

MÓDSZERTANI LEHETŐSÉGEK AZ IPARI TÁJTERHELÉS VIZSGÁLATÁRA EGY DUNA MENTI MINTATERÜLET PÉLDÁJÁN

TAMÁS László, CSÜLLÖG Gábor, HORVÁTH Gergely, SZABÓ Mária, MUNKÁCSY Béla

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi
Intézet, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék
1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/C email:g.csullog@gmail.com

Kulcsszavak: adatbázisok, térinformatikai módszerek, ipari hatások, ipari tájterhelés, tájmetria, fragmentáció

Összefoglalás: Az ipari tájterhelés és befolyásoltság vizsgálatának módszertani alapjait, modellezési lehetőségeinek kidolgozását Magyarország ipari sajátosságaihoz igazítva készítettük el. A modellezések során a fő súlyt az ipari folyamatok tájban való megjelenésének vizsgálatára helyeztük, felölelve a vonalas és foltszerű objektumokat is. A módszertani alapok bemutatása után a részletes vizsgálatokat – esettanulmány-jelleggel – az elmúlt mintegy 150 év során erősen iparosodott Komáromi járás területére végeztük el.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben az ipari folyamatok átalakulása és a bányászati tevékenységek jelentős részének felszámolása kedvező változást eredményezett a környezet állapotában, de csak részben; elsősorban a hagyományos nehézipar és az aktív bányaművelés közvetlen károsító hatásai szűntek meg, a több évtizedes tájterhelés mértéke azonban – néhány kivételes esettől eltekintve – nem csökkent (Csüllög és Horváth 2008, 2009). A hosszas visszaesést követően a további gazdasági növekedés igényli az ipari és a bányászati tevékenység bővítését, ám nem mindegy, hogy ez a táj és a környezet szempontjából hogyan történik meg. Szükséges a környezeti hatástanulmányokban a tájnak, mint rendszernek az összefüggéseit is figyelembe venni.

Jelenleg a tájban keletkező konfliktusoknak nemcsak a megoldása, de sokszor még a megfelelő tudományos feltárása is elmarad, mivel egyrészt hiányzik az ilyen jellegű tájproblémák országos felmérése és feldolgozása, másrészt várat magára a rövid és hosszú távú kezelési tervek kidolgozása és összehangolása. Annak érdekében, hogy megfelelő megoldásokat lehessen kidolgozni tájkímélőbb folyamatokra, az ipar és a bányászat tájban okozott problémáit értelmezhetővé kell tenni. Első lépésként a létező – aktív és múltbéli – ipari és bányászati objektumok tájakra gyakorolt hatásának a mértékét szükséges felmérni (Csüllög et al. 2012). Célszerű a feladatot úgy megközelíteni, hogy kijelölhetők legyenek azok a táji hatások, amelyek a térinformatikai elemzések eredményeként megfelelő érték kategóriákba sorolva összevethetők lesznek az adott tájak tájrészletek jellemzőivel és állapotával (Szabó et al. 2010). Ez az összevetés pedig hozzájárulhat az ipar és a bányászat által okozott tájterheltség meghatározásához. Természetesen ezek a táj állapotát meghatározó antropogén folyamatoknak csak egy, ugyanakkor nagyon fontos és befolyásolható részét adják (Tamás et al. 2013).

Kutatásaink megtervezésekor alapvetően három fontos feladat fogalmazódott meg:

- első lépésként a területileg jól lehatárolható, erőteljes és hosszan ható tevékenységet folytató ipari és bányászati objektumok tájban megjelenő súlyát kifejező ipari, illetve bányászati tájterhelési mutató kidolgozása;
- második lépésként egy adott táj vagy tájrészlet ipari befolyásoltságát kifejező mutató kidolgozása;

- végül harmadik lépésként a befolyásoltság és az adott tájak, tájrészletek állapota mutatóinak összevetéséből az ipari folyamat okozta konfliktusok helyének és jellegének meghatározása.

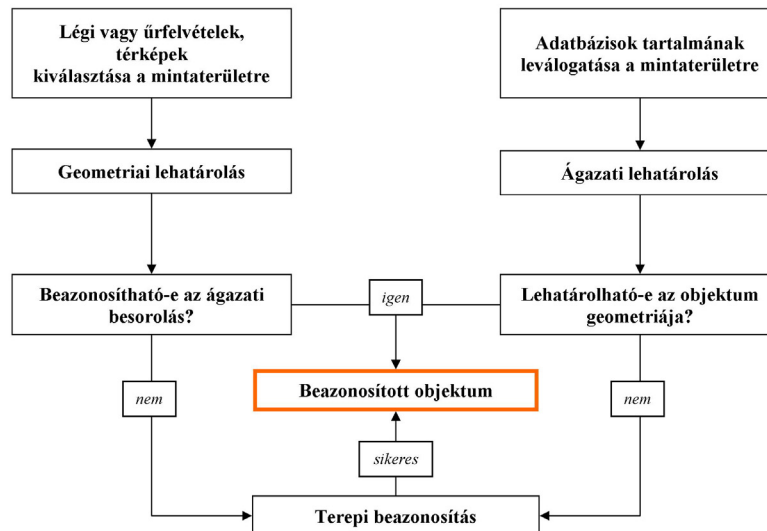
Jelen tanulmányunk ennek a vizsgálatnak az első két lépését, a tájterhelés és befolyásoltság módszertani megfogalmazását mutatja be. Ipari tájterhelésen a továbbiakban a szekunder gazdasági szektor objektumainak a tájra gyakorolt hatása alapján számított súlyát értjük, egy mutatószámmal kifejezve, míg ipari befolyásoltságon egy adott tájon vagy tájrészleten az ipari objektumok tájterhelési értékeiből meghatározott szempontok szerint számított mutatószámot értjük.

