

## TÁJMETRIAI MUTATÓK KIVÁLASZTÁSÁNAK LEHETSÉGES MÓDSZERTANA EGY ESETTANULMÁNY PÉLDÁJÁN

SZABÓ Szilárd, CSORBA Péter

Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék,  
4032 Debrecen, Egyetem tér 1. e-mail: e-mail: szszabo@delfin.unideb.hu, csorbap@delfin.unideb.hu

**Kulcsszavak:** tájanalízis, tájmetria, FRAGSTATS, többváltozós feldolgozás

**Összefoglalás:** A tájmetria kvantitatív tájökológiai kutatási módszer, mely a tájlelemek alakjait jellemzőit, valamint a köztük lévő kapcsolatokat vizsgálja. Munkánkban tájmetriai vizsgálatokat végeztünk, melynek keretében 11 észak-magyarországi kistáj tájszerkezet-vizsgálatát végeztük el. Célunk az volt, hogy a tájmetriai paraméterek elemzése alapján következtetéseket tudjunk levonni kistájuk szintjén. Térképi alapként a CORINE Land Cover 50 felszínborítottsági adatbázist használtuk, melynek kategóriáit 14 általánosított kategóriába vontuk össze. Kategóriaszintű tájmetriai mutatókat határoztunk meg a FRAGSTATS 3.3 szoftver segítségével. Mivel a mutatók között jelentős redundancia fordul elő, főkomponens analízis segítségével összevont változókat hoztunk létre. Célunk az volt, feltárjuk, hogy az egyes területhasználati kategóriák tájmetriai jellemzői alapján becsülhető-e azok kistájbeli hovatartozása. A vizsgálatban 8 tájmetriai paraméter segítségével 4 területhasználati kategóriát és 7 kistájat tudunk azonosítani.

### Bevezetés

Korunk új kihívása a környezeti adatok kvantifikálásának igénye. Ez számos tudományterületet érint, melynek kapcsán a korábbi kvalitatívan gyűjtött adatok helyett elvárás a számszerűsített eredmények rögzítése. Szép példáját figyelhetjük meg ennek a folyamatnak a talajrendszertan kapcsán, ahol többek között a megváltozott kutatási módszerek és a fejlődő számítástechnikai háttér szükségessé tette a régi osztályozási rendszerek cseréjét (MICHÉLI 2002). Hasonló folyamat játszódott le a tájökológiában is, ahol a különböző tájfoltok geometriai jellemzése és a tájszerkezeti kapcsolatok feltárása az egyszerű statisztikai mutatók irányából elmozdult az összetett táji mérőszámok felé.

A tájökológia fiatal tudomány. Mint kifejezés Troll 1939-ben talaj- és növényföldrajzi témában írt munkájában jelenik meg először. Ezután viszonylag gyorsan elterjedt és számos kutatócsoport kezdett foglalkozni vele (CSORBA 1999). 1968-ban már összehívták az első tájökológiai konferenciát és ebben az időszakban, illetve az ezt követő években tisztázódtak azok a kérdések is, hogy mint tudomány miben különbözik az ökológiától. Az 1980-as évek közepén már saját kutatómódszertana van, és ezen belül jelenik meg a cikk tárgyát képező tájmetria is.

A tájökológiai kutatások a tájat három szempontból elemezték. A legelső munkák a tájszerkezetének feltárását célozták. Feltárták az ún. elsődleges tájszerkezetet, ami segíthet tájakat ért hatások és következményeik, valamint a regenerálódó képesség megértésében. Az 1970-es évek második felétől a funkcionális kutatások következtek, melyet a mezo szintű regionális tervezés, tájrendezés indukált. Az utóbbi időben a folyamatorientált elemzés került a kutatások középpontjába, ahol terepi mérésekre és térképezésre alapozva induktív módon nagyobb léptékben dolgozva keresik a választ a tájak működésére (MEZŐSI és FEJES 2004, LÓCZY és NYIZSALOVSKI 2005, NYIZSALOVSKI 2002).

A tájmetria a szerkezeti kutatások kérdéskörébe tartozik a tájak térbeli heterogenitására építve. A heterogenitás térbeli megjelenési formája a mozaikosság, melynek alapegységei a foltok, folyosók és a mátrix (FORMAN, 1995). Ezen tájjelemek egyedi jellemzőit és táji szintre vonatkoztatható indexeit fejezi ki a tájmetria kvantitatív formában (KERÉNYI 2007, LÓCZY 2003; MCGARIGAL 2002).

A mérőszámok mára túlléptek azon, hogy csak az egyedi foltokra vonatkozó tulajdonságokat jellemezzék, de természetesen ezek továbbra is fontos részét képezik a táj-analízisnek. A tájmetriai indexeket 3 szinten definiálhatjuk: (1) a hagyományos folt szinten, (2) osztály szinten (3) és táji szinten (MCGARIGAL, 2002). Folt szinten az indexek az egyes foltok területét, kerületét, terület/ kerület arányát, stb. adják meg. Az osztály szintű mutatók az ugyanabba a kategóriába tartozó foltok aggregált jellemzőit adják meg egyszerű, vagy súlyozott átlagként, vagy olyan tulajdonságaikat is figyelembe veszik, amikkel a térbeli elhelyezkedésükre (területi eloszlás, közelség, konnektivitás) tudunk következtetni. Táji szinten az indexeket a táj összes foltjának a tulajdonságai alapján számítjuk (MCGARIGAL 2002).

Az 1980-as évek során igen nagy mennyiségben fejlesztettek ki tájmetriai indexeket. Használatukat nagymértékben megkönnyítette a GIS szoftverek megjelenése és elterjedése, valamint az egyre olcsóbban és nem utolsó sorban könnyebben hozzáférhető légifotók és műholdfelvételek alkalmazása. Ez utóbbiak esetében meg kell jegyezni, hogy a tájmetriai analízisekben kulcskérdésként kezelt felbontás a műholdfelvételek és légifotók között mára kezd eltűnni. A légifotók jobb felbontása nem jelent feltétlen előnyt a kiértékelésnél, mivel a magasságkülönbség által okozott torzítás az alacsonyabb repülési magasság miatt zavaróbb lehet és az árnyékhata is nehezítheti a kiértékelést. A műholdfelvételek térbeli felbontása kezdetben csak regionális szintű elemzéseket tett lehetővé, a felbontás viszont folyamatosan javul (5–2,5–1 m) és mára már a nagyfelbontású kiértékelésekhez is elegendő információt nyújtanak, ráadásul akár több hullámhosszon is.

