

Földtudományok Doktori Iskola
Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és
Informatikai Kar

**A közepes méretarányú tájökológiai egységek
határainak matematikai-statisztikai alapú
vizsgálata**

Doktori (Ph. D.) értekezés tézisei

BATA TEODÓRA

Témavezető:

Prof. Dr. Mezősi Gábor
tanszékvezető egyetemi tanár

2013

1. Bevezetés, célkitűzések

A tájak határainak kérdéskörével már a 1900-as évek elejétől foglalkoznak Magyarországon. A tájak értelmezésére számos megközelítés ismert, de a gyakorlati szempontból, a tájakkal kapcsolatos tervezési, fejlesztési-, működési kérdések miatt fontos a tájak - megadandó hibahatárok mellett - pontos területi meghatározása. Elméleti szempontból a táj a földrajztudomány egyik térbeli alapkategóriája, ami ugyancsak indokolja az egzaktabb lehatárolást.

A táj sajátos arculatát a tájalkotó tényezők együttese adja meg, a táj integrált rendszer. A tájak elkülönítése, - főként, ha a cél nem azok pontos, vonallal történő lehatárolása - nehéz feladat. A tájlehatárolást számos tényező nehezíti, ilyen például az egyes tájalkotó tényezők, mint a botanikai, a talajtani, vagy a domborzati tényezők határai kisebb – nagyobb mértékben eltérnek egymástól, és gyakran még önmagukat tekintve sem különíthetők el merev vonalakkal, például a botanikai egységek határai. Mindezek mellett a lehatárolás során fontos szempont egy olyan megoldás választása, ahol a természeti és társadalmi tényezőket, ill. azok a hatásait megfelelő módon integrálni lehet. Az integrált szándékú elemzés mellett egyik kutatási célom volt egy olyan objektív közepes méretarányú tájökölógiai (~kistáj szintű) lehatárolás elkészítése, mely a mezoléptékű regionális kutatásokhoz megfelelő alapot nyújtana az egységek határainról. A lehatároláshoz egy objektív többváltozós szegmentációt alkalmaztam. Eredményeimet a már létező tájfelosztásokkal és egyes (terepi) lehatárolási javaslatokkal validáltam (Marosi - Somogyi szerk. 1990, Ladányi 2010, Deák 2010, Molnár et al. 2008, Múcher et al. 2010).

A határok értelmezésének egy másik megközelítése alapján a tájökológiai egységek határait nem tekinthetjük mereven meghatározottnak. A botanikai, talajtani, vagy domborzati mintázatok jelentősen eltérhetnek egymástól, a „hasznló” entitások nem ugyanazt a felszíndarabot fedik le, e mellett az egyes tájalkotó tényezők időben is folyamatosan, eltérő sebességgel változnak, így még önmagukban sem alkotnak merev határt. Ezért a tájak, mint integrált egységek (megfelelve azok tájökológiai értelmezésének) nem húzhatóak meg vonallal. Ezen megállapítások alapján további kutatási célom volt a határok fuzzy, „lágú halmazok” módszerével történő értelmezése.

Az antropogén beavatkozások a természeti tájalkotó tényezők által kialakított táj arculatát pillanatok alatt képesek felülírni. A táji lehatárolások mellett fontos kérdés a tájökológiai egységek ökológiai stabilitásának mérése az egységek határának érzékenységvizsgálata. Így további kutatási céloknak tekintetem a mesterséges (antropogén) gátak okozta tájfelszabdaltság vizsgálatát, hogy képet kaphassak, hogy földrajzi határok mennyire, illetve milyen formában érzékenyek pl. a különböző antropogén hatásokra. Kutatásom a tájökológiai egységeken (~kistáj) belüli mesterséges gátak okozta felszabdaltság kérdéseire összpontosított, annak matematikai–statisztikai elemzésű háttérével, különböző tájmetriai mutatók kiszámításával kívánta objektíven mérni a felszabdaltságot, illetve annak változását térben és időben egyaránt.

2. Anyag és módszer

Vizsgálataimat minden esetben Magyarország teljes területére végeztem el, így elemzéseimben olyan adatokat, térképeket használtam, melyek hazánk teljes területére rendelkezésemre álltak (eredményeim pontosságát így az ország teljes területére vonatkozó adatok, vizsgáltak korlátozták).

A természeti tényezők közül vizsgálataimban öt tényezővel, az alapkőzettel, domborzattal, talajtakaróval, növényzettel foglalkoztam, de az elemzéseimbe a természeti tényezőkön kívül külön tényezőként bevontam az emberi tevékenységet is.

