

## A GEOÖKOLÓGIA AKTUÁLIS KUTATÁSI PROBLÉMÁI

CSATÓ SZILVIA<sup>1</sup>, MEZŐSI GÁBOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SZIE KGI, Tájökológiai Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

<sup>2</sup>SZTE Természettudományi Kar, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék  
6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.

**Kulcsszavak:** ökológiai rendszerek, tájökológia, holasztikus megközelítés

**Összefoglalás:** A tájökológiai kutatás Magyarországon is túllépett a hagyományosnak számító tájtipizáláson, és rohamosan fejlődő, holisztikus szemléletű tudományággá vált. Cikkünk első részében rövid áttekintést adunk a táj földrajzi értelmezéséről, a geoökológia és a tájökológia kapcsolatáról, majd az utóbbi évek tájökológiai szakirodalmának alapján összegezzük a tájökológiai kutatások fő irányvonalait.

### Bevezetés

Magyarországon a tájkutatás a kezdetekben a tájak hierarchiájának és szerkezetének feltárására, a tájkalkoló tényezők működésének elemzésére irányult jórészt földrajzi és általános ökológiai alapokon. Ma a tájökológia mind elméletében mind alkalmazásában gyors fejlődésen ment keresztül, és valódi multidiszciplináris tudományággá vált. Ugyanakkor közeledni látszik az inkább bioökológiai alapú és analízáló észak-amerikai, és a természet- és társadalomföldrajzi alapú, holisztikus európai iskola.

A tájak genetikáját, szerkezetét, funkcióját és dinamikáját vizsgáló kutatási irányzatok számos új problémát vetettek fel a jövőre nézve. Az alábbiakban megkíséreljük összefoglalni azokat a kutatási problémaköröket, amelyek ma a leginkább perspektivikusnak tűnnek. Az utóbbi években több konferencia (IALE toulouse-i, prágai, az amerikai regionális tempei konferencia stb.) is boncolgatta ezt a kérdést (HOBBS 1997, WU és HOBBS 2002), az ottani eredményeket próbáljuk meg összegezni. Az értékelést a geográfia szemszögéből, geoökológiai indíttatással tesszük. Épp ezért elsőként a táj földrajzi értelmezését foglaljuk össze röviden (MEZŐSI és RAKONCAI 1997).

### A geoökológia földrajzi értelmezése

A geoökológiai kutatásoknak általában két lényeges követelményt kell kielégíteniük: egyrészt gyakorlati kérdések megoldására alkalmasnak kell lenniük, másrészt kívánatos, hogy azok a földrajzi realitást korrekten tükrözzék. Geográfiai szempontból a fő cél az lehet, hogy a geoökológiai kutatás kvantitatív és kvalitatív jellemzést adjon a táji ökoszisztémáról (LESER 1983). A célrendszer más kiindulási alapról is megfogalmazható: a tervezők pl. a leglényegesebb feladatnak az antropogén-technogén táji hatásmechanizmusnak a feltárását tekintik. Ez a megfogalmazás elég szokatlannak tűnik, de a (táj/terület) tervezők által használt kifejezés is pontosan a konkrét környezetekben megvalósuló társadalom-természet kölcsönhatást jelenti. Általánosságban az is célja és eredménye lehet a geoökológiai elemzéseknek, hogy jobban megértsük a tájak felépítését és működését. A tájak szerkezetével kapcsolatos vizsgálatokhoz sok országban (így Magyaror-

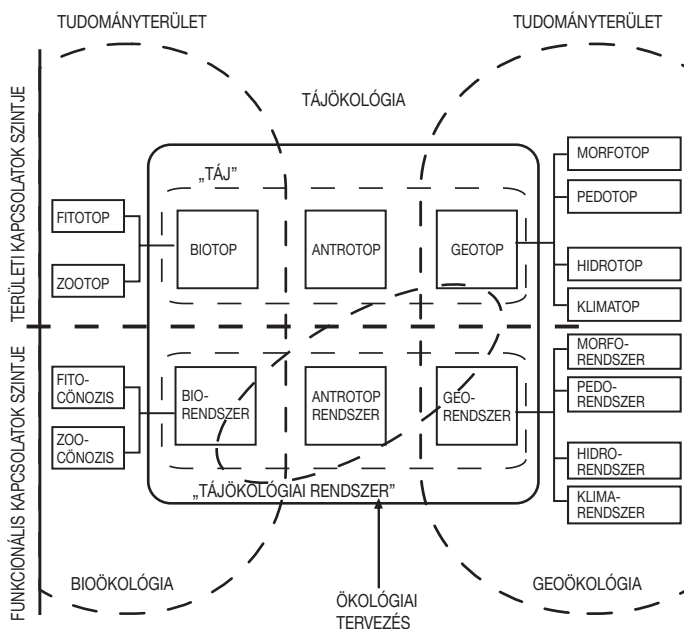
szágon is) releváns kutatási módszereket fejlesztettek ki, s az elmúlt évtizedekben ebben az irányban komoly eredmények születtek külföldön és idehaza egyaránt. Nem állunk így a működés megértését illetően, ahol a sajátos, az adatfelvételre és az adatfeldolgozásra kialakított módszeregyüttesek kidolgozása most folyik, s a működésnek még csak nagyon speciális elemei ismertek. Így ma még nem kecs eget reménnyel a táj minden részletre kiterjedő „teljes körű” kutatása.

Minden esetre az e téren folyó vitákat: „elmélet kontra mérés“, az utóbbi nyerte a 80-as évek közepén a mikroszintű geoökológiai tájháztartási mérésekkel, az abból adódó számításokkal és modellekkel (LESER 1986). Ezt elősegítette a természetföldrajzi mérések forradalmi megújulása, tartalmi kiszélesedése. A kérdés ettől azért nem zárult le, mert választ kell adnunk arra, hogy mit tegyünk a már rendelkezésünkre álló, nagyon gazdag mezo- és makroszintű, kvalitatív elemzéseinkkel, esetleg a mérhetőség hiánya miatt mondjunk le róluk?