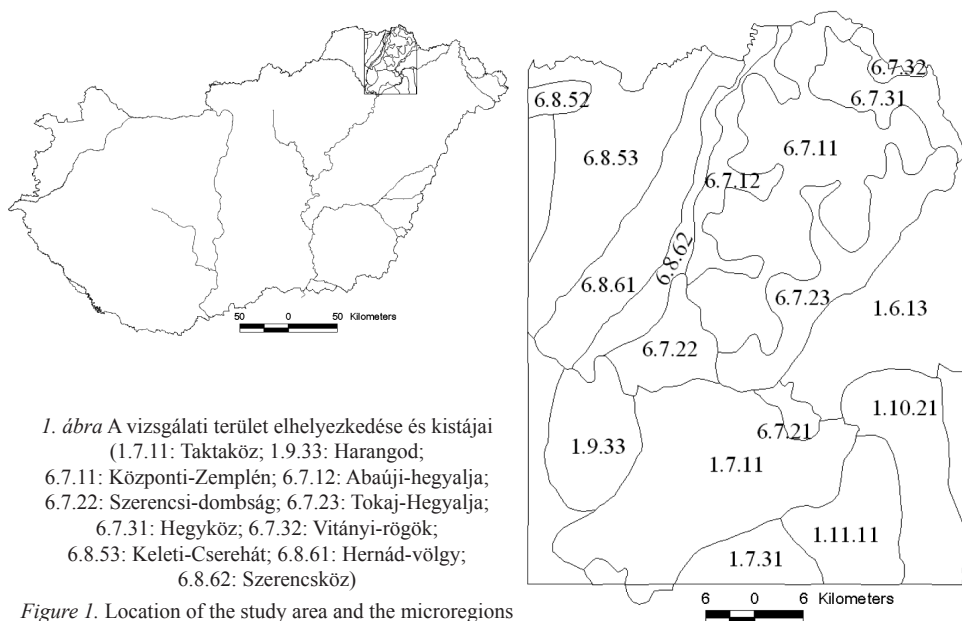
Az egyes indexek között nagy az átfedés, erősen korrelálnak egymással. Az átfedések kiszűrésére több próbálkozás is történt, melyek közül a legismertebbet, RIITTER et al. 1995-ben írt munkáját kell kiemelni: 55 tájmetriai mutatót dolgozott fel, melyek közül 6-ot választott ki. Véleményünk szerint azonban nem lehet általánosan megfogalmazni azoknak a mutatóknak a teljes körét, ami a táj-analízisben bárhol felhasználható, mert a mutatók korrelációja nem állandó. A statisztikai változók korreláltsága függ az adatok struktúrájától: jelen esetben a tájmetriai paraméterek értéke mintaterületenként szélsőségesen eltérhet egymástól, így a változók közti átfedések is változhatnak. Eszerint minden vizsgálatnál el kell végezni a keresztkapcsolatok elemzését.

A Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszéke 2008 tavaszán kezdte meg a hazai kistájak állapotát, illetve működését veszélyeztető tényezők felmérését (CSORBA et al. 2008). Ehhez sok tényezőt kell figyelembe venni és ezek közül egy a tájak tájökölógiai jellemzése. Ez a munka szorosan kapcsolódik a tanszéki munka célkitűzéseiseihez, mivel végeredményként – az egész ország területének a vizsgálatával – egy olyan tájökölógiai alapú csoportosításhoz juthatunk, mely kvantitatív alapokon nyugszik.

Korábbi munkánkban (CSORBA 2007) elkészítettük 11 magyarországi kistáj folt szintű tájmetriai analízisét. Jelen vizsgálat során az osztály szintű mérőszámokat határoztuk meg ugyanezen területekre. Munkánk elsősorban módszertani jellegű, azokat az osztály szintű tájmetriai mutatókat kerestük, amelyek alapján (1) az egyes felszínborítottsági kategóriák és (2) az egyes kistájak elkülöníthetők egymástól.

### Anyag és módszer

Munkánkban 11 kistáját dolgoztunk fel Magyarország északi részén, az Északi-középhegységben, ezen belül is a Zempléni-hegység, Cserehát középtájakon belül (1. ábra).



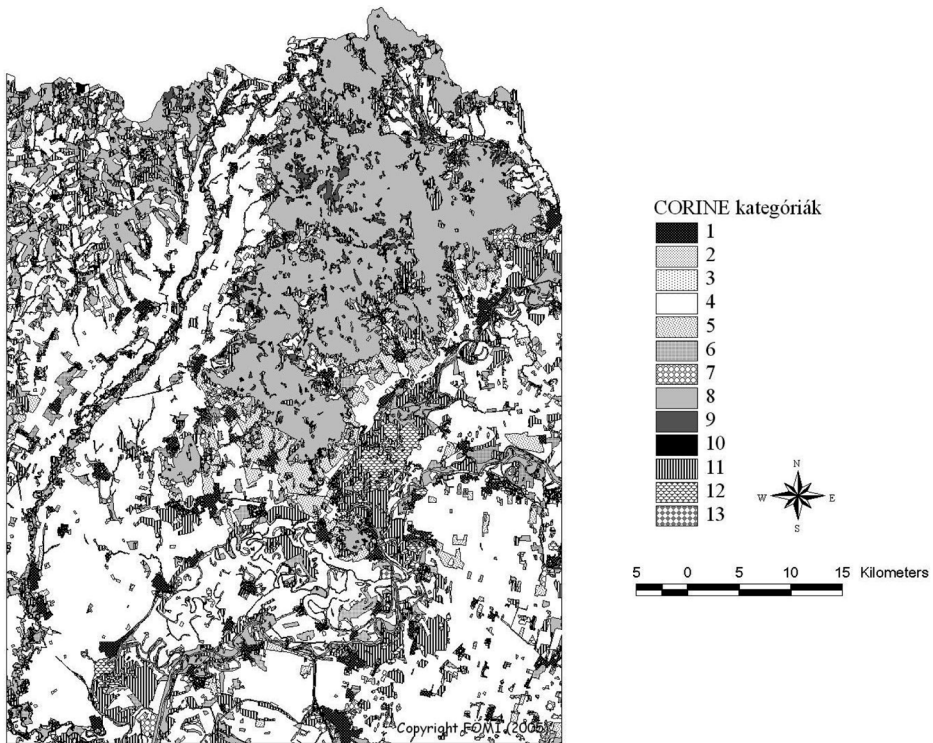
1. ábra A vizsgálati terület elhelyezkedése és kistájai  
(1.7.11: Taktaköz; 1.9.33: Harangod;  
6.7.11: Központi-Zemplén; 6.7.12: Abaúji-hegyalja;  
6.7.22: Szerencsi-dombság; 6.7.23: Tokaj-Hegyalja;  
6.7.31: Hegyköz; 6.7.32: Vitányi-rögök;  
6.8.53: Keleti-Cserehát; 6.8.61: Hernád-völgy;  
6.8.62: Szerencsköz)

