

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai Doktori Iskola
Botanika Program

Térbeli vegetációs grádiensek és határok komplex elemzése a Villányi-hegység és a Tubes példáján

PhD-értekezés

Erdős László

Témavezetők:

Dr. Körmöczy László
CSc

Dr. Morschhauser Tamás
CSc

PÉCS, 2012

1. BEVEZETÉS

A szünbiológiai grádiensek és határok kutatása elméleti és gyakorlati szempontból is fontos témakör. A közösségek és populációk (mind absztrakt, mind valós) grádiensek mentén való elrendeződésének megismerése alapvető információkat szolgáltat a szupraindividuális organizáció szintjeinek működéséről. Ha a vegetációtudományban foltokon belüli és foltok közötti grádiensekben gondolkodunk, ez általános keretet adhat számos elméleti és gyakorlati kérdés kutatásához

A határok azon térrészeknek tekinthetők, ahol a grádiens meredekebb, mint máshol. A határok azért is különleges fontosságúak, mivel ezek választják el egymástól a grádiens mentén elhelyezkedő közösségeket. Bár a határok által elfoglalt terület a közösségfoltokhoz képest kicsi lehet, szerepük mégis fontos, mivel befolyásolják az élőlények, anyagok, az energia és az információ áramlását. A tájak foltokból, korridorokból és határokból épülnek föl, ezért a határok tulajdonságainak ismerete a tájökológia terén is nélkülözhetetlen. A szünbiológiai határok ismerete fontos szerepet játszik a természetvédelmi biológia terén: az élőhelyek fragmentációjának következtében növekszik a határok aránya, valamint egyre fontosabbá válik, hogy megismerjük a határoknak a globális szintű változásokra adott válaszait

Disszertációmban szünfenobiológiai grádiensekkel, valamint a grádiensek mentén található határokkal foglalkozom. Kísérletet teszek a szünbiológiai határokkal és grádiensekkel kapcsolatos szakkifejezések egységesítésére, mesterséges közösségek elemzésével próbálok hozzájárulni az osztott mozgó ablakos módszer (moving split window - MSW) tulajdonságainak, lehetőségeinek és korlátainak jobb megértéséhez, valamint dél-dunántúli hegyek növényzeti grádienseinek komplex elemzését végzem el.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Munkám során konkrét célkitűzéseim, ill. kérdéseim az alábbiak voltak:

1.) Javaslat a határokkal és grádiensekkel kapcsolatos szakkifejezések definíciójára

- A határokkal és grádiensekkel kapcsolatban egy egységes, ellentmondásoktól mentes terminológia kidolgozása.

2.) Az osztott mozgó ablakos eljárás (MSW) tulajdonságainak megismerése szimulált közösségek használata révén

- Az MSW során milyen randomizációs eljárás alkalmazása javasolható?

- Elkülöníthetőek-e MSW-vel az átmeneti zónák azoktól a zónáktól, amelyek nem átmeneti jellegűek (mivel nem történik bennük fajkészlet-keveredés)?

- Képes-e az MSW jelezni a vizsgált átmeneti zónák önállóságát, azaz a szomszédos közösségektől való elkülönülésük mértékét?

- Milyen módon lehetséges az eltérő léptékű határok megkülönböztetése az MSW-vel?

3.) Társulások sorrendje vegetációs profilok alapján

- Milyen a növénytársulások elhelyezkedése a tanulmányozott grádiensek mentén?

4.) Közösségi határok kimutathatósága

- A terepen megvont és az MSW által azonosított határok mennyire esnek egybe?

- A kétféle módszerrel kimutatott határok közötti eltérések milyen információkkal szolgálnak?

5.) Az északi és délies hegyoldalak növényzetének összehasonlítása

Mennyire tér el az északi és a déli lejtők vegetációja az alábbi tulajdonságokat tekintve:

- közösségi határok száma,

- populációs foltok száma,

- populációs foltok mérete,

- fajgazdagság?

6.) Eltérő léptékű határok

- Kimutathatók-e a tanulmányozott grádiens mentén eltérő léptékű határok?

7.) Átmenet a mezofil és a xerofil társuláskomplexek között

- Hol játszódik le az átmenet az északi oldal mezofil és a déli oldal xerofil társulásai között?

- A vizsgált léptékeken határsávnak vagy határvonalnak tekinthető-e az északi és a déli oldalak közti átmeneti zóna?

- Milyen ökológiai preferenciájú fajok jellemzők az átmeneti zónában?

- Mennyire különül el az átmeneti zóna fajkészlete a mezofil és a xerofil komplexekétől?