### Tájökológia vagy geoökológia

Újabban egyre gyakrabban használatos a geoökológia kifejezés részben a tájökológiával szinonim, részben pedig attól jelentősen eltérő értelemben, épp az attól való megkülönböztetés igényével. A hagyományos Troll-i tájökológiai iskola – melyet többek között pl. Naveh Z. neve fémjelez – ökorendszerekben gondolkodik, és azt vallja, hogy a tájökológia feladata az ökorendszerek összefüggéseinek, a táji téregységek funkcionális vizsgálata. Ezt a fajta általánosítást NAVEH (1984) odáig fejleszti, hogy a tájökológia szó – legalábbis definíciószerűen – könyvében már nem szerepel, csak szférákról beszél, s azt vallja, hogy az ökoszféra integrálja a bioszféra és technoszféra ökotópjait globális tájba. Látszik, hogy erre az irányra az Ellenberg-i, Odum-i ökológia hatott igen erősen, s igen jellemző a „teljes rendszerben”, tájban való gondolkodás. Ez alatt azt érti, hogy a bioszféra és a technoszféra a geoszférán keresztül kapcsolódik össze és alkotja a teljes emberi ökorendszer globális táját. Külön kiemelési érdemel a „teljes” szó használata (Naveh hosszasan magyarázza is), amely arra utal, hogy itt mindkét fő szféra megléte fontos. Az is látszik, hogy a bioszféra-technoszféra kölcsönhatásának függvényében különböző tájakat definiál, melyekre a magyar nevezéktan a tájtípus fogalmát használja – pl. ipari tájtípus, városi tájtípus stb. A geoökológia kifejezés nyomai a 60-as évek angol irodalmáig nyúlnak vissza, bár tartalmilag értelmezése 30-as évek végéig vezethető vissza. Érdekes, hogy a kifejezést épp attól a TROLLTÓL (1968) citálják a legtöbben, aki a tájökológia fogalmát is megalkotta. A geoökológiát Troll a Nemzetközi Földrajzi Unió (IGU) munkacsoportjainak keretében a nagyon vegyes tartalmú – s akkor a tudományos viták keresztüzében álló – tájökológia szinonimájaként használta. Kétségtelen, hogy ma ezt az iskolát Leser 70-es évek közepétől kialakuló tevékenységével kapcsolják össze (LESER 1983). Meghatározásuk szerint a geoökológia a tájháztartás térbeli sajátosságainak földrajzi-geotudományi vizsgálatával foglalkozik. Ez a mikrotérszíni méréseken alapul. A 1. ábráról az is látható, hogy itt is a táji ökorendszer funkcionális és térbeli kapcsolatainak az elemzéséről van szó. Naveh azt írja a geoökológiáról, hogy az gyakorlati kérdéseket tárgyaló tájökológia. Mi inkább alkalmazott tájökológiának tartjuk, mert kétségtelenül a tájökológia a bővebb halmaz.

A geoökológia fogalmat használva, az hangsúlyozható, hogy az eredmények nem



1 ábra A tájökológia, a bioökológia, a geoökológia és az ökológiai tervezés viszonya (LESER 1984)

Figure 1. Relationship between landscape ecology, bioecology, geocology and ecological management

megfigyeléseken, hanem méréseken alapulnak és gyakorlati indíttatásúak, s a földrajz-tudomány oldaláról, általában az abiotikus tényezőkből kiindulva jutunk el az ökotópokig.

A geoökológiának sok arca van. Miután kialakulása óta ez szintetizáló tudomány, ZONNEVELD és FORMEN (1990) találóan emerging science-nek nevezte, természetesen sok irányból érkezhettek kutatók ide, ami színes – olykor zavaró – értelmezési rendszert alakított ki a geoökológiában. Az alapfogalom az ökotóp vagy az angol tájelem. Ezt rendkívül széles körben használják a geo- és a bioökológiával foglalkozók is. A bioökológiában az ökotóp a (legkisebb homogén) életteret jelenti, a geoökológiában pedig az (abiotikus) georendszer térbeli megjelenése, melyet gyakran a biotikus tényezőkkel kapcsolatban használunk. Megítélésünk szerint célszerűbb az ökotópot a táji ökorendszer legkisebb térbeli – topológiai dimenzióhoz tartozó – egységének tekinteni, amely magába foglalja a biotikus és az abiotikus tényezőket is. Az értelmezésünk szerint ez így geoökotóp. A legkisebb, még (ökológiailag) homogén egységek (fácies, ökotóp, landscape unit, landscape element) különböző szempontú értelmezései közül néhányat az 1. táblázat hasonlít össze. A dimenzionális bontásban bemutatott egységek területi, térbeli, azaz szerkezeti egységek.

Ahogy azt a tájföldrajzi kutatásokban megszoktuk, a geoökológiai szemléletű ökotópok típusainak is megalkotható a hierarchikus rendszere. Az ökotóptípusok komplex tájföldrajzi téregységek, amelyek a tájházartási rendszer építőkövei. Az ökotópokhoz analóg módon fűzhető hierarchikus rendszerbe (amelyek viszont a tájak építőkövei). Hasonló vagy azonos szerkezet, hasonló biotikus, fizikai és kémiai tulajdonságok, egyveretű ökológiai folyamatok, tipikus méret jellemzi őket. 3–5 hierarchia szintet szoktak elkülöníteni (ökotóptípus osztályok és főosztályok), amelyek elkülönítését szerkezeti és folyamatulajdonságok alapján lehet megtenni. Az osztályozás általában az energia,

1. táblázat Geoökológiai és tájökológiai osztályozási rendszerek (LESER 1991 és HUGGETT 1995 összeállításának felhasználásával)

Table 1. Classification systems in geocology and landscape ecology

Dimenzió	Skála	Terület	Neef 1963	Haase/ Richter 1965	Isza- csenko 1965	Wittlesey 1954	Schmits- hüsen 1949	Zonne- veld 1972	Wieneke 1987
tópus	mikro	10 m <sup>2</sup> – 1 km <sup>2</sup>	ökotóp	ökotóp	fácies	Site	Fliese	ecotoop	ökotóp*
chorolo- gikus	mezo	1–10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>	Ökotop- gefüge  Mesochore	Mikrochore (Ökotop- gefüge) Mesochore	urosciscse mesztnosztý táj	Locality District (Section)	Fliesen- gruppen Natur- raumliche Haupeinheit	land facet  land system	Ökotop- gefüge Mikrochore Mesochore
regionális	makro	10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup> km <sup>2</sup>	Makro- chore  Megachore	Makro- chore	okrug  provincia	Province  Realm	Natur- raumliche Grossein- heit Natur- raumliche Region	landschaft	Makro- chore Mikro- region Meso- region Makro- region
planetáris	mega	10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> felett	Georegion		zóna	Geogra- phische Zone			

\* Ahol a magyar szakirodalom átvette a név használatát ott magyarul, a többi esetben az eredeti szakkifejezést tartalmazza a táblázat. Az ökotópok, a legkisebb egységek a táj típusától függően néhány 10 m<sup>2</sup>-től néhány km<sup>2</sup>-ig terjedhetnek. A szerkezet és a hatóanyagok függvényében különböző funkcionális egységeket képezhetnek.

vízháztartás főbb folyamatai alapján lehet megtenni, annál is inkább mert egy ökológiai térképnek, és egy geoökológiai is a tájban lezajló szállítási folyamatokat világosan be kell mutatnia. Általában a (geo)tájökológiai hatáskapcsolatok rendszerét az invarienciával, a diverzitással és a perzisztenciával (2. táblázat) szokták jelölni.