Figure 1. Location of the study area and the microregions

A kiválasztott terület több szempontból is ideális az ilyen jellegű vizsgálatokhoz:

- az alföldi feltöltött síkságoktól a hegyközi medencéken és hegylábi területeken keresztül a középhegységi tájakig minden domborzati tájtípust felölel;
- megtalálhatók az intenzíven hasznosított mezőgazdasági területek, művelt és felhagyott bányaterületek és a természetközeli élőhelyek egyaránt;
- nemzeti park ugyan nincs a területen, de a tájak között több olyan található, aminek jelentős részét nyilvánították tájvédelmi körzetté (Hernád-völgy, Központi-Zemplén), így a természeti értékek megőrzése valós feladat, amiben a tájstruktúra, fragmentáltság és konnektivitás elemzése segíthet.

A vizsgálatokhoz az 1998–1999-ben készült SPOT4 felvételekből fotointerpretációval készített CORINE Land Cover (CLC50) adatbázist használtuk fel (2. ábra). Céljainknak ez megfelelt, mivel a legkisebb térképezett alapegység 4 hektáros (200 m×200 m) volt és az általunk alkalmazott regionális léptékben ez elegendő (CARRAO és CAETANO 2002), emellett BARCZI et al. 2008. munkájában található javaslatot a táj kutatásban való alkalmazásra. A CLC50 79 kategóriáját a könnyebb interpretálhatóság miatt a CLC osztályozás alpontjait 13 összevont kategóriában egyesítettük (település, bánya, mesterséges zöldfelület, szántó, szőlő-gyümölcs, vegyes mezőgazdasági hasznosítás, gyeplelő, lombhullató erdő, örökzöld erdő, kevert erdő, bozót, vízfelület, ipari terület) (2. ábra). Meg kell jegyeznünk, hogy a műholdfelvételek különböző interpretációi (pl.



2. ábra A vizsgálati terület területhasználata

Figure 2. Landuse structure of the study area

- (1: település; 3: mesterséges zöldfelület; 4: szántó; 5: szőlő-gyümölcs; 6: gyep;  
7: vegyes hasznosítású mezőgazdasági terület; 8: lombhullató erdő; 9: örökzöld erdő;  
10: kevert erdő; 11: bozót; 12: víz; 13: ipari-kereskedelmi terület)

a CORINE) bizonyos hibaszázalékot rejtenek magukban, vagyis a valós területhasználat és a felszínborítottsági kategóriák között (kategóriánként is változó mértékben) 10–25% körüli eltérés van. Az 1990-es CORINE esetében átlagosan 13% (European Commission DGXII-D 2000, BACH et al. 2006). Munkánkban a területhasználat és felszínborítottság kifejezéseket egyaránt használjuk, de tudnunk kell, hogy minden esetben a CLC50 felszínborítottsági kategóriáiról van szó.

A megjelenítést és az adatelőkészítést ArcGIS 9.0, a tájmetriai számításokat pedig FRAGSTATS 3.3 (McGARIGAL és MARKS 1995) szoftverrel végeztük. Vizsgálatainkat osztály szintű mutatókkal végeztük, 34 paramétert határoztunk meg, melyeket kistájakra vonatkoztatva számítottunk ki, standardizáltunk ( $y = \log[x+1]$ , PODANI, 1997) és az így nyert adatokkal a feldolgozás során SPSS 15.0-val főkomponens analízist (PCA) végeztünk (Varimax rotációt alkalmazva) abból a célból, hogy a kezdeti nagy számú változót kisebb, nagy korreláltságú faktorba tömörítsük. A főkomponensek számának meghatározása során a Kaiser-szabályt alkalmaztuk, vagyis a főkomponensnek nagyobbak kell lennie, mint 1 (SAJTOS és MITEV 2007). Ezt követően a főkomponensekből kiválasztottuk a legnagyobb faktorsúlyú változókat és jelentőségüket diszkriminancia analízissel (DA) teszteltük. A PCA egymással nem korreláló főkomponenseket képez, azonban ha egy főkomponensből

többet választunk ki, elképzelhető a multikollinearitás. A diszkriminancia analízis modellben való alkalmazás előtt ezt korreláció vizsgálattal szűrtük ki (a szoros kapcsolatban lévő [ $r > 0,7$ ] változók egyikét kizártuk). A diszkriminancia analízis igen érzékeny a többváltozós normalitás feltételének teljesülésére, melynek ellenőrzésére és a kiugró adatok kiszűrésére a Mahalanobis-távolságokat használtuk fel változókombinációként.

## Eredmények

A PCA eredményét – melyet osztály szintű adatokon végeztünk el – az 1. táblázatban foglaltuk össze. Amint látható, jelentős redundancia tapasztalható a tájmetriai mutatók közötti korreláció miatt. A kezdeti 33 változót (tájmetriai mérőszámot) 4 főkomponensbe vontuk össze (PC1-PC4), mely az összes variancia 95,75%-át magyarázza ( $KMO=0,703$ ;  $p < 0,01$ ).