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Vizsgálati területek

Terepi kutatásaim helyszínéül a Villányi-hegység három tagját (Fekete-hegy, Szársomlyó, Tenkes) és a mecseki Tubest választottam. Ezen hegyek növényzete a hegylábi részeket leszámítva természetközeli állapotban van. Klasszikus cönológiai tekintetben alaposan kutattak, jól ismertek. Az északi hegyoldalaktól a déliek felé haladva egy komplex grádiens léte, azaz számos környezeti tényező változása feltételezhető. A grádiens mentén sokféle közösség található. Az északi lejtőket döntő részben mezofil erdők, a délieket xerofil erdők és gyepek borítják. Feltételezhető, hogy a különböző közösségek között eltérő élességű határok fordulnak elő. Valószínűsíthető továbbá, hogy a Villányi-hegységben és a Tubesen is két eltérő léptékű határ van jelen: finomabb léptékű közösséghatárok és durvább léptékű határok az északi és a déli lejtők között.

3.2. A vegetáció mintavételezése

A Fekete-hegyen, a Szársomlyón, valamint a Tenkesen, az északi hegylábától a déli hegylábíbig tartó hosszú szelvények mentén vegetácioprofilokat készítettem.

Ezen felül a kutatás során összesen hat intenzíven vizsgált szelvény kijelölése történt meg (öt a Villányi-hegységben, egy a Tubesen), minden esetben a hegygerincre merőleges irányban. A szelvények hossza a Villányi-hegységben 200 m, a Tubesen 382 m volt. Minden szelvény 1 m²-es érintkező kvadrátokból állt. A négyzetekben kétszer, áprilisban és júliusban becsültem a gyepszint fajainak százalékos borítását.

3.3. Mesterséges adatmátrixok előállítás

A randomizációs eljárások összehasonlításához és az MSW tulajdonságainak jobb megismeréséhez hét mesterséges adatmátrixot állítottam elő. Az első adatmátrixban a grádiens mentén három élesen elkülönülő közösség található, amelyek fajkészlete között semmiféle átfedés nincs. A második adatmátrix esetében a középső folt átmeneti jellegű és van saját fajkészlete is. A harmadik adatmátrix esetében a határok elmosódtak és a középső foltnak nincs saját fajkészlete. A középső folt magasabb fajgazdagságú, mint a grádiens többi része. A negyedik adatmátrixban a foltok közti határok elmosódtak, és a fajszám a grádiens mentén végig nagyjából azonos. (A középső folt önállósága folyamatosan csökken az első adatmátrixtól a negyedikig.) Az ötödik adatmátrix esetében a középső folt egy homogén mátrixban elhelyezkedő élőhelyfoltnak tekinthető.

A hatodik adatmátrixban a grádiens két, eltérő fajkészletű részre osztottam. Mindkét szakaszt kisebb foltokra osztottam, tehát az adatmátrix két különböző típusú, mozaikos elrendeződésű közösségkomplexnek felel meg. A hetedik mesterséges adatmátrix a hatodikhoz hasonló, de itt a grádiens első felében a fajkompozíció folyamatos változása tapasztalható. (A hatodik és a hetedik

adatmátrix esetében két, különböző léptékű határ található a grádiens mentén.)

3.4. Az osztott mozgó ablakos elemzés alkalmazása

A szimulált grádiensek adatait és a terepi adatokat osztott mozgó ablakos eljárással (MSW-vel) elemeztem. Különbözőségi függvényként a négyzetes euklideszi távolságot használtam. A határok szignifikanciájának vizsgálatához z-érték transzformációt végeztem. A randomizációs eljárások összehasonlítása céljából a random referenciát három különböző módszerrel is előállítottam: teljes randomizációval, a kvadrátok random keverésével és a populációmintázatok véletlen eltolásával. A várható értéket és a szórást minden esetben 99 randomizációból számítottam. A randomizációk összehasonlításánál 2 és 60 közötti ablakméreteket használva számítottam ki a z-értékeket, majd ezeket a szelvény menti pozíció függvényében ábrázoltam. Mivel a randomizációs eljárások közül a véletlen eltolás bizonyult a legjobbnak, a későbbiekben már csak ezt használtam. A további elemzések során a z-értékeket átlagoltam. Az átlagolást a következő ablakméretekre végeztem el: a mesterséges adatmátrixok elemzése során 10-20, 30-40 és 50-60 közötti ablakméretekre; a határok kimutathatóságát és élességét, valamint az északi és déli oldalak határainak száma közötti eltéréseket vizsgálva 2-20 közötti ablakméretekre; az északi és a déli oldalak közötti átmeneti zóna tulajdonságainak vizsgálatakor, valamint a különböző léptékű határok tanulmányozásakor 10-20, 30-40 és 50-60 (a tubesi szelvénynél ezeken felül 70-80) közötti ablakméretekre.