Annak érdekében, hogy az adatok a különböző matematikai-statisztikai módszerek alkalmazásakor egységesen kezelhetők legyenek, ezért közel azonos számú kategóriába osztályoztam a felhasznált alaptérkép kategóriáit. Egyes vizsgálatokhoz a felhasznált adatok a kilenc kategóriáját az egységes kezelhetőség érdekében szám-adattá alakítottam a homogenitási érték meghatározásával.

2.1. A tájak határainak értelmezése

A tájak határainak értelmezésére, definiálására az előbbieket szerint kétféle megközelítési lehetőség kínálkozik:

2.1.1. A táj lehatárolása objektív szegmentációval

A tájak határait (kevésbé figyelve azok tartalmát) a „gyakorlatban” általában (merekv) vonalként kezeljük. Igényelhető azonban, hogy a tájak határainak megvonása tudományosan megalapozott legyen. Ha több tényező figyelembevételével határozzuk meg a határvonalak helyzetét, akkor egyrészt elvárt, hogy a több tényező együttes elemzésében az integrálás és a

lehatárolás megismételhető, és hasznosnak tűnik, hogy a folyamat „semleges”, objektív, matematikai-statisztikai összefüggésekkel leírható legyen.

Az objektív lehatárolás elkészítéséhez különféle szegmentációs módszerek alkalmazhatóak. Dolgozatomban az objektív lehatárolás elkészítéséhez a többváltozós szegmentáció módszerét alkalmaztam.

2.1.2. A táj kiterjedésének elemzése fuzzy logikával

A tájat felépítő tájalkotó tényezők elemei, típusai a térben eltérő, határuk nem éles (nem merev vonal), illetve az egyes tényezők időben eltérő sebességgel változnak, így a határt ökotonként célszerű kezelnünk. Ekkor a határok értelmezése a fuzzy logikával releváns módszernek tűnik.

Ebben a táj megközelítésben alkalmasnak tűnő módszer a fuzzy logika gyakorlati alkalmazása, mely matematikailag pontosan definiálható. Ezt a módszert alkalmaztam a dolgozatomban bemutatott elemzésekre a tájalkotó tényezők kategóriáira kiszámított homogenitási értékek felhasználásával. Azért a homogenitási adatokkal, mert egyrészt a fuzzy elemzések egységes numerikus bemeneti adatot követelnek meg, másrészt ebben a megközelítésben nem kellett számolnom a vizsgálatnál a tájalkotó tényezők prioritási sorrendjének és súlyozásuknak a problémájával

A fuzzy halmazoknál alkalmazott számítás úgy írható le, hogy:

- a) a 30 % homogenitási értéknél kevesebb értékű területek a határhozónák (ökoton) halmazába kerülnek (ezek az eredménytérképen 1 értékkel jelennek meg),

- b) a 70 % homogenitási értéknél nagyobb értékű területek a homogén táji magok halmazába kerülnek (ezek az eredménytérképen 0 értékkel jelennek meg), míg
- c) az ezekről eltérő homogenitási értékű területek olyan új értéket kapnak, amely azt mutatja, hogy a terület hány százalékban tartozik az ökoton területhez, illetve a táji magok halmazához (ezeket akár nevezhetjük átmeneti területeknek is).

2.2. A tájak- és határaik érzékenysége vizsgálat

Abban az esetben, ha megvizsgáljuk, hogy a mesterséges gátak okozta tájfelszabdaltság miként változik a közepes méretarányú tájökölógiai egységekben (~kistáj), akkor képet kaphatunk azok határainak érzékenységről és a stabilitásának változásáról is. Kutatásom során csak a mesterséges gátak (út- és vasúthálózat, és települések) okozta felszabdaltságát vizsgálok, hogy az miként hat a tájökölógiai egységek stabilitására, határainak érzékenysége.

A felszabdaltság mértékének változását 1990 és 2010 között, illetve a 2027-re várható jövőbeli változást feltételezve számítottam ki. A mesterséges gátak típusaiból: az úthálózat (autópálya, főút, mellékút), a vasúthálózat, és a települések belterületi határait vettem figyelembe. A tájfelszabdaltságot mérő vizsgálatokban, a vasutak és az utak, nemcsak mint vonalas objektumok értelmezettek, hanem 2D-s kiterjedésük is figyelembe lett véve.