1. táblázat A tájmetriai indexek rotált faktorsúly-mátrixa  
(PCA, Varimax rotáció, a legnagyobb faktorsúlyok vastagon kiemelve)  
Table 1. Rotated component matrix of class level landscape indices  
(PCA, Varimax rotation, highest factor scores highlighted with bold letters)

<i>Tájmetriai index</i>	<i>PCA1</i>	<i>PCA2</i>	<i>PCA3</i>	<i>PCA4</i>
Total Edge	<b>.992</b>	-.070	-.006	-.085
Radius of Gyration	<b>.984</b>	-.042	-.129	-.004
Clumpiness	<b>.966</b>	-.207	-.103	.037
Proportion of Like Adjacencies	<b>.965</b>	-.222	-.091	.054
Aggregation Index	<b>.965</b>	-.223	-.092	.056
Interspersion Juxtaposition Index	<b>.964</b>	-.165	-.107	.096
Patch Cohesion Index	<b>.964</b>	-.229	-.088	.060
Fractal Dimension Index	<b>.964</b>	-.239	-.073	.062
Related Circumscribing Circle	<b>.955</b>	-.246	-.041	.051
Core Area Index	<b>.954</b>	-.180	-.115	-.091
Shape Index	<b>.952</b>	-.189	-.016	.022
Total Area	<b>.943</b>	.246	-.029	-.191
Contiguity Index	<b>.942</b>	-.242	-.101	-.093
Perimeter-Area Ratio	<b>.933</b>	-.190	-.051	.215
Landscape Shape Index (LSI)	<b>.924</b>	-.171	.175	-.196
Total Core Area	<b>.917</b>	.308	-.042	-.228
Perimeter-Area Fractal Dimension	<b>.895</b>	-.337	-.093	.046
Number of Patches	<b>.891</b>	-.134	.217	-.274
Landscape Division Index	<b>.883</b>	-.419	-.013	-.036
Number of Disjunct Core Area	<b>.879</b>	-.144	.270	-.260
Edge Density	<b>.824</b>	.393	.381	-.003
Patch Area Mean	<b>.820</b>	.499	-.244	-.047
Core Area	<b>.770</b>	.568	-.261	-.074
Disjunct Core Area	<b>.695</b>	<b>.606</b>	-.346	-.030
Splitting Index	.459	<b>-.861</b>	-.173	-.005
Effective Mesh Size	.498	<b>.832</b>	-.046	.044
Largest Patch Index	.477	<b>.824</b>	-.024	.223

1. táblázat folytatása  
Contd. Table 1.

<i>Tájmetriai index</i>	<i>PCA1</i>	<i>PCA2</i>	<i>PCA3</i>	<i>PCA4</i>
Core Area Percentage of Landscape	.653	<b>.739</b>	.117	.001
Normalized LSI	.390	<b>-.646</b>	.160	.411
Disjunct Core Area Density	.534	.037	<b>.788</b>	.087
Patch Density	.519	.060	<b>.729</b>	.151
Connectance Index	.489	.275	-.129	<b>.760</b>
<b>% Variance</b>	<b>54,63</b>	<b>27,33</b>	<b>9,80</b>	<b>3,99</b>

A PC1 54,63%-ot magyaráz az összes varianciából és 25 változót tartalmaz. A főkomponens a területindexektől a contagion (összevegyülés) mérőszámokig minden paramétert tartalmaz. Minden változó faktorsúlya magas, és egy kivételtől eltekintve egyértelműen ehhez a főkomponenshez tartozik. A diszjunkt magterületek száma (Number of Disjunct Core Area) a komponensmátrixban azt mutatja, hogy besorolása nem egyértelmű, a PC2 esetében is hasonló a faktorsúlya.

APC2 változói a terület (Area), a magterületek (Core Area) és az összevegyülés (Contagion) mérőszámai. A főkomponenssel a Splitting Index, Effective Mesh Size és a Largest Patch Index van a legszorosabb korrelációban. Fontos eredmény, hogy az LSI (Landscape Shape Index) és standardizált változata nem ugyanabban a főkomponensben van. Ennek a paraméternek a minimális értéke 1, a maximum viszont adott kategória összterületétől függ. Két különböző táj összehasonlítására ezért ez a mutató nem alkalmas, standardizálni kell. Az 1. táblázatban látható eredmény alapján látható, hogy a standardizálás egy új, értékes mérőszámot eredményez, mely kevésbé korrelál más indexekkel.

A PC3-at a Disjunct Core Area Density és a Patch Density alkotja. A PC1 esetében láthattuk, hogy a diszjunkt magterületek száma egy marginális jelentőségű mérőszám és kis is hagytuk a további vizsgálatokból. Itt viszont az összterülettel való elosztása (standardizálása) után egy olyan mutatót kapunk, ami csak egyetlen másikkal korrelál.

Az összekötöttségi index (Connectance Index) önmagában alkotja 4. főkomponenst (PC4). A mutatót a foltok közötti funkcionális kapcsolatok száma adja meg és e vizsgálat alapján az egyetlen mérőszám, mely ezzel a kérdéssel foglalkozik.

A vizsgálat következő lépéseként a főkomponensek által meghatározott változó csoportokból kiválasztottuk azokat, amelyek faktorsúlyaik alapján jelentősnek bizonyultak és a multikollinearitásuk minimális. Ez utóbbi szükséges volt ahhoz, hogy a tesztelést diszkriminancia analízissel végezhessük el.

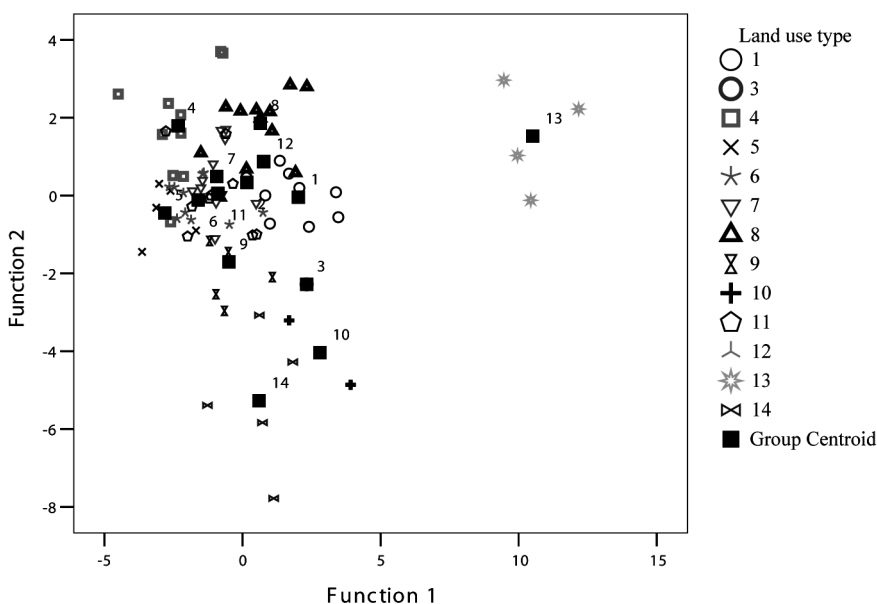
A tesztelés során két fő kérdésre kerestük a választ:

- (1) Az egyes felszínborítottsági kategóriák foltjai rendelkeznek-e osztály szinten olyan sajátosságokkal, hogy tájmetriai mérőszámokkal azonosítani lehessen őket?
- (2) Az osztály szintű mutatók alapján, meg lehet-e mondani, hogy melyik kistérről van szó? Vagyis a foltok geometriai és térbeli jellemzői alapján lehet-e azonosítani a vizsgált kistéjákat.