3.5. Egyéb elemzések

Az intenzíven vizsgált szelvényeken főkoordináta-elemzést (PCoA) is végeztem, melynek során komparatív függvényként a Jaccard-indexet használtam.

A szelvényeket északi és déli kitétségű részekre osztottam, és mindkét kitétségekben meghatároztam a populációk feltjainak számát és méretét. A kitétségeknek a feltméretre gyakorolt hatását vizsgálva három általános lineáris modellt készítettem; a legjobb modellt az AIC-érték alapján választottam ki. A többi vizsgálati területtől távolabb eső Tubes esetében az összehasonlítást Mann-Whitney teszttel végeztem el.

Három villányi-hegységi szelvény esetében a z-érték profilnak megfelelően a szelvényeket három részre osztottam: a kettős csúcs két csúcsa közötti részt, mint átmeneti szakaszt (határsávot) elkülönítettem az ettől északra levő (mezofil), valamint az ettől délre levő (xerofil) szakaszoktól. Az egyes szakaszokon belül az oda tartozó kvadrátok alapján kiszámítottam a relatív ökológiai indikátor értékek csoportrészesedését. Az átmeneti zóna fajkészletének elemzéséhez differenciális fajokat kerestem a három azonosított szakasz növényfajai között, majd megvizsgáltam, hogy a három szakasz milyen cönológiai preferenciájú differenciális fajokkal jellemezhető.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

4.1. Terminológiai javaslatok

A grádiensekkel és határokkal kapcsolatos szakkifejezések definíciójára vonatkozóan az alábbi javaslatokat fogalmaztam meg. A *valós térbeli határ* olyan térrész, amely két szomszédos, valamilyen szempontból különböző, a határnál lényegesen szélesebb térrészt választ el és köt össze, egyben az ezek közötti átmenet is itt valósul meg. A valós térbeli határ felbontástól függően *határvonalként* vagy *határsávként* is megjelenhet. Az *ökoton* és az *ökoklin* térbeli ökológiai grádiensek; *ökoton* esetében a grádiens meredek, *ökoklin* esetében fokozatos. A *cönoton* és a *cönoklin* térbeli közösségi grádiensek; *cönoton* esetében a grádiens meredek, míg *cönoklin* esetében fokozatos. Az *ökoton zóna* olyan térrészt jelent, amelyben ökoton található. Az *ökoklin zóna* olyan

térrész, amelyben ökoklin van. Hasonlóképpen térrésznek tekintendő a *cönoton zóna* és a *cönoklin zóna*. Az *átmeneti zóna* olyan térrész, amelyben valamilyen átmenet (grádiens) található. Az ökológiai határoknak két szélső típusa különíthető el, amelyek között számos átmeneti típus képzelhető el: az *ökoton jellegű határ* és az *ökoklin jellegű határ*. A szünfenobiológiai határok két típusa a *cönoton jellegű határ* (limes convergens) és a *cönoklin jellegű határ* (limes divergens) (itt is létezhetnek átmeneti típusok). A szegély a határ szinonimája, ezért a két szomszédos foltnál lényegesen keskenyebb. A szegélyhatás viszont egyes esetekben olyan széles is lehet, hogy kisebb foltok teljes területét is lefedheti.

4.2. Az MSW tulajdonságai mesterséges adatomatrickok használata alapján

A randomizáció típusának megválasztása a z-érték profil alakját nem befolyásolja lényegesen, de alapvető hatással van a csúcsok magasságára. Teljes randomizáció és a kvadrátok random keverése esetén a csúcsok magassága az ablakméretek növelésével nagymértékben változik. A populációmintázatok véletlen eltolása esetén a csúcsok magassága sokkal kisebb mértékben függ az ablakmérettől.

Eredményeim kimutatták, hogy KÖRMÖCZI (2005) kétféle adatomatrick elemzése alapján tett megfigyelései valószínűleg általánosíthatók: az MSW különböző ablakméretek használatával képes elkülöníteni az átmeneti zónákat azoktól a zónáktól, amelyek nem átmeneti jellegűek. Azon zónák esetében, amelyek fajkompozíciója nem átmeneti, a z-érték profiljában a zóna széleit jelző csúcsok az ablakméretek növelésekor nem olvadnak össze. Ezzel szemben, ha egy zóna átmenetet képez egy grádiens mentén elhelyezkedő két közösség között, a csúcsok nagyobb ablakméreteknel összeolvadnak.