Úgy tűnik, mégis hasznos lehet a tájjal kapcsolatos legfontosabb elméleti és gyakorlati megközelítéseket áttekinteni. A leghosszabb múltra a tájak hierarchiájának, szerkezetének feltárása tekint vissza. Itt különféle célból és módon táji egységeket határolunk el. Ez az irányzat az egységek egymáshoz való kapcsolatát, helyzetét hivatott elemezni. Ennek sajátos – helyenként a tervezési gyakorlatban is használt – ága a táj tipizálása. A szerkezet feltárására sok megközelítés ismert. Ezeket a szerint csoportosíthatjuk, hogy az elkülönítésnek mi az alapja. A Neef, illetve a Haase-féle részkomplexumok, vagy az egyes tájkalkító tényezők, esetleg statisztikai alapon megalkotott valószínűségi rendszer. A szerkezet feltárását jól szemlélteti a Catena-elv alkalmazása, ahol az egyes, a vertikális szerkezetet alkotó tényezőket elemezzük, térképezzük és utána ezek alapján tudjuk az ökotópokat regionálisan megrajzolni. Ilyennek kell tekintenünk a Magyarországon gyakran használt tájtípus térképeket is, noha ott a definícióban van utalás a funkcióra, de ez igencsak általános megfogalmazás.

Az 1970-es, 80-as évek a funkcionális tájleírások időszeke volt. A mezoszintű regionális tervezés, illetve a tájrendezés által indukált irányzat jellemzően a táj optimális

2. táblázat A táji ökorendszerek stabilitási szintjeihez kapcsolódó állapotváltozások időbeli jellemzői (LESER 1991 és HAASE 1979 alapján)

Table 2. Temporal characteristics of the state variable of the stability level in landscape ecosystems

Tulajdonság csoportok	Állapotváltozás		Tulajdonság
	általában	~ idő	
stabil, anorganikus tulajdonságok	nincs vagy lassú	1–10 <sup>3</sup> év	talajtípus
		1–10 <sup>2</sup> év	ásványi anyagtartalom
		5–20 nap – 1–10 <sup>2</sup> év	hidrológiai és talajnedvességi tulajdonságok
változó, anorganikus tulajdonságok	gyors, igen különböző időtartamú	2–10 nap – 1–10 év	energia, (hő)háztartási tulajdonság
		5–20 nap	vízháztartási tulajdonság
		5–20 nap – 1–10 <sup>2</sup> év	különböző környezetkárosító anyagok tulajdonságai
labilis-változó ökológiai tulajdonságok	gyors skálájú	5–150 nap – 10–10 <sup>2</sup> év	a vegetáció jellemzői és bioindikátor tulajdonságaik
		1–360 nap	a fauna jellemzői és bioindikátor tulajdonságaik
		10–150 nap – 1 év	a biomasszaprodukciónak és a tápláléklánc tulajdonságai
		10–150 nap – 1 év	a szervesanyag-tartalom tulajdonságai

hasznosítását, a táji erőforrások és adottságok kiaknázását tűzte ki feladatul. A szerény környezetvédelmi kapcsolódás szorította vissza egy kicsit ezt az irányzatot (pl. MAROSI és SZILÁRD /1963/ ökológiai potenciálemzése – PÉCSI et al. /1972/ tájtipológiája – vagy a német geoökológiai térképezés – LESER és KLINK /1988/ – jellemzi ezt az irányzatot). Újra akkor tudott erőre kapni, amikor a konkrét gyakorlati feladatok megoldásába tudott bekapcsolódni a geoökológia.

Újabbban kisebb téregységek gyakorlati kérdéseinek elemzésekor a folyamatorientált tájlelemzés került a figyelem középpontjába. Ez az irányzat logikailag a működés oldaláról közelíti meg a tájat. Egzakt, mérésre és ökológiai térképezésre alapozott módszer-együttese leginkább a mikro-felszínek táji elemzésének alkalmas módszere. A lényeg itt a működésüket tekintve homogén egységek elkülönítése. A rendszer olyan fogalmakat használ – pl. Percotope, Conpercotope, Efluitope, Afluitope, Stagnotope, Umentope-, amelyek az adott terület egység jellemző anyag és energiafolyamatait, így többek között a víz és hőháztartást kvantitatíven jellemzik (MOSIMANN 1990).

### Kiemelten fontosnak tűnő kutatási témák

Az alábbiakban 8 pontban foglaltuk össze (nagyrészt az amerikai javaslatok alapján) a tájökológia fő kutatási irányvonalait.

#### 1. Ökológiai áramlások a tájmozaikban.

A tájökológia fontos célja, hogy megértsük a térbeli mintázat és az anyag, energia és információ térbeli áramlásának kölcsönhatását (BENNETH 1990, FORMAN 1995, JAGOMAGI et al. 1988, KAREIVA és WENNERGREN 1995, LORD és NORTON 1990).

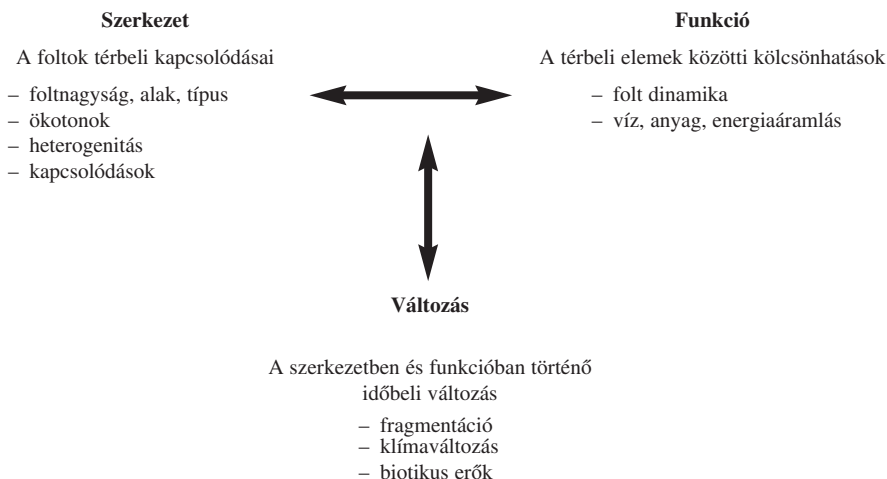
Bár a populációs folyamatok és a térbeli szerkezet közötti kapcsolat vizsgálata előrehaladott, szükség van arra, hogy a tájváltozás társadalmi-gazdasági elméletét is integráljuk a metapopulációs modellekbe. Az idegen fajok elterjedése egyre növekvő ökológia és gazdasági probléma, mely több figyelmet érdemel. Továbbra is keveset tudunk a térbeli heterogenitás és az ökoszisztéma folyamatok kölcsönhatásáról.