(1) A felszínborítottsági kategóriák esetében a diszkriminancia analízis 77,6%-os becslési valószínűséget adott, ha minden paramétert és minden területhasználati kategóriát szerepeltetünk a vizsgálatban. 13 területhasználati kategória alkalmazása esetén 12 diszkriminancia függvény képződik, melyek közül az első 5 szignifikáns. Ez az 5

függvény a az összes variancia 84,8%-át magyarázza. Bár az eredményeket így is elfogadhatnánk, a továbbiakban pontosítottuk a modellt. Ha kihagyjuk a vizsgálatból a hasonló tulajdonságú kategóriákat, a megmaradó kategóriák a független változók alapján pontosabban becsülhetők. Az első 2 függvény diszkriminancia-súlyaiból készült ordinációs diagramon látszik, hogy a csoportok centroidjai, illetve az ábrázolt esetek mennyire fednek át és különülnek el: a települések, a szántók, a lombhullató erdők, az örökzöld erdők és a vegyes erdők, valamint a vízfelületek és ipari területek különülnek el (3. ábra).

### Canonical Discriminant Functions



3. ábra A 14 területhasználati kategória DA függvényeinek ordinációs diagramja

(1: település; 3: mesterséges zöldfelület; 4: szántó; 5: szőlő-gyümölcs; 6: gyepek; 7: vegyes hasznosítású mezőgazdasági terület;

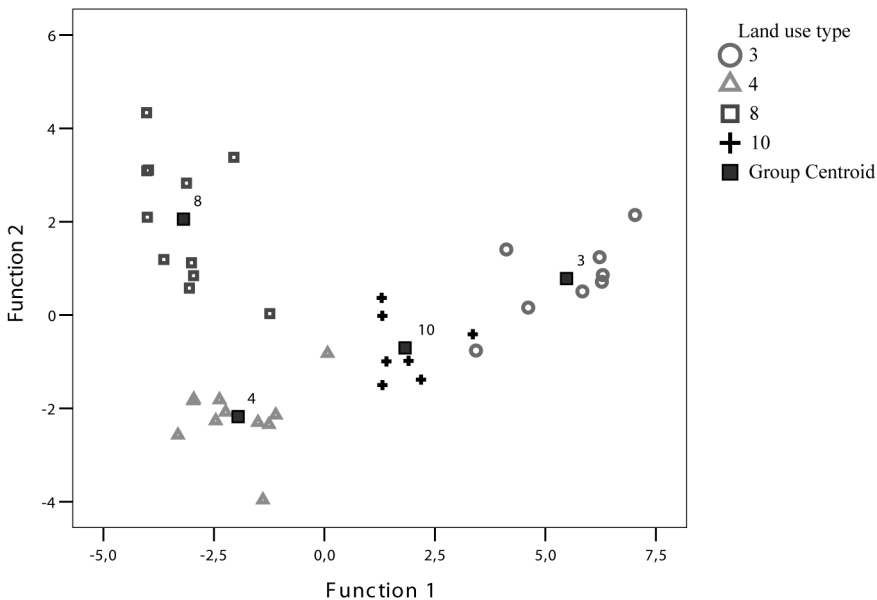
8: lombhullató erdő; 9: örökzöld erdő; 10: kevert erdő; 11: bozót; 12: víz; 13: ipari-kereskedelmi terület)

Figure 3. Scatterplot of the canonical discriminant functions of 14 land use types (1: municipality, 3: artificial green areas, 4: arable land, 5: vineyard-orchard, 6: pasture, 7: mixed agricultural utilization; 8: deciduous forest, 9: coniferous forest, 10: mixed forest, 11: scrub, 12: water, 13: industrial-commercial zone)

Következő lépésben tehát lépésenként (vagyis egyesével) 4-re csökkentettük a vizsgálatba bevont területhasználati kategóriák számát. Ezzel párhuzamosan lecsökkentettük a független változók számát is (a PCA főkomponensei alapján). A területhasználati kategóriák közül a mesterséges zöldfelületeket, a szántókat, a lombhullató erdőket és vegyes erdőket tartottuk meg függő változóként. A független változókat a főkomponensek és faktorsúlyok alapján választottuk ki, a legtöbb változót tartalmazó PC1-ből többet, a PC2-PC4-ből arányosan kevesebbet választva ki: Total Edge, Radius of Gyration, Clumpiness, Largest Patch Index, Perimeter-Area Ratio (PC1), Effective Mesh Size, Split Index (PC2), Disjunct Core Area Density (PC3), Connectance Index (PC4).

Az osztályozás szempontjából legpontosabb eredményt tehát a fentiekben ismertetett 4 területhasználati kategóriával kaptuk. Minden függvény szignifikáns ( $p < 0,05$ ), így a teljes variancia 100%-át magyarázzák. Az 1. függvény a teljes variancia 74%-át magyarázza és korrelációja erős a szegélyek összes hosszával (Total Edge) és a folt-sűrűséggel (Patch Density). A 2. függvény jelentősége kisebb, 19%-ot magyaráz a teljes varianciából és a kerület/területarány (Perimeter-Area Ratio), valamint a diszjunkt magterület-sűrűséggel (Disjunct Core Area Density) korrelál. A kanonikus korrelációs koefficiensek alapján a három függvény sorrendben 92,7; 75,7 és 54,7%-át magyarázza a területhasználat, mint függő változó varianciájából. A klasszifikáció pontossága 97,3%-os az eredeti értékeket tekintve és 73%-os keresztvalidációval. A 4. ábrán, az első két függvény ordinációs diagramján egyrészt azt láthatjuk, hogy a csoportok centroidjai mennyire különülnek el, illetve hogy a lombhullató erdők kivételével a fő különbségeket az 1. függvény, vagyis a szegélyek hossza és a folt-sűrűség okozza.

