrollált és állandó vízszint fenntartása.

Eredményeim elsősorban a botanikai térképezés során hasznosíthatóak, illetve segítséget nyújthatnak a monitoring vizsgálatok során is. Az ismertett módszer segítségével új lehetőség tárul fel a szukcesszió-kutatásban is. Azonban a térképezés kiterjesztése tájléptékű kutatásokra nem csak a botanikai vizsgálatok számára nyújt új irányt, de zoológiai és tájökológiai vizsgálatok számára is. Mindezek hozzájárulnak a természetvédelmi beavatkozások pontosabb tervezéséhez és azok megvalósításához is.

5. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

SCI által nyilvántartott és/vagy SCI által jegyzett fórumok/orgánuson keresztül referált folyóiratbeli cikkek

- CSERHALMI, D.,** NAGY, J., NEIDERT, D., KRISTÓF, D. (2010): The reconstruction of vegetation change in Nyíres-tó mire: an image-segmentation study. *Acta Botanica Hungarica*, 52(1-2), in press. Online: DOI 10.1556/ABot.52.2010.1-2.e1
- NAGY J., **CSERHALMI, D.,** MOLNÁR M., GÁL, B., PÉLI, E (2009): The skirt-mire: A new type of floating mires. *Ökológia (Bratislava)* 28(2): 206-212 p.
- NAGY, J., **CSERHALMI, D.,** GÁL B. (2008): The reconstruction of vegetation change in the last 55 years on a mire of Bereg plain (Hungary). *Acta Botanica Hungarica* 50(1-2): 163-170 p.

Nemzetközi konferencia kiadványok

- CSERHALMI, D.,** NAGY, J. (2008): Overview on the flora and vegetation of a bereg-mire: A relict habitat in a special area of conservation. *Cereal Research Communications* 36, 2008 Suppl.: 1311-1314 p.
IF in 2007: 1,19
- CSERHALMI, D.,** KRISTÓF, D. (2007): Vegetation change detection on mires with digital aerial photographs. *Cereal Research Communications* 35(2): 329-332 p.
IF in 2007: 1,19
- NAGY, J., MOLNÁR, A., **CSERHALMI, A.,** SZERDAHELYI, T., SZIRMAI, O. (2007): The aims and results of the nature-protecting management on the north-east Hungarian mires. *Cereal Research Communications* 35(2): 813-816 p.
IF in 2007: 1,19

Hazai konferencia kiadványok

- CSERHALMI, D.,** NAGY, J., NEIDERT, D., KRISTÓF, D. (2009): Két lép vegetációfejlődésének összehasonlítása térinformatikai módszerekkel. 8. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói, 46 p.
- CSERHALMI, D.,** NAGY, J., NEIDERT, D., KRISTÓF, D. (2008): Vegetáció-változások rekonstrukciója képszegmentációs eljárással egy beregi lápon. *Kitaibelia* 13(1): 102 p.
- CSERHALMI, D.,** Nagy, J. GY. (2006): Légifelvételek és multitemporális színkompozitok alkalmazhatósága holtágak vizsgálatában. *Kitaibelia* 11(1): 13 p.
- CSERHALMI, D.,** NAGY, J. GY. (2006): Légifotók interpretációs lehetőségei a vegetáció vizsgálatában. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói, 44 p.
- NAGY, J. GY., GÁL, B., **CSERHALMI, D.** (2006): Tavi szukcesszió irány Kelet-Magyarországon. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói, 155 p.

Hazai előadások, poszterek:

- CSERHALMI, D.,** NAGY, J., NEIDERT, D., KRISTÓF, D. (2009): Az elmúlt 55 év vegetációs-változásai a beregi Nyíres-tavon In: Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály ülése, 2009.

CSERHALMI, D., NAGY, J. (2005): A vegetáció változása az észak-alföldi Navad-patak lápteknőjében. In: Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály ülése, 2005.