KÖRMÖCZI (2005) vizsgálatai szerint a z-érték profilban a két csúcs akkor olvad össze, ha a félablak-szélesség meghaladja az átmeneti zóna szélességét. Eredményeim arra hívják föl a figyelmet,

hogy nem csak az átmeneti zóna szélessége, hanem önállósága is befolyásolja, hogy mely ablakméreteknél olvad össze a kettős csúcs. Ha ez a zóna viszonylag önálló (pl. saját fajai vannak, vagy nagyobb a fajszáma, mint a szomszédos közösségeknek), akkor a csúcsok csak nagyobb ablakméreteknél olvadnak össze, és egy. Ha az átmeneti egység önállósága kisebb, a csúcsok kisebb ablakméreteknél olvadnak össze.

Kimutattam, hogy az MSW képes a különböző léptékű határok elkülönítésére. Erre azonban csak akkor van mód, ha több ablakméreten is elvégezzük a számításokat. Kis ablakméreteknél a finomabb léptékű határok is kimutathatók, azonban nem különíthetők el a durvább léptékű határoktól. Nagyobb ablakméreteknél viszont a finomabb léptékű határok szignifikanciája csökken, míg a durvább léptékű határok magas és széles csúcsokat adnak. Ez egyben rámutat az MSW-t használó kutatások többségének egy lényeges korlátjára is. Az alkalmazott ablakméretek közötti különbségek a korábban publikált vizsgálatok túlnyomó többségében ugyanis olyan csekélyek, hogy nem teszik lehetővé eltérő léptékű határok kimutatását. A jövőben fontos lenne az ablakméret jelentős változtatása az osztott mozgó ablakos módszer gyakorlati alkalmazásai során.

4.3. Vegetációprofilok

Dolgozatomban elkészítettem a Fekete-hegy, a Szársomlyó és a Tenkes vegetációprofilját. A Szársomlyó és a Tenkes északi oldalán gyertyános-tölgyesek dominálnak, míg a Fekete-hegyen jelentős a faültvények borítása. Északias kitettségekben tetőerdő-állományok is élnek. A gerinc- vagy tetőközeli részeken, északias kitettségekben a *Festuco rupicolae-Arrhenatheretum* társulás található. A déli oldalon a karsztbokorerdő-sziklagyep mozaik az egyik jellemző komplex, de gyakori a lejtősztyepprétekekkel váltakozó mészkedvelő tölgyes is. A déli hegylábakon főként szőlőültvények találhatóak.

A Villányi-hegység vegetációprofiljait a tubesiekkel összehasonlítva az alábbi különbségek emelhetők ki (v. ö. MORSCHHAUSER 1995; KEVEY és BORHIDI 1998): a Tubesen jelentősebb a bükkös szerepe, hiányzik a *Festuco rupicolae-Arrhenatheretum*, a déli oldalon pedig kevesebb a karsztbokorerdő és a sziklagyep, de nagyobb területet borítanak mészkedvelő tölgyesek. Mindezek felül jelentősen eltér a tetőerdők kiterjedése, elhelyezkedése és a vegetációban betöltött szerepe. A Mecsekben a tetőerdők a tetőrégiókat és az északias lejtők magasabb részeit foglalják el, változatos kitettségekben találhatóak, általában plakor helyzetben vagy enyhe lejtőn, gyakran széles zónát kitöltve. Ezzel szemben a Villányi-hegység tetőerdei szinte kivétel nélkül az északi oldalakon találhatóak, és a déli lejtőkre nem húzódnak át. Ezen kívül a Villányi-hegységben a tetőerdők kisebb területet foglalnak el, jobbra mindössze egy keskeny sávban húzódnak a gerincek északi oldala mentén, gyakran viszonylag meredek lejtőkön. A tetőerdők helye közötti eltérések részben eltérő termőhelyi viszonyokkal, részben tájtörténeti sajátosságokkal magyarázhatók. A Villányi-hegységben a gerincek általában élesebbek, mint a Tubesen, tehát hiányzik vagy keskenyebb az a tetőrégió, amely a tetőerdők fő élőhelyét képezi (KEVEY 2008; KEVEY és BORHIDI 2010). Ezen kívül a Villányi-hegység vizsgált tagjain a déli oldalak gerincközeli részei annyira sziklásak, hogy az megakadályozza szálerdők kialakulását. Végül a Villányi-hegységben a legeltetés visszaszorította az északi lejtő erdeit a gerincközeli részokról, így a tetőerdők is csak a gerinctől kissé távolabb maradhattak fenn. A Tubesen régebben véget ért a legeltetés, de az is elképzelhető, hogy a tetőrégiót tekintve eleve kisebb volt a legeltetés hatása.