Az 1990-es bázisra az út, vasút és településhálózatát az OTAB (1990) adatbázisból, a 2011-es állapothoz a Térkép Kft. térinformatikai állományból használtam. A jövőre előre jelezhető állapotot „A

gyorsforgalmi – és főúthálózat nagytávú terve” megyei térképei (www.kkk.gov.hu) mutatják be. A térképeket geokorrigáltam és digitalizáltam és a 2027-ig tervezett utak nyomvonalait ezek alapján használtam fel.

A „Hatékony hálóméretet” mutató mellett dolgozatomban további három tájmetriai mutatót számoltam ki („*Foltok száma*”, „*Felosztottság foka*”, „*Tájjeldarabolódási index*”), melyek más-más mértékegységben fejezik ki a felszabdaltság mértékét. A mutatókat minden esetben osztályszinten (class) számoltam, vagyis a foltok (patch) a mesterséges gátak által felszabdalt táji egységek, az osztályok pedig a közepes méretarányú tájökológiai egységek (~kistáj) voltak.

3. Eredmények és következtetések

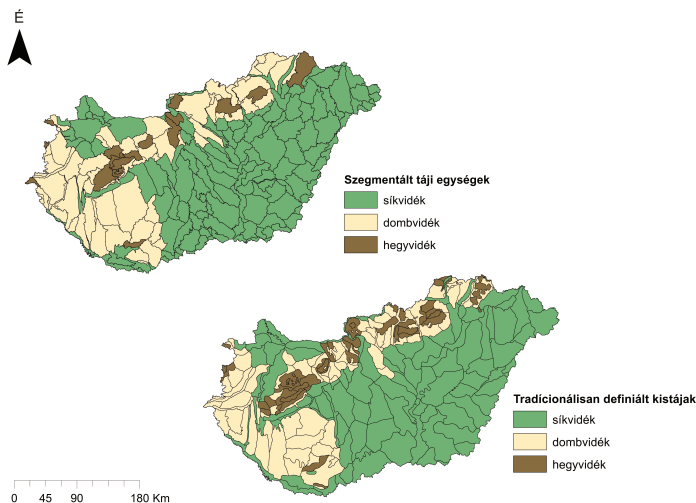
3.1. A tájak határainak értelmezése

3.1.1. Többváltozós szegmentációval kapott eredmények

1. A különböző tájmetriai mutatókkal történő összehasonlítás eredménye alátámasztotta, hogy a szegmentált táji egységek természetesebb keretet jelentenek, mint a tradicionálisan definiált kistájak. A szegmentált táji egységek metrikailag összetettebbek, fragmentáltabbak, így a határai természetesebbek. Ezek az eredmények összecsengenek Herzog et al. (2001) és Renetzeder et al. (2010) eredményeivel.

2. A szegmentált táji egységek és a tradicionálisan definiált kistájak összehasonlítás eredményei Mas et al. (2010) értelmezései alapján azt is mutatják, hogy az objektív többváltozós szegmentáció eredményeül lehatárolt közepes méretarányú táji egységek érzékenyebbek, mint a korábbi tradicionálisan definiált kistájak.

3. Az orográfiai kategóriák (síkvidék, dombvidék, hegyvidék) oldaláról történő összehasonlítás eredményei (1. ábra) alátámasztják, hogy a szegmentált táji egységek az integrálás során jobban illeszkednek a felhasznált alapadatok kategóriáihoz. Az elemzés bebizonyította, hogy a szegmentált táji egységek száma az alföldi területeken magasabb (145), mint a tradicionálisan definiált kistájak esetében (97). A többváltozós szegmentáció eredményéül hatvanhat táji egység határolódott le a dombvidéki, és tizenkilenc a hegyvidéki területekre, míg a tradicionális lehatárolásban ezen értékek rendre 88 és 45. A szegmentált táji egységek átlagos heterogenitása alacsonyabb az alföldi (2,3) és hegyvidéki (3,5) kategóriákban, míg a dombvidéki területen mindkét tájfelosztás átlagos heterogenitása 3,3.