6. A disszertáció témakörén kívül készült publikációk

SCI által nyilvántartott és/vagy SCI által jegyzett fórumok/orgánumok által referált folyóiratbeli cikkek:

CZÓBEL, SZ., HORVÁTH, L., SZERDAHELYI, T., NAGY, J., SZIRMAI, O., GÁL, B., CSERHALMI, D., FOGARASSY, G., ÜRMÖS, ZS., PÉLI, E. R., GROSZ B. (2008): The measurement of yearly C-, N- and CH₄ balance in characteristic Hungarian wetland ecosystems. Preliminary results. *Acta Biol Szeged.* 52(1): 213-216 p.

ÜRMÖS, ZS., SINGH, M. K., PÁLFALVY, B., CSERHALMI, D., NAGY, J. (2006): Professor József Jeanplong our prominent botanist. *Acta Botanica Hungarica* 48: 189-194 p.

Lektorált, de az SCI által nem nyilvántartott és nem is referált folyóiratbeli cikkek

CSERHALMI, D., NAGY J., SZIRMAI O., GÁL, B., CZÓBEL, SZ., SZERDAHELYI, T., ÜRMÖS, ZS. & TUBA, Z. (2006): Új florisztikai adatok a magyarországi Bodroglók területéről. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 30: 71-73 p.

NAGY, J., SZERDAHELYI, T., GÁL, B., CZÓBEL, SZ., SZIRMAI, O., TUBA, Z., CSERHALMI, D. & ÜRMÖS, ZS. (2006): Új növénytársulások a magyarországi Bodroglókban: előzetes közlemény. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 30: 63-69 p.

GÁL, B., SZIRMAI, O., CZÓBEL, SZ., CSERHALMI, D., NAGY, J., SZERDAHELYI, T., ÜRMÖS, ZS. & TUBA, Z. (2006): Jellegzetes gyep- és erdőtársulások a magyarországi Bodroglókban. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 30: 43-62 p.

SZIRMAI, O., NAGY, J., GÁL, B., CZÓBEL, SZ., SZERDAHELYI, T., CSERHALMI, D., TUBA, Z. & ÜRMÖS, ZS. (2006): A magyarországi Bodroglók jellemző vízi és vízparti növénytársulásai. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 30: 75-89 p.

Nemzetközi konferencia kiadványok

NAGY, J., GÁL, B., CSERHALMI, D., FOGARASI, G., RABNECZ, GY. (2009): Flood as stress which increases the natural value of the depressions of arables on the Hungarian Bodroglók. *Cereal Research Communications* 37, 2009 Suppl. 497-500 p.
IF in 2007: 1,19

GÁL, B., SZIRMAI, O., CZÓBEL, SZ., CSERHALMI, D., ÜRMÖS, ZS. (2007): The wetland vegetations as a relict in the agricultural desert on the Hungarian Bodroglók. *Cereal Research Communications* 35(2): 405-408 p.
IF in 2007: 1,19