#### Canonical Discriminant Functions



4. ábra A 4 területhasználati kategória DA függvényeinek ordinációs diagramja  
(3: mesterséges zöldfelület; 4: szántó; 8: lombhullató erdő; 10: kevert erdő)

Figure 4. Scatterplot of the canonical discriminant functions of 4 land use types  
(3: artificial green areas; 4: arable lands; 8: deciduous forests; 10: mixed forests)

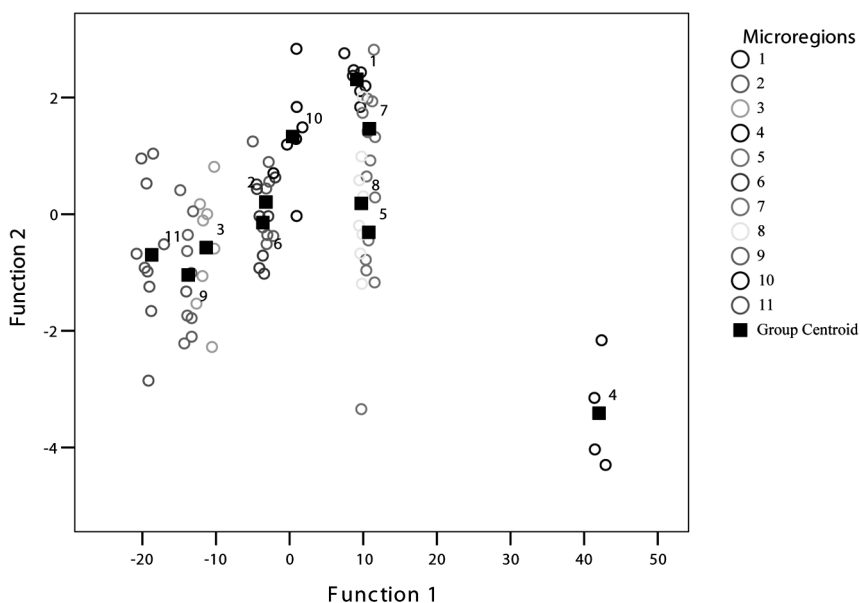
Felvetődhet az a kérdés, hogy miért nem hagyjuk el azokat a változókat, amelyek abból a két főkomponensből vannak, amelyek hozzájárulása az összvarianciához 10% alatti (PC3 és PC4). Ez nem válaszolható meg egyértelműen, utalva a bevezetőben megfogalmazott tényre, hogy az adatok struktúrája befolyásolja a kapott eredményeket. Jelen esetben célravezető elhagyni a PC4-ből bevont Connectance Indexet, de érdemes megtartani a Disjunct Core Area Density-t a PC3-ből. Így a végeredmény a besorolás



szempontjából javult, a függvények szignifikánsak és a keresztvalidációs ellenőrzés 84%-os pontosságot mutat.

(2) A kistájak esetében (11 db) a diszkriminancia analízis 10 függvényt eredményezett és ebből 2 volt szignifikáns ( $p < 0,05$ ). Ebben a lépésben független változóként mind a 34 paramétert felhasználtuk. E két függvény azonban a teljes variancia 98%-át magyarázta. A kanonikus korrelációs koefficiens szerint az 1. függvény 99,6%-ot, a 2. 63,8%-ot magyarázott a függő változó (kistájak) varianciájából. Az 5. ábrán sajátos eloszlása látható e két függvény értékeiből előálló diagramnak: az 1. függvény szeparálja a csoportokat leginkább, míg a 2. függvény mentén hosszan elnyúlnak, az esetek keverednek, így összességében csökken a találati pontosság. Az így is látszik, hogy néhány kistáj jól elkülönül (6.7.32 és 1.7.11) és néhányuk keveredik a másikkal (pl. 6.7.22 és 6.8.62; 6.7.23 és 6.8.61). A predikációs pontosság 91,8%, ám a keresztvalidáció szerint alig valamivel jobb az esetlegesnél: 60%.

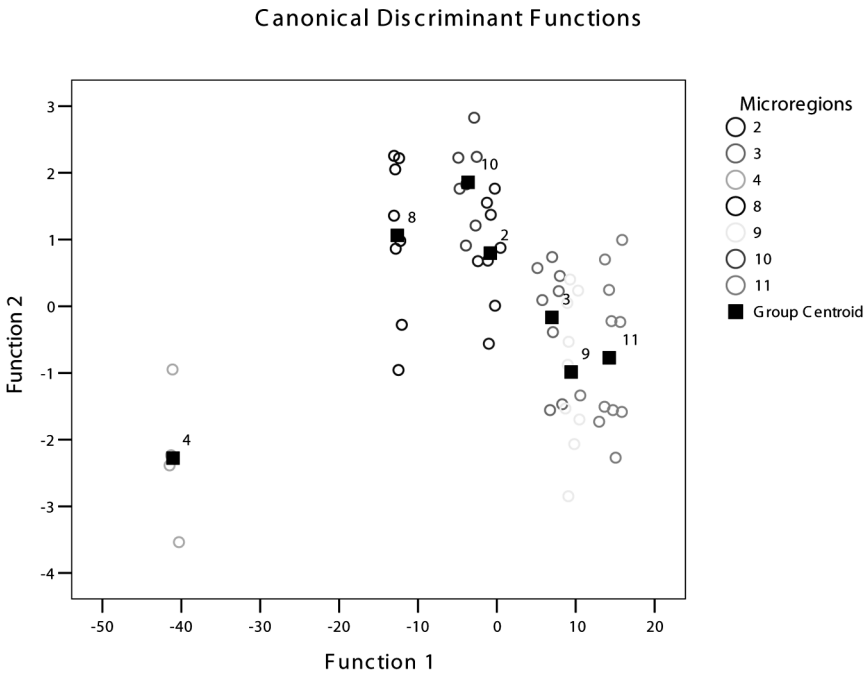
### Canonical Discriminant Functions



5. ábra A 11 kistáj DA függvényeinek ordinációs diagramja (1: Taktaköz; 2: Harangod; 3: Központi-Zemplén; 4: Abaúji-Hegyalja; 5: Szerencsi-dombság; 6: Tokaj-Hegyalja; 7: Hegyköz; 8: Vitányi-rögök; 9: Keleti-Cserehát; 10: Hernád-völgy; 11: Szerencsköz)

Figure 5. Scatterplot of the canonical discriminant functions of 11 microregion

A következő lépésben 7-re csökkentettük a kistájak számát, de még megtartottuk a 33 változót. A kapott függvényekből 2 volt szignifikáns, melyek a teljes variancia 99,2%-át magyarázták. Ezen belül az 1. függvény 98,8%-át magyarázta a teljes varianciának, a 2. függvény csak 0,7%-ot. A csoportba (vagyis kistájhoz) tartozás becslési pontossága 96,4% az eredeti értéke alapján és 81,8% keresztvalidációval. Ez jó eredmény, de 6. ábrán egy kiugró (outlier) csoport látható.