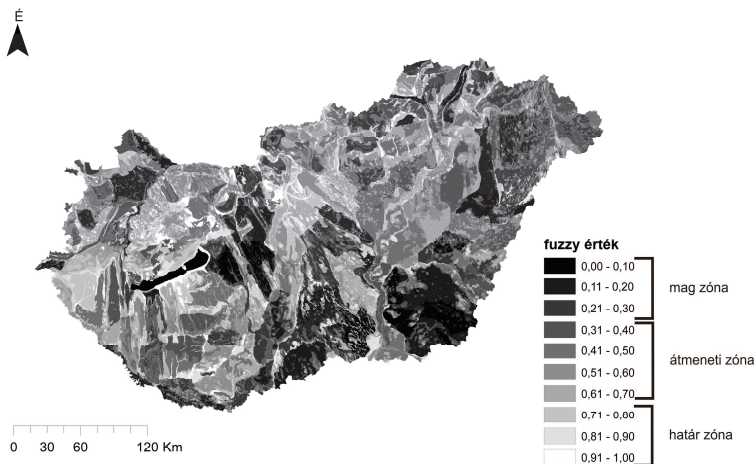


1. ábra: A tradicionálisan definiált kistájak és a szegmentált táji egységek a síkvidék, dombvidék, hegyvidék kategóriák tükrében

3.1.2. A fuzzy logikával történő megközelítés eredményei

4. A fuzzy logika alkalmazása a tájak értelmezéséhez megfelelő módszernek bizonyult, hiszen a számításhoz használt hat tájalkotó tényezőt figyelembe véve azokat a területeket sikerült meghatározni, amelyek mindegyikénél jelentős az inhomogenitás. Ezt azt jelenti, hogy ezek a területek, zónák olyannak tekinthetők, ahol a táj határ megvonása – a vizsgált hat tényező alapján – bizonytalan. Ezzel szemben az alkalmazott fuzzy tagsági függvény segítségével azonosíthatóak azok a területek is, amelyeknél e tényezők jóval homogénebbek és emiatt tekinthetőek tájökológiai szempontból a tájak magjainak (2. ábra).

5. Ezen fuzzy logikával értelmezett „lágý” határ, egy övezetet jelöl ki, amelyen belül a tájhatár egy rövid időszakot tekintve mozog, viszont hosszú távon ezt az övezetet nem lépi át, ezen eredmények összecsengenek, pl. Méri - Körmöczi (2010) terepi vizsgálatainak eredményeivel. Az eredmények megerősítik azt a megfigyelést is, hogy a különböző típusú tájak közötti ökotonok szélessége – méretaránytól függően – nagyon tág intervallumban változik, néhány tucat m-től sok száz km-ig terjedhet (Bastian O. 1997, Forman R. T. T. 1995). A hazai területeken az alkalmazott módszerrel néhány 100 m és 3-5 km közötti értékek adódtak.



2. ábra: Fuzzy eredménytérkép a hat tájalkotó tényező alapján

3.1.3. *Validáció: összehasonlító elemzések a többváltozós szegmentáció - és a fuzzy módszerek eredményeivel*

Ebben az esetben a klasszikus pl. távérzékelte adatokon elvégzett szegmentációk validációk mint pl. terület-alapú vagy elhelyezkedés alapján átfedés vizsgálati mérések (Clinton et al. 2010, Möller et al. 2007, Shi et al. 2007, Johansen et al. 2010) nem végezhetőek el. A problémát a validáció során az jelentette, hogy nincs egy pontosan definiált tájfelosztás Magyarországra, vagyis nincs egy alap, referencia tájfelosztás, melyhez a többváltozós szegmentációval készített felosztást validálhattam volna.

A szegmentált táji egységek validációját három különböző módon végeztem el, annak érdekében, hogy összevessem a többváltozós szegmentációval történő lehatárolás mennyire hasonlít, mennyire egyezik

meg a más kutatók által (pl. Ladányi 2010, Deák 2010, Molnár et al. 2008) javasolt, többnyire kistáj szintű módosításokkal.

6. Az Európai Tájtypus Térkép (LANMAP) és az általam szegmentált táji egységek is objektív szegmentáció eredményei, így - a megfelelő adatok és módszer leírás birtokában – ugyanolyan eredményre jutóan megismételhetők. A két objektív szegmentációval készült tájfelosztás alapján megállapítható, hogy a szegmentált táji egységekben több tájalkotó tényezőt használtam, emellett a térbeli felbontás is nagyobb, mindezek azt eredményezték, hogy a szegmentált táji egységek kisebbek, alakjuk összetettebb, egy-egy egység homogénebb területeket tartalmaz, megfelelnek egy közepes méretarányú tájfelosztásnak. Ezek értelmében a szegmentált táji egységek megfelelően alkalmazhatóak lennének a költséges terepi felméréseket is tartalmazó felosztások, illetve a tradicionálisan definiált kistáj szintű felosztás esetleges kiváltására.