4.4. Közösséghatárok a villányi-hegységi és a tubesi szelvények mentén

Vizuális úton a terepen számos mezofil társulást határoltam el az északi oldalon, de a köztük levő határokat az MSW a felhasznált kvadrát- és ablakméretek mellett, az alkalmazott

különbözőségi függvénnyel nem érzékelt. Ennek magyarázata, hogy a terepi határmegvonáskor is többször fokozatos átmenet volt érezhető a szomszédos társulások között. Másrészt a vizuális határmegvonás az összes növényzeti szintet figyelembe véve történt (de mivel a szelvények mentén előforduló mezofil közösségek gyepszintje meglehetősen hasonló, ez azt jelentette, hogy gyakran a cserje- vagy lombkoronaszint alapján került megvonásra a határ). Tehát az északi oldalakon a gyepszint fokozatosabban alakul át, mint a cserje- és lombkoronaszint. Mezofil lomberdők gyepszintje jóval nagyobb kvadrátméret alkalmazása esetén is fokozatos, éles határok nélküli átalakulást mutat (PENKSZA és mtsai. 1995).

Valószínűsíthető, hogy a gyepszint és a felsőbb szintek számára részben más háttérfaktorok a fontosak. A szelvények északi oldalán a cserje- és a lombkoronaszint számára meghatározó a talaj vastagsága, míg a gyepszint számára a fény lehet a meghatározó környezeti tényező. Ezért tapasztalható az MSW-profilok alapján a gyepszintben éles határ ott, ahol a mezofil erdők a gerinc közelében gyepel, vagy nyitott koronaszintű erdővel szomszédosak.

A déli oldalakon a vizuálisan azonosított határok többnyire jól egyeznek az MSW által kimutatottakkal. Itt ugyanis a cserje- és lombkoronaszint számára meghatározó talajvastagság általában együtt változik a fényviszonyokkal.

A fajeloszlási mintázatok, az MSW z-érték profiljai és a populáció szintű vizsgálatok alapján is úgy tűnik, hogy az északi oldalakon a mezofil társulások gyepszintje folyamatosan alakul át egymásba (ez tehát cönoklinnek tekinthető), míg a déli oldalakon a különböző xerofil társulások közt a gyepszintben éles (cönoton jellegű) határok alakulnak ki.

Elemzéseim szerint az MSW-profilok értékelését körültekintően kell elvégezni: az MSW néha belső heterogenitásra utaló határokat azonosít (ezek nem értelmezhetők asszociációként azonosított állományok határaként), másrészt néhány esetben nem-szignifikáns csúcsok jelennek meg a vizuálisan azonosított határoknál (ezeket ajánlatos potenciális határként kezelni).

4.5. Az északi és délies kitettségű lejtők közötti eltérések

A Villányi-hegységben és a Tubesen az északi és a déli lejtők növényzete között lényeges különbségek tapasztalhatók. A növénytársulások többsége határozott preferenciát mutat vagy az északi, vagy a délies lejtők irányába. Ezen felül mindkét hegységben a déli oldalak foltosabb populációs és közösségi mintázattal jellemezhetők, mint az északiak: a déli hegyoldalak gyepszintjében több közösségi határ mutatható ki, a populációk foltjai kisebb átmérőjűek, mint az északi oldalakon, ugyanakkor a déli oldalon nagyobb a populációs foltok száma. Ez alátámasztja JAKUCS (1972) véleményét, akinek hipotetikus vegetációprofiljai szerint szubmediterrán-szubkontinentális területeken jellemző a déli hegyoldalak foltosabb növényzeti mintázata.

Vizsgálataim kimutatták továbbá, hogy a Villányi-hegységben és a Tubesen a délies kitettségű hegyoldalakon a lágyszárú közösségek általában lényegesen fajgazdagabbak, mint az északi oldalakon.

4.6. Különböző léptékű határok

Az intenzíven vizsgált szelvények mentén két különböző léptékű határt azonosítottam. A finomabb léptékű határok a déli lejtők xerofil társulásai között találhatóak, míg a durvább léptékű határ a mezofil és a xerofil társuláskomplexek között jött létre. A durvább léptékű határ helye a két hegységben nem azonos: a Villányi-hegységben rendszerint a gerinctől kissé északra található, míg a Tubesen a tetőtől délre jelenik meg.