Anyag és módszer

Adatbázisok

Jelenleg Magyarországon nem létezik olyan adatbázis, amelyből kellő megbízhatósággal és megfelelő részletességgel lehetne ipari objektumokra vonatkozó adatokat kinyerni környezeti és tájvizsgálatokhoz, ezért egy használható adatbázis kialakítása elkerülhetetlen volt a vizsgálat elvégzéséhez, aminek mind az elvi, mind a módszertani alapjait ki kellett dolgozni (Tamás 2014a). Így a térinformatikai alapú vizsgálat egyik első lépése az ipari objektumok fogalmi értelmezésének kialakítása és maguknak az objektumoknak a beazonosítása volt. A feldolgozás szempontjából ezek olyan vonalas vagy foltszerű elemek a tájban, amelyek meghatározható és nem utolsósorban térképezhető módon a települések szegélyein, határán, átmeneti zónáiban, vagy külterületein vannak jelen a környezetben. Azok az elemek tekinthetők tehát az adatbázisba bevonható ipari objektumnak, amelyek térbeli kiterjedése (hossza vagy területe) lehetővé teszi a térinformatikai vizsgálatokat, és környezetüktől kellőképpen elkülönülnek. A meghatározásból ki kell zárni a települések belterületén található kisméretű ipari vállalkozásokat, amelyek kiterjedésük és termelési értékük következtében általában nem járulnak különösebben hozzá a táj ipari terheléséhez. További fontos osztályozási szempont az észlelhető és behatárolt objektum ágazati funkciója, illetve termelő üzemeknél a termelési folyamatba bevont és az onnan kibocsátott nyersanyagok, a felhasznált energia, a termékek és a keletkezett hulladékok stb. mennyisége, mivel ezek nagymértékben meghatározzák a felhasznált technológiákat, ezzel együtt közvetlenül és közvetve a környezetre, tájra gyakorolt hatásokat. Mindezek alapján alakítottuk ki a vizsgálatba bevont ágazatok csoportjait (5. táblázat).

Az ipari objektumok lehatárolásának három módját alkalmaztuk: az adatbázisokból történő lehatárolást (átvételt), a fotóinterpretációs eljárásokkal történő lehatárolást, valamint a helyszíni szemle során történő meghatározást (1. ábra). Mindhárom esetben törekedtünk az egységes adatszerkezetre és a lehető legtöbb információ begyűjtésére.



1. ábra Ipari objektumok beazonosítása
 Figure 1. Identification of industrial sites

Az ipari objektumok lehatárolása

Nyílt forrású adatbázisok alapján lehatárolható ipari objektumok

A különböző állami hivatalok szakmai adatbázisaiban található olyan adatok, amelyek rendelkeznek térbeli tulajdonságokkal is. Így pl. a bányászati területek naprakész nyilvántartását a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal tartja karban. A nyilvánosság számára készült adatbázis tartalmazza a jelenleg és a közelmúltban működő bányatelkeket, üzemszerű működési jellemzőiket, a határaikra illesztett sokszögek töréspontjainak koordinátáit. A bányászati hulladékkezelő létesítmények adatbázisát szintén a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal adja közre, azonban ez 2012-ben frissült utoljára, joggal feltételezhető azonban, hogy az ilyen célú objektumok száma és elhelyezkedése viszonylag állandó hosszú időtávon keresztül is.

A villamos távvezetékek, amelyek felszín felett futnak, meghatározó elemei a tájnak; alapvetően ipari rendeltetésűek, illetve ipari üzemek kiszolgáló létesítményei. A távvezetékek kettős módon is kapcsolódnak az iparhoz, egyrészt a termelés oldaláról (erőművek), másrészt fogyasztási oldalról (üzemek). A távvezetékekről megyei szintű bontásban közöl információkat az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (továbbiakban: TEIR), amely karbantartója a Lechner Tudásközpont Területi, Építészeti és Informatikai Nonprofit Kft. Alapvetően jellemző, hogy az ipari fogyasztók magasabb villamos feszültségre tartanak igényt, mint a lakosság, ennek tükrében végezhető el a nagyfeszültségű vezetékek ipari kiszolgáló létesítményként történő lehatárolása. A TEIR adatbázisából ezért a 120, 200 és 400 kV-os távvezetékek lettek kiválasztva. A másik fontos energiaellátó rendszer a szénhidrogén-vezetékek hálózata, amely sűrűn behálózza az ország iparvidékeit. Ezek legtöbbször felszín alatt futnak és gyakran kapcsolódnak hozzájuk a felszínen műszaki létesítmények. Környezeti és egészségügyi hatásai természetesen kevésbé zavarók, mint a magasfeszültségű távvezetékeké, azonban a fás jellegű növényzetet és bármiféle beépítést mellőzni kell az ilyen elemek felett is. Az ipari célú, illetve az iparhoz köthető vezetékek lehatárolása alapvetően szintén a TEIR alapján történt, amelyben jól nyomon követhetők a legmagasabb rendű hálózatok.

A 0,5 MW feletti szélenergia-erőművek a hatályos szabályozás (2007. évi LXXXVI. törvény) értelmében már kiserőműnek minősülnek. Telepítésükhöz komoly követelményeknek kell

eleget tenni (l. pl. 2003. évi XXVI. törvény az Országos Területrendezési Tervről); e követelmények többsége a tájvédelemmel és a szélturbinák esztétikai megjelenésével kapcsolatos (Munkácsy 2003, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium 2005). A szélerőművek gyakorlatilag nem tájba illeszthető létesítmények, helyigényük és hatásterületük nagy, megjelenésük sokszor zavaró lehet, nagyszámú előfordulásuk pedig meg is változtatja a táj arculatát. A több közeli erőműből álló szélerőműparkok a TEIR rendszeréből meghatározhatók, mivel abban is a kiserőmű kategóriába vannak besorolva.

A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósága által kezelt adatbázis a veszélyes ipari üzemekről fontos forrás a kutatás során, ugyanis nemcsak azok elhelyezkedéséről tartalmaz átfogó információkat, hanem az alkalmazott ipari technológiákra és a potenciális veszélyforrásokra vonatkozóan is. A Főigazgatóság honlapjáról elérhető információk alapján cím és térképi tartalom szerint is beazonosíthatók az alsó és felső küszöbértékű, valamint a küszöbérték alatti veszélyes üzemek. Az ipari objektumok típusainak megalkotásakor természetesen a katasztrófavédelem szempontjait is figyelembe kell venni, különösen a veszélyes anyagok tárolásával, kezelésével és a veszélyes termelési folyamatokkal foglalkozó ún. Seveso irányelvet, ami az iparbiztonság egyik alappillére. Az abban kidolgozott szempontok már jó ideje alapvető részei a hazai igazgatásnak, így nem szükséges rajtuk változtatni, egy esetleges ipari kataszter kialakításakor minden akadály nélkül felhasználhatók.

Az ipari szennyvizek kibocsátásáról, terheléseiről készült országos szintű összeállítás kezelője az Országos Vízügyi Főigazgatóság, amely 2009-ben készítette el a jelentését. Mellékleteiben megtalálhatók az ipari szennyvíz legnagyobb magyarországi kibocsátói (több mint 200 objektum) a kibocsátott szennyvíz paramétereit alapján. Az objektumok koordinátáit és az irányító vállalatok nevét is tartalmazza az összeállítás.