6. ábra A 11 kistáj DA függvényeinek ordinációs diagramja (2: Harangod; 3: Központi-Zemplén; 4: Abaúji-Hegyalja; 8: Vitányi-rögök; 9: Keleti-Cserehát; 10: Hernád-völgy; 11: Szerencsköz)  
 Figure 6. Scatterplot of the canonical discriminant functions of 7 microregions

Ez esetben, ha lecsökkentjük a tájmetriai mutatók (mint független változók) számát azokra, amelyeket a PCA alapján választottunk ki, a 7 kistájra vonatkoztatva 70%-os klasszifikációs pontosságot kapunk (a keresztvalidált eredmények 64%-os pontosságúak). 77%-os keresztvalidált pontosságot csak a kistájak további csökkentésével értünk el (a Szerencsköz és a Keleti-Cserehát kihagyásával). A kistájak esetében is hasznosnak is bizonyultak tehát a kiválasztott táji indexek, itt azonban nem okozta a klasszifikáció megbízhatóságának a csökkenését a két kis jelentőségű főkomponenshez tartozó mutató elhagyása.

### Diszkusszió és következtetések

A többváltozós statisztikai módszerek alkalmazása nem új gondolat a tájmetriai elemzések területén, azonban munkánkban túlléptünk az eddigiekben faktoranalízisre alapozott vizsgálatokon azzal, hogy a kapott eredményt ellenőriztük. A tájmetriai mutatókat rendszerint arra használják a szerzők, hogy egy kistáj, tájrészlet, vagy egy vízgyűjtő tájökölógiai tulajdonságait (fragmentáltság, konnektivitás stb.) fejezzék ki velük (JHA et al. 2005, KERÉKES 2007, KERÉNYI és SZABÓ 2007, SZABÓ 2007, GRÓNÁS et al. 2008). Találkozhatunk e mutatók aggregált felhasználásával, amikor a többváltozós analízis során kapott faktorokat használják fel a táj jellemzéséhez (LINKE és FRANKLIN, 2006, SCHINDLER

et al. 2008). Munkánk újdonsága az, hogy a többváltozós elemzések eredményeként kapott faktorokat (esetünkben főkomponenseket) véve alapul választ kaphassunk olyan kérdésekre is, melyek túlmutatnak a számokon.

A főkomponens analízissel kiszűrtük a tájmetriai mutatók redundáns elemeit, főkomponensenként kiválasztottuk a legnagyobb faktorsúlyú indexeket és ezek valós jelentőségének ellenőrzésére diszkriminancia analízist alkalmaztunk. Az ellenőrzés azt bizonyította, hogy a kiválasztott paraméterek (Total Edge, Radius of Gyration, Clumpiness, Largest Patch Index, Perimeter-Area Ratio, Effective Mesh Size, Split Index, Disjunct Core Area Density, Connectance Index) alkalmasak a tájhasználati kategóriák geometriai sajátosságainak és térbeli struktúrájának jellemzéséhez. Segítségükkel négy felszínborítottsági típust és hét kistájat tudtunk 80%-os, illetve ahhoz közeli valószínűséggel besorolni a fenti paraméterek alapján.

A kapott eredmények a felszínborítottság kategóriái esetében azt mutatják, hogy bár több kistáj jellemzőit is feldolgoztuk, mégis négy kategória esetében hasonlóság figyelhető meg. Vagyis ezek foltjai sajátos alakkal, szegéllyel és területi elrendezésben stb. találhatóak meg.

A kistájak esetében a kapott eredmény azt bizonyítja, hogy a MAROSI és SOMOGYI (1990) munkájában megtalálható tájhatárok a növényborítottság és tájhasználat szempontjából megfelelnek a valóságnak. Tudjuk, hogy a tájhatárok nem csak (és nem elsősorban) a növényzet alapján lettek meghúzva, földrajzi, talajtani és geológiai jellemzők is nagy súllyal befolyásolták a határok meghúzását, e vizsgálat alapján azonban azt mondhatjuk, hogy a beosztás a területhasználat alapján is megállja a helyét. Az átfedés (vagyis az, hogy csak 7 volt elkülöníthető) az egyes kistájak között természetes, mivel hasonló jellegűek (pl. hegylábi területek: Tokaj-Hegyalja – Abaúji-Hegyalja) ugyanúgy szerepeltek a vizsgált 11 között, mint teljesen különbözők.

Vizsgálataink alapján láthatjuk, hogy a legjobb eredményeket akkor kapjuk, ha a lehető összes tájmetriai paramétert bevonjuk a vizsgálatokba, azonban a PCA segítségével kiválasztott mutatók segítségével is igen jó eredmények érhetők el. Ha pedig le tudjuk csökkenteni a változók számát és céljainknak alárendelten bizonyítani is tudjuk jogosultságukat, könnyebben átláthatjuk a tájfoltok geometriai tulajdonságainak és relatív térbeli helyzetének a rendszerét.

### Irodalom

- BACH, M., BREUER, L., FREDE, H. G., HUISMAN, J. A., OTTE, A., WALDHARDT, R. 2006: Accuracy and congruency of three different land-use maps. *Landscape and Urban Planning* 78: 289–299.
- BARCZI, A., CSORBA, P., LÓCZY, D., MEZŐSI, G., KONKOLYRNÉ GYÚRÓ, É., BARDÓCZYNÉ SZÉKELY, E., CSIMA, P., KOLLÁNYI, L., GERGELY, E., FARKAS, SZ. 2008: Suggested landscape and agri-environmental condition assessment. *Tájökológiai Lapok* 6 : 77–94.
- CARRAO, H., CAETANO, M. 2002: The effect of scale on landscape metrics. *International Society for Remote Sensing of the Environment conference, Buenos Aires, Argentina, 8–12 April 2002.*
- CSORBA P. 1999: Tájökológia. KLTE, Debrecen, 113 p.
- CSORBA P. 2007: Tájstruktúra vizsgálatok és tájmetriai mérések Magyarországon. Akadémiai doktori értekezés, Debrecen, 131 p. (kézirat)
- CSORBA, P., SZABÓ, J., BODNÁR, R., SZILÁGYI, ZS., SZABÓ, GY., SZABÓ, SZ., NOVÁK, T., FAZEKAS, I. 2008: „Red Book” of the Hungarian landscapes, Atlas of the threats on the natural functioning of the 229 Hungarian microregions. *Dissertation Commissions Of Cultural Landscape – Methods of Landscape Research* 8: 43–60.