## 2. Tájhasználat változás okai, folyamatai és következményei.

A tájhasznosítás határozza meg a legtöbb táj szerkezetét, funkcióját, dinamikáját. A szerkezet, funkció és dinamika szoros kölcsönhatásban áll egymással (2. ábra). A táj hasznosításának változását elsődlegesen társadalmi-gazdasági erők irányítják. Ezért a táj mai állapotának és jövőbeni alakulásának megértéséhez integrálni kell a társadalom-földrajzi ismereteket. Vizsgálni kell a gazdasági tevékenység, a klíma-változás és a megelőző tájhasználat által indukált hosszú távú tájváltozásokat (BASTIAN és BERNHARDT 1993, LUNDBERG és HANDEGARD 1996, NASSAUER 1995).

Példaként azt a vizsgálatunkat idézzük, amely annak meghatározását tűzte ki célul, hogy ha a felszín, pl. agrár, rekreációs, természetvédelmi célra a Velencei-tó É-i vízgyűjtőjén használni kívánjuk, milyen veszélyekkel és kockázatokkal kell számolni. Ezen a területen is végrehajtott kárpótlás, illetve privatizáció ugyanis naponta veti fel a kérdéseket, hogy a tervezett igénybe vétel során milyen kockázatokkal kell számolni, amely módosíthatja a terület (ökonómiai) értékét és korlátozhatja a felszín használhatóságát (CSATÓ et. al. 2000). A vízgyűjtő elmúlt 10 évi látványosan változó terület-hasznosítása arra ösztönzött minket, hogy a vizsgálat első lépésében azt elemezzük, hogy a területhasznosítás változása milyen veszélyeket indukál az egyes környezet-alkotó tényezőkben, illetve e veszélyek hol és milyen mértékben szuperponálódnak.

A veszélyek persze nemcsak természeti, környezeti eredetűek lehetnek, hanem pl. társadalmiak, gazdaságiak is. A legnagyobb elméleti gond a természeti és társadalmi veszélyek (pl. erózióveszélyes felszín, alacsony szakképzettségi szint, vagy kis mértékű tőkebefektetés) komplex kezelésében van, minthogy ezek gyakran áthatják egy-



2. ábra A tájökológia szerkezetek, funkciók és változások tudományának is tekinthető  
Figure 2. Landscape ecology can be regarded as the science of structures, functions and dynamics

mást, nehezen szétválaszthatóak. Konceptiónk szerint a kockázat, illetve a kockázat-számítás lehet az a közös vonatkoztatási alap, amely alapján ezek a tényezők összemérhetőek és az együttes hatásuk regionálisan is számolható.

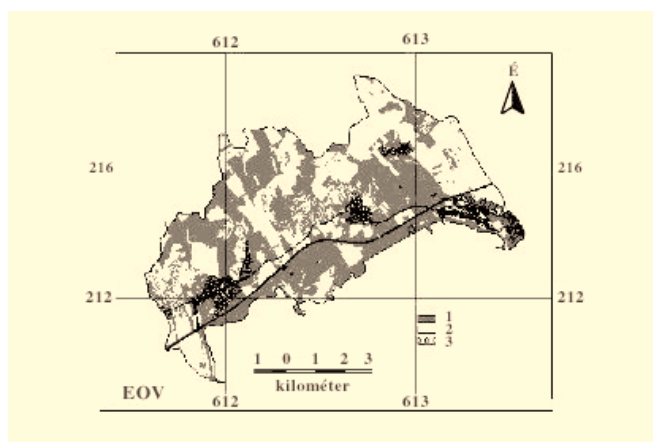
A vízgyűjtő területén a feltüntetett hat potenciális veszélyre (erózióveszély növekedése, talajérték csökkenése, tájkép minőségének romlása, a természetes növények diverzitásának csökkenése, a vízrendszer átalakulása, a levegőcsere változása) elvégeztük a számításokat.

Kijelöltük azokat a területeket, amelyen valamelyik tényező, pl. a diverzitás csökkenése környezeti veszélyként jelentkezik a területet jellemző, agrogén és rekreációs hasznosításaival kapcsolatosan. A legrészletesebb elemzést a talajerózióval kapcsolatban végeztük, amelynek pontos meghatározását telepített eróziómérő állomásunk segítette. Ezen adatok alapján lehetőség volt az erózióveszély különböző területhasznosításhoz, morfológiai és talajtípushoz tartozó mértékének nyomon követésére. A megszerkesztett talajtérkép alapján megszerkeszthetővé vált a terület erózióveszélyeztetettségi térképe (BARTA 2000).

Összevettük a veszélyek térképét a területhasznosítás változását bemutató térképpel. Mérhető, látványos veszélynövekedés nem látszik, de a rövid idő miatt a természeti tényezőkben erre nagyon számítani nem lehetett. Az előzőekben jelzett veszélyek térképeit összegeztük, abból a szempontból, hogy egy-egy területrészen hány veszély előfordulással kell számolni. Természetesen ez nagyon korlátozottan használható, hisz a veszélyek nem azonos mértékben korlátozzák a hasznosítást, mégis úgy véljük a munka jelen fázisában, a kockázatszámítás előtt informatívak lehetnek. A 3. ábra 2 kategóriába összegezve – 1–2, illetve 3–5 veszély előfordulása – szemlélteti a veszélyek halmozódását.

### 3. Nemlineáris dinamika és tájkomplexitás.

A tájak térben elhelyezkedő komplex rendszerek, melyekre a heterogenitás, a nem-



3. ábra Kumulált veszélyek a mintaterületen 1. 1–2 környezeti veszély, 2. 3–5 környezeti veszély, 3. település

Figure 3. Cumulated hazards at the sampling area 1. 1–2 environmental hazard, 2. 3–5 environmental hazard, 3. settlement)



linearitás és a kontingencia jellemző. Naveh és Liebermann már 1994-ben megjelent művükben rámutattak az általános rendszerelmélet, a kibernetika és a nemlineáris termodinamika fontosságára, ám e fogalmak és elméletek széleskörű alkalmazása a tájökológiai kutatásokban csak az elmúlt években kezdődött (BERBEROGLU et al. 2000, BISHOP 1995, MILNE 1992, PEITGEN et al. 1992, PHILLIPS 1995, RASBAND 1990, SCHAFFER 1985, TURNER és GARDNER 1991). A komplexitás és a nemlineáris dinamika tudománya kiegészítve meglévő és újonnan kifejlesztett elméletekkel, elméleti és módszertani alapot szolgáltathatnak a tájökológia számára. Mivel az ökoszisztéma és a bioszféra komplex adaptív rendszerek (CAS), a heterogenitás, nem-linearitás, és hierarchikus szerveződés alapvető elemei a rendszernek.