Az ipari hulladékok és szennyező anyagok kibocsátásáról termeléséről, kezeléséről készített adatbázis Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) néven 2014-től érhető el; kezelője a Földművelésügyi Minisztérium. Ebben az adatbázisrendszerben elérhetők a vállalatok hulladéktermelési adatai, hulladéktípusok szerinti bontásban. A kezelt és keletkezett hulladékok mennyisége fontos csoportosítási és elemzési szempont az ipari terhelések modellezésekor. A szennyező anyagok kibocsátásáról, típusairól szintén az OKIR tartalmaz statisztikailag fontos információkat.

Az ipari vállalkozások gazdálkodási szintű adatairól a Központi Statisztikai Hivatal által elkészített Cég-Kód-Tár adatbázis szolgáltat információt. Ez az összeírás a gazdasági társaságok alakulásának dátumát, TEAOR kódját, nevét, címét, elérhetőségi adatait, tevékenységi körét, létszámkategóriáit, árbevételét tartalmazza. Az elérhető adatbázisokat az 1. táblázat összegzi.

1. táblázat Különböző adatbázisok, amelyek tartalma elősegíti a tájat érő ipari terhelések megismerését
Table 1. Databases that help to reveal the pressure on the landscape from industry

Adatbázis neve,	kezelője	Adatbázis tartalma	Térképi tartalom
Bányászati területek és hulladéklerakók nyilvántartása	Magyar Bányászati és Földtani Hivatal	Magyarországi bányaterületek átfogó térképi adatbázisa; bezárt bányászati hulladékkezelő létesítmények.	van
Cég-Kód-Tár	Központi Statisztikai Hivatal	Vállalkozások cégadatai, tevékenységi körök szerinti csoportosítás	nincs
CORINE adatbázis	Európai Környezetügyi Ügynökség	Európai felszínborítási adatbázis	van
Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve és mellékletei	Országos Vízügyi Főigazgatóság	Számos vízminőségre vonatkozó adat, pl. ipari víz felhasználása	nincs

Országos Környezetügyi Információs Rendszer	Földművelésügyi Minisztérium	Ipari vállalkozások szennyezőanyag-kibocsátásai, hulladék, légszennyező anyagok tekintetében; európai szennyezőanyag-kibocsátási és-szállítási nyilvántartás	nincs
Országos Területrendezési Terv mellékletei Megyei területrendezési tervek mellékletei	Lechner Tudásközpont, Területi, Építészeti és Informatikai Nonprofit Kft.	Az egész országra, és a megyékre kiterjedő szerkezeti terv, benne ipari tájalkotó elemek: nyomvonalas ipari létesítmények	van
Veszélyes üzemek adatbázisa	Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság	Küszöbérték alatti és feletti veszélyes ipari üzemek leíró és térképi adatbázisa	van

A CORINE Land Cover adatbázisból elsősorban az épített ipari objektumok, műszaki létesítmények, hulladéklerakók határozhatók meg. Az 1:100 000 méretarányban készült felszínborítási adatbázis a 2006. évi állapotot tükrözi, ezért sok esetben már túlhaladott (Mari 2010). Az időközben végbement változások szakszerű átvezetése térinformatikai szoftverekkel végzett felülvizsgálattal történt meg, ugyanakkor a nem elégséges térbeli felbontás miatt további térinformatikai feldolgozást igényelt.

Távérzékeléses interpretációvaltörténi lehatárolás

Mivel a vizsgálat nem gazdasági célú megközelítést alkalmaz, ezért az általunk kialakított adatbázis csak a környezeti-táji szempontból fontos objektumokat tartalmazza. A térinformatikai adatok fontos tulajdonsága a térbeli felbontás és a megbízhatóság (Szabó 2010). Az interpretált foltszerű ipari objektumok térképezhető mérete 0,1 ha-nál kezdődik, a vonalas objektumoknak pedig minimálisan 5 m szélesnek kell lenniük ahhoz, hogy lehatárolhatók legyenek. Mindezek tekintetében az interpretációkor alkalmazandó raszteres adatforrásoknak a lehető legjobb felbontással kell rendelkezniük; erre leginkább nagy felbontású és nyílt forrású űrfelvételek alkalmasak.

Az objektumok lehatárolásakor a látható telekhatárok teljes területét figyelembe kell venni, ugyanis azokon egyrészt a külső szemlélő által nem észlelhető létesítmények is lehetnek, másrészt rajtuk a jövőben akár újabb beruházások is megvalósulhatnak. Abban az esetben, amikor távérzékeléssel nem, vagy csak részlegesen állapíthatók meg az ipari objektum kiterjedése, típusa, csatlakozó létesítményei, és a fent említett adatbázisokból nem határozható meg az ágazati besorolás sem, akkor a felmérést természetesen a helyszínen szükséges folytatni. Ilyenkor célszerű a legtöbb érzékelhető és mérhető tulajdonságot rögzíteni az adott objektumokról és a statisztikai adatbázisok segítségével pontosítani az iparági besorolást.

Az ipari objektumok kategorizálása

Az ipar tájra való hatásának vizsgálatában kiemelten fontos az objektumok ágazati besorolása. Az iparágakat és azok létesítményeit annak alapján csoportosítottuk, hogy milyen nyomot, milyen hatást váltanak ki a környezetben. Így funkciójuk és a tájban betöltött szerepük alapján három fő kategóriába rendeztük az adatbázis ipari objektumait.

Az első főcsoportot az ipari és iparszerű termelő, kiszolgáló ágazatok objektumai alkotják. Ebbe a főcsoportba kerültek azok az objektumok, amelyek megjelenésük és funkciójuk alapján a szekunder szektor termelő, vagy annak kiszolgáló ágazataihoz tartoznak. Ide soroltunk még számos olyan létesítményt is, amely csak közvetetten kapcsolódik az ipari termeléshez, de folyamatos igénybevételt jelent a környezet számára (pl. ipari utak, iparvágányok). Bekerültek az adatbázisba az iparszerű agrártevékenységek létesítményei

(állattartó telepek, takarmánykeverők stb.) is, mivel a termelés módja miatt az iparral megegyező hatást fejtenek ki a tájra.