VAN DER MAAREL (1976) terminológiája szerint az általam azonosított finom léptékű határok fitocönózisok határai, míg a durvább léptékű határok fitocönózis-komplexek közti határok. WESTHOFF (1974) terminológiáját alkalmazva a finom léptékű határok (asszociációként azonosított) állományhatároknak, a durva léptékűek vegetációkomplexek közötti határoknak feleltethetők meg.

4.7. Határ a mezofil és xerofil közösségkomplexek között

Az északi és a déli lejtők növényzete közötti átmenetet vizsgálva három villányi-hegységI szelvény esetében (F3, SZ2, SZ3) azt tapasztaltam, hogy a mezofil társuláskomplex és a xerofil társuláskomplex között az átmenet a *Festuco rupicolae-Arrhenatheretum* gyeptársulásban játszódik le. Ez a gyeppel finomabb felbontáson két önálló határral rendelkezik, durvább felbontáson viszont a csúcsok összeolvadnak. Az ökológiai indikátor értékek elemzése szerint az átmeneti zóna köztes helyzetű a mezofil és a xerofil komplexek között, de inkább a xerofil közösségekhez hasonló.

Két szelvény esetében ettől eltérő eredményeket kaptam. Az SZ1-es szelvényenél a *Festuco rupicolae-Arrhenatheretum* inkább a mezofil társulásokhoz hasonló (valószínűleg a helyi adottságok mikroklímát módosító hatásai miatt). A T1-es szelvényenél a *Festuco rupicolae-Arrhenatheretum* a déli oldal xerofil társulásaihoz mutat nagyobb hasonlóságot.

A tubesi szelvény mentén az átmenet a déli oldalon, egy mészkedvelő tölgyes állomány kiritkuló, sziklagyeppelel szomszédos részében játszódik le. Korábbi vizsgálatok során a tetőerdők bizonyultak átmeneti jellegűnek (KEVEY és BORHIDI 1998, 2010). Az eltérés magyarázata, hogy vizsgálataim során csak a gyepszinttel foglalkoztam. Ezért a váltás nem a tetőerdőn belül következik be, mivel annak gyepszintje a xerofil fajok alárendelt szerepe miatt nem átmeneti fajkompozíciójú. MORSCHHAUSER és SALAMON-ALBERT (2001) gyepszint-vizsgálatai alapján a talajnedvesség indikátorértékei szerint a mezofil-xerofil átmenet a tetőtől délre, a tetőerdő és a mészkedvelő tölgyes határán játszódik le, ami jól egyezik eredményeimmel, az MSW-profilon kapott fő csúcs helyével.

5. HIVATKOZOTT SZAKIRODALOM

- JAKUCS P. (1972): *Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- KEVEY B. (2008): Magyarország erdőtársulásai. *Tilia* 14: 1-488.
- KEVEY B., BORHIDI A. (1998): Top-forest (Aconito anthorae-Fraxinetum orn), a special ecotonal case in the phytosociological system (Mecsek Mts., South Hungary). *Acta Bot. Hung.* 41: 27-121.
- KEVEY B., BORHIDI A. (2010): A Nyugati-Mecsek tetőerdei. *Dunántúli Dolg. Természettudományi Sorozat* 12: 182-221.
- KÖRMÖCZI L. (2005): On the sensitivity and significance test of vegetation boundary detection. *Community Ecol.* 6: 75-81.
- MORSCHHAUSER T. (1995): A mecseki Tubes-hegy vegetációja. *Tilia* 1: 199-210.
- MORSCHHAUSER T., SALAMON-ALBERT É. (2001): Isoecological curves on characterising the ecotopes in the Central Mecsek Mts of Hungary. *Acta Bot. Hung.* 43: 189-200.
- PENKSZA K., BARCZI A., BENYOVSZKY B. M., MÖSELER B. M., BIRKENHEUER V., SZABÓ T. (1995): Relationship between vegetation and soil on the northeastern slope of the Fehér-szirt (White Cliff) of Keszölc. *Tiscia* 29: 3-10.
- VAN DER MAAREL E. (1976): On the establishment of plant community boundaries. *Ber. Deut. Bot. Ges.* 89: 415-443.
- WESTHOFF V. (1974): Stufen und Formen von Vegetationsgrenzen und ihre methodische Annäherung. In: TÜXEN R. (szerk.): *Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation*. Verlag von J. Cramer, Lehre, pp. 45-64.