7. Az alkalmazott fuzzy tagsági függvénnyel történő összehasonlító elemzés is rávilágított arra, hogy különösen a határ zónák és a mag zónák halmazában, új és jobban illeszkedő és használhatóbb tájfelosztást hoztam létre a szubjektív többváltozós szegmentációval, illetve az ökoton zónák helyének és méretének meghatározásához a fuzzy logika ebben a felosztásban is megfelelően alkalmazható módszert nyújthat.

8. A regionális összehasonlító elemzésekből is megállapítható volt, hogy az objektív többváltozós szegmentáció megfelelően alkalmazható a tájlehatárolásra, hiszen a szegmentált táji egység határa nagymértékben hasonlít az összetett tájökológiai kutatás eredményekhez. Ezen eredmények alátámasztják, hogy a szegmentált táji egységek jól meghatározottak, erősen

támogatják, hogy ezen a területen a tradicionálisan definiált kistájak határai módosításra szorulnak, ahogy azt más szerzők is javasolták (Ladányi 2010, Molnár et al. 2008, Deák 2010).

3.2. Tájfelszabdaltság változásának eredményei

9. A bedigitalizált nyomvonaltérképek segítségével, a jövőbeli időszak vizsgálatával elsőként információt kaptam a 2027-re várható a tájak felszabdaltságának állapotáról is. A nagyávú terv teljes megvalósulása esetén százegey kistáj esetében nem tapasztalhatunk majd „*Hatékony hálóméret_{CUT}*” változást. Ennek ellenére nem elhanyagolható tény, hogy 50 km²-es nagyobb hatékony hálóméret csökkenést további négy kistájunk esetében kapunk (1. táblázat). Ezen kistájakra tájvédelmi szempontból mindenképp nagyobb hangsúlyt kell fektetni abban, ha az összes tervezett utat megépítik. A kistájak érzékenységet tekintve azonban a legjobb megoldás az lenne, ha a tervezés során nemcsak a Natura 2000-es területek elhelyezkedését vennék figyelembe (lehetőleg, hogy azokat az építendő utak ne keresztezzék).

1. táblázat: 2011 és 2027 között legnagyobb mértékben felszabdalt öt kistáj tájmetriai mutatóinak eredményei

| Kistáj neve | NP változás (db) | S változás (db) | D változás (%) | Mesh _{CUT} változás (km ²) |
|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---|
| Dráva-sík | +2 | +1,56 | +24,42 | -99,84 |
| Szolnoki-ártér | +12 | +5,26 | +14,43 | -86,23 |
| Mohácsi - sziget | +3 | +1,47 | +24,45 | -85,41 |
| Nyugat-Belső-Somogy | +9 | +2,77 | +10,01 | -75,58 |
| Szatmári-sík | +7 | +7,07 | +5,81 | -59,99 |

10. A vizsgált két időszak (1990-2011, 2011-2027) „*Hatékony hálóméret_{CUT}*” mutató elemzéséből kiderült, hogy a tájökológia egységek érzékenysége és stabilitása alapján négy csoportba lehetett a kistájakat sorolni (2. táblázat):

a, Érzékeny, leginkább veszélyeztetett, instabil tájaink azok a kistájak melyeknek felszabdaltsága mindkét időszakban változott.

b, Jövőben potenciálisan érzékeny kistájaink azok a kistájak, melyeknek a felszabdaltsága a múltban nem változott, viszont a jövőbeli úthálózat-bővítés terv alapján mértékben kisebb táji egységekre szabdalódna.

c, Jövőben potenciálisan stabilabb állapotba kerülő kistájaink: azok a kistájak, melyeknek a felszabdaltsága változott a múltban, viszont a jövőbeli úthálózat-bővítés terv alapján feltételezhetően nem szabdalódik tovább.

d, Stabil, legkisebb mértékben érzékeny kistájaink azok, melyeknek a felszabdaltsága a múltban nem változott és a jövőbeli úthálózat-bővítés terv alapján nem szabdalódna fel kisebb táji egységekre.