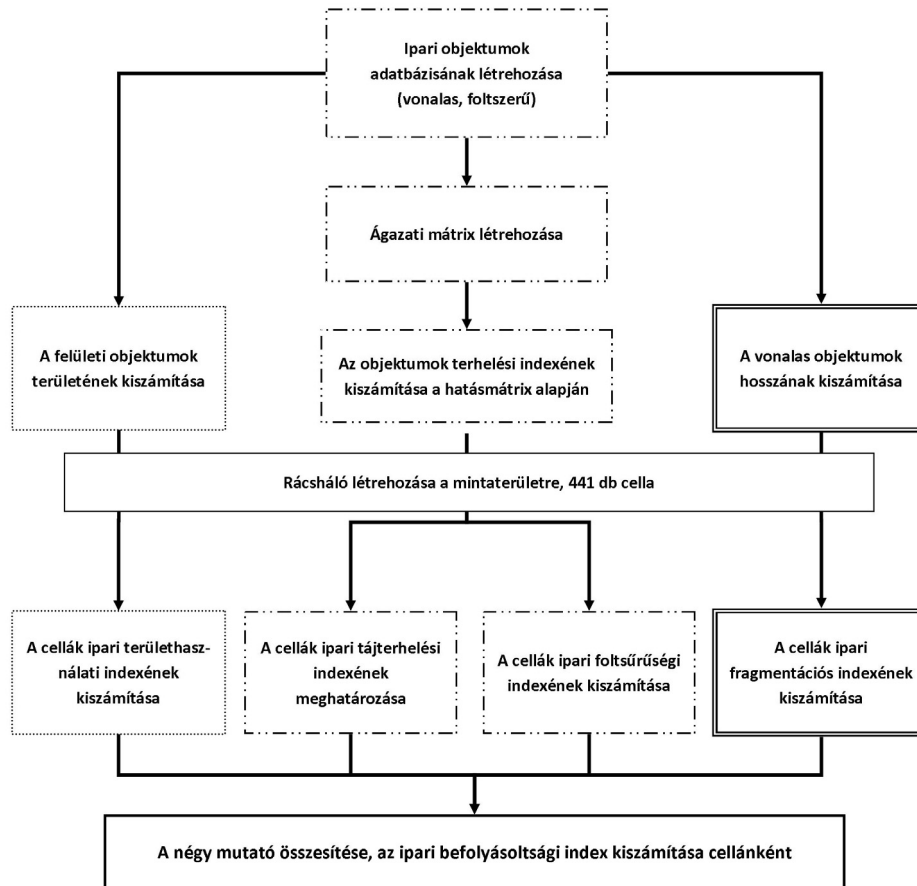
A második főcsoportba tartozó, a bányatelkekhez kapcsolódó objektumok tájhoz való közvetlen kötődésük és a tájba való tartós beépülésük miatt nagymértékben különböznek a többi ágazat objektumaitól. Ez mindenképpen indokolja a külön kategóriaként történő vizsgálatukat. Másrészt a bányatelkek adatbázisa egyedi, de egységes módszertan alapján készült el, ezért sem volt indokolt ezt a rendszert más ipari ágazatokéval egybeolvasztani.

A harmadik főcsoportba, a meddőhányók, hulladéklerakók és az ún. „tájsebek” csoportjába az ipari termelés járulékos objektumai kerültek, amelyek sok esetben a termelési folyamatok záró elemei. Ezek sokszor évtizedekkel „túlélnek” az ipari termelő objektumokat, ami indokolja, hogy mind telephelyeiket, mind hatásaikat, lehetséges konfliktusaikat külön kezeljük.

Eredmények és megvitatásuk

Az ágazati hatásmátrix kidolgozása

Az objektumok kataszterezése, lehatárolása, adatbázisban történő rögzítése mellett meg kell határozni – persze némileg leegyszerűsítve, általánosítva – azokat a fő tulajdonságokat, amelyekre alapozva értékelhető a tájterhelésük. Az ipari objektumok tájra gyakorolt hatásait egy e célra készült ún. ipari ágazati tájterhelési mátrix segítségével számszerűsítettük és tettük mérhetővé egy nagyságrendi skálán. A munka során a fentebbi három fő kategóriának megfelelően három mátrix (2-4. táblázat) került kidolgozásra, ugyanis tapasztalataink alapján nem tűnt célravezetőnek egyetlenegy mátrixban generalizálni az egymástól eltérő tájfunkcióval és táji jellemvonásokkal rendelkező iparágak objektumait. A modellezés teljes menetét a 2. ábra mutatja.



2. ábra A modellezés folyamata
Figure 2. The modelling process

Az értékelés során alkalmazott pontrendszer kidolgozásakor olyan hatásokat, valamint azok olyan következményeit vettünk figyelembe, amelyek a közvetlen vagy közvetett környezeti hatásokat, potenciális veszélyforrásokat, szállítási igényeket, szennyezéseket stb. jelentik meg.

2. táblázat Ipari és iparszerű termelő és kiszolgáló ágazatok objektumaira alkalmazott hatásmátrix
Table 2. Impacts matrix applied to sites of industrial or industry-like production and services sectors

Szempontok	Hatás megjelenése
Közvetlen környezeti hatás	szennyvíz keletkezése
	gázok kibocsátása
	hőszennyezés
	talajbolygatás, talajszennyezés
	porszennyezés
Közvetlen környezeti elem felhasználása	vízfelhasználás
	nyersanyag felhasználása
Környezeti veszély	ipari hulladék képződése
	veszélyes anyagok használata és tárolása
Folyamatos szállítási igény	közúti terhelés
	vasúti terhelés
	folyami terhelés
Érzékszervi terhelés	zaj

	látvány
	szagok, bűzök
Tájfragmentáció	zárt szegély, fal, kerítés
Földmunka	felszínváltozás

3. táblázat A bányászati objektumokra (bányatelkekre) alkalmazott hatásmátrix
Table 3. Impacts matrix applied to mining premises (mining sites)

Szemponatok	Hatás megjelenése
Veszélyesség	a kitermelt anyag veszélyessége
	nehézfémek jelenléte
	porszennyezés
Közvetlen környezeti hatás	anyagmozgatás
	kiszolgáló létesítmények jelenléte
Felhasználási célok	feldolgozás szennyezései
	energetikai hasznosítás
Tartós utóhatás	tájfragmentáció
	meddőhányók
	tájképi hatás
	alábányászás
	talajdegradáció
	természetes vegetáció kiirtása
Víz	talajvízszint sérülés
	víz kivétel