Hazai konferencia kiadványok

- CZÓBEL, SZ., SZIRMAI, O., NAGY, J., SZERDAHELYI, T., **CSERHALMI, D.**, BALOGH, J., VALKÓ, D., NÉMETH, Z., ÉS TUBA, Z. (2009): Hínárfajok dominálta növényközösségek széndioxid fluxusainak összehasonlító vizsgálata. 8. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói, 40 p.
- PÉLI, E. R., **CSERHALMI, D.**, NAGY, J. (2009): Két beregi tőzegmohás élőhely szezonális ökofiziológiai összehasonlítása. 8. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói, 178 p.
- SZERDAHELYI, T., CZÓBEL, SZ., **CSERHALMI, D.**, GÁL, B., NAGY, J., SZIRMAI, O., ÜRMÖS, ZS., ÉS TUBA, Z. (2009): Néhány erdei- és gyeptársulás állományainak vizsgálata a Bodrogtóban. 8. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói, 178 p.
- NAGY, J., TUBA, Z., SZIRMAI, O., CZÓBEL, SZ., **CSERHALMI, D.**, GÁL, B., SZERDAHELYI, T., MARSCHALL, Z. (2009): Új florisztikai adatok a Bodrogtó edényes flórájához. In: *FRISNYÁK, S. – GÁL, A. (eds): Kárpát-medence környezetgazdálkodása. Az V. Tájföldrajzi Konferencia előadásai. Szerencs (2009 április 3-4.).* 361-380 p.
- NAGY, J., GÁL, B., TUBA, Z., SZERDAHELYI, T., CZÓBEL, SZ., SZIRMAI, O., **CSERHALMI, D.**, ÜRMÖS, ZS. (2008): Adatok a magyarországi Bodrogtó monodomináns társulásaihoz. *Kitaibelia* 13(1): 120 p.
- SZIRMAI, O., TUBA, Z., NAGY, J., **CSERHALMI, D.**, GÁL, B., SZERDAHELYI, T., CZÓBEL, SZ., ÜRMÖS, ZS. (2008): Adatok a magyarországi Bodrogtó flórájához. *Kitaibelia* 13(1): 191 p.
- CSERHALMI, D.**, TUBA, Z., NAGY, J., SZIRMAI, O., GÁL, B., CZÓBEL, SZ., SZERDAHELYI, T., ÜRMÖS, ZS. (2007): Újabb adatok a magyarországi Bodrogtó flórájához. In: *FRISNYÁK, S. – GÁL, A. (eds.): Szerencs, Dél-Zemplén központja.* 199-203 p.
- GÁL, B., SZIRMAI, O., CZÓBEL, SZ., **CSERHALMI, D.**, NAGY, J., SZERDAHELYI, T., TUBA, Z., ÜRMÖS, ZS. (2007): A Bodrogtó gyep- és erdőtársulásai. In: *FRISNYÁK, S. – GÁL, A. (eds.): Szerencs, Dél-Zemplén központja.* 205-212 p.
- NAGY, J., SZERDAHELYI, T., GÁL, B., CZÓBEL, SZ., SZIRMAI, O., TUBA, Z., **CSERHALMI, D.**, ÜRMÖS, ZS. (2007): Adatok a Bodrogtó amfibikus társulásainak ismeretéhez. In: *FRISNYÁK, S. – GÁL, A. (eds.): Szerencs, Dél-Zemplén központja.* 213-221 p.
- SZIRMAI, O., NAGY, J., GÁL, B., CZÓBEL, SZ., SZERDAHELYI, T., **CSERHALMI, D.**, TUBA, Z., ÜRMÖS, ZS. (2007): Főbb hínár-asszociációk és vízparti növénytársulások a Bodrogtóban. In: *FRISNYÁK, S. – GÁL, A. (eds.): Szerencs, Dél-Zemplén központja.* 223-233 p.
- Hazai előadások, poszterek:**
- CSERHALMI, D.**, CZÓBEL, SZ., GÁL, B., NAGY, J., SZERDAHELYI, T., SZIRMAI, O., ÜRMÖS, ZS., TUBA, Z. (2006): A Bodrogtó edényes flórájának áttekintése. In: A magyarországi Bodrogtó biológiai, földrajzi, történelmi és egyéb értékei konferencia, Sárospatak, 2006.

GÁL, B., CZÓBEL, SZ., **CSERHALMI, D.**, NAGY, J., SZERDAHELYI, T., SZIRMAI, O., ÜRMÖS, ZS., TUBA, Z.(2006): Jellegzetes gye- és erdőtársulások a Bodrogtóban. In: A magyarországi Bodrogtó biológiai, földrajzi, történelmi és egyéb értékei konferencia, Sárospatak, 2006.

NAGY, J., CZÓBEL, SZ., **CSERHALMI, D.**, GÁL, B., SZERDAHELYI, T., SZIRMAI, O., ÜRMÖS, ZS., TUBA, Z. (2006): Új hazai növénytársulás a Bodrogtóban: *Elatinum alsinastri* ass. Nova. In: A magyarországi Bodrogtó biológiai, földrajzi, történelmi és egyéb értékei konferencia, Sárospatak, 2006.

Magyar nyelvű könyvfejezet

CSERHALMI, D. (2007): Ökológiai és természetvédelmi jelzőszámok. In: TUBA, Z., SZERDAHELYI, T., ENGLONER, A., NAGY, J. (eds.): *Botanika I-II-III.*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.