6. A DOKTORI DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

- ERDŐS L., KÖRMÖCZI L., MORSCHHAUSER T. (2008): Növényközösségek határainak kimutathatósága sokváltozós elemzési eljárásokkal. (Plant community delineation with multivariate methods.) In: CSIMA P., DUBLINSZKI-BODA B. (szerk.): *Tájökológiai kutatások*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. pp. 261-266.
- ERDŐS L., DÉNES A., MORSCHHAUSER T. (2010): Description and characterization of a new rock sward association in the Villány

- Mountains (*Festuco rupicolae-Arrhenatheretum* Erdős et Morschhauser ass. nova.). *Acta Bot. Hung.* 52: 315-330.
- ERDŐS L., MORSCHHAUSER T., ZALATNAI M., PAPP M., KÖRMÖCZI L.** (2010): Javaslat egységes terminológia kialakítására a közösségi grádiensekkel és határokkal kapcsolatban. *Tájökológiai Lapok* 8:69-76.
- ERDŐS L., GALLÉ R., BÁTORI Z., PAPP M., KÖRMÖCZI L.** (2011): Properties of shrubforest edges: a case study from South Hungary. *Centr. Eur. J. Biol.* 6: 639-658. **IF:** 1,000
- ERDŐS L., ZALATNAI M., MORSCHHAUSER T., BÁTORI Z., KÖRMÖCZI L.** (2011): On the terms related to spatial ecological gradients and boundaries. *Acta Biol. Szeged.* 55: 279-287.
- ERDŐS L., BÁTORI Z., MORSCHHAUSER T., DÉNES A., KÖRMÖCZI L.** (2011): Transitional plant communities of the Villány Mts. *Natura Somogyiensis* 19: 35-40.
- ERDŐS L., MÉRI Á., BÁTORI Z., GALLÉ R., KÖRMÖCZI L.** (2012): North-south facing vegetation gradients in the Villány Mts: a case study on the population and the community level. *Pak. J. Bot.* 44: 927-932. **IF:** 0,907 (2011)
- ERDŐS L., DÉNES A., MORSCHHAUSER T., BÁTORI Z., TÓTH V., KÖRMÖCZI L.** (2012): A Villányi-hegység aktuális vegetációja észak-déli irányú vegetációs grádiensek tükrében. *Bot. Közlem.* 99: 47-63.
- ERDŐS L., BÁTORI Z., MORSCHHAUSER T., KÖRMÖCZI L.** (2013): Ecological boundaries at difefrent scales: testing the moving split window analysis using artificial and field data. *Pol. J. Ecol.* 61 (in press). **IF:** 0,506 (2011)

7. A DOKTORI DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT ELŐADÁS- ÉS POSZTERKIVONATOK

- ERDŐS L., KÖRMÖCZI L., MORSCHHAUSER T.** (2008): Társulások határainak kimutathatósága sokváltozós elemzési eljárásokkal. In: CSIMA P., DUBLINSZKI-BODA B. (szerk.): III. Magyar Tájökológiai Konferencia. BCE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest, p. 75.
- ERDŐS L., MORSCHHAUSER T., KÖRMÖCZI L.** (2008): Gyepszint határok vizsgálata szubmediterrán növényzetben. *Kitaibelia* 13: 158.

- ERDŐS L.** (2009): A térbeli határok néhány tulajdonsága. In: SCHWARCZWÖLDER Á., VARGA M. (szerk.): *VII. Országos és I. Nemzetközi Interdiszciplináris Grastyán Konferencia*. PTE Grastyán Endre Szakkollégium, Pécs, p. 27.
- ERDŐS L., BARÁTH K., KÖRMÖCZI L., BÁTORI Z., MORSCHHAUSER T.** (2009): Karsztbokorerdők szegélyének diverzitásáról. In: KÖRMÖCZI L. (szerk.): *8. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és poszterek összefoglalói*. MÖTE, Szeged, p. 60
- ERDŐS L., MORSCHHAUSER T., BÁTORI Z., KÖRMÖCZI L.** (2009): Vegetation gradients, boundaries and underlying environmental factors in a sub-Mediterranean area. In: COLES S., DIMOPOULOS P. (szerk.): *52nd International Symposium of the International Association for Vegetation Science. Abstracts*. IAVS, Chania, p. 45.