4. táblázat Az ipari, úgynevezett tájsebek és a meddőhányók objektumaira alkalmazott hatásmátrix szempontjai
Table 4. Aspects of the impacts matrix applied to industrial landscape scars and heaps

Szemponatok	Hatás megjelenése
Közvetlen környezeti hatás	szennyvíz keletkezése
	gázok keletkezése
	hőszennyezés
	talajbolygatás, szennyezés
	porszennyezés
	vízhatások
Környezeti veszélyforrás	földtani veszély (pl. alábányászottság)
	veszélyes anyagok tárolása, használata
Folyamatos szállítási igény	közúti terhelés
	vasúti terhelés
	folyami terhelés
Érzékszervi terhelés	zaj
	látvány
	szagok, bűzök
Földmunka	felszínváltozás
Rekultiválás szükségessége	felszínváltozás

A három kategória hatásmátrixa ugyan némiképp eltér egymástól, de módszertani szempontból azonos értékelést tettek lehetővé. A mátrix alapján minden egyes hatáshoz 0, 1 vagy 2 értéket felvehető pontszámokat rendeltünk, amelyek összege adja ki az egyes objektumtípusokra meghatározott összegzett ipari tájterhelést (ΣX_i). Ám mivel a tapasztalható

hatások megjelenésének száma mátrixonként eltérő, az esetleges aránytalanságok elkerülése végett a különböző főcsoporthoz tartozó objektumtípusok tájterhelési indexének pontértékeiből kiindulva egymással összehasonlítható, ipari tájterhelési indexnek nevezett és X_{TTI} -ként jelölt értékszámot alakítottunk ki, az alábbi módon:

$$X_{TTI} = 10 (\Sigma X_i / \Sigma X_{\max}),$$

ahol

ΣX_i : az adott ipari objektumtípus összegzett tájterhelési pontjai;

ΣX_{\max} : a mátrixban szereplő legnagyobb összegzett tájterhelési pontszám.

Egy adott objektumtípusra így kialakított ipari tájterhelési index már alkalmazható a vizsgált terület összes ipari objektumának összehasonlításához, hatásaik megjelenítéséhez. A számítás elve alapján az index értékei 0 és 10 közé eshetnek; vizsgálatunk alapján azonban a legkisebb számított érték 1,74 volt (5. táblázat).

5. táblázat A hatásmátrixokból kialakított objektumtípusok ipari tájterhelési indexei
Table 5. Industrial pressure indices of certain site types created from the impacts matrices

Ágazatok		Összegzett ipari tájterhelés	Ipari tájterhelési index	
Ipari és iparszerű termelő és kiszolgáló ágazatok objektumai	Ipari termelő ágazatok objektumai	egyéb feldolgozóipar	8	3,48
		élelmiszergyártás	14	6,09
		építőanyag-ipar	19	8,26
		fafeldolgozás	9	3,91
		fémalapanyag-gyártás	20	8,70
		fémfeldolgozás	12	5,22
		földgázkezelés, -szolgáltatás, -tárolás	18	7,83
		gépipar, járműipar	9	3,91
		gumiipar	17	7,39
		gyógyszergyártás	14	6,09
		hőerőművek	19	8,26
		ipari hulladékégetők	21	9,13
		ipari hulladékfeldolgozás	17	7,39
		ipari szennyvízkezelés	18	7,83
		iparszerű agrártermelés	13	5,65
		kőolaj-feldolgozás, -tárolás, -finomítás	21	9,13
		nehézvegyipar	23	10,00
		nukleáris erőművek	19	8,26
		papír- és cellulózipar	14	6,09
		szélenergia	4	1,74
	üvegipar	9	3,91	
	vízenergia	9	3,91	
	víz-és szennyvízkezelés, -szolgáltatás	11	4,78	
	Iparszerű termelés és kiszolgáló létesítmények	bányászati szolgáltatás	10	4,35
		iparszerű raktározás, szállítmányozás	10	4,35
		kikötők	7	3,04
		műszaki létesítmények	6	2,61
		rakodók	11	4,78
	Vonalas infrastruktúra	föld alatti vezetékek	4	1,74
		ipari utak	7	3,04
		ipari vasutak	7	3,04
		légvezetékek	5	2,17
Bányászati objektumok, bányatelkek	külszíni művelésű szén-, lignit-, bauxitbányászat	26	10,00	
	mélyművelésű szénbányászat	20	7,69	
	külszíni művelésű kavics-, homok-, agyagbányászat	19	7,31	
	mélyművelésű ércbányászat (pl. réz-, urán-, mangánbányászat)	17	6,54	

	külszíni művelésű építőipari kőzetek bányászata	12	4,62
	döntően külszíni művelésű egyéb nyersanyagok bányászata	10	3,85
„Tájsebek”, lerakók, meddőhányók	bányászati meddőhányók	16	6,96
	bányatavak, üregek	7	3,04
	bányaudvarok	5	2,17
	erőművi lerakók	20	8,70
	ipari zagyatárolók	23	10,00
	kohászati lerakók	21	9,13
	nukleáris lerakók	12	5,22

Az ipari befolyásoltsági indexmeg határozása területi egységekre

Az ipari befolyásoltság az ipar és iparszerű termelés (a kiszolgáló létesítményeket is beleértve) hatásának olyan mutatószáma, amellyel kifejezhető, hogy ennek a hatásnak mekkora a mértéke egy adott területre vonatkozólag. Az ipari befolyásoltság tehát voltaképpen az antropogén hatások azon együttese, amit a szekunder gazdasági szektor fejt ki a táji környezetre. Ennek a hatásnak a számszerű kifejezésére dolgoztuk ki az ipari befolyásoltsági indexet.