#### 4. Módszertani fejlesztés.

Számos tájökológiai probléma térben és időben több léptékben való tanulmányozását követeli meg. Új módszertani eljárásokat kell kidolgozni a többléptékű komplex tájak vizsgálatára, melyek egyesítik a megfigyelést, kísérletezést és modellezést. Meta-analízis (önálló vizsgálatok eredményeinek statisztikai szintézise) használata értékesnek bizonyulhat.

A tájban mindenütt jelenlevő térbeli autokorreláció megsérti a statisztikai elemzés és adatgyűjtés hagyományos módszereinek alapfeltételeit, ezért a tájökológusoknak óvatosságnak és újítókknak kell lenniük a kísérlettervezés és adatelemzés során a statisztikai módszerek használatával. Nagyobb figyelmet kellene szentelni a geostatisztikai módszerek helyes használatának, értékelésének, és ökológiai értelmezésének. Bármilyen módszert (beleértve a GIS-t is) indokoltan kell használni jelentőségteljes tájökológiai kérdések megoldására (BORAK et al. 2000, KIENAST 1993, ROGAN et al. 2000, ULBRICHT és HECKENDORFF 1998).

Az adatok elérhetősége és minősége kritikus fontosságú a tájökológiai kutatásokban. (BURROUGH et al. 1996, BRUS és GRUIJTER 1997, CHILES és DELFINER 1999, HUNTER és GOODCHILD 1993). Nagy előrelépés a tájökológiai kutatásban és információfeldolgozásban a technológiai fejlődéssel való szoros együttműködés. Manapság számos technológiai újdonság áll a tájökológusok rendelkezésére. A különböző távérzékelési eljárások lehetővé teszik, hogy nagy területekről folyamatos digitális információval rendelkezünk többféle spektrális, térbeli és időbeli felbontásban. Az egyre fejlődő térbeli információs rendszerek (GIS) folyamatosan megújítják a térbeli adatok tárolásának, feldolgozásának módját, a műholdas navigációs rendszerek (GPS) pedig lehetővé teszik a gyors és pontos térbeli helymeghatározást. A tájökológusok vitathatatlanul a high-tech ökológusok között vannak. Ám a csúcstechnológiák alkalmazása számos problémát is felvet.

- A táji szerkezetek és funkciók jobb megértéséhez elengedhetetlen a fajok és organizmusok részletes biológiai ismerete, és ehhez alap biológiai adatok felvétele szükséges.
- Nagy területek mintavételezése a térbeli heterogenitás elemzése céljából még mindig problémát jelent. Új mintavételezési eljárások kidolgozása szükséges, a terepi mintavételezés, a kísérletek, a távérzékelés és modellezés meglévő módszereit egyesítve.
- Sokszor hiányzik a hibaelemzés és pontosságvizsgálat, az adatok minősége gyakran bizonytalan. A tájmintázatok elemzéséhez és modellezéséhez használt táji adatok bizonytalanságának elemzéséhez és pontosságának vizsgálatához új eljárásokat kell kidolgozni.



– A tájak szerkezetének, funkciójának, dinamikájának megértéséhez térbeli adatok hosszú időszora szükséges, mely hosszú távú táji monitoring programok útján lehetséges, melyek elengedhetetlenek mind a tájökológiai elméletek teszteléséhez, mind a fenntartható stratégiák kidolgozásához.

Sajátos feladat a méretarány tájökológiai elemzése, az összemérhetőség ugyanis elsőrendű fontosságú elméleti és gyakorlati probléma. A lépték az információ extrapolálását vagy átfordítását jelenti egyik méretskáláról a másikra térben és időben. Nem megoldott a különböző mérettartományok közötti nagyítás, kicsinyítés, valamint az egyes léptékek sajátos mintázatának és folyamatainak megértése (HARGIS et al. 1998, KEITT et al. 19907, LEVIN 1992, MONTGOMERY és DIETRICH 1992, O'NEILL et al. 1996, SILBERNAGEL 1997, WICKHAM és RIITERS 1995).

Különösképpen kérdéses,

- hogyan lehet a térben és időben finom skálán nyert információt kiterjeszteni nagyobb méretarányra és vizont,
- hogyan ültethetők át a kísérleti eredmények a valós rendszerre,
- melyek az elméleti alapjai és gyakorlati lépései az adatok és változók összegyűjtésének a tájökológiai kutatásokban.

Az elmúlt évtizedben a földtudományokban jelentős érdeklődés mutatkozott a léptékprobléma iránt, és az ezzel foglalkozó irodalom gyorsan növekszik. Nagy szükség van a táji mintázatok és folyamatok léptékváltására vonatkozó egyszerű, tapasztalati szabályok és speciális technikák kifejlesztésére. A terepi mérések, kísérleti módszerek, távérzékelési eljárások, GIS alkalmazások és modellezési eredmények egyesítésével kifejleszthető a léptéktudomány.

## 5. A tájmintázati indexek és ökológiai folyamatok összekapcsolása.

A táj mintázatának elemzése lényegi kutatási iránynak tekinthető világszerte. A mintázatok elemzésének az a háttere, hogy a táji (a tájat alkotó) elemek térbelileg sajátosan rendeződve heterogén rendszereket alkotnak. Ez a fajta heterogenitás lehet olyan, amikor nem ismerhető fel rendezettség (gradiens típus), és van, amikor a rendszer mozaikos megjelenésű (a mintázatok foltba, folyosóba aggregálódnak és határ alakul ki az egyes elemek között). A mintázat elemzése erre a mozaikos állapotra vonatkozik és feltételezi, hogy elemzése az egész rendszer működésének megértését szolgálja. Az itt alkalmazott a folt-folyosó-mátrix alapmodell lényegében megfelel a pont-vonal-polygon műszaki tervezésben, művészetekben, az orvostudományban vagy épp a geoinformatikában használt alapkoncepciónak. A modellben minden térbeli pont foltnak, vagy folyosónak vagy mátrixnak az eleme. A mintázatok kialakulása egyrészt a szubsztrátum változékonyságából adódhat (térbelileg eltérő domborzat, nedvesség viszonyok, más talajtípus), másrészt természeti zavarok okozhatják (pl. árvíz, tűz) vagy az emberi tevékenység (útépítés, szántás) mobilizálhatja.

A tájmintázati indexeket a tematikus térképi mintázat elemzésére dolgozták ki. Olyan algoritmusok, melyek a foltok, a folttípusok és az egész tájmozaik speciális térbeli jellemzőit számszerűsítik. Az indexeket két fő csoportba sorolhatjuk:

- 1) a térkép összetételét számszerűsíti a térbeli helyzet figyelmen kívül hagyásával: a folttípus területi aránya, foltgazdagság, foltegyenletesség, foltdiverzitás,
- 2) a térkép térszerkezetét kvantifikálja. Az egyes foltok tulajdonságait vizsgálja, mint az alak, méret, magterület aránya, fraktáldimenzió. Egyes indexek a foltok egymás-

hoz való szomszédsági viszonyait vizsgálják: feltelszigeteltség, a folt elhelyezkedése más foltokhoz képest, konnektivitás.

Az elmúlt két évtizedben számos tájmintázati index született, ám ezek megbízható értelmezése hiányzik. Felül kell vizsgálni és pontosítani azt az alapfeltevést, hogy a táji mintázat elemzéséből következtethetünk a folyamatokra. Meg kell értenünk a mintázat és a funkció közötti tapasztalati úton megállapított összefüggések alapvető mechanizmusait (MCGARIGAL és MARKS 1995, GUSTAFSON 1998, JORDAN 2001, LI és REYNOLDS 1995, TURNER 1989, HAMAZAKI 1996, HUGGETT 1975). A tájmintázati indexek érzékenyek a léptékváltásra (a felbontás és a méret változására). Kérdés, hogy mennyire kell megváltoznia egy tájnak ahhoz, hogy az indexekkel is kimutatható legyen a változás. Hogyan határozható meg, hogy az indexben való változás statisztikailag és ökológiailag szignifikáns-e? Lehetséges-e a változások nyomon követésére, az indexekre egy standardsorozat felállítását? Vannak-e olyan szintetikus vagy holisztikus mértékegységek, melyek kifejezik a társadalmi, kulturális és ökológiai diverzitást, heterogenitást? Ezeket a kérdéseket a tapasztalati és elméleti megközelítések összehangolásával válaszolhatjuk meg. Ahhoz, hogy a tájmintázati indexek valóban a táj mértékegységei lehessenek, meg kell találni az indexek igazi ökológiai jelentését, és túl kell lépni a folt-alapú mértékegységeken a heterogenitás más formáinak értelmezéséhez.

6. Az „antropogén hatás” figyelembe vétele a tájökológiai kutatásokba.

A tájökológiai kutatások általában nagy-méretarányú ökológiai rendszereket vizsgálnak, melyekre egyre növekvő mértékben van hatással az emberi tevékenység. Ahogy a legtöbb résztvevő jelezte, a tájváltozás elsődleges irányítói a társadalmi-gazdasági folyamatok, s általuk változik meg a tájak szerkezete, funkciója és dinamikája. Ezért az antropogén tevékenységek vizsgálata kétségtelenül nélkülözhetetlen részét kell hogy képezze a táj kutatásnak (BAKER 1995, LUOTO 2000, NASSAUER 1995, PALMER 1997, PEARSON 2000, TURNER et al. 1993).

Európában hagyományosan a táj részének tekintik az embert és az emberi tevékenységet, a holisztikus szemléletmód – a természeti és humán együtt kezelése – a kezdetektől jelen van (MAROSI 1980). Ahhoz, hogy a társadalmi értékrendszereket, kulturális hagyományokat és gazdasági folyamatokat be tudjuk építeni a tájökológiai kutatásokba az alap kutatás és alkalmazás integrációja szükséges.

7. A tájmintázat optimalizálása.

A tájökológia egyik alaphipotézise az a megállapítás, hogy a térbeli mintázat alapvető hatást gyakorol az anyag, energia és információáramlásra, míg ezek a folyamatok alakítják, módosítják és tartják fenn magát a mintázatot. Ezért mind az elméletben, mind a gyakorlatban fel kell vetni a tájmintázat optimalizálásának kérdését. A tájmintázat optimalizálása a tájhasznosítási mintázat optimalizálását, optimális tájtervezést és tájgazdálkodást jelent. Kérdés, hogy a biodiverzitás megőrzése, az öko-szisztéma-gazdálkodás és a fenntartható tájhasználat érdekében optimalizálható-e a tájmintázat összetétele és struktúrája. Van-e optimális formája a természet és kultúra térbeli keveredésének? Vannak ökológiailag optimális hálózatok? Az ökológiai folyamatok szempontjából optimális tájmintázat kutatása új és izgalmas irányvonala a tájökológiának (SEPPELT és VOINOV 2002).

## 8. Tájmegőrzés és fenntartható tájhasználat.

A tájak dinamikus természete a folyamatosan növekvő humán népesség és az ezzel együtt járó tájhasználat-változás és globális környezetváltozás korában nyilvánvaló folyamat (ANDERSEN 1997, COLLINGE 1996, FORMAN és COLLINGE 1997, MOSS 1987). A biológiai szervezetek és a belőlük álló magasabb szintű szerveződések egyre növekvő mértékben szétdarabolódtak tájakon élnek. Így az a paradox helyzet áll elő, hogy egyrészt a táji rendszerek megőrzése, és fenntarthatósága alapvető célja kell, hogy legyen a tájökológiának, másrészt viszont ez sokszor nem megvalósítható, főleg nagyléptékben, a folyamatos és átható változás miatt. A legtöbb résztvevő felismerte a tájökológiai elméletek alkalmazásának fontosságát a biodiverzitás megőrzésében és a fenntartható tájhasználatban. Ugyanakkor a biodiverzitás megőrzéséhez speciális tájökológiai irányelveket kell kidolgozni, a tájak fenntarthatóságának fogalma pedig átfogó és operatív meghatározást igényel. Egy ilyen definíciónak egyesítenie kell a tájak abiotikus, biotikus, társadalmi, gazdasági, kulturális és politikai alkotóelemeit, különleges hangsúllyal az időbeli és térbeli léptékre. Legalább ilyen fontos és izgalmas kihívás tudományosan igazolható alapelveket és gyakorlati irányelvet kidolgozni a tájak ökoszisztéma szerepének értékelésére. Egy ilyen értékelésnek figyelembe kell vennie a pénzben nem kifejezhető és megfogható esztétikai, kulturális, spirituális, és nem-tárgyi belső természeti értékeket. Habár az ökológusok a fenntarthatóság kérdését elsősorban a fajok és ökoszisztémák szintjén értelmezik, a valóságban az emberek által érzékelt és értékelt táj fogja befolyásolni mind a tájak fenntarthatóságának gyakorlatát, mind tudományát.

## Összegzés

A földrajzi szempontú tájökológia vagy geoökológia lényegét abban látjuk, hogy a geoökológiai kutatások elsősorban méréseken alapuló, gyakorlati kérdéseket tárgyalnak, a földrajztudomány oldaláról, és általában az abiotikus tényezőkből kiindulva jutnak el az ökotópokig. Hazánkban a tájak hierarchiájának és szerkezetének feltárása, majd a funkcionális tájelemzések időszaka után egyre inkább az egzakt, mérésekre alapuló, folyamatorientált vizsgálatok kerültek előtérbe. Egyik elsőrendű kutatási feladat a mintázatban megjelenő szerkezet és a folyamatok kölcsönkapcsolatának megértése. A kutatástervezéshez, az adatok feldolgozásához és értékeléséhez számos új, erőteljesen fejlődő technológia, mint a térinformatikai rendszerek, távérzékelési eljárások, geostatistikai módszerek használata járult. A kutatások jövőbeni irányai között szerepel ezen fiatal technológiák helyes, feladatorientált használata, valamint új matematikai értékelési eljárások kidolgozása is. Végül harmadik és talán legfontosabb fő irányvonalként meg kell említenünk a tájak időbeli változásának kutatását, a fenntartható tájhasználat és tájmegőrzés érdekében, melyhez integrálni kell a természettudományos diszciplínákon túl a társadalmi, gazdasági, kulturális, politikai ismereteket is.

## Irodalom

- ANDERSEN L. E. 1997: Modelling the Relationship between Government Policy, Economic Growth, and Deforestation in the Brazilian Amazon. Working Paper No.1997-2. Aarhus, Denmark: Department of Economics, University of Aarhus.
- BAKER W. L. 1995: Longterm response of disturbance landscape to human intervention and global change. *Landscape Ecology* 10: 143–159.
- BARTA K. 2000: A Velencei-hegység D-i területének talajeróziója. Szakmérnöki diplomamunka, SZIE, Gödöllő, Kézirat.
- BASTIAN O., BERNHARDT A. 1993: Anthropogenic landscape change in central Europe and the role of Bio-indication. *Landscape Ecology* 8: 138–151.
- BENNETH A. F. 1990: Habitat corridors: their role in wildlife management and conservation. Department of Conservation and Environment, Melbourne.
- BERBEROGLU S., LLOYD C. D., ATKINSON P. M., CURRAN P. J. 2000: The integration of spectral and textural information using neural networks for land cover mapping in the Mediterranean. *Computers & Geosciences* 26: 385–396.
- BISHOP C. M. 1995: *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford University Press, Oxford.
- BORAK J. S., LAMBIN E. F., STRAHLER A. H. 2000: The use of temporal metrics for landcover change detection at coarse spatial scales. *International Journal of Remote Sensing*, 21: 1415– 1432.
- BRUS D. J., de GRUIJTER J. J. 1997: Random sampling or geostatistical modelling? Choosing between design-based and model-based sampling strategies for soil (with Discussion). *Geoderma* 80: 1–44.
- BURROUGH P. A., van RIJN R., RIKKEN M. 1996: Spatial data quality and error analysis issues: GIS functions and environmental modelling. In: GOODCHILD M et al. (eds.): *GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues*. GIS World Books, Fort Collins, USA, pp. 29–34.
- CHILES J.-P., DELFINER P. 1999: *Geostatistics: Modelling Spatial Uncertainty*. Wiley, New York.
- COLLINGE S. K. 1996: Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning.
- CSATÓ SZ., BARTA K., FARSANG A. 2000: Az elmúlt húsz év tájhasználati változásai és azok hatásai velencei-hegységi mintaterületen. A táj változásai a Kárpát-medencében a történelmi események hatására. Konferenciakiadvány. Gödöllő-Budapest.
- FORMAN R. T. T. 1995: *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FORMAN R. T. T., COLLINGE S. K. 1997: Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. *Landscape and Urban Planning* 37: 129–135.
- GUSTAFSON E. J. 1998: Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of Art? *Ecosystems* 1: 143– 156.
- HAASE G. 1979: *Entwicklungstendenzen in der geotopologischen und geochorologischen Naturraumerkundung*. Petersmanns Geogr. Mitt.
- HAMAZAKI T. 1996: Effects of patch shape on the number of organisms. *Landscape Ecology* 11: 299–306.
- HARGIS C. D., BISSONETTE J. A., DAVID J. L. 1998: The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. *Landscape Ecology* 13: 167–186.
- HOBBS R. 1997: Future landscapes and the future of landscape ecology. *Landscape and Urban Planning* 37: 1–9.
- HUGGETT J. 1995: *Geocology*. Routledge, London.
- HUGGETT R. J. 1975: Soil landscape system: a model of soil genesis. *Geoderma* 13: 1–22.
- HUNTER G. J., GOODCHILD M. F. 1993: Managing uncertainty in spatial databases: putting theory into practice. *Journal Urban and Regional Information Systems Association* 5: 55–62.
- JAGOMAGI J., KÜLVIK M., MANDER Ű., JACUCHNO V. 1988: The structural-functional role of ecotones in the landscape. *Ecology* 7: 81–94.
- JORDÁN F. 2001: Adding function to structure – comments on Palmarola landscape connectivity. *Community Ecology* 2: 133–135
- KAREIVA P., WENNERGREN U. 1995: Connecting landscape patterns to ecosystems and population processes. *Nature* 299–302.
- KEITT T. H., URBAN D. L., MILNE B. T. 1997: Detecting critical scales in fragmented landscapes. *Conservation, Ecology online* 1: 4.
- KIENAST F. 1993: Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System – a methodological outline. *Landscape Ecology* 8: 103–118.
- LESER H. 1983: Geoökologia. *Geogr. Rundschau* 35: 212–221.
- LESER H. 1984: Zum Ökologie-, Ökosystem- und Ökotopbegriff. *Natur und Landschaft*. pp. 267–283.

- LESER H. 1986: A geoökológiai tájszerkezetkutatás problémái. *Földrajzi Értesítő* 35: 1–15.
- LESER H. 1991: *Landschaftsökologie*. UTB 521, Ulmer, Stuttgart.
- LESER H., KLINK H. J. (eds.) 1988: *Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000*. FDL, Bd 228, Trier.
- LEVIN S. A. 1992: The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73: 1943–1967.
- LI H., REYNOLDS J. F. 1995: On definition and quantification of heterogeneity. *Oikos* 73: 280–284.
- LORD J. M., NORTON D. A. 1990: Scale and the spatial concept of fragmentation. *Conservation Biology* 4: 197–201.
- LUNDBERG A., HANDEGARD T. 1996: Changes in the spatial structure and function of coastal cultural landscapes. *GeoJournal* 39: 167–178.
- LUOTO M. 2000: Spatial analysis of landscape ecological characteristic of five agricultural areas in Finland by GIS. *Fennia* 178: 15–54.
- MAROSI S. 1980: *Tájkutatási irányzatok, tájértékelés, tájtípológiai eredmények – Elmélet, Módszer- Gyakorlat*. MTA FKI, Budapest.
- MAROSI S., SZILÁRD J. 1963: A természeti földrajzi tájértékelés elvi-módszertani kérdéseiről. *Földrajzi Értesítő* 13: 393–417.
- MEZŐSI G., RAKONCAI J. (szerk.) 1997: *A geoökológiai térképezés elmélete és gyakorlata*. JATE, Szeged.
- MCGARIGAL K., MARKS B. J. 1995: FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW.
- MILNE B. T. 1992: Spatial aggregation and neutral models in fractal landscapes. *The American Naturalist* 139: 32–57.
- MONTGOMERY D. R., DIETRICH W. E. 1992: Channel initiation and the problem of landscape scale. *Science* 255: 826–829.
- MOSIMANN Th. 1990: *Ökotope als Elementare Prozesseinheiten der Landschaft*. Geosynthesis 1: 3–53.
- MOSS M. R. (ed.) 1987: *Landscape Ecology and Management*. Polyscience Publications, Inc., Montreal, Canada.
- NASSAUER J. I. 1995: Culture and changing landscape structure. *Landscape Ecology* 10: 229–237.
- NAVEH Z., LIEBERMANN A. S. 1984: *Landscape ecology. Theory and applications*. Springer-Verlag, New York-Berlin-Tokyo.
- NAVEH Z., LIEBERMAN A. S. 1994: *Landscape Ecology: Theory and Application*. 2nd edn. Springer-Verlag, New York, New York.
- O'NEILL R. V., HUNSAKER C. T., TIMMINS S. P., JACKSON B. L., JONES K. B., RIITERS K. H., WICKHAM J. D. 1996: Scale problems in reporting landscape pattern at the regional scale. *Landscape Ecology* 11: 169–180.
- PALMER J. F. 1997: Stability of landscape perceptions in the face of landscape change. *Landscape and Urban Planning* 37: 109–113.
- PEARSON D. M. 2000: Investigating the impacts of human activity on northern Australian landscapes by analysis of spatial structure. *Proceedings of the 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modelling (GIS/EM4): Problems, Prospects and Research Needs*. Banff, Alberta, Canada, September 2–8.
- PÉCSI M., SOMOGYI S., JAKUCS P. 1972: Magyarország tájtípusai *Földrajzi Értesítő* 21: 5–12.
- PEITGEN H. O., JÜRGENS H., SAUPE D. 1992: *Chaos and Fractals: New Frontiers of Science*. Springer-Verlag, New York.
- PHILLIPS J. D. 1995: Self-organization and landscape evolution. *Progress in Physical Geography* 19: 309–321.
- RASBAND S. N. 1990: *Chaotic Dynamics of Nonlinear Systems*. John Wiley & Sons, New York.
- ROGAN J., FRANKLIN J., ROBERTS D. A. 2000: A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper imagery *Remote Sensing of Environment* 80: 143–156.
- SCHAFFER W. M. 1985: Order and chaos in ecological systems. *Ecology* 66: 93–106.
- SEPPELT R., VOINOV A. 2002: Optimization Methodology for Land Use Patterns Using Spatially Explicit Landscape Models. *Ecological Modelling* 151: 125–145.
- SILBERNAGEL J. 1997: Scale perception from cartography to ecology. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 78: 166–169.
- TROLL C. 1968: *Landschaftsökologie*. In TUXEN, R. (ed.): *Pflanzensoziologia end Landschaftsökologie*. The Hague: Junk.
- TURNER B. L., MOSS R. H., SKOLE D. L. (eds.) 1993: *Relating land use and global land-cover change: A proposal for an IGBP-HDP core project*. Report from the IGBP-HDP Working Group on Land-Use/Land-Cover Change. Joint publication of the International Geosphere-Biosphere Programme (Report No. 24) and the Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (Report No. 5). Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences.

- TURNER M. G. 1989: LANDSCAPE ECOLOGY: The Effect of Pattern on Process. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20: 171–197.
- TURNER M. G., GARDNER R. H. 1991: *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer-Verlag, New York.
- ULBRICHT K. A., HECKENDORFF W. D. 1998: Satellite images for recognition of landscape and landuse changes. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 53: 235–243.
- WICKHAM J. D., RIITERS K. H. 1995: Sensitivity of landscape metrics to pixel size. *International Journal of remote Sensing* 16: 3585–3594.
- WU J., HOBBS R. 2002: Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology* 17: 355–365.
- ZONNEVELD I. S., FORMAN R. T. T. 1990: *Changing Landscapes*. Springer-Verlag. New York.

#### RELEVANT RESEARCH ISSUES IN GEOECOLOGY

SZ. CSATÓ<sup>1</sup>, G. MEZŐSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szent István University, Institute of Environmental Management  
Department of Landscape Ecology  
H–2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

<sup>2</sup> University of Szeged, Faculty of Natural Sciences,  
Department of Physical Geography and Geoinformatics  
H–6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.

**Keywords:** landscape ecology, holistic approach, ecological systems

Hungarian landscape ecology also overran the traditional landscape standardization, and became a rapidly developing discipline with holistic approach. The first part of this paper briefly outlines the geographical reading of the landscape as well as the relationship between geoeology and landscape ecology. The second part summarizes the research priorities by the landscape ecological literature of the latest years (HOBBS 1997, WU and HOBBS 2002).

Geoeology is principally based upon measurements, deals with applied issues from geographical point of view and usually surveys abiotic parameters to understand ecotopes. After the period of reveal of hierarchical structure of landscape types in Hungary, the function-orientated landscape analysis came into prominence.

One of the most important research area is to understand the relationship between spatial pattern and ecological flows and processes.

Several new and advanced techniques – as GIS, remote sensing and geostatistical methods – have to be used in the landscape survey design, data handling and assessment. These powerful techniques need to be applied in search of meaningful questions to answer. At the same time complex mathematical approaches should be integrated in assessments and new methods have to be developed.

Third main, but probably the most challenging research area is monitoring temporal landscape changes in the interest of landscape conservation and sustainability. Furthermore, landscape ecology needs to incorporate – beyond physical and biological studies – the socioeconomic, cultural and political knowledge as well.