8. A DOKTORI DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

- ERDŐS L., MÁRKUS A., KÖRMÖCZI L.** (2005.): Consequences of an extirpation trial of the tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) on rock grasslands and slope steppes. *Tiscia* 35: 3-7.
- BÁTORI Z., CSIKY J., ERDŐS L., MORSCHHAUSER T., TÖRÖK P., KÖRMÖCZI L.** (2009): Vegetation of the Dolines in Mecsek Mountains (South Hungary) in relation to the local plant communities. *Acta Carsologica* 38: 237-252. **IF:** 0,59
- BÁTORI Z., BOCK Cs., ERDŐS L.** (2010): Florisztikai adatok a Dél-Dunántúlról. *Kitaibelia* 15: 95-100.
- ERDŐS L., DÉNES A., KOVÁCS GY., TÓTH V., PÁL R.** (2010): Adatok a Villányi-hegység flórájának ismeretéhez. *Bot. Közlem.* 97: 97-112.
- MORSCHHAUSER T., OLÁH A., TEMESI A., ERDŐS L.**, (2010): Változások a Tubes karsztbokorerdő-sziklagyep növényzetének határzónájában. *Dunántúli dolg.* 12: 281-288.
- MORSCHHAUSER T., ERDŐS L., ORTMANN-NÉ AJKAI A.** (2010): Edényes növények előfordulása Porva környékén. *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyiensis* 27: 19-26.
- ERDŐS L., BÁTORI Z., ZALATNAI M., MARGÓCZI K., TOLNAY D., CSEH V., ARSENE, G.-G., KÖRMÖCZI L.** (2011): Comparison of two neighbouring alkaline grasslands with different land uses: a conservation management perspective. *Acta Bot. Hung.* 53: 89-100.

- BOCK Cs., **ERDŐS L.** (2011): A bálványfa vegyszeres irtásának hatásai a Szársomlyón. *Paeonia* 3: 127-131.
- BÁTORI Z., GALLÉ R., **ERDŐS L.**, KÖRMÖCZI L. (2011): Ecological conditions, flora and vegetation of a large doline in the Mecsek Mountains (South Hungary). *Acta Bot. Croat.* 70: 147-155. **IF:** 0,702
- MORSCHHAUSER T., **ERDŐS L.**, BORHIDI A. (2011): The Spiraea rock-heath communities in Hungary. *Acta Bot. Hung.* 53: 291-304.
- ERDŐS L.**, TOLNAY D., TÓTH V. (2011): Kiegészítések a Villányi-hegység flórájához. *Bot. Közlem.* 98: 117-128.
- ERDŐS L.**, KÖRMÖCZI L., BÁTORI Z., ZALATNAI M., MARGÓCZI K., TOLNAY D., CSEH V. (2011): Gyula környéki szikes gyepek természetvédelmi szempontú értékelése. In: MÓCSY I., SZACSVAI K., URÁK I., ZSIGMOND A. R., SZIKSZAI A. (szerk.): *VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia*. Ábel Kiadó, Kolozsvár, pp. 216-220.
- CSEH V., **ERDŐS L.**, KÖRMÖCZI L. (2011): Landscape history of the Gyula-Varsand region. In: KÖRMÖCZI L. (szerk.): *Ecological and socio-economic relations in the valleys of river Körös/Cris and river Maros/Mures*. SZTE Ökológiai Tanszék, Szeged-Arad, pp. 7-20.
- FODOR A., BÁTORI Z., CSEH V., MARGÓCZI K., KÖRMÖCZI L., **ERDŐS L.** (2011): Inundation area of the Maros near Bökény: land-use history and habitat mapping. In: KÖRMÖCZI L. (szerk.): *Ecological and socio-economic relations in the valleys of river Körös/Cris and river Maros/Mures*. SZTE Ökológiai Tanszék, Szeged-Arad, pp. 23-34.
- ERDŐS L.**, BÁTORI Z., ZALATNAI M., MARGÓCZI K., CSEH V., TOLNAY D., KÖRMÖCZI L. (2011): Effects of different land-uses on alkaline grasslands – implications for conservation. In: KÖRMÖCZI L. (szerk.): *Ecological and socio-economic relations in the valleys of river Körös/Cris and river Maros/Mures*. SZTE Ökológiai Tanszék, Szeged-Arad, pp. 97-110.
- BÁTORI Z., KÖRMÖCZI L., **ERDŐS L.**, ZALATNAI M., CSIKY J. (2012): Importance of karst sinkholes in preserving relict, mountain and wet-woodland plant species under sub-Mediterranean climate: a case study from Southern Hungary. *J. Cave Karst Stud.* 74: 127-134. **IF:** 1,171 (2011)