A modellezést különböző vizsgálati célok szerint különböző területi kategóriákra – mint pl. településhatár, járáshatár stb. – lehetne elvégezni. Módszertani bemutatásra azonban a négyzethálós felosztás tűnik a legalkalmasabbnak; a vizsgált területre 1x1 km-es hálót helyezve minden egyes cellára vonatkozóan kiszámítható, hogy mekkora az arra a cellára eső ipari objektumok tájterhelésének mértéke. Ehhez négy további mutatót alakítottunk ki, kiszámításukhoz különálló tematikus fedvényeket készítettünk, és minden fedvény esetében kiszámítottuk az adott mutató egyes cellákra eső értékeit; ezek a cella szintű értékek mértékegység nélküli viszonyszámok, amelyek egy újabb összegzett mutató, az ipari befolyásoltsági index meghatározásának alapjául szolgáltak a háló minden egyes cellájára vonatkozóan.

a) A területhasználat indexének kiszámítása a cella területére eső ipari objektumok összegzett területi kiterjedéséből indul ki, azaz minden cella esetében kiszámítottuk, hogy hány ha területet foglalnak el a felmért ipari objektumok. Ezután az ipari tájterhelési index számításának elvét követve határoztuk meg a területhasználati index (Q_{TI}) értékét:

$$Q_{TI} = 10 (\Sigma T_i / \Sigma T_{max})$$

ahol

ΣT_i : az ipari objektumok adott cellára eső összterülete;
 ΣT_{max} : a vizsgálatba bevont cellák legmagasabb ΣT értéke.

b) A vizsgált terület egység ipari fragmentációs indexének kiszámítását az indokolja, hogy a vonalas objektumok a tájak működésében betöltött szerepük szerint erőteljes fragmentációs tényezők (Csorba 2005, Uuemaa et al. 2009). A számítás során összegeztük az adott cellában található vonalas objektumok (vezetékek, utak, vasutak) hosszát, majd ismételtén az ipari tájterhelési index számításának elvét követve alakítottuk ki az egyes cellákra eső fragmentációs indexeket (Q_F):

$$Q_F = 10 (\Sigma F_i / \Sigma F_{max})$$

ahol

ΣF_i : az adott cellára eső összes vonalas objektum hossza;
 ΣF_{max} : a vizsgálatba bevont cellák legmagasabb ΣF értéke.

c) A folttsűrűségi index (Q_D) a vizsgált területegységre eső ipari objektumok darabszámát jelenti. Ez az index a különféle területhasználatok térbeli koncentrációjának térbeli kifejezésére alkalmas (Símová és Gdulová 2012). A két vagy több cella határán fekvő ipari objektumok mindegyik cella ipari folttsűrűségét növelik. A folttsűrűségi index számítása (a korábbi indexek számítási elvét követve):

$$Q_D = 10 (\Sigma D_i / \Sigma D_{\max})$$

ahol

ΣD_i : az adott cellát érintő összes ipari objektum darabszáma;
 ΣD_{\max} : a vizsgálatba bevont cellák legmagasabb ΣD értéke.

d) A negyedik mutató az ipari objektumok fentebb már tárgyalt tájterhelési értékein alapul. Kiszámításához az adott cella területére eső minden egyes ipari objektum tájterhelési indexét cellánként összeadtuk (ΣX_{TTi}), majd ismételten a többi indexszámításnál is alkalmazott elvet követve alakítottuk ki az egyes cellákra eső tájterhelési indexet (Q_{TTi})

$$Q_{TTi} = 10 (\Sigma X_{TTi} / \Sigma X_{TTi\max})$$

ahol

ΣX_{TTi} : az adott cella összegzett ipari tájterheltségi indexe;
 $\Sigma X_{TTi\max}$: a vizsgálatba bevont cellák legmagasabb ΣX_{TTi} értéke.

Végül az így meghatározott négy mutatót cellánként összegezve számítható ki az *ipari befolyásoltsági index* (Q_{BI}) mértéke:

$$Q_{BI} = Q_{TI} + Q_F + Q_D + Q_{TTi}$$

Látható, hogy az objektumok hatásmátrixa alapján kiszámolt ipari tájterhelési indexen kívül a másik három index is fontos összetevője volt a vizsgálatnak. Ugyanis az ipari objektumok sok esetben magában a tájban vannak jelen, külterületi jellegükből fakadóan a területhasználati, tájfragmentációs és a tájszerkezetre gyakorolt súlyuk nem elhanyagolható. Ez a három jellemvonás legalább annyira fontos az ipari befolyásoltság kifejezésekor, mint a tájterhelés összetevőinek pontozása. Az ipari befolyásoltságot pedig úgy volt célszerű megközelíteni bemutatott négyzethálós rendszerben, hogy a négy „részmutatót” összegeztük, hiszen mindegyikük értékei külön-külön is terhelést fejeznek ki.

A módszer bemutatása egy mintaterületen

A módszerek bemutatásához mintaterületnek egy olyan Duna menti ipari térséget választottunk, ahol különböző ipari tömörülésekben több ágazat is megtalálható egymás közelében, és ahol nem csak a mai, hanem korábbi ipari folyamatok hatásai is jelen vannak (Tamás 2014b). A mintaterületet célszerű volt úgy kiválasztani, lehetőleg minél változatosabb mértékben tartalmazzon antropogén és természeti elemeket, valamint hogy az ipar megjelenése a tájban közvetlenül érzékelhető legyen, ugyanis ez a hatások modellezésének egyik alapfeltétele. Fontos szempont volt továbbá az ipari adatok kigyűjtése szempontjából, hogy ne túl nagy számú településhez, illetve járáshoz kötődjön, ugyanis bizonyos létesítmény és objektum szintű adatok kigyűjtése időigényes folyamat. A járássok méretüket tekintve kellően változatosak, találni közöttük kisebb-nagyobb kiterjedésűeket is, viszont határaik kijelölésekor a természetföldrajzi jellemzőket egyáltalán nem vették figyelembe; ez azonban vizsgálatunk szempontjából előnyösnek is tekinthető, hiszen így területükön véletlenszerűen

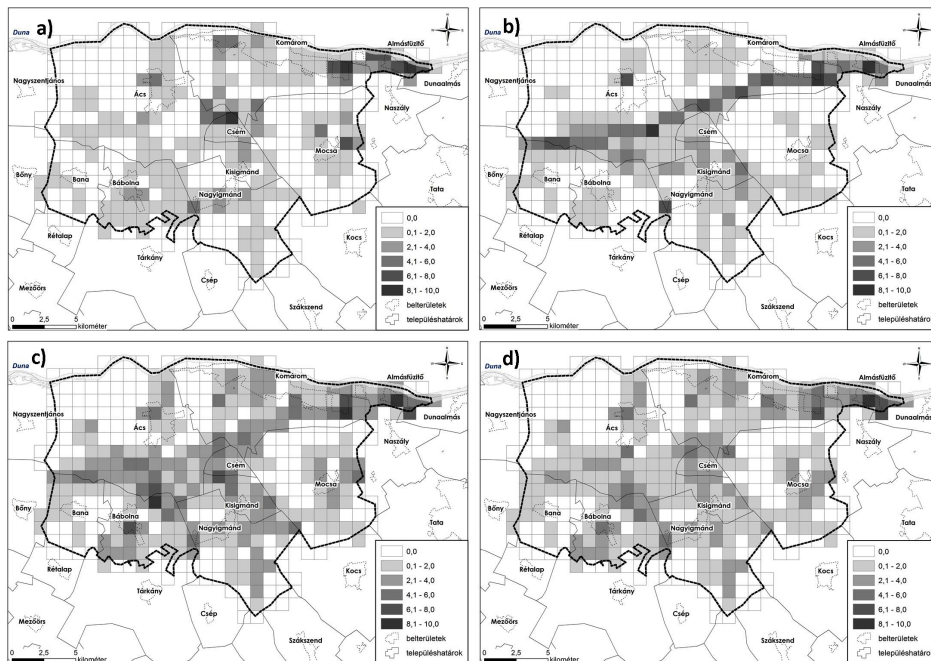
jelennek meg különféle környezeti tényezők. Mindezeket mérlegelve Komárom-Esztergom megye Komáromi járását választottuk ki a módszerek mintaterületen való bemutatására.