- European Commission DGXII-D 2000: Pelcom: Development of a consistent methodology to derive land cover information on a European scale from remote sensing for environmental modelling. Final Report, Technical report, Editor Múcher, C. A. 299 p.
- FORMAN, R. T. T. 1995: Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, Cambridge, 632 p.
- FORMAN, R.T.T., GODRON, M. 1986: Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York – Singapore, 619 p.
- GRÓNÁS V., KRISTÓF D., BARCZI A. 2008: Tájmetriai vizsgálatok a Cigándi árapasztó tározó példáján. III. Magyar Tájökológiai Konferencia. 2008. május 5–10. Absztrakt kötet, Budapest, p. 118.
- JHA, C. S., GOPARAJU, L., TRIPATHI, A., GHARAI, B., RHAGHUBANSHI, A. S., SINGH, J. S. 2005: Forest fragmentation and its impact on species diversity: an analysis using remote sensing and GIS. *Biodiversity and Conservation* 14: 1681–1698.
- KEREKES Á. 2007: Tájökológiai mérések a Tokaj-Zempléni hegység északi részén. In Füleki, Gy. szerk: A táj változásai a Kárpát-medencében. Gödöllő
- KERÉNYI A. 2007: Tájvédelem. Pedellus Tankönyvkiadó. Debrecen, 184 p.
- KERÉNYI A., SZABÓ G. 2007: Human impact on topography and landscape pattern in the Upper Tisza Region, NE-Hungary. *Geografica Fisica et Dinamica Quaternaria* 30. pp. 193–196.
- LINKE, J., FRANKLIN, S. E. 2006: Interpretation of landscape structure gradients based on satellite image classification of land cover. *Canadian Journal of Remote Sensing* 32: 367-379.
- LÓCZY D. 2003: Tájértékelés, földértékelés. *Studia Geographica Series. Dialóg Campus, Budapest-Pécs*, 307 p
- LÓCZY D., NYIZSALOVSZKI R. 2005: Borvidékeink földhasználat változásának tájökológiai értékelése. *Tájökológiai lapok* 3: 243–252.
- MAROSI S., SOMOGYI S. 1990: Magyarország kistájainak katasztere I–II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1021 p.
- McGARIGAL, K. 2002: Landscape pattern metrics. In A. H. El-Shaarawi and W. W. Piegorch eds. *Encyclopedia of Environmentrics* (2) John Wiley & Sons, Sussex, England. pp. 1135–1142.
- McGARIGAL, K., MARKS B. J. 1995: FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351. 141 p.
- MEZŐSI G., FEJES CS. 2004: Tájmetria. In: DÖVÉNYI Z. és SCHWEITZER F. szerk. Táj és környezet. MTA FKI, Budapest pp. 229–242.
- MICHÉLI E. 2002: Hazánk talajosztályozási rendszerének korszerűsítése, Talaj és környezet, DE ATC – MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága, Debrecen, pp. 56–62.
- NYIZSALOVSZKI R. 2002: Tájökológiai vizsgálatok a Tállyai-félmedencében – különös tekintettel a szőlő termőhelyi adottságainak értékelésére., PhD értekezés, Debrecen, p. 146 p.
- PODANI J. 1997: Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe. Scientia, Budapest, 412 p.
- RIITERS, K. H., O'NEILL, R. V., HUNSAKER, C. V., WICKHAM, J. D., YANKEE, D. H., TIMMINS, S. P., JONES, K. B., JACKSON, B. L. 1995: A factor analysis of landscape pattern and structure matrices. *Landscape Ecology* 10: 23–40.
- SAJTOS L., MITEV, A. 2007: SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. Alinea Kiadó, Budapest, 402 p.
- SCHINDLER, S., POIRAZIDIS, K., WRBKA, T. 2008: Towards a core set of landscape metrics for biodiversity assessments: A case study of from Dadia National Park, Greece. *Ecological Indicators* 8: 502–514.
- SZABÓ GY. 2008: Magyarország természet- és környezetvédelme. Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debreceni Egyetem, 165 p.
- SZABÓ M. 2007: Az övzónatok tájökológiai szempontú vizsgálata és értékelése a Szigetközben. In: Kerényi A.: Tájvédelem. Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen, pp. 143–148.

POSSIBLE METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF LANDSCAPE METRICS

SZ. SZABÓ, P. CSORBA

University of Debrecen, Department of Landscape Protection and Environmental Geography,  
4032 Debrecen, Egyetem tér 1. e-mail: szszabo@delfin.unideb.hu csorba@delfin.unideb.hu

**Keywords:** landscape metrics, landscape analysis, FRAGSTATS, multivariate analysis

Describing the environment with quantitative data is a new requirement in the environment related sciences which is the consequence of the developing computer-based methods. New requirements with new tools generated quick development in the measuring level: parameters turned to be measurable in several subjects.

Landscape ecology as a young science has its own methods from the beginnings, but the quantified landscape geometry indices appeared only in the 1980s. Exploration of the landscape structure made necessary to elaborate those methods which were applicable to characterize the patches, corridors and the matrix of the landscapes. Nowadays we can find several landscape indices to quantify the geometry of landscape elements in patch and landscape level, but they are not used in the practice of landscape management.

It is shown in this paper that these landscape indices what novelty can mean in a sample area of Northern Hungary and what can be the practical side of their the usage. FRAGSTATS software was used to calculate landscape metrics. Principal component analysis was applied to reduce redundancy of indices and, based on the results, some of them were selected. Land use types and microregions were used as dependent variables in a discriminant function analysis. Both of them were identifiable with this method in several cases: 4 land use types and 7 microregions were revealed.