Ezen csoportosítás egyrészt felhívja a figyelmet arra, hogy a tájvédelem oldaláról, főként az **a**, és **b**, csoportba tartozó kistájakra kell a leginkább a figyelmet fordítani a gyakorlati tájtervezési, tájrendezési munkák során célszerű elérni, hogy, legkevesbé szabdalódjon fel az építendő, terjeszkedő mesterséges gátak által a tájökológiai egység. Az ilyen irányú tájstabilitás romlást csökkenthetné, ha az utak nyomvonalainak tervezése során a természeti rendszereket tekintve nemcsak a Natura 2000-es területeket vennék figyelembe, hanem az általam bemutatott tájmetriai paraméterek

számolását is elvégeznék. A csoportosítás másrészt felhívja a figyelmet arra, hogy a **c**, és **d**, csoportba tartozó kistájak esetében a feladat a jelen állapot fenntartása illetve - a lehetőségek szerint - a stabilitás növelése, az érzékenység csökkentése. Ennek egyik eszköze lehet a minél több (megfelelő minőségű) ökológiai átjáró létesítése, zöldfolyosók kialakítása.

5.10. táblázat: A tájak érzékenység – stabilitás csoportjainak megoszlása Magyarországon

| | a, csoport | b, csoport | c, csoport | d, csoport |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Kistajak száma (db) | 129 | 15 | 46 | 40 |
| Összterület (km ²) | 67588,8 | 5229,08 | 14381,8 | 5826,31 |
| Összterület (%) | 72,66 | 5,62 | 15,46 | 6,26 |

11. A bemutatott tájmetriai mutatók kiszámítása alapján a tervezés során az egyes nyomvonal verziók kiválasztásakor kedvezőbben lehetne kialakítani a mesterséges gátak helyét, illetve javaslatokat is lehetne tenni, hogy mely tájak természeti egyensúlyi állapota nem bírna több ilyen létesítmény megépítését (Girvetz et al. 2008., Jaeger et al. 2007, 2008, Fu et al. 2010). Ehhez azonban mindenképp további vizsgálatok (Keveiné Bárány 2010), további adatok (pl. felszínborítási térképek- Szilassi – Bata 2012, nemzeti ökológiai hálózat adatai - Tóth 2006), illetve terepi vizsgálati eredmények (pl. élőhely térképezés - Czúcz et al 2008, ökológiai átjárók használatának felmérése-Hardy et al. 2004) felhasználása szükséges.

12. A „*Hatékony hálóméret*” kétféle számítási módjának alkalmazása is alátámasztotta, hogy a mesterséges gátak megjelenésével a felszabdaldott egységek érzékenyebbé váltak, Magyarország vasút- és úthálózata olyan sűrű, hogy az általuk felszabdalt táji egységek határai döntő többségben megegyeznek a vizsgált kistájak határaival. Ez alól kivételt képeznek az 1900-2011-es időszakot tekintve 9, a második időszakot tekintve 12 kistáj, ahol a két módszer közötti különbség nem elhanyagolható az élőhelyek területét illetve az területükön élő élőlények mozgási lehetőségeit tekintve.

A dolgozat témaköréhez kapcsolódó publikációk

- Bata T. – Mezősi G. – Meyer B. C. 2013:** Landscape units in Hungary using multiresolution segmentation of geo-data and fuzzy analysis. Landscape and Urban Planning (*megjelenés alatt*) (IF 2.173 2012)
- Blanka V. – Mezősi G. - Loibl W. - Szépszó G. - Csorba P.- Meyer B. - Bata T. - Nagy R. - Vass R. 2012:** Meso-region scale change of climate in the 21th century and its potential impacts on the environment in the Carpathian Basin. Review of climate change research program at the University of Szeged (2010–2012) 2012 pp. 25-40.
- Mezősi G. - Bata T. 2011/a:** A földrajzi tájak határai. Földrajzi Közlemények, 135/1. pp. 33–43.
- Mezősi G. - Bata T. 2011/b:** New result on landscape boundaries. Landscape & Environment, 5/1. pp. 1-11.
- Mezősi G - Meyer B.C. - Loibl W. - Aubrecht C. - Csorba P. - Bata T. 2012:** Assessment of regional climate change impacts on Hungarian landscapes. Regional Environmental Change, DOI: 10.1007/s10113-012-0326-1 (IF 3.001 2012)
- Mezősi G – Blanka V – Bata T – Kovács F – Meyer B 2013:** Estimation of regional differences of wind erosion hazard in the Carpathian Basin. Agriculture, Ecosystems and Environment (*megjelenés alatt*) (IF. 3.004 2012)
- Szilassi P. - Bata T. 2012:** Tájak természetességének értékelése tájmetriai módszerekkel Magyarország példáján. In: Farsang A. - Mucsi L. - Keveiné Bárány I. (szerk.) Tájj – érték, lépték, változás. GeoLitera, Szeged. pp. 75-84.