Az indexek meghatározásához és ábrázolásához 441 darab 1x1 km²-es cellát hoztunk létre, amelyek területileg teljesen lefedik a járás 379 km²-nyi területét. A cellák többségében, összesen 248 cellában található ipari objektum, amelyek összterülete a járás területének 4,7%-a, a vizsgált térségben az adatbázisba bevonható ipari objektumok száma pedig 329; tehát mind a területi kiterjedés, mind az eloszlás jelentős ipari jelenlétet mutat. A vizsgálatba bevont ipari objektumok csoportosítását és főbb adatait a 6. táblázat összegzi. Az 1 km-es rácsméret optimálisnak bizonyult, ugyanis jól kifejezi a különböző objektumok kumulatív hatásait egymásra és környezetükre. Kezdeti próbálkozásaink kimutatták, hogy a túl finom (pl. 1 ha-os) felbontás csak az ipari objektumok közvetlen környezetét venné alapul, így kevésbé lehet alkalmas a jövőbeni konfliktusvizsgálatokra, az 1 km²-nél nagyobb rácsméret pedig túlzottan generalizálna.

6. táblázat A Komáromi járás ipari objektumainak csoportosítása és adatai a terhelési hatásmátrix alapján
Table 6. Classification and data of the industrial sites of the Komárom district based on the on the pressure impacts matrices

	Ágazatok	Ipari objektumok		
		darabszáma	összesített területe (ha)	hossza (km)
Ipari termelő ágazatok objektumai	egyéb feldolgozóipar	7	154,51	
	építőanyag-ipar	3	11,91	
	fáfeldolgozás	1	4,61	
	fémalapanyag-gyártás	1	46,57	
	fémfeldolgozás	2	9,80	
	földgázkezelés, -szolgáltatás, -tárolás	1	4,77	
	gépipar, járműipar	1	12,37	
	gyógyszergyártás	1	3,72	
	ipari szennyvízkezelés	1	1,06	
	iparszerű agrártermelés	59	570,76	
	kőolaj-feldolgozás, -tárolás, -finomítás	1	142,64	
	nehézvegyipar	2	46,02	
	papír- és cellulózipar	1	16,12	
	szélerőművek	69	11,75	
Iparszerű termelés és kiszolgáló létesítmények	iparszerű raktározás, szállítmányozás	7	35,90	
	kikötők	1	7,22	
	műszaki létesítmények	8	63,57	
	rakodók	2	13,14	
Vonalas infrastruktúra	föld alatti vezetékek	5		105,20
	ipari utak	120		123,90
	légvezetékek	4		44,20
Bányászati objektumok, bányatelkek	homok-, kavics-, agyagbányák	7	300,68	
„Tájsebek”, lerakók, meddőhányók	bányatavak, üregek	18	118,63	
	bányászati meddőhányók	3	29,84	
	szilárd és folyékony hulladékok lerakói	4	205,76	

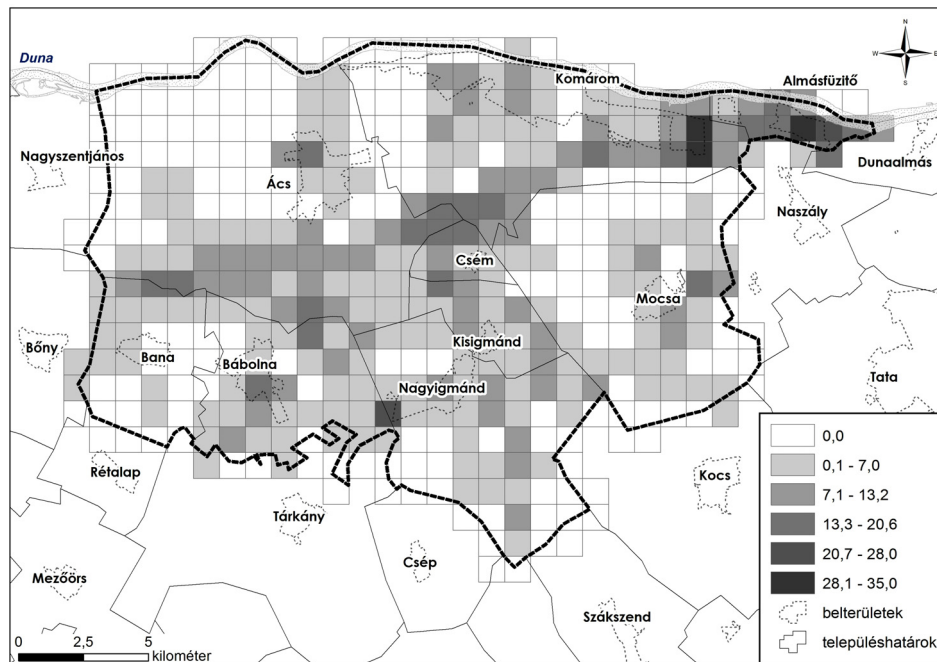
Az ipari befolyásoltsági index meghatározásához vizsgálandó négy „részmutató” értékeit cellánként meghatározva (3. ábra) láthatók, hogy azok alapvetően eltérnek egymástól, ezért is szükséges összegzett vizsgálatuk. Ugyanakkor elemeiben vizsgálva látható, hogy a területhasználati index magasabb értékei érzékelhető koncentrációt mutatnak; a fragmentációs indexek értékeinek megoszlása jól mutatja a hatásközvetítést; és szembetűnő az objektumszámot tükröző foltosság index és a cellák összegzett terhelési indexei közötti különbség, amely alapján látható, hogy az egy cellára jutó nagyobb objektumszám önmagában még nem jelent feltétlenül nagyobb ipari terhelést.



3. ábra Az ipari befolyásoltsági index meghatározásához kialakított négy „részmutató” értékei 1 km²-es cellánként a Komáromi járás területén: a) ipari területhasználati index; b) ipari fragmentációs index; c) ipari foltosság index; d) ipari tájterhelési index

Figure 3. Values of four partial indices per sq.km grid for determining the industrial influence index in the Komárom district: a) industrial landuse index; b) industrial fragmentation index; c) industrial patch density index; d) industrial landscape pressure index

A „részmutatókból” (3. ábra) kiszámított ipari befolyásoltsági index értékeinek megoszlása (4. ábra) jelentős különbségeket mutat, és jól kiemeli azokat a területegységeket (pl. az Almásfüzitő környéki Duna-menti ipari sáv, vagy a Bábolna környéki iparszerű mezőgazdasági térség), ahol az ipar befolyása a tájra a legerőteljesebb.



4. ábra Az ipari befolyásoltsági index a Komáromi járásban
 Figure 4. Industrial influence index in the Komárom district

Vizsgálataink fő eredményének az ipari tájterhelés számszerű meghatározására irányuló módszer kidolgozását tartjuk. Ez a részvizsgálat is jelzi, hogy az ipari tájterhelés vizsgálata és módszerünkkel végrehajtott számszerűsítése a digitális adatbázis összeállításán és térinfomatikai megjelenítésén túl jelentős mértékben hozzájárulhat az adott területre vonatkozó, a táji összefüggéseket figyelembe vevő átgondolt állapotvizsgálatokhoz és területi tervezési, valamint szabályozási tevékenységekhez, például környezeti hatásvizsgálatok (kumulatív hatásvizsgálatok), újabb bányanyitások, terület-újrachasznosítások, rekultiválandó területek kiválasztása és környezetrekonstrukciók megtervezése során.

Más szempontból nézve a tájak és speciális konfliktusaik objektív tipizálása a mai napig megoldatlan feladata a földrajznak, reményeink szerint ehhez nyújthat esetleg adalékokat az antropogén forrásokból származó terhelések általunk javasolt tipizálása, számszerűsítése, ami egy fontos és szükséges lépése lehet a gyakorlati problémák tájtudományi feldolgozásának.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az OTKA K112477 számú, „A megújuló energiaforrások alkalmazásának tájvédelmi szempontú vizsgálata hazai mintaterületeken – kihívások és lehetőségek” című pályázat keretében készült.

Irodalom

- Csorba P. 2005: Magyarország út- és vasúthálózatának ökológiai tájfragmentációs hatása. *ÖKO* 13(3–4): 102–112.
- Csüllög G., Horváth G. 2008: Települési környezet és térhasználat változás egy korábbi ipari térségben. In: Orosz Z., Fazekas I. (szerk.): *Települési környezet*. Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen, pp. 153–159.
- Csüllög G., Horváth G. 2009: Az ipari tér felszámolásának tájváltozási következményei Ózdon és környékén. In: Fazekas I. (szerk.): *Települési környezet*. Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen, pp. 112–117.
- Csüllög G., Horváth G., Szabó M. 2012: Felhagyott bányaterületek eredményezte tájproblémák. In: Lóczy D.: *Geográfia a kultúra fővárosában I.* Publikon Kiadó, Pécs, pp. 231–236.
- Mari L. 2010: Tájváltozás elemzés a CORINE adatbázisok alapján. In: Szilassi P., Henits L. (szerk.): *Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században*. JATE Press, Szeged, pp. 317–330.

- Munkácsy B. 2003: Szélturbinák a tájban. Az energetikai célú szélenergia-alkalmazások megítélése a tájhasználat és a tájvédelem tükrében. *Földrajzi Közlemények* 127 (1–4): 77–86.
- Símová, P., Gdulová, K. 2012: Landscape indices behavior: A review of scale effects. *Applied Geography* 34: 385–394.
- Szabó M., Horváth G., Csüllög G. 2010: Tájhasználat-változások – Tájkezelési kényszerek vagy lehetőségek? In: Fülek Gy. (szerk.): A táj változásai a Kárpát-medencében. Tájhasználat és tájtalakulás a 18-20. században. *Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, Gödöllő*, pp. 61–68.
- Szabó Sz. 2010: Tájmetriai vizsgálatok lehetséges adatbázisai. In: Szilassi P., Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. *JATE Press, Szeged*, pp. 41–61.
- Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium 2005: Tájékoztató a szélenergia-elhelyezésének táj- és természetvédelmi szempontjairól. *Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Természetvédelmi Hivatal*. 26 p.
- Tamás L., Csüllög G., Horváth G. 2013: Ipari tájak degradációs folyamatainak problémái. In: Konkoly-Gyuró É., Tirászi Á., Nagy G. (szerk.): Tájstudomány – tájtervezés. *Sopron*, pp. 108–114.
- Tamás L. 2014a: Az ipari objektumok katasztrerezésének lehetőségei a katasztrófa- és környezetvédelemben. *Műszaki Katonai Közlöny* 24(1): 231–242.
- Tamás L. 2014b: A Duna régió iparosodása a környezet és a táj szempontjából. *TAYLOR Gazdálkodás- és szervezéstudományi folyóirat* 6(3–4): 342–350.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., Mander, Ü. 2009: Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research* 3(1): 28.

METHODOLOGICAL OPPORTUNITIES FOR INVESTIGATING INDUSTRIAL PRESSURE ON THE
LANDSCAPE BASED ON THE EXAMPLE OF A STUDY AREA ALONG THE DANUBE RIVER

TAMÁS, L., CSÜLLÖG, G., HORVÁTH, G., SZABÓ, M., MUNKÁCSY, B.

Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Institute of Geography and Earth Sciences, Department of
Environmental and Landscape Geography
Budapest Pázmány Péter sétány 1/C H-1117 email: g.csullog@gmail.com

Keywords: databases, GIS methods, industrial impacts, industrial pressure

The elaboration of the methodological base of the investigation of the industrial pressure on the landscape and industrial influence index and that of the opportunities for modelling were carried out with regard to the specific characteristics of Hungarian industry. During modelling the main emphasis was laid on studying the aspects of how industrial processes appear in the landscape, encompassing both linear and patch-like elements. Having introduced the methodological bases, in-depth examination was carried out in a case study of the Komárom district, an area which has been considerably industrialized for approximately